



WAGENINGENUR
For quality of life

Grip op Mycosphaerella in komkommer

Jantineke (D.) Hofland-Zijlstra, Leontiene (M.A.) van Genuchten¹ & Aleid (J.) Dik²

1 DLV Plant, Postbus 7001, 6700 CA Wageningen

2 Adviesbureau Aleid Dik, Wolvenplein 5, 3512 CJ Utrecht



Productschap  Tuinbouw

DLV
plant


Adviesbureau Aleid Dik

Rapport GTB-1070



© 2011 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

Voorwoord		5
Samenvatting		7
1	Introductie	9
	1.1	Achtergrond en doel onderzoek 9
	1.2	Plan van Aanpak 10
	1.2.1	Fase 1 - Kennisinventarisatie 10
	1.2.2	Fase 2 – Kennis overbrengen naar de praktijk 11
2	Kennis uit literatuuronderzoek en kennishiaten	13
	2.1	Hoe herken je Mycosphaerella? 13
	2.2	Naamgeving Mycosphaerella 14
	2.3	Beschrijving van de infectiecyclus 14
	2.3.1	Levenscyclus 14
	2.3.2	Overleving van de schimmel en de eerste infectie 15
	2.3.3	Kieming en kiembuisgroei 16
	2.3.4	Infectie 17
	2.3.5	Groei 19
	2.3.6	Sporulatie en vrijkomen van sporen 19
	2.3.7	Verschillen in virulentie tussen isolaten van D. bryoniae en waardplantspecificiteit 19
	2.4	Epidemiologie: invloed van teelt- en klimaatfactoren op de aantasting 20
	2.4.1	Kasklimaat 20
	2.4.2	Watergift 22
	2.4.3	Voeding en EC 22
	2.4.4	Plantbelasting 23
	2.4.5	Gewasverzorging 23
	2.5	Conclusies levenswijze schimmel en epidemiologie 24
	2.6	Bestrijding 25
	2.6.1	Cultivarkeuze 25
	2.6.2	Hygiëne / preventieve maatregelen 25
	2.6.3	Chemische bestrijding 26
	2.6.4	Natuurlijke middelen 26
	2.6.5	UV-C belichting 27
	2.6.6	Beslissingsondersteunende systemen 27
3	Kennis uit de praktijk	29
	3.1	Uitvoering onderzoek 29
	3.2	Resultaten adviseurs 30
	3.2.1	Algemeen verloop van Mycosphaerella in 2010 30
	3.2.2	Aanwezigheid Mycosphaerella in 2010 31
	3.2.3	Overeenkomsten tussen bedrijven met Mycosphaerella 32
	3.2.4	Overeenkomsten tussen bedrijven zonder Mycosphaerella 33
	3.2.5	Verloop infectie tussen 2009 en 2010 33
	3.2.6	Oorzaak infectie 33
	3.2.7	Omvang schade 34
	3.2.8	Preventieve en curatieve aanpak in de praktijk 34

	3.2.9	Preventief en curatief advies	35
	3.2.10	Aanvullend advies	36
	3.2.11	Veranderingen in advisering ten opzichte van voorgaande jaren	36
	3.2.12	Bestaande en ontbrekende kennis bij adviseurs	37
	3.3	Resultaten telers	39
	3.3.1	De bedrijven	39
	3.3.2	Algemeen verloop <i>Mycosphaerella</i> in 2010	42
	3.3.3	Preventieve aanpak	42
	3.3.4	Curatieve aanpak	44
	3.3.5	Verwachtte opbrengstderving	45
	3.3.6	Aanpassingen in maatregelen	46
	3.3.7	Bestaande en ontbrekende kennis bij telers over <i>Mycosphaerella</i>	46
	3.4	Conclusies adviseurs	50
	3.5	Conclusies telers	51
	3.6	Witte vlekken en aanbevelingen vanuit de praktijk	51
4		Informatie van fabrikanten, veredelaars en internationale experts	53
	4.1	Informatie van fabrikanten	53
	4.2	Informatie van veredelaars	53
	4.3	Informatie van internationale experts	54
5		Witte vlekken in het onderzoek en oplossingsrichtingen	55
	5.1	Witte vlekken onderzoek	55
	5.2	Oplossingsrichtingen & vervolgonderzoek	56
6		Discussie	57
	6.1	Vocht is essentieel voor kieming en infectie	57
	6.2	Belang van goed uitgangsmateriaal	58
	6.3	Sturing via klimaat- en teelfactoren lastig	58
	6.4	Belang van preventieve maatregelen	60
	6.5	Belang van curatieve maatregelen	61
	6.6	Beslissingsondersteunende systemen	61
	6.7	Conclusies	61
7		Literatuur	63
Bijlage I		Synoniemen voor <i>Didymella bryoniae</i> en <i>Phoma cucurbitacearum</i>	67
Bijlage II		Schematisch overzicht van hydathode	69
Bijlage III		Factsheet Ferguson et al. 2009	71
Bijlage IV		Factsheet Zitter 2010	75
Bijlage V		Factsheet Sabaratnam 2009	77
Bijlage VI		Concept-beslisboom beheersing ziekten in komkommer (Dik et al., 2010).	83
Bijlage VII		Vragenlijst toeleveranciers en adviseurs	85
Bijlage VIII		Vragenlijst voor telers	87

Voorwoord

Mycosphaerella is al vele jaren een bekend probleem in de komkommerteelt. Toch heeft het lange tijd ontbroken aan een goed overzicht van alle beschikbare kennis die aanwezig is in de literatuur, maar bovenal de al aanwezige kennis in de praktijk bij telers en adviseurs. Bovendien was het onduidelijk waar de witte vlekken in kennis zich bevinden en welke stappen nog nodig zijn voor vervolgonderzoek. Door de krachten te bundelen van Adviesbureau Aleid Dik, DLV Plant en Wageningen UR Glastuinbouw is alle informatie over Mycosphaerella in komkommer in dit rapport overzichtelijk samengebracht. Deze kennis is ook via een digitale brochure gemakkelijk toegankelijk gemaakt voor een breder publiek.

Hierbij willen we graag gebruik maken van de gelegenheid om alle mensen te bedanken die met enthousiasme hun bijdrage aan dit onderzoek geleverd hebben. Dit zijn ondermeer de telers en adviseurs die hun tijd geïnvesteerd hebben in de telefonische enquêtes. Daarnaast de toeleveranciers van gewasbeschermingsmiddelen en veredelaars die eveneens hun grote betrokkenheid bij de problematiek toonden en bereidwillig waren om informatie met ons te delen. Bedankt! Hierdoor was het voor ons mogelijk om een beter beeld te krijgen van de complexe interacties die spelen in de praktijk en die niet altijd beschreven staan in onderzoeksartikelen. Tevens willen we ook Productschap Tuinbouw, LTO Groeiservice en de begeleidingscommissie van Komkommer bedanken voor hun ondersteuning bij dit onderzoek.

Wij wensen elke lezer veel leesplezier toe en hopen dat dit rapport nog meer stimulans zal geven om de aanbevelingen voor preventieve maatregelen zoveel mogelijk in de praktijk op te volgen en dat met aanvullend onderzoek Mycosphaerella op korte termijn nog beter is te beheersen.

Samenvatting

Mycosphaerella is de afgelopen jaren een toenemend probleem geworden en komt breed voor bij alle telers met verschillende teeltsystemen. De schade ten gevolge van Mycosphaerella verschilt per bedrijf, maar kan bij ernstige aantastingen oplopen naar € 1,10 per m². Chemische bestrijding is lastig door het slinkende middelenpakket en het optreden van resistentieontwikkeling. Sturen op teelt- en klimaatmaatregelen is eveneens beperkt in perioden met een hoge infectiedruk. In opdracht van de landelijke commissie komkommer hebben Wageningen UR Glastuinbouw, Adviesbureau Aleid Dik en DLV Plant in de zomermaanden een kennisinventarisatie uitgevoerd over Mycosphaerella in de teelt van komkommer. Dit project had tevens tot doel om de witte vlekken in kennis op dit gebied aan te geven om hieruit suggesties te formuleren voor vervolgonderzoek. Via een brochure is de verzamelde kennis toegankelijk gemaakt voor telers en adviseurs.

Brochure

In de brochure zijn de uitkomsten van het onderzoek kort weergegeven met duidelijke en praktische tips om de kans op infectie van Mycosphaerella zoveel mogelijk te voorkomen. Daarin wordt ook antwoord gegeven op de meest actuele vragen die naar voren zijn gekomen uit de gesprekken met telers en adviseurs.

Inhoud rapport

Dit rapport geeft een compleet en actueel overzicht van alle beschikbare informatie uit de vakbladen en (inter)nationale literatuur. Daarnaast is deze kennis aangevuld met kennis vanuit de praktijk. Hiervoor zijn telefonische interviews gehouden met telers, adviseurs, fabrikanten en veredelaars. In het discussiehoofdstuk wordt afgewogen hoeveel van de beschikbare kennis uiteindelijk wordt gebruikt door telers en adviseurs en waar kansen om infectie te voorkomen nog onbenut blijven.

Witte vlekken & vervolgonderzoek

Opvallend zijn het grote aantal witte vlekken met betrekking tot factoren die het infectieproces van inwendig vruchtrot beïnvloeden en de tegenstrijdige resultaten tussen onderzoeken. Sturing met klimaatfactoren geeft tussen onderzoekers onderling tegenstrijdige resultaten (bijv. verband tussen plantbelasting en inwendig vruchtrot). Een grote onbekende is verder de invloed van worteldruk, omdat dit tot dusver nooit goed direct te meten was. Vanuit de praktijk leven er vragen als: Wat is de invloed van overgangsmomenten in plantbelasting? Wat is de effectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen specifiek tegen Mycosphaerella? Wat is het juiste klimaat en watergeefstrategie om aantasting te voorkomen? Adviezen voor vervolgonderzoeken zijn ondermeer om te investeren in een waarschuwingssysteem (zodat tijdig bijgestuurd kan worden op teelt- en klimaatfactoren) en om gewasbeschermingsmiddelen gericht te testen op hun effectiviteit tegen Mycosphaerella.

Conclusies

Op korte termijn zijn er nieuwe middelen te verwachten tegen Mycosphaerella die weinig gevoelig zijn voor resistentieontwikkeling. Toch blijft het zaak om nog meer aandacht te besteden aan preventie van Mycosphaerella door bijvoorbeeld te kiezen voor een cultivar met kleine bloemen en te letten op een nog effectievere sturing van teelt- en klimaatfactoren.

1 Introductie

1.1 Achtergrond en doel onderzoek

Mycosphaerella is al jaren een groot probleem in de komkommerteelt. Eerder was dit vooral beperkt tot hogedraadteelten, maar nu ondervinden ook veel telers problemen die telen met behulp van het paraplu-systeem. De schade als gevolg van aantasting is groot. De schimmel kan alle bovengrondse delen van de plant aantasten, maar de grootste problemen zijn inwendig vruchtrot en stengelrot. Aantasting van met name de vruchten kost productie en extra arbeid vanwege het uitsorteren van aangetaste vruchten.

Er zijn meerdere onderzoeken geweest naar de oorzaak van Mycosphaerella en hoe deze effectief is te bestrijden (Dik et al., 2010; Paternotte, 2008; Verkerke & Straver, 2002; Neergaard 1989ab, Neergaard et al., 1993; Steekelenburg 1988), desondanks leven er nog veel vragen rondom effectieve beheersing in de praktijk. Daarnaast is niet alle kennis vanuit het onderzoek aanwezig bij telers en teeltadviseurs en is het nodig om dit weer op een begrijpelijke en overzichtelijke manier over te brengen. De Landelijke Komkommercommissie heeft daarom in 2010 de wens geuit om alle huidige en nieuw beschikbare kennis rondom Mycosphaerella te verzamelen en daarbij vooral op gunstige condities voor het infectieproces te letten, zodat dit de basis kan vormen voor nieuwe oplossingsrichtingen waarmee aantasting in de huidige teeltsystemen (hogedraad en paraplu) zoveel mogelijk zijn te voorkomen.

Dit project is uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw (projectleiding), DLV Plant en Adviesbureau Aleid Dik en is gefinancierd door Productschap Tuinbouw.

Doelen van dit project zijn:

1. Duidelijk overzicht geven van de bestaande kennis over Mycosphaerella uit de literatuur, bij onderzoekers (industrie, veredelaars) en praktijk (teeltadviseurs, telers). Met aandacht voor het infectieproces (overleving, infectie, sporulatie) en de verspreiding van de schimmel en alle vormen van bestrijding en beheersing via o.a. praktische teelt- en (micro-) klimaatmaatregelen (zowel wetenschappelijke als de kennis uit de vakbladen en andere beschikbare kennis vanuit praktijkonderzoek).
2. Overzicht geven van de witte vlekken in het onderzoek naar Mycosphaerella en oplossingsrichtingen aanreiken voor zowel de korte (<2 jaar) als lange termijn (> 3 jaar).
3. Verzamelde informatie voor zowel telers als voor onderzoekers in heldere begrijpelijke taal overbrengen via moderne communicatiemiddelen- en/of methoden.

Afbakening van het onderzoek

Dit verslag is bedoeld als uitwerking van het eerste en tweede doel. Een onderzoeksrapportage voor onderzoekers, beleidsmakers, adviseurs en toeleveranciers met overzichten van de bestaande kennis uit de literatuur en een overzicht van knelpunten en witte vlekken in het onderzoek. Tevens met een beschrijving van oplossingsrichtingen voor de korte en lange termijn met ondermeer aandacht voor sturing van het microklimaat via Het Nieuwe Telen (dubbele schermen en met buitenluchtaanzuiging) en de voor Mycosphaerella relevante 'setpoints' waarmee toekomstige waarschuwingssystemen te voeden zijn.

Daarnaast is er een brochure beschikbaar voor telers, adviseurs en toeleveranciers waarin de bestaande kennis over infectie en verspreiding (sporulatie) met behulp van overzichtstabellen duidelijk is weergegeven en met aanbevelingen voor praktische teelt- en microklimaatmaatregelen. Daarin staan ook de meestgestelde vragen rondom Mycosphaerella en antwoorden vanuit het gepleegde onderzoek. Tevens is deze versie ook geschikt gemaakt om via internet en via de mail te verspreiden, zodat voor een brede doelgroep de kennis beschikbaar is.

1.2 Plan van Aanpak

1.2.1 Fase 1 - Kennisinventarisatie

Onderdeel 1 – Kennis verzamelen uit de literatuur en inzichtelijk maken.

De schimmel *Mycosphaerella citrullina* die de infectie veroorzaakt in komkommer, heet officieel *Didymella bryoniae*. In de internationale wetenschappelijke literatuur is gezocht naar informatie over *Didymella bryoniae*. Hierbij zijn ook artikelen over *D. bryoniae* in andere Cucurbitaceae meegenomen, zoals meloen en courgette. De beschikbare literatuur hiervan is echter beperkt, terwijl *Mycosphaerella* in veel meer waardplanten voorkomt en meer dan 10.000 soorten kent, bijvoorbeeld in banaan en kool. Indien toepasbaar is ook deze kennis meegenomen in dit onderzoek. Daarnaast is gezocht naar informatie in het Agriholland archief. Ook zijn rapporten en publicaties in de Nederlandse en buitenlandse vakpers meegenomen. Tevens is dankbaar gebruik gemaakt van websites met heldere factsheets van Canadese en Amerikaanse Universiteiten die werken aan *Mycosphaerella*.

Aan de hand van de verzamelde kennis is een overzicht gemaakt van knelpunten en witte vlekken in het onderzoek.

Uitgevoerd door:

Adviesbureau Aleid Dik met aanvullingen door Wageningen UR Glastuinbouw.

Onderdeel 2 – Kennis verzamelen uit de praktijk en van experts

Hiervoor zijn gesprekken gevoerd met telers, adviseurs en toeleveranciers om de beschikbare kennis in de praktijk te verzamelen. Ook zijn veredelaars, producenten van gewasbeschermingsmiddelen en internationale onderzoekers benaderd om kennis op te halen die (nog) niet gepubliceerd is. Vragen die hierbij spelen zijn:

- Overzicht van veranderingen (rassen, teeltomstandigheden en middelenpakket) sinds de laatste Literatuurstudie in komkommer (Straver & Verkerke, 2002).
- Overzicht van genomen maatregelen en effecten in de praktijk
- Welke kennis ontbreekt nog bij telers m.b.t. teelt- en klimaatsturing.
- Potentiële suggesties verzamelen voor verder vervolgonderzoek

Uitgevoerd door:

DLV Plant heeft telers, adviseurs en toeleveranciers benaderd. Adviesbureau Aleid Dik heeft internationale onderzoekers geraadpleegd en Wageningen UR Glastuinbouw heeft kennis verzameld bij producenten van gewasbeschermingsmiddelen en veredelaars.

Onderdeel 3 - Oplossingsrichtingen formuleren voor vervolgonderzoek

Beschrijving van oplossingsrichtingen voor de korte en lange termijn met ondermeer aandacht voor sturing van het microklimaat via Het Nieuwe Telen en de voor *Mycosphaerella* relevante 'setpoints'.

Uitgevoerd door:

Alle projectpartners aan de hand van de verzamelde kennis uit de eerdere onderdelen.

Onderdeel 4 – Integratie van kennis uit literatuur en kennis uit de praktijk (discussie hoofdstuk)

Uitgevoerd door: Wageningen UR Glastuinbouw met aanvullingen door Adviesbureau Aleid Dik en DLV Plant.

1.2.2 Fase 2 – Kennis overbrengen naar de praktijk

Onderdeel 1 - Kennis vertalen in praktische aanbevelingen voor teelt- en microklimaatregelen ter beheersing van Mycosphaerella.

- Communicatiemiddelen (overleg met Begeleidings Commissie Onderzoek). Ideeën hiervoor zijn: brochure voor telers met daarin duidelijk de perspectieven van verschillende klimaatregelingen, middelen en teeltmaatregelen evt. in combinatie met een advieskaart die onder auspiciën van PT en/of LTO Groeiservice wordt uitgegeven, DO's en DONT's ten aanzien van Mycosphaerella op gelamineerd A4 die in bedrijfsruimtes is op te hangen. Naschrift: In overleg met de BCO is gekozen voor een brochure die (via internet) makkelijk is te verspreiden.
- Artikelen in een vakblad (i.s.m. journalist) met een helder overzicht van de belangrijkste leerpunten uit het onderzoek.

Uitgevoerd door:

DLV Plant heeft de brochure geproduceerd met ondersteuning van Adviesbureau Aleid Dik en Wageningen UR Glastuinbouw.

Onderdeel 2 - Drie lezingen voor studiegroepen.

Uitgevoerd door:

Adviesbureau Aleid Dik met ondersteuning van DLV Plant en Wageningen UR Glastuinbouw.

2 Kennis uit literatuuronderzoek en kennishiaten

2.1 Hoe herken je *Mycosphaerella*?

Mycosphaerella kan alle bovengrondse plantendelen infecteren (stengels, bladeren, groeipunten, bloemen) en veroorzaakt productieverlies, kwaliteitsverlies en slecht verklaarbare producten. Aantasting in de naoogstfase kan optreden tijdens bewaring en transport (uitwendig vruchtrot). Stengelaantasting ontstaat veelal bij de voet van de plant of doordat stengeldelen beschadigd zijn geraakt bij gewaswerkzaamheden. Op de stengel zijn kleine zwarte bolletjes zichtbaar (< 1 mm) en op geïnfecteerde wonden wordt een soort gomachtige stof afgescheiden. In de Engelse benaming komt deze eigenschap weer terug: gummy stem blight. Hoewel zware aantasting kan leiden tot dode planten komt dit maar weinig voor in de praktijk.

Inwendig vruchtrot begint al bij infectie van de bloem. Tijdens de teelt kan dit al zichtbaar worden door misvormde vruchten met ingesnoerde en scheefgegroeide groeipunten of het kan zichtbaar worden bij het sorteren van de geoogste vruchten (Figuur 2.1). Soms worden aangetaste vruchten echter pas zichtbaar in het handelskanaal wat imagoschade van het Nederlandse product oplevert. Uitwendig vruchtrot treedt vooral op bij beschadigde vruchten in de naoogst fase. Bladeren raken meestal vanaf de bladrand geïnfecteerd en vertonen grijsbruine vlekken. Herkenbaar is dan ook het V-vormige uiterlijk. In een vergevorderd stadium zijn er over het hele blad vlekken zichtbaar. Het groeipunt kan worden aangetast waardoor de jongste bladeren en de kop misvormd raken (broeikoppen). In de literatuurstudie is vooral aandacht besteed aan stengelaantasting en inwendig vruchtrot, omdat deze de meeste economische schade veroorzaken.

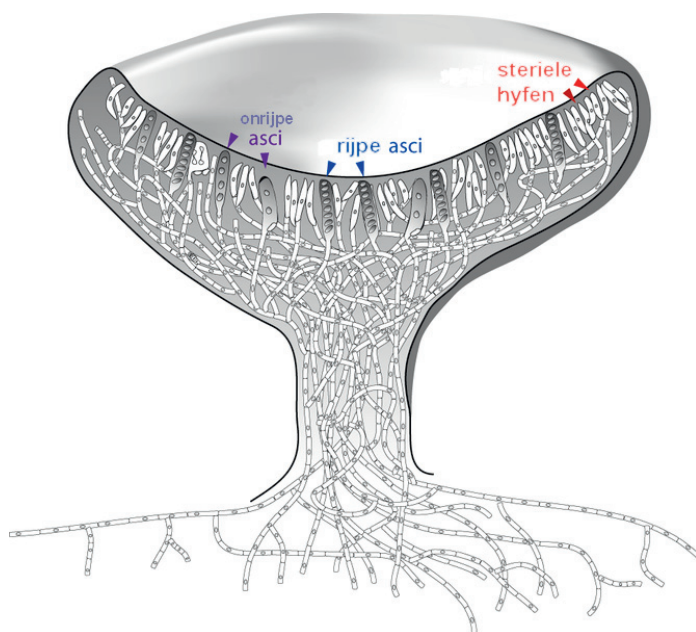


Figuur 2.1. *Mycosphaerella* aantasting van stengel, vrucht en blad.

2.2 Naamgeving Mycosphaerella

Mycosphaerella (of kortweg Mycos) heeft een geslachtelijke en een ongeslachtelijke vorm. De geslachtelijke vorm (teleomorf) met ascosporen heet officieel *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm (1881). De naamgeving is in de loop van tijd sterk aan verandering onderhevig geweest. In Bijlage 1 staan alle synoniemen vermeld die bekend zijn en in diverse wetenschappelijke artikelen van eerdere datum worden vermeld. De ongeslachtelijke vorm (anamorf) die conidiën produceert heet *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc., (1884).

Didymella bryoniae behoort tot de Ascomyceten, de zgn. zakjesschimmels. Kenmerkend voor deze groep is dat elk vruchtlichaam zakjes (asci) bevat waarin acht sporen gevormd zijn die tegelijk worden weggeschoten onder gunstige condities (bijv. voldoende vocht).



Figuur 2.2. Schematische dwarsdoorsnede van het vruchtlichaam van *Didymella bryoniae* met daarin volgroeide sporenzakjes (asci) en sporen (ascosporen). Bron: <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Ascocarp2.png>

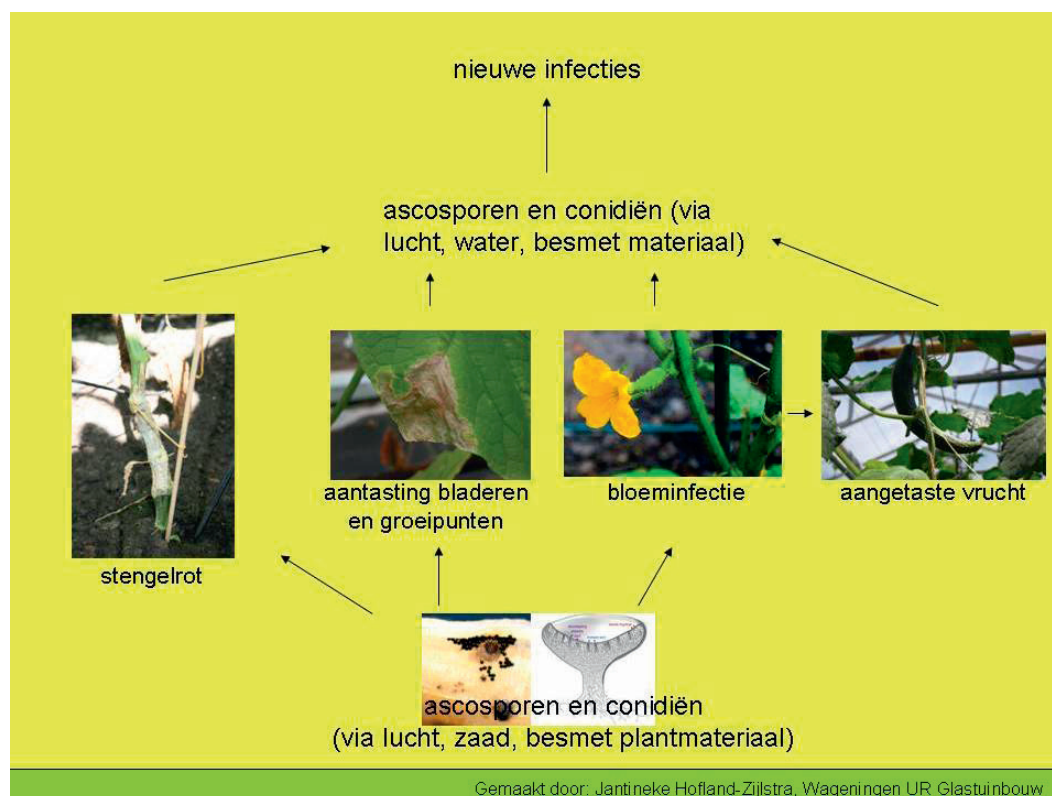
2.3 Beschrijving van de infectiecyclus

Alle schimmels hebben een levenscyclus ofwel infectiecyclus. Hierin worden de verschillende fasen van de schimmel beschreven: overleving, kieming van sporen, infectie van planten, sporenvorming en sporenverspreiding. De hoeveelheid aantasting hangt ondermeer af van hoe succesvol de verschillende fasen van de infectiecyclus verlopen voor een schimmel. Hieronder worden de verschillende fasen van de infectiecyclus van *D. bryoniae* beschreven, met alle informatie die er is gevonden over de factoren die er invloed op uitoefenen. Het gaat hierbij vaak om detailonderzoek waarbij niet altijd de conclusie te trekken is wat het betekent voor de aantasting in een gewas in de kas.

2.3.1 Levenscyclus

In Figuur 2.3 is een schematisch overzicht gegeven van de levenscyclus van *D. bryoniae*. Afhankelijk van hoe de sporen ontstaan, kunnen er twee typen sporen in de kas aanwezig zijn: ascosporen en conidiën. Ascosporen zijn de geslachtelijke sporen die gevormd worden in komvormige vruchtlichamen, zogenaamde peritheciën. Conidiën zijn de ongeslachtelijke sporen die in sporendragers, zgn. pycnidiën geproduceerd worden. De peritheciën en pycnidiën zijn met het blote oog

zichtbaar als hele kleine zwarte bolletjes op stengels of in vruchten. In de kas ontstaan de eerste infecties meestal door ascosporen die via lucht aan komen waaien en deze kiemen als er vervolgens voldoende vocht aanwezig is. Infectie treedt op van stengeldelen, bladeren of bloemen van waaruit nieuwe ascosporen en conidiën worden gevormd. Conidiën worden verspreid door water maar ook door vochtige handen en vingers, snoeimessen, kleding en besmet plantmateriaal. Hierdoor veroorzaken ze vooral lesies op verse snoei- en plukwonden en, door afspoeling met water, onder de primaire aantasting (lesies) op de stengel. Ook ascosporen kunnen via mensen en werktuigen worden verspreid.



Figuur 2.3. Schematisch overzicht van diverse infectieroutes van *Didymella bryoniae* in de teelt van komkommer.

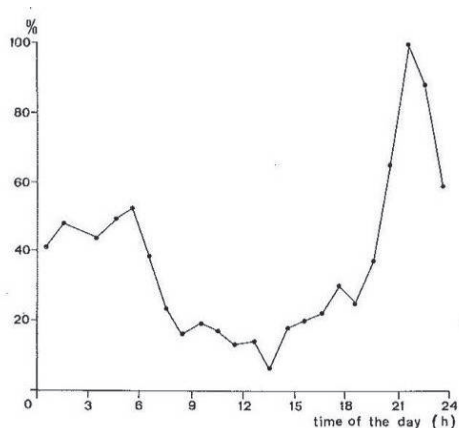
2.3.2 Overleving van de schimmel en de eerste infectie

Overleving van de schimmel vindt plaats in zaad, gewasresten en in de grond als verdikte schimmeldraden die bestand zijn tegen uitdroging (chlamydosporen) (Tsay et al., 1996; Van Steekelenburg, 1983). In droge gewasresten kan de schimmel meer dan een jaar (1-2 jaar) overleven (Van Steekelenburg, 1983). De schimmel overleeft ook op zaad, zowel op als in de zaadhuid, het perisperm en in het weefsel van de zaadlobben (Lee et al., 1984). De schimmel gaat bij temperaturen onder 5 °C in rust en kan dan ook temperaturen onder het vriespunt doorstaan (Chiu en Walker, 1949; Van Steekelenburg, 1983). In kassen overleeft de schimmel op droge gewasresten en op kasopstanden en – materialen (Van Steekelenburg, 1983).

De eerste infectie kan plaatsvinden door overblijvend materiaal van geïnfecteerde gewasresten (binnen of buiten de kas afkomstig van onafgedekte composthopen). Van hieruit worden de ascosporen verspreid door de wind en luchtbeweging in de kas (Miller et al., 2010). Infectie vanuit zaad en via conidiën is ook een mogelijkheid (Brown et al., 1970; Lee et al., 1984), maar dit is in Nederlandse kasklimaatcondities van veel minder belang.

Van Steekelenburg (1983) heeft gedurende een half jaar metingen gedaan aan ascosporen vluchten vanuit geïnfecteerde gewasresten. Hieruit bleek dat minimum temperaturen van 5-10 °C nodig zijn voor sporenvorming vanuit overwinterende chlamydosporen. Voor infectie is aanwezigheid van vocht belangrijker dan de temperatuur. De ascosporen hebben voor vrijkomen naast een hoge relatieve vochtigheid (RV >85%), een korte periode (1-10 uur) van vocht nodig (Miller et al., 2010). Voor een goede doorgroei van de infectie is eveneens voldoende vocht nodig (RV >85%, VPD < 3 g/m³).

Van Steekelenburg vond een duidelijke piek in het vrijkomen van ascosporen gedurende 3 uur na zonsondergang (Figuur 2.4). Hij vond geen verband tussen de hoeveelheid gevangen ascosporen buiten en wel of geen regen. Onder geconditioneerde omstandigheden bleek dat het vrijkomen van de ascosporen werd bepaald door vochtigheid en niet door licht of donker (Van Steekelenburg, 1983). De pieken na zonsondergang kunnen dus waarschijnlijk eerder aan veranderende vochtigheid dan aan de zonsondergang zelf worden toegeschreven.



Figuur 2.4. Gemiddelde dagelijkse periodiciteitscurve van ascosporen van *D. bryoniae*, die in kaslucht werden gevangen met een Burkard sporenvanger op 15 dagen waarop de planten niet werden berekend in juni/juli 1980, uitgedrukt als percentage van de hoogste gemiddelde vangst (Van Steekelenburg, 1988).

2.3.3 Kieming en kiembuisgroeï

Conidiën (ongeslachtelijke sporen) op zaadlobben van meloen kiemden binnen 8 uur (Tsay et al., 1996). Op kunstmatig medium was de optimum temperatuur voor kieming 24 °C (Bhat et al., 2009), op komkommerbladeren 18-25 °C na 24 uur (Svedelius, 1992). Voor kieming is een waterfilm nodig (Miller et al., 2010). De kiembuizen groeien richting dwarswanden en binnen 24 uur zijn er infectiehyfen en appressoria (structuren van waaruit de schimmel de plant binnendringt) gevormd. De kiembuisgroeï wordt bevorderd in de buurt van actieve hydathoden en wonden (Tsay et al., 1996) en is na 24 uur optimaal bij 25 °C (Svedelius, 1992). Hydathoden zijn structuren aan het eind van bladnerven waardoor de plant overtollig water kan afscheiden (Zie Bijlage II en Figuur 7. in Bijlage III). Svedelius (1990) vond duidelijke verschillen in kiembuisgroeï op bladeren van verschillende leeftijd en op verschillende plaatsen op het blad (Tabel 2.1). Kiembuisgroeï stopt na een periode van droogte, maar kan bij normale temperaturen weer beginnen bij toename van de relatieve luchtvochtigheid of bladnat. Alleen bij 25-35 °C heeft een periode van uitdroging tot gevolg dat de kiembuisgroeï definitief stopt en geen infectie meer veroorzaakt (Svedelius, 1992).

Tabel 2.1. Kiembuisgroeï (gemiddelde van 100 sporen na 24 uur) op verschillende delen van komkommerbladeren van verschillende leeftijd. Uit: Svedelius, 1978.

	Kiembuislengte (mm)			
	Jonge bladeren		Volwassen bladeren	
	Opgevouwen	Uitgevouwen	3 weken oud	6 weken oud
Blad tussen nerven	-		1.1	1.1
Kleine nerven	-	30.2	29.6	13.7
Grote nerven	-		97.2	-
Kleine hydathoden	206.2	201.2	75.0	56.3
Grote hydathoden	206.2	201.2	104.4	1.1
Beschadigd weefsel	-	-	101.0	-

Tabel 2.2. Overzicht van gunstige condities voor overleving, kieming en groei van geslachtelijke en ongeslachtelijke sporen van *Didymella bryoniae* (Miller et al., 2010, Ferguson et al., 2009, Van Steekelenburg, 1983). Gemaakt door: Wageningen UR Glastuinbouw.

Spore	Overleving	Waar in plant	Vrijkomen	Kieming	Optimale groeitemperatuur
Conidiën	10-14 dagen	Verse wonden, primaire lesie stengel	RV > 85%	< 8 uur	18-25 °C (minimum 10 °C, optimum 24 °C, maximum 35 °C)
Ascosporen	10-14 dagen	Stengel, bloem	RV > 85%	1-2 uur	18-25 °C (minimum 10 °C, optimum 24 °C, maximum 35 °C)
Chlamydosporen (rustsporen)	10-18 maanden				

2.3.4 Infectie

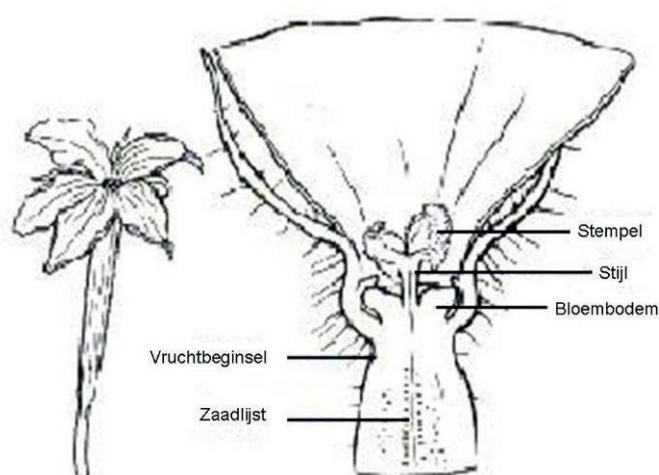
Infectie vindt plaats op alle plantendelen behalve de wortels (Miller et al., 2010).

- Zaad: primaire infectie van zaailingen vindt plaats op de radicle (eerste deel van de zaailing dat ontkiemt), het hypocotyl en de zaadlobben en het embryo (Lee et al., 1984; Sudisha et al., 2004). In de VS bleek in 9 van de 91 monsters van zaad van Cucurbitaceae uit 13 landen *D. bryoniae* terug te vinden op het zaad. Het is niet waarschijnlijk dat dit een rol speelt in Nederland.
- Stengels: in meloen hebben Tsay et al. (1996) geconstateerd dat de aantasting van de stengelvoet plaatsvindt vanuit geïnfecteerde zaadlobben. Neergaard (1989b) beschrijft het infectieproces in de komkommerstengel in detail. De schimmel infecteert de stoppjes van snoeien en plukken en groeit zo de stengel in, waarbij een lesie ontstaat op de knoop. De schimmel penetreert eerst de epidermis en daarna het parenchym (steunweefsel). Daarna groeit de schimmel door in het sclerenchym en zelfs in de houtvaten. De afscheiding van verschillende aminozuren zorgt ervoor dat de cellen doodgaan en als voedsel kunnen dienen voor de schimmel. De sterk gelignificeerde (verhoute) delen blijven iets langer intact. In deze tijd verspreidt de schimmel zich in de houtvaten naar boven waardoor boven de primaire stengellesie nieuwe lesies kunnen ontstaan. In de stengel werd geen afweerreactie van de waardplant gevonden (Neergaard, 1989b).
- Groeipunt: voor infectie van de groeipunt is hoge RV nodig. Van Steekelenburg (1985) vergeleek infectie bij 60% RV, 95% RV en 95% RV met natmaken. Hij vond in één serie experimenten geen infectie van het groeipunt bij 60% RV, wel bij 95% RV en daarbij maakte het natmaken niet uit. In een ander experiment ontstond wel wat aantasting in het groeipunt bij continu 60% RV, maar de aantasting nam pas serieuze vormen aan bij 95% RV.
- Bladeren: vanuit appressoria vindt directe penetratie van bladeren plaats op meloen (Tsay et al., 1996). Ook vindt infectie door de huidmondjes plaats. Svedelius en Unestam (1978) vonden dat geen infectie van komkommerbladeren optrad zonder bladnat, ook niet als de bladeren waren beschadigd. Wel vonden zij dat intacte bladeren makkelijker geïnfecteerd werden naarmate de concentratie sporen verhoogd werd. Ook aanbrengen van voedingsstoffen op het blad bevorderde infectie. Van Steekelenburg (1985) vond op komkommerbladeren dat praktisch geen aantasting optrad wanneer de bladeren niet beschadigd waren, maar wel wanneer er wonden waren aangebracht. Bladnat bevorderde de aantasting alleen op bladeren met wonden, niet op intacte bladeren (Tabel 2.3).
Er zijn verschillen in vatbaarheid van de verschillende delen van het blad. Bij kunstmatige infectie vonden Svedelius en Unestam (1978) dat 4.9 % van de besmette plekken op de bladschijf succesvol geïnfecteerd was, terwijl dit aan de bladrand tussen de hoofdaders 9.2% was en in de buurt van hydathoden 25.3%. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door guttatie van water en nutriënten.
Svedelius en Unestam (1978) onderzochten ook de invloed van licht op de vatbaarheid van komkommerbladeren voor *D. bryoniae* en vonden dat de vatbaarheid afneemt bij toename van lichtintensiteit. Als één van drie bladeren aan een plant in het donker werd gehouden bleven alle bladeren even resistent, wat aangeeft dat de stoffen in de plant die hiervoor verantwoordelijk zijn zich door de plant verplaatsen.

Tabel 2.3. Effect van wonden en bladnat op percentage aangetaste plekken op komkommerbladeren door *D. bryoniae*, na infectie met druppels met verschillende concentraties sporen. De resultaten geven het gemiddelde van 4 proeven (Van Steekelenburg, 1985).

Aantal sporen per plek	Met bladnat		Geen bladnat	
	Zonder wonden	Met wonden	Zonder wonden	Met wonden
20	1.6	42.2	1.0	7.8
200	2.6	68.2	1.0	38.0
2000	4.7	85.9	3.1	65.1
20000	5.2	95.3	4.2	82.3

- Bloem en vrucht (inwendig): Neergaard (1989a) beschrijft de infectie van de bloem en van daaruit van het vruchtbeginsel in detail. De sporen hechten zich aan de papillen op de stempel van de bloemstamper. Kieming vindt plaats binnen een paar uur. De hyfen groeien langs de pollenbuis, eerst intercellulair, na 10-20 cellagen ook intracellulair. De groei gaat door de stamper en de stijl in het steunweefsel van de pollenbuis. Bij een hoge infectiedruk groeit de schimmel ook in het parenchym, maar zelden in het xyleem of floem (Neergaard, 1989a). Volgens Van Steekelenburg (1986) maakt de duur van de uitgroei van de vrucht niet uit voor infectie, maar volgens Neergaard (1989a) vormt de schimmel vooral in langzaam groeiende vruchten peritheciën en pycnidiën. Van Steekelenburg (1986) zag geen afweerreactie in aangetaste bloemdelen of in de punt van de vrucht. Volgens Neergaard (1989a) daarentegen maakt de vrucht in reactie op de infectie een granulaire stof aan in het vruchtweefsel, soms ook in het vaatweefsel. Bij inwendige doorsnee van de vrucht blijkt dit in alle cellen plaats te vinden. Ook alle delen van de bloem zijn in staat tot deze afweerreactie. In vruchten duurt het even voordat het op gang komt (Neergaard, 1989a). Het duurt minimaal 2 dagen voordat de schimmel vanuit de bloem de vrucht heeft bereikt (Van Steekelenburg, 1986). Anders dan algemeen wordt aangenomen kon in klimaatkasten geen effect van RV (60% of 95%) op het percentage vruchten met inwendig vruchttrot worden vastgesteld. Ook de duur van de bloei (2-5 dagen) maakte geen verschil, evenmin als plantbelasting. Wel wordt de infectie van bloemen/vruchten bevorderd door droogtestress. Infectie van net geopende bloemen leidt tot meer inwendig vruchttrot dan infectie van bloemen die al ouder zijn (Van Steekelenburg, 1986).



Figuur 2.5. Schematisch overzicht van vrouwelijke komkommerbloem (Bron: Wikipedia).

- Vrucht (uitwendig): inwendig vruchttrot ontstaat na bloeminfectie zoals hierboven beschreven. Uitwendig vruchttrot ontstaat wanneer de schimmel de vrucht direct binnendringt via wonden. De hyfen groeien in het vruchtparenchym (Neergaard, 1989a). De aantasting verloopt makkelijker en sneller naarmate de wonden dieper zijn (Van Steekelenburg, 1982).

2.3.5 Groei

De hyfen (schimmeldraden) produceren verschillende enzymen zoals, amylase, lipase, protease, polygalacturonase en urease, waardoor cellen van de plant kunnen worden afgebroken en er vochtige lesies ontstaan (Tsay et al., 1996). Op kunstmatig medium was de optimum temperatuur voor groei van de schimmel 24 °C (Bhat et al., 2009). De groei van de schimmel op kunstmatig geïnfecteerde vruchten is temperatuursafhankelijk. De minimum temperatuur is 10 °C, de optimum temperatuur 23 °C en de maximum temperatuur 35 °C (Van Steekelenburg, 1982). De optimum temperatuur voor infectie is 16-24 °C (Miller et al., 2010).

2.3.6 Sporulatie en vrijkomen van sporen

D. bryoniae is een bijzondere schimmel, omdat vroeg in de levenscyclus op het geïnfecteerde gewas de ascosporen al worden gevormd, vaak eerder dan de conidiosporen. Na aantasting van de stengel ontstaan eerst de peritheciën met de ascosporen. De ascosporen worden door de lucht verspreid naar andere plantendelen zoals de bloemen en naar andere planten. Daarna ontstaan pycnidiën met conidiën (ongeslachtelijke sporen). De conidiën worden verspreid door water of door contact met mensen en materialen. Deze kunnen daardoor vooral nieuwe aantasting veroorzaken onder de primaire lesie op de stengel of, bij overdracht door mensen of werktuigen, op verse snoei- en plukwonden. Beide soorten sporen zijn in staat om aantasting te veroorzaken (Svedelius en Unestam, 1978).

2.3.7 Verschillen in virulentie tussen isolaten van *D. bryoniae* en waardplantspecificiteit

D. bryoniae komt alleen voor in planten uit de familie van de Cucurbitaceae. In Tabel 2.4 staan de waardplanten vermeld die in Nederland voorkomen. De meeste zijn bekende planten zoals watermeloen, meloen en courgette en worden veelal geteeld in volkstuinjes. Daarnaast komt ook de heggenrank vrij algemeen voor in regio's met commerciële komkommer-teelt. In hoeverre deze planten die buiten de kas voorkomen een rol spelen bij de verspreiding van sporen van *D. bryoniae* en kunnen overleven in plantenresten is niet bekend.

Van Steekelenburg heeft wel verschil in virulentie tussen isolaten gevonden, maar in de literatuur worden geen aparte 'races' van *D. bryoniae* beschreven. Dos Santos (2009) toont aan dat sporen van *D. bryoniae* die afkomstig zijn van watermeloen, meloen of pompoen zeer goed in staat zijn om jonge komkommerplanten te infecteren en vijf dagen na inoculatie al stengellesies en verwelking veroorzaken.

Tabel 2.4. Overzicht van Cucurbitaceae-waardplanten van *D. bryoniae* in Nederland die ook buiten de kas kunnen voorkomen (Van der Meijden, 2005).

Wet. naam	Nederlandse naam	Verspreiding en voorkomen
<i>Bryonia dioica</i>	Heggenrank	Op droge, kalkrijke grond in struwelen en ruigten, in heggen en boomgaarden. Vrij algemeen in Zuid-Limburg, regio Utrecht (stroomdalplanten op rivierduintjes), duindistricten (Zuid-Holland, Zeeland, Waddeneilanden).
<i>Citrullus lanatus</i>	Watermeloen	Algemeen voorkomend. Opslag van zaden door weggeworpen vruchten.
<i>Cucumis sativus</i>	Komkommer	Algemeen voorkomend (oa. volkstuintjes).
<i>Cucumis melo</i>	Meloen	Algemeen voorkomend (oa. volkstuintjes).
<i>Cucurbita pepo</i>	Sierpompoe, Courgette	Algemeen voorkomend (oa. volkstuintjes).

2.4 Epidemiologie: invloed van teelt- en klimaatfactoren op de aantasting

De mate van aantasting hangt samen met het moment waarop de epidemie begint en de snelheid waarmee de epidemie zich ontwikkelt. Zowel uitstellen van de start van de epidemie door hygiëne maatregelen als afremmen van de epidemie resulteert in minder aantasting en dus in minder verlies. Van een aantal maatregelen is bekend dat zij de epidemie afremmen, zonder dat is uitgezocht welk onderdeel van de infectiecyclus precies geremd wordt. Er is eigenlijk alleen gekeken naar het netto-effect op de aantasting.

2.4.1 Kasklimaat

- Effect van temperatuurregime in de periode voordat infectie optreedt. Van Steekelenburg (1981) heeft in een herfstteelt en in een vroege stookteelt gekeken naar het effect van de dag- en nachttemperatuur in de kas voordat infectie met *D. bryoniae* plaatsvond. In de herfstteelt werd geen effect gevonden. In de voorjaarsteelt trad meer aantasting op de stengels op wanneer voorafgaand aan inbrengen van de schimmel de nachttemperatuur laag was geweest. De dagtemperatuur in die periode had geen invloed. Er trad te weinig inwendig vruchtrot op om iets te kunnen zeggen over het effect van temperatuur in de eerste weken van het gewas (Van Steekelenburg, 1981).
- Effect van klimaatregimes op het optreden van *D. bryoniae*. Van Steekelenburg (1985) heeft vier klimaatregimes vergeleken:
 - o ventilatiesetpoint van 23 °C zonder ventilatoren,
 - o ventilatiesetpoint van 26 °C met gedurende de hele dag ventilatoren aan,
 - o ventilatiesetpoint van 26 °C met ventilatoren aan gedurende 2 uur in de ochtend
 - o ventilatiesetpoint van 26 °C zonder ventilatoren

Zowel de stengelaantasting als inwendig vruchtrot werd bevorderd door ventilatie bij 26 °C in vergelijking tot 23 °C. Gedurende 2 uur in de ochtend de ventilatoren aan maakte geen verschil. Wanneer de ventilatoren de hele dag aanstonden bij 26 °C werd de stengelaantasting geremd tot het niveau in de behandeling van 23 °C, maar inwendig vruchtrot nam zelfs toe.

Van Steekelenburg (1985) heeft ook gekeken naar de invloed van het moment van overschakelen van nacht naar dagtemperatuur. Hierbij werden regimes vergeleken waarbij 3 uur en 1 uur voor en 1 uur en 3 uur na zonsopkomst werd overgeschakeld van nacht- naar dagtemperatuur. Hoe later de overschakeling plaatsvond, hoe meer stengelaantasting en inwendig vruchtrot werd waargenomen (Fig. 6).

Dik et al. (2010) vergeleken een droog klimaat met een vochtig klimaat in een voorjaarsteelt en een herfstteelt. Hierbij werd de etmaaltemperatuur gelijk gehouden. Zij vonden ook een sterke toename van de aantasting door *D. bryoniae* op de stengels in het vochtige klimaat (Fig. 7). Ook werd in de voorjaarsteelt meer inwendig vruchtrot gevonden bij het vochtige klimaat. Er trad in de herfstteelt te weinig inwendig vruchtrot op om daar iets over te kunnen zeggen.

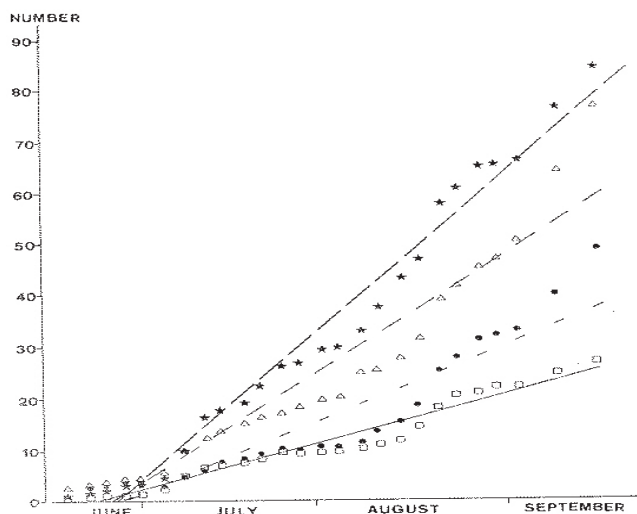


Fig. 2.6. Ontwikkeling van het aantal vruchten met inwendig vruchtrot per 40 planten, 20 geïnfecteerde en 20 niet-geïnfecteerde, in een komkommernewas in een kas met overgang naar dagtemperatuur 3 uur voor (∗), 1 uur voor (Δ), 1 uur na (□) en 3 uur na (○) zonsopgang (Van Steekelenburg, 1985).

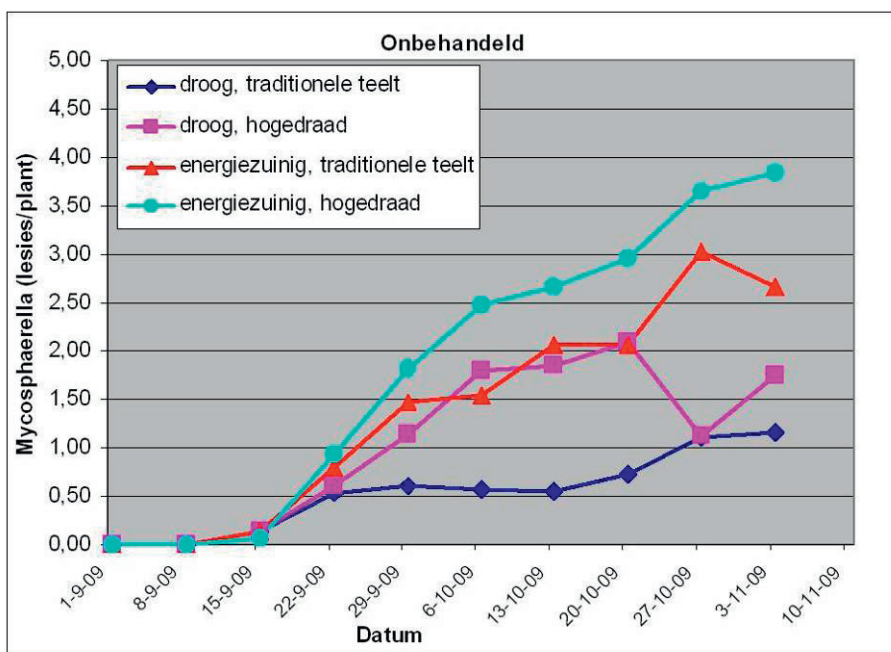


Fig. 2.7. Verloop van de *Mycosphaerella* stengelaantasting onder droge en energiezuinige klimaatcondities in de traditionele teelt en in de hoge draad teelt in de onbehandelde controle veldjes (Dik et al., 2010).

2.4.2 Watergift

Diverse malen is onderzoek gedaan naar de invloed van de watergeefstrategie op het optreden van *D. bryoniae* in komkommer. Haghuis (1996) vergeleek op twee locaties een korte-dag en een lange-dag watergeefstrategie. Er werden geen verschillen gevonden in aantasting van de stengels of van de vruchten. Dik et al. (2010) hebben in de voorjaarsteelt ook gekeken of de watergeefstrategie verschil in aantasting gaf. Daarbij werd als 'korte dag' gestart 3 uur na zonsopgang en gestopt 2 uur voor zonsondergang, zonder nachtbeurt. In de 'lange dag' behandeling werd gestart 2 uur na zonsopgang en gestopt 1 uur voor zonsondergang met 1 nachtbeurt. Er werd in beide behandelingen totaal evenveel water gegeven. Er was geen effect van de verschillen in watergift op aantasting.

2.4.3 Voeding en EC

Neergaard et al. (1993) hebben verschillende EC niveaus vergeleken: in 1985 en 1986 1.5, 2.0 en 3.5 mS/cm en in 1987 2.0, 3.5 en 4.0 mS/cm. De verhouding tussen de elementen N, P, K, Mg, S en Ca was hierbij gelijk en de sporenelementen werden in dezelfde hoeveelheden gedoseerd. Bij hogere EC nam de aantasting van inwendig en uitwendig vruchttrot af, waarschijnlijk door toename van het droge stof gehalte van de planten. De resultaten waren wel verschillend per cultivar (Tabel 2.5).

Tabel 2.5. Percentage vruchten met inwendig vruchttrot bij verschillende EC en in verschillende cultivars in 1987 (Neergaard et al., 1993).

Cultivar	EC			
	2.0	3.5	4.0	LSD
Aminex	15.6	13.0	12.4	2.0
Dalibor	7.7	7.7	8.0	Niet significant

Van Steekelenburg (1988) vond bij een verhoging van de EC minder aantasting op de stengel. Bij een lage EC kan de stengelaantasting worden verminderd door het Ca gehalte te verhogen (Tabel 2.6). Calcium heeft een versterkend effect op plantencellen waardoor de schimmel minder makkelijk binnendringt.

Tabel 2.6. Effect van EC en Ca gehalte in de voeding op het aantal aangetaste knopen per hoofdstengel (Van Steekelenburg, 1988).

EC	Ca (mmol/l)	
	1.5	4.5
2.5	4.6	3.4
5.0	2.7	3.0

Ook silicium kan effect hebben op de aantasting. O'Neill (1991) vond dat meedruppelen van silicium een vermindering van de *D. bryoniae* aantasting gaf. Santos et al. (2010) onderzochten het effect van toevoegen van silicium in poedervorm en granulaire vorm aan de grond en spuiten van vloeibaar silicium over het gewas op aantasting van watermeloen in het veld. Toevoegen van silicium aan de grond had het meeste effect, maar ook spuiten remde de aantasting.

Santos et al. (2009) hebben ook het effect van stikstof dosering op aantasting van watermeloenen door *D. bryoniae* onderzocht. De zwaarste stengelaantasting trad op bij de hoogste N-doseringen.

Eén verklaring voor de voedingseffecten kan zijn dat Amand en Wehner (1995) aantonen dat gutterend vocht dat rijk is aan voedingsstoffen zoals koolhydraten, zouten en mineralen schimmelaantasting kan bevorderen. In labtesten worden daarom deze elementen ook toegevoegd om het infectieproces te versnellen. Daarnaast hebben de verschillende voedingselementen ieder een bepaalde functie in de plantencel. Zo is silicium een component van de celwand en maakt het op die manier de planten minder vatbaar voor diverse schimmels (O'Neill, 1991).

2.4.4 Plantbelasting

Haghuis (1996) vergeleek in twee proeven met twee cultivars per proef lage, normale en zware plantbelasting. Daarbij varieerde het aantal stamvruchten tussen 4 en 20. Hij vond dat bij zware plantbelasting het aantal vruchten met *Mycosphaerella* toenam. Dik en Van Gorp (2002) vergeleken lichte, normale en zware plantbelasting (resp. 6, 12 en 20 vruchten per stam). De percentages van het aantal vruchten met inwendig vruchtrot waren 9.7% bij de lichte plantbelasting, 12.3 % bij een normale plantbelasting en 13.9 % bij de zware plantbelasting. Er lijkt dus een trend dat de aantasting toeneemt met toename van de plantbelasting, maar de verschillen waren niet significant.

Dik et al. (2010) vergeleken normale plantbelasting met een 30% lichtere plantbelasting in een traditionele en een hoge draad teelt bij een vochtig en droog klimaat. Alleen in de hoge draadteelt had de lagere plantbelasting een remmend effect op de *D. bryoniae* stengelaantasting in het droge klimaat (Tabel 2.7). Er was te weinig inwendig vruchtrot om een duidelijk effect te kunnen vaststellen.

Tabel 2.7. Waarden voor Oppervlak onder de Curve (totaal aantasting gedurende de hele teelt in lesies * dagen) voor *D. bryoniae* stengelaantasting. Waarden binnen één kolom die gevolgd worden door eenzelfde letter verschillen niet significant. De proef had meer behandelingen dan hier getoond en de statistische analyse is gebaseerd op alle behandelingen (Dik et al., 2010).

Behandeling	D. bryoniae stengellessies (aantal*dagen)			
	Traditionele teelt		Hoge draad teelt	
	Droog klimaat	Vochtig klimaat	Droog klimaat	Vochtig klimaat
Onbehandeld	5.5 a	10.2 a	63.2 a	75.4 b
Lage plantbelasting	3.2 a	18.6 a	18.2 b	34.7 b

Wanneer we deze drie onderzoeken samenvatten lijkt er dus wel een lichte verhoging van de aantasting te zijn bij zwaardere plantbelasting, maar zijn de verschillen niet of nauwelijks aan te tonen.

2.4.5 Gewasverzorging

Verschillende onderzoekers hebben gekeken naar het effect van verschillende manieren van gewasverzorging, met name snoeien van bladeren en het weghalen van bloemen. Neergaard et al. (1993) vergeleken 'normale' gewasverzorging in Denemarken, waarbij onder het zevende blad alle zijscheuten worden verwijderd evenals verwelkte en beschadigde bladeren, met een behandeling waarbij verminderd werd gesnoeid en met name de dode bladeren bleven hangen. Het percentage aangetaste knopen was na 42 dagen 29.9 in de normale behandeling en 43.8 in de behandeling met minder gewasverzorging. Na 142 dagen waren de percentages 49.2 en 81.2, resp.

Cornelissen (2005) vond dat wanneer de bloemen consequent werden verwijderd, het percentage *D. bryoniae* vruchten afnam van 25.0 naar 3.6%

Dik et al. (2010) hebben in een voorjaarsteelt verschillende manieren van gewasverzorging vergeleken:

- de standaard gewasverzorging
- een behandeling waarin drie maal per week geopende bloemen werden verwijderd en alle dode bladeren werden verwijderd
- een behandeling waarin eenmalig blad werd gedund.

De proef werd uitgevoerd in een traditionele teelt en een hoge draadteelt bij een droog en vochtig klimaat. In deze proef trad te weinig inwendig vruchtrot op om daarover een uitspraak te kunnen doen. De stengelaantasting was met name in de hoge draadteelt duidelijk lager bij het verwijderen van bloemen en bladeren. Blad dunnen had alleen een effect in het droge klimaat in de hoge draadteelt (Tabel 2.8). Ook in de herfstteelt had bloem- en bladplukken een remmend effect op de stengelaantasting, met name in de hoge draadteelt. Het gebruik van zogenaamde 'hot-knives', waarbij het snijvlak als het ware wordt dichtgeschroeid, bij plukken remt de aantasting ook (Dik et al., 2010).

Tabel 2.8. Waarden voor Oppervlak onder de Curve (totaal aantasting gedurende de hele teelt in lesies * dagen) voor *D. bryoniae* stengelaantasting. Waarden binnen één kolom die gevolgd worden door eenzelfde letter verschillen niet significant. De proef had meer behandelingen dan hier getoond en de statistische analyse is gebaseerd op alle behandelingen (Dik et al., 2010).

	Mycosphaerella stengellesies (aantal* dagen)			
	Traditionele teelt		Hoge draad teelt	
Behandeling	Droog klimaat	Vochtig klimaat	Droog klimaat	Vochtig klimaat
Onbehandeld	5.5 a	10.2 a	63.2 a	75.4 a
Bloem/blad plukken	5.2 a	22.6 a	21.6 b	40.3 b
Blad dunnen	6.8 a	16.8 a	20.7 b	77.5 a

2.5 Conclusies levenswijze schimmel en epidemiologie

Uit paragraaf 2.3 en 2.4 zijn de volgende conclusies te trekken:

1. Vocht is de sturende factor zowel bij inwendig vruchtrot als bij stengelaantasting. Sporulatie, kieming, groei en infectie worden geïnitieerd en bevorderd door vocht. Vocht kan komen uit het milieu of vanuit de plant. Bij stengelaantasting speelt vocht in het (micro-)klimaat een belangrijke rol. Alleen bij infectie van wonden en bloemen (inwendig vruchtrot) is vocht vanuit het klimaat niet noodzakelijk, omdat het ook vanuit de plant of bloem kan komen (bijv. relatie EC). Voor inwendig vruchtrot dienen samenhangende relaties met worteldruk en plantbelasting nader te worden onderzocht.
2. Door de manier waarop de verschillende experimenten zijn opgezet kan niet direct worden gezegd welke klimaatsettings moeten worden ingesteld. De RV onder de 85% houden lijkt redelijk, maar de vraag of RV of dampdrukdeficiet belangrijker is, is niet beantwoord. Daarnaast is er in het geval van inwendig vruchtrot een duidelijke invloed van plantfactoren en die zijn niet altijd door rv te beïnvloeden.
3. In het onderzoek zijn er weinig tot geen effecten van watergeefstrategie aangetoond.
4. In het onderzoek is er weinig betrouwbaar effect van plantbelasting op zowel stengel- als vruchtaantasting aangetoond.
5. Hoge EC (> 3.5) remt de aantasting van inwendig vruchtrot, maar het effect verschilt per cultivar. In geval van een lage EC (2.5) is bijsturen mogelijk door middel van een hogere calciumgift (4.5 mmol/l).
6. Silicium meedruppelen in de voedingsoplossing remt de stengelaantasting door versterking van celwanden.
7. Bladplukken en bloemen verwijderen zijn manieren om invalspoorten weg te halen voor *Mycosphaerella* en zo infectie te remmen.
8. Er is geen onderzoek bekend naar de relatie tussen inwendig vruchtrot en stengelaantasting.
9. Er is geen onderzoek bekend naar de invloed van worteldruk en overgangen van plantbelasting.
10. Voor een geleidelijke overgang van de nachttemperatuur naar de dagtemperatuur is aan te bevelen om 1-3 uur voor zonsopgang al te beginnen met stoken.
11. De inzet van ventilatoren kan remmend werken op de ontwikkeling van stengelaantasting als hierdoor natslaan van de stengel wordt voorkomen, bij inwendig vruchtrot lijkt het infectie echter te bevorderen. Mechanisme hiervoor is niet duidelijk (meer verdamping, meer worteldruk?).
12. Het is onduidelijk hoe groot de rol is van conidiën bij het ontstaan van de eerste infecties in de kas, omdat de sporendrukmetingen in de literatuur vooral gebaseerd zijn op de ascosporen (deze zijn makkelijk te herkennen aan hun typische vorm en donkere kleur).
13. Het is onduidelijk wat de invloed is van vegetatief of generatief telen (koudere nachttemperatuur aanhouden) of vegetatieve vs. generatieve rassen.

2.6 Bestrijding

2.6.1 Cultivarkeuze

Er zijn verschillen tussen cultivars in gevoeligheid voor *D. bryoniae*, maar geen echt resistente rassen (Amand en Wehner, 2001). Sommige cultivars zijn gevoeliger voor stengelaantasting, andere krijgen meer inwendig vruchtrot. Ook zijn er verschillen gevonden tussen cultivars wat betreft de verhouding tussen de aantasting van de knopen en van het stengeldeel tussen de knopen. Het is niet duidelijk waardoor dit ontstaat (Neergaard et al., 1993). In de VS zijn 851 cultivars en voorlopers daarvan getest op gevoeligheid voor *D. bryoniae*, sommige hiervan waren afkomstig uit Nederland. Welke planteigenschappen zorgen voor de verschillen in gevoeligheid wordt helaas niet besproken (Wehner en Shetty, 2000).

Komkommercultivars die gedeeltelijk resistent zijn voor echte meeldauw lijken in de praktijk gevoeliger voor *D. bryoniae*. Meeldauw-resistente cultivars worden minder gespoten en dus valt de nevenwerking van fungiciden tegen *D. bryoniae* weg, wat ook een verklaring kan zijn dat meer aantasting optreedt in deze cultivars. Ook lijkt de sterkere gevoeligheid vooral de stengelaantasting te betreffen. Daarnaast zijn er vermoedens dat de grootte van de bloem, de lengte van de stijl, de bloeiduur en de lengte van vruchtrijping invloed hebben (Amand en Wehner, 1995, Van Steekelenburg, 1985). Daarnaast kan infectie met echte meeldauw weer de gevoeligheid voor *D. bryoniae* bevorderen wat weer zou pleiten voor intensiever gebruik van gedeeltelijk meeldauw resistente rassen.

Van Steekelenburg (1988) doet de suggestie aan de veredelaars om komkommers zonder stijl te produceren of bloemdelen die snel van de vruchtbeginsels afvallen. Deze zouden minder gevoelig voor aantasting zijn. Telefonische gesprekken met enkele veredelaars geven aan dat er wel op gevoeligheid voor *D. bryoniae* in de veredelingsprogramma gelet wordt. Alleen door het ontbreken van resistentie genen, moet er uitgeweken worden naar andere planteigenschappen. De invloed hiervan voorspellen onder praktijkcondities is alleen erg lastig, omdat infectie niet alleen afhangt van de plant, maar ook sterk door de omgeving (kasklimaat) bepaald wordt en of er goed gestuurd wordt op een beperkte guttatie.

2.6.2 Hygiëne / preventieve maatregelen

In het voorkomen van aantasting door *D. bryoniae* speelt hygiëne een zeer belangrijke rol. Belangrijkste functie hiervan is het verlagen van de sporendruk en daarmee het verminderen van de infectiekans. Naar aanleiding van de bevindingen uit de literatuurstudie zijn een aantal maatregelen op een rij gezet. Daarbij is ook gebruik gemaakt van het hygiëneprotocol zoals die in het kader van Telen met Toekomst is gemaakt (Stijger et al., 2004). In de Fact Sheet van het Ministerie van Landbouw van British Columbia in Canada staan nog meer aanvullende richtlijnen voor klimaatmanagement (Bijlage V). Bijlage VI geeft een concept-beslisboom voor beheersing van ziekten in komkommer.

- Werk met ziektevrij zaad aangezien de schimmel kan worden overgebracht op het zaad.
- Start met meeldauwtolerante cultivars met kleine bloemen en lange stijlen.
- Voorkom en bestrijdt meeldauwinfectie
- Voorkom schade door zuigende insecten die wondopeningen creëren voor *Mycosphaerella*
- Verwijder besmette gewasresten, dode en verwelkte bladeren
- Na de teelt alle gewasresten verwijderen
- Verwijder bloemen
- Werk met schoon snoeimateriaal (tussendoor ontsmetten)
- Tijdstip gewasverzorging als sporenluchten laag zijn (10.00u – 15.00u)
- Stook de kasttemperatuur 1-3 uur op voor zonsopgang, zodat overgang met dagtemperatuur niet te hoog oploopt en er condensvorming ontstaat.
- Houd de relatieve vochtigheid beneden 85% ($VPD > 3 \text{ g/m}^3$).

2.6.3 Chemische bestrijding

Er is veel bekend over chemische bestrijding van *D. bryoniae*, omdat het probleem zich ook voordoet in buitenteelten van meloenen en dit is een belangrijk gewas in Amerika. Middelen op basis van kresoxym-methyl en azoxystrobine waren lange tijd effectieve bestrijders van *Mycosphaerella* (Utkhede en Koch 2002, 2004). Eén van de problemen is dat de schimmel snel resistentie ontwikkelt en goed afgewisseld moet worden met middelen uit andere chemische groepen. Rond 2004 deden de strobilurines hun intrede als nieuwe chemische groep (Jagers op Akkershuis, 2004), maar na 6 jaar is er van de eerste euforie weinig over. Middelen op basis van bijvoorbeeld azoxystrobin waren bij het eerste gebruik bijvoorbeeld heel effectief, maar binnen twee jaar werd dit middel al minder effectief en nu wordt het door telers nauwelijks nog ingezet ter bestrijding van *Mycosphaerella* (Keinath en Zitter, 1998; Keinath et al., 2007; Keinath, 2009, Stevenson et al., 2004).

Fabrikanten zijn dan ook druk bezig om nieuwe en bekende producten te registreren die uit andere chemische groepen komen met een toelating voor de komkommerteelt. Veelal worden ze als middel tegen echte meeldauw of *Botrytis* geregistreerd en is de specifieke werking tegen *Mycosphaerella* onbekend. Van de eerste producten wordt op korte termijn (< 3 jr) al een toelating verwacht. Hierdoor wordt het afwisselen van middelen in ieder geval makkelijker.

2.6.4 Natuurlijke middelen

- Essentiële oliën

Door Sangdee en Kawicha (2006) werd ontdekt dat verschillende essentiële oliën, afkomstig van o.a. gember en basilicum, *D. bryoniae* remmen. De proeven zijn uitgevoerd op kunstmatig medium en de remming is dus gebaseerd op een direct effect op de schimmel en niet op geïnduceerde resistentie in de plant. Hoewel de middelen effectief kunnen zijn, zal praktijktoepassing niet zo snel plaatsvinden ondermeer vanwege hoge productiekosten (Wolff et al., 2004).

- Enzicur

Het product Enzicur is op de markt verkrijgbaar als natuurlijk fungicide. Het bevat lactoperoxidase enzymen met een curatieve werking. Dik et al. (2010) toonden aan dat het natuurlijke middel Enzicur een remmend effect heeft op stengel-aantasting en bladaantasting in de hogedraadteelt. In het paraplusstelsel was het effect niet statistisch betrouwbaar door een te laag aantastingsniveau.

- Antagonistische schimmels & bacteriën.

Besputtingen met de biologische middelen zoals Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*) en Prestop (*Gliocladium catenulatum*) kunnen de ontwikkeling van *D. bryoniae* sterk remmen (Lahdenperä en Kortenien, 2008). Utkhede en Koch (2002, 2004) vonden na behandeling met Prestop dat de lesiegrootte op aangetaste stengels 40-85% minder snel groeide ten opzichte van de onbehandelde controleplanten. Ook waren er 80% minder planten geïnfecteerd geraakt. De producten Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*), RootShield (*Trichoderma harzianum*), SoilGard (*Gliocladium virens*) en het fungicide Decree bleken niet effectief aantasting te kunnen bestrijden. Ook werd er door deze onderzoekers een remmend effect (reductie lesielengte 78%) gevonden van *Enterobacter agglomerans* (B8Fr) en *Bacillus subtilis* (AGS-4) op stengel-aantasting.

Er is weinig bekend over de werking van deze antagonisten tegen bloeminfectie, dit is echt nog een witte vlek in de bestaande kennis. Wel tonen Nga et al. (2010) in een recent artikel aan dat verschillende bacteriën die geïsoleerd zijn van de wortels van watermeloen in Vietnam een remmend effect hebben op *D. bryoniae*. Eén van de bacteriën, *Pseudomonas aeruginosa* 231-1, kan als endofyt in de plant leven en zo resistentie induceren tegen *D. bryoniae*. Aanwijzingen voor dit werkingsmechanisme zijn de accumulatie van waterstofperoxide en toename van de peroxidase-activiteit.

Voor een effectieve overbrenging van schimmelantagonisten (*Trichoderma*, *Gliocladium*, *Pseudomonas*) op bloemen kunnen hommels ingezet worden (Maccagnani et al. 2005). Veel onderzoek is gedaan naar bestrijding van *Botrytis* in aardbei, maar daarnaast worden er ook positieve resultaten gemeld tegen een bacterieziekte (*Acidovorax*) in meloen die via zaad overdraagbaar is (Blacquière, 2005). In aubergine was het systeem niet effectief tegen bloem- en vruchtrot (A.J. Dik, niet gepubliceerde resultaten). Hoewel ze niet gebruikt worden in de komkommerteelt vanwege de vrouwelijke bloemen ligt hier wellicht nog wel een mogelijkheid om te onderzoeken in hoeverre inwendig vruchtrot hiermee is te voorkomen.

In het onderzoek van Rout et al. (2000) worden een aantal mogelijke stoffen genoemd die ook een rol kunnen spelen in de bestrijding van *Mycosphaerella*:

- Thioninen, celwand eiwitten met een laag gewicht zwavelverbindingen (thioninen). Eiwitten hebben een sterk reducerende werking op ziekteverwekkende schimmels.
- Protease remmers. Protease remmers in vacuoles van plantencellen remmen de protease activiteit van microben en reduceren de beschikbare voedingsstoffen voor ziekteverwekkers.
- Phytoalexinen. Toxische stoffen voor schimmels en betrokken bij afweerreacties tegen belagers. Verhoging van phytoalexinen maakt plant minder gevoelig voor infectie.
- Microbieel eiwit van *Mirabilis jalapa*. Heeft een algemene werking tegen schimmelziektes.

2.6.5 UV-C belichting

Parnell et al. (1998) vonden dat sporen van *Mycosphaerella fijiensis* gevoelig waren voor behandeling met ultraviolet licht en bijna volledig (95%) in hun groei geremd werden.

Dik et al. (2010) hebben UV-C belichting op praktijkschaal getest in komkommer tegen *Botrytis* en *Mycosphaerella*. De gebruikte dosering was 50 mJ/cm²/s-1 rond de stengelvoet en 5 mJ/cm²/s-1 hoger in de plant. Er was in deze proef een remmend effect op *Botrytis*, maar de gebruikte dosering gaf een toename van *Mycosphaerella* aantasting en beschadiging van komkommerstengels. De optimale toedieningswijze en dosering ter bestrijding van *Mycosphaerella* waarbij geen gewasschade optreedt, dient verder te worden onderzocht.

2.6.6 Beslissingsondersteunende systemen

In de strijd tegen *Mycosphaerella* in meloen is ervaring opgedaan met het zg. Melcast systeem. Dit is een spuitadviesbasis die gebruik maakt van dagelijkse metingen van bladnat perioden en temperatuur. Op basis hiervan wordt een inschatting gemaakt of de klimaatomstandigheden gunstig zijn voor aantasting. Telers die met dit systeem werken, bewerkstelligden 10-20% reductie van hun fungicidegebruik (Tuttle en Mc Grath, 2004).

Hoewel het nut van BOS systemen in de praktijk nog wel eens wordt betwijfeld, maakt het de gebruikers vaak wel een stuk bewuster van kritische factoren voor infectie. Waardoor er vaak ook meer maatregelen genomen worden die infectie voorkomen of beperken (Jewett en Jarvis, 2001).

De modellen zullen echter ook goed rekening moeten houden met microklimaat metingen daar waar de huidige meetsensoren veelal nog gericht zijn op het meten van het macroklimaat van een hele afdeling. Ook de schommelingen in de loop van de dag zijn bepalend voor het optreden van temperatuurwisselingen, condens en guttatie (Jewett en Jarvis, 2001).

In alle modellen zit vaak standaard een gewasgroeimodel. Als er sprake is van een *D. bryoniae* aantasting dan kan dit echter het groeimodel beïnvloeden, doordat de groei negatief beïnvloed wordt. Daarnaast kunnen cultivars verschillen in hun reactie op de ziekte (Le May et al., 2005).

3 Kennis uit de praktijk

3.1 Uitvoering onderzoek

Voor de inventarisatie van kennis en ervaringen in de praktijk zijn door DLV Plant telefonische enquêtes afgenomen. Voor informatie van adviseurs zijn 4 adviseurs van toeleveranciers en 4 voorlichters geïnterviewd (Tabel 3.1). Bij de toeleveranciers is gevraagd naar de persoon binnen de organisatie die het meest in aanraking komt met de teelt van komkommer. De werkgebieden zijn zoveel mogelijk verspreid over Nederland. Voor de inventarisatie over de kennis en ervaringen bij telers zijn 15 telers verspreid over Nederland geïnterviewd (Tabel. 3.2).

Tabel 3.1: Geïnterviewde adviseurs.

	Naam	Functie	Firma	
1	Bart Joosten	Specialist gewasbescherming	Nic. Sosef	Zuidoost (Limburg)
2	Luc Curris	Specialist gewasbescherming geïntegreerd	Brinkman	Zuidwest en België ¹
3	Jan Hoogstrate	Gewasbeschermingspecialist	Horticoop	Noord
4	Roel Hanssen	Verkoper buitendienst komkommer (advies en verkoop)	Mertens	Zuidoost
5	Piet van Adrichem	Teeltadviseur komkommer	DLV Plant	Limburg, Drenthe, buitenland ¹
6	Ewoud van der Ven	Teeltadviseur komkommer	DLV Plant	Noord- & Zuid-Holland, Zeeland, Brabant, Utrecht, Gelderland, buitenland ¹
7	Herman Hermans	Voorlichter glasgroenten	Innocrop Consulting	Zuid, Noordoost
8	Ruud van Amersfoort	Voorlichter glasgroenten	Horti-Consult	Zuid-Holland, Zeeland, Brabant, Limburg, buitenland ¹

¹ In dit interview is geantwoord over de situatie in Nederland.

Tabel 3.2: Geïnterviewde telers.

	Naam	Oppervlakte bedrijf (m ²)	Locatie	
1	Ed Classens	51.000	Castenray	1997, 2005, 2006
2	Harold Janssen	40.000	Maasbree	1992, 2000
3	Herman Luimes	55.000	Erica	1986, 2009
4	René Welles	42.100	Grubbenvorst	1995, 1997, 2006
5	William Rutten	29.000	Reuver	2005
6	P. Groenewegen	20.000	Chaam	± 1995
7	Gebr. M en M.J. Post	29.000	Nootdorp	2008
8	M.J. Kaljouw	60.000	St. Annaland	2008
9	Tuinderij Hendrickx	20.500	Breda	1987, 1989, 2005
10	J. Verheul	40.000	Maarsse	2001, 2007
11	Jakom	40.000	Huissen	2000 - 2007
12	Fa. Hoogland	20.000	Heilo	1976, 1986, 1998
13	Theo Polman	96.000	Erica	1992, 1997, 2001
14	Hortus Regius bv	62.000	Maasbree	-
15	Kwekerij De Maris bv	49.000	Grashoek	1998/2001, 2006

In bijlage VII staat de lijst met vragen die als handleiding is gebruikt voor de adviseurs. In bijlage VIII staat de lijst met vragen voor de telers.

3.2 Resultaten adviseurs

3.2.1 Algemeen verloop van Mycosphaerella in 2010

Het algemene verloop van het optreden van Mycosphaerella in 2010 wordt door alle adviseurs ongeveer gelijk weergegeven.

Al vroeg in het jaar, tussen februari en half maart, zijn de eerste vruchten met Mycosphaerella waargenomen. Op het gewas (stengel) is tot dan toe nog niets gezien. Ook wordt gemeld dat het begon bij de telers met vaste folie, andere telers zouden pas aan het einde van de eerste teelt Mycosphaerella hebben gezien. De mate van aantasting is bedrijfsafhankelijk en was in een paar weken soms wel 10 tot 20 % van de vruchten.

Eén adviseur meldt dat op 2 bedrijven die in het begin van de 1e teelt een beweegbaar foliescherm gebruiken onder het beweegbare schermdoek, geen Mycosphaerella aanwezig is. Een andere adviseur geeft aan dat in de zomerteelt met een hoge etmaaltemperatuur een plant met veel groei en met veel wortel is weggezet. Echter, men is te lang met een lage EC blijven druppelen waardoor meer Mycosphaerella ontstond.

Er wordt gemeld dat de Mycosphaerella er langzaam in is geslopen en zich langzaam heeft opgebouwd, tot aan de explosie in april-mei-juni. In die periode is het op alle bedrijven tot een uitbraak gekomen, waar bij tot 10 - 30 % van de vruchten was aangetast. Eind april was er een warme week en daarna nam de Mycosphaerella in de vruchten explosief toe. De nachten waren toen nog warm waardoor, door de hoge temperatuurverschillen, veel condensatie op het gewas aanwezig was. Deze uitbraak heeft zo'n 2 à 3 weken geduurd en daarna is het weer rustig geworden. Bij de meeste telers ging de verspreiding op dat moment heel snel, waarna het ook weer snel afnam. Als oorzaak voor het snel afnemen van de infectie wordt door één adviseur genoemd de lagere nachttemperaturen in combinatie met hoge dagtemperaturen. Wat ook mee kan spelen in de afname van Mycosphaerella is de toelating van Rocket EC als dringend vereist gewasbeschermingsmiddel in de teelt van komkommer vanaf half juni. Dit middel zou een nevenwerking tegen Mycosphaerella hebben.

Een andere uitspraak is dat in de 2de teelt er nauwelijks last is geweest van Mycosphaerella. Ongeveer 1- 2% aantasting bij de bedrijven die het heel erg hadden.

De aantastingen met Mycosphaerella op de stengel worden overal op de bedrijven gevonden. Meestal begint de aantasting op koude plekken in de kas of plekken waar het gewas niet in balans is. Een gewas in een kas kan plaatselijk uit balans zijn als de plantbelasting (aantal en afmeting van de vruchten) en de groei van het gewas niet tot elkaar in verhouding staan. Door temperatuurverschillen in de kas kunnen op sommige plekken in de kas bijvoorbeeld koude hoeken ontstaan waar de groei van het gewas overheerst over de plantbelasting. Dat zijn hoeken waar Mycosphaerella optreedt. Tevens kan de balans in een individuele plant weg zijn. Als de plantbelasting te laag is, gaat een plant gutteren door een te hoge worteldruk ten opzichte van het aantal vruchten.

De latere aantasting komt overal voor. Ook wordt genoemd dat het begint op de plekken waar meeldauw altijd het eerst voorkomt: de hoeken met tocht en trek of dat je het vaak eerst ziet in het gewas aan de zuidoost kant van de kas. Hier ziet men ook vaak bladrandjes in het gewas. Bij één teler is de aantasting begonnen op het blad dat tegen de vaste folie aanzat.

Waar de eerste komkommer met Mycosphaerella vandaan komt is vaak moeilijk te traceren omdat die bij het sorteren wordt gevonden en de herkomst dan moeilijk meer is te achterhalen.

3.2.2 Aanwezigheid Mycosphaerella in 2010

Volgens de adviseurs komt Mycosphaerella op de vrucht bij 70 – 100% van de bedrijven voor. Ten opzichte van vorig jaar is dit bij 4 adviseurs meer, bij 1 adviseur meer of gelijk, bij 1 adviseur gelijk en bij 2 adviseurs (duidelijk) minder tot gelijk. Hier is geen regionaal verband aan te geven (zie Tabel 3.3).

Voor de aantasting op de stengel variëren de percentages tussen 'Valt mee' en 100%. In het Noorden van het land komt op 100% van de bedrijven Mycosphaerella in de vruchten en op de stengel voor.

Tabel 3.3: Aanwezigheid Mycosphaerella (% van de bedrijven) gesorteerd op werkgebied van de adviseur.

Mycosphaerella op:	Adviseur en werkgebied:		Aanwezigheid (% van de bedrijven):	Ten opzichte van vorig jaar:	
Vrucht	3	Noord	100	Meer	
	7	Zuid, Noordoost	100	Meer	
	6	Noord- & Zuid-Holland, Zeeland, Brabant, Utrecht, Gelderland	80	Minder	
	2	Zuidwest	70	Meer	
	8	Zuid-Holland, Zeeland, Brabant, Limburg	100	Meer	
	1	Zuidoost (Limburg)	70	Gelijk	
	4	Zuidoost	80	Duidelijk minder	
	5	Limburg, Drenthe	90	Meer	
	Stengel	3	Noord	100	Meer
		7	Zuid, Noordoost	50	Gelijk
6		Noord- & Zuid-Holland, Zeeland, Brabant, Utrecht, Gelderland	80	Vergelijkbaar	
2		Zuidwest	Valt mee	-	
8		Zuid-Holland, Zeeland, Brabant, Limburg	70	Meer	
1		Zuidoost (Limburg)	40	Gelijk	
4		Zuidoost	65	Hetzelfde	
5		Limburg, Drenthe	90	Meer	

Eén adviseur meldt dat er in 2010 meer bedrijven met Mycosphaerella waren dan in 2009, maar dat de totale druk in 2010 lager was op alle bedrijven.

Als redenen voor meer Mycosphaerella in 2010 worden genoemd:

- Donkere vochtige periode in februari en mei (Zuidwest Nederland)
- Meer bedrijven met meeldauwtolerante rassen waarin in minder fungicide gespoten worden (Zuidwest Nederland)
- Koude nachten en verkeerd schermen waardoor het te vochtig is geweest en het gewas en de vruchten nat zijn geworden (Noord-Nederland)
- Veel zon in voorjaar, met lage buitentemperatuur. De gewenste kastemperatuur is niet gehaald (Limburg).

Als redenen voor minder Mycosphaerella in 2010 worden genoemd:

- Vrij constant weer zonder grote overgangen (Zuidoost Nederland)
- Veel aandacht voor hygiëne (Zuidoost Nederland)
- Lage aantasting in eerste teelt, hierdoor ook minder problemen in de rest van de teelt (Zuidoost Nederland).
- In 2009 is men verrast door de aantasting door het wisselende weer. Dit jaar is het weer vrij droog geweest (Midden- & west Nederland).

Voor zowel het meer als minder aanwezig zijn van *Mycosphaerella* in 2010 worden klimaatomstandigheden als oorzaak aangegeven. Men is er niet eenduidig over eens waar men de oorzaak voor het ontstaan van *Mycosphaerella* moet zoeken. Tevens hebben lokale weersomstandigheden invloed op het optreden van *Mycosphaerella*. Daarnaast leidt het minder bestrijden van meeldauw bij het gebruik van meeldauwtolerante rassen tot meer *Mycosphaerella* en leidt een betere hygiëne tot minder *Mycosphaerella*.

3.2.3 Overeenkomsten tussen bedrijven met *Mycosphaerella*

Gevraagd is naar de overeenkomsten op het gebied van de teelt tussen bedrijven die problemen hebben met *Mycosphaerella*.

Door de adviseurs wordt aangegeven dat in de teelt van meeldauwtolerante rassen meer *Mycosphaerella* voorkomt. Of deze rassen werkelijk gevoeliger zijn voor *Mycosphaerella* durft men niet te stellen. De oorzaak kan er ook in liggen in het feit dat bij deze rassen minder fungiciden worden toegepast tegen meeldauw en daardoor ook de *Mycosphaerella* minder wordt onderdrukt.

Door twee adviseurs wordt gemeld dat rassen van zaadleverancier Nunhems minder gevoelig zijn voor *Mycosphaerella* in de vruchten. Een vermoedelijke verklaring zou zijn dat deze rassen kleinere bloemen hebben waardoor ze sneller afgesloten zijn voor *Mycosphaerella*-sporen. Bijvoorbeeld bij het ras 'Sabrina' kan veel *Mycosphaerella* in het gewas aanwezig zijn, maar weinig aantasting van de vruchten. Vier adviseurs melden dat het ras 'Roxanne' erg gevoelig is voor *Mycosphaerella* in de vruchten.

Voor wat betreft het teeltsysteem worden er geen overeenkomsten waargenomen. Wel wordt aangegeven dat bij een hogedraadteeltsysteem er meer risico aanwezig is dat het gewas 'uit balans' raakt (onjuiste verhouding tussen plantbelasting en groei) waardoor het zeer gevoelig wordt voor *Mycosphaerella*.

Ook worden er geen overeenkomsten tussen de plantdichtheid en de plantenkweker aangegeven. Door 1 adviseur wordt aangegeven dat de eigen opkweek van de planten meer problemen met *Mycosphaerella* geeft. Oorzaak hiervan is zeer waarschijnlijk dat de omgeving van de opkweek niet helemaal vrij was van *Mycosphaerella* doordat de teelt in een andere afdeling nog doorgaat.

Voor wat betreft het klimaat wordt door alle adviseurs aangegeven dat een periode met een broeierig, benauwd klimaat een oorzaak kan zijn voor het optreden van *Mycosphaerella*. Dit kan veroorzaakt worden door verkeerd gebruik van een schermdoek of (vaste) folie. Tevens wordt een kouval en het nat slaan van het gewas aangegeven als overeenkomsten tussen de bedrijven met *Mycosphaerella*. Oorzaken hiervoor zijn te snel opwarmen, te vochtig de nacht in gaan en een broeierig klimaat (hoge RV). Echter, er wordt ook door één adviseur aangegeven dat er telers zijn die heel vochtig telen en geen *Mycosphaerella* in het gewas hebben. Het willen besparen op energie speelt hier zeker een rol in. Vooral het niet of te laat luchten en minder stoken, waardoor een vochtig klimaat ontstaat, geeft risico op problemen. Eén adviseur geeft aan dat de telers met de minst dichte kassen, de minste problemen met *Mycosphaerella* hebben.

Eén adviseur geeft aan dat telers die een hoge productie realiseren vaak meer problemen met *Mycosphaerella* hebben. Hoge producties worden gerealiseerd in een vochtig klimaat wat ook meer risico op *Mycosphaerella* met zich mee brengt.

Over de overeenkomsten op het gebied van de watergeefstrategie zijn de adviseurs verdeeld. Twee geven aan dat hier geen overeenkomsten zijn. Eén ziet alleen overeenkomsten in combinatie met een type substraat, bedrijven met perliet hebben minder last van *Mycosphaerella*. Drie adviseurs geven aan dat hier zeker overeenkomsten zijn. De watergeefstrategie moet goed aangepast worden aan het weer en 's ochtends te vroeg beginnen met water geven en 's avonds te laat doorgaan zou een reden voor *Mycosphaerella* kunnen zijn, omdat het gewas op die momenten nog in rust is en te veel water geven een verhoogde kans op guttatie geeft.

Over het inzetten van een minimumbuis zijn geen overeenkomsten tussen de bedrijven aangegeven.

Eén adviseur geeft aan dat bedrijven die veel aan hygiëne hebben gedaan doordat ze vorig jaar bontvirus hadden, pas later en beduidend minder problemen met *Mycosphaerella* hebben gehad, dan andere bedrijven.

3.2.4 Overeenkomsten tussen bedrijven zonder Mycosphaerella

Van de 5 adviseurs die ook telers bezoeken die geen problemen hebben met Mycosphaerella geven er drie aan dat ze geen overeenkomsten zien tussen deze manieren van telen. Eén adviseur geeft aan dat het hier de bedrijven betreft die voorgaande jaren ook geen problemen hadden met Mycosphaerella. Het beeld ontstaat dat als een bedrijf eenmaal een aantasting heeft, dat dit daarna altijd aanwezig blijft. Een andere adviseur geeft aan dat het hier de telers betreft die geen hoge producties halen. Deze telers houden volgens de adviseur uit onkunde een ander klimaat aan (minder vocht sparen).

3.2.5 Verloop infectie tussen 2009 en 2010

Op de vraag of er ook bedrijven zijn die in 2009 wel Mycosphaerella hadden en in 2010 niet, of omgekeerd, antwoorden 2 adviseurs dat dit niet het geval is. Het zijn altijd dezelfde bedrijven wordt gezegd. De adviseurs kunnen niet aangeven wat hier de reden van is. Volgens twee adviseurs zijn er wel veel telers geweest die het schoonmaken en ontsmetten van de kas serieuzer hebben genomen door tussen de teelten door bijvoorbeeld Formaline te gebruiken. Door verbeterde hygiëne treedt minder Mycosphaerella op in de volgende teelt. Een andere adviseur geeft echter aan dat ook de aantasting in de diverse afdelingen binnen één en hetzelfde bedrijf van jaar tot jaar verschilt. Ook wordt gemeld dat een teler die bijna 6 jaar geen last heeft gehad van Mycosphaerella in 2010 juist heel veel problemen heeft gehad hiermee. Deze teler heeft een WKK en genoeg energie die hij ook heeft gebruikt. De oorzaak dat hij dit jaar dus wel Mycosphaerella heeft is onbekend. Tevens is er een teler bekend die vorig jaar het gevoelige ras 'Roxanne' teelde en geen last had van Mycosphaerella, dit jaar met het ras 'Sheila' nu wel Mycosphaerella heeft.

De oorzaken tussen het wel of niet optreden van Mycosphaerella in het ene en andere jaar zijn dus niet bekend. Een adviseur verwoordt het als 'ongrijpbaar, het is niet te voorspellen wanneer het optreedt'.

3.2.6 Oorzaak infectie

Als voornaamste oorzaken voor het ontstaan van Mycosphaerella die per adviseur worden genoemd zijn:

Vruchten:

1. De overgang in de ochtend waardoor de vruchten nat slaan
2. Hoge worteldruk (hierdoor ontstaat gutteren) en een hogere RV aan het einde van de nacht
3. Gutteren en nat-slaan
4. Onbalans in de groei (onjuiste verhouding tussen plantbelasting en groei)
5. Broeierig klimaat en onbalans in het gewas
6. Hoge worteldruk in combinatie met hoge RV en hoge ziekte druk
7. Hoge worteldruk door sterk groeiend ras, in combinatie met hoge infectiedruk.
8. Generatief gewas dat in vluchten komkommers geeft. Tussen de vluchten in ontstaat extreme groei met veel wortels wat resulteert in een hoge worteldruk.

Stengel:

1. De overgang in de ochtend waardoor de vruchten nat slaan
2. Hoge RV
3. Nat-slaan en vocht
4. Guttatie door worteldruk na de overgang van oogsten van stamvruchten naar rankvruchten en naar secundaire rankvruchten. Het water wordt door de huidmondjes naar buiten gedrukt.
5. Broeierig klimaat, onbalans in het gewas en natte pootjes
6. Hoge RV en gewas dat nat wordt (in regen of condensatie).
7. Onbalans in de plant waardoor guttatie optreedt
8. Te laag gasverbruik, waardoor klimaat te vochtig is.

3.2.7 Omvang schade

Gemiddeld geven de adviseurs aan dat de schade gemiddeld per bedrijf ongeveer 2-4 komkommers per m² per jaar zal zijn, wat neer komt op ongeveer € 1,10 per m² per jaar inclusief extra kosten voor arbeid. Imagoschade voor de sector is hierin niet meegenomen.

3.2.8 Preventieve en curatieve aanpak in de praktijk

Volgens de adviseurs ondernemen telers zowel preventief als curatief diverse acties om *Mycosphaerella* te voorkomen dan wel te bestrijden.

Vier adviseurs geven aan dat er preventief het juiste klimaat wordt ingesteld. Eén adviseur geeft aan dat aangetaste plantendelen worden weggehaald. Voor wat betreft het juiste klimaat wordt dit heel verschillend gerealiseerd. Sommige telers gaan 's avonds niet onder de 18°C, terwijl anderen de voornacht op 15°C instellen. Het op temperatuur houden van de gehele plant is van belang zodat geen condensatie optreedt. Het resultaat van de verschillende klimaatstrategieën is wisselend.

Veelal worden er zowel preventief als curatief bestrijdingsmiddelen ingezet. Vaak wordt bij de bestrijding van meeldauw een middel gekozen of gemengd dat ook een (neven)werking op *Mycosphaerella* heeft.

Zie Tabel 3.4 voor een overzicht van de middelen die worden toegepast worden genoemd (tussen haakjes het aantal adviseurs dat het betreffende middel heeft genoemd).

Tabel 3.4: Toegepaste gewasbeschermingsmiddelen met dosering en effectiviteit.

Middel	Spuiten: Dosering / 100 liter	LVM: Dosering / ha	Effect?
Fungaflor (6)	40 - 50 ml	0.5 ltr	- Effectiever dan Rocket. - Goede nevenwerking.
Collis (5)	50 ml	0.2 - 0.5 ltr	- Beste. - Af en toe wat twijfelachtig. - Niet afdoende. - Werkt niet meer.
Daconil (5)	100-120-150-200ml		- Gevoel van goede werking. - Hard voor het gewas. Alleen onder- door op de stammen spuiten. - Goed, veel residu.
Rocket (3)	100 ml	1 ltr	- Gevoel van goede werking. - Redelijk. - Goed.
Rovral (3)	50 ml		
Baycor Flow (2) soms samen met Enzicur (1)	60 ml	1.5 ltr	
Enzicur (2)	1 pak op 1000 liter		- Addit toevoegen voor een beter resultaat - Goede nevenwerking.
Ortiva (2)	60 ml		- Twijfelachtig. - Werkt niet meer.
Nimrod (1)	200 ml	3 ltr	
Teldor (1)	100 ml		
Flint (1)			

Zowel Collis als Ortiva behoren tot de groep van de strobilurines en deze middelen hebben een hoog risico voor het ontwikkelen van resistentie van een schimmel tegen deze middelen.

De resultaten van een toepassing met een gewasbeschermingsmiddel vindt men moeilijk te beoordelen om dat niet echt duidelijk is wat het effect is ten opzichte van het niet uitvoeren van een bestrijding of wat het effect van andere factoren (bijvoorbeeld klimaat) zijn. Tevens is de mening dat als de *Mycosphaerella* eenmaal in de kas aanwezig is, er niets meer aan te doen is. De aantasting zal zich dan zeker verspreiden. Eén adviseur heeft de mening dat het middel dat men het langste niet heeft ingezet voor de bestrijding van meeldauw, het beste effect heeft op *Mycosphaerella*.

Het gebruik van Enzicur wordt als omslachtig benoemd door één adviseur. Dit middel moet in de koelkast bewaard worden en het klaarmaken van de spuitvloeistof vereist wat meer werk. De ervaringen met het resultaat van de bespuiting zijn wel positief.

Volgens een adviseur zouden de telers het wenselijk vinden dat het middel Eupareen weer een toelating krijgt als schimmelbestrijdingsmiddel in de teelt van komkommer.

De manier van toepassen verdeelt zich tussen LVM'en, spuiten en in een enkel geval foggen. Toepassen door middel van een LVM wordt veel gedaan. Echter er wordt ook veel gespoten omdat LVM'en en foggen een slechtere verdeling van het middel in het gewas geven. Bij tijdgebrek wordt vaker naar de LVM of Fog gegrepen. Spuiten is zeker meer in opkomst omdat men ziet dat dit een beter resultaat geeft. Eén adviseur geeft aan dat er voornamelijk in het begin gebruik wordt gemaakt van de LVM. Later in het jaar wordt er meer gespoten. Toepassen door middel van druppelen wordt soms ook gedaan, dit is echter niet bij alle middelen mogelijk.

3.2.9 Preventief en curatief advies

Veelal is datgene dat de tuinder uitvoert (zie paragraaf 2.2.8) conform het advies van de adviseur. Enkele aandachtspunten die hierbij nog wel expliciet genoemd worden zijn:

- Goed schoonmaken tussen de teelten door (Jet 5 of Formaline)
- Bij bestrijding van meeldauw kiezen voor middelen met een nevenwerking tegen *Mycosphaerella*
- Het effect van spuiten is beter dan LVM'en of foggen
- In een open gewas kan LVM'en goed. De nevel doodt ook sporen. In een dicht gewas spuiten.
- Bij voorkeur vroeg op de dag spuiten, bij heet weer niet na 10.00 uur.
- Zorgen dat het gewas nat blijft na het spuiten voor een betere werking.
- Als laat op de dag wordt gespoten dan moet het gewas droog zijn voordat het de nacht in gaat.
- Scherm goed instellen zodat het gewas nooit koude lucht op de kop krijgt bij het te snel open laten lopen van het scherm.

Er wordt vaak in blokken bestreden van 2-3x of 5-6x met hetzelfde middel.

Een druppeltoepassing zou het beste effect hebben. Deze manier van toepassen is echter niet met elk middel mogelijk. In Tabel 3.5 staan de meest geadviseerde doseringen weergegeven.

Tabel 3.5: Geadviseerde doseringen van enkele middelen.

Middel	Spuiten: Dosering / 100 liter	LVM: Dosering / ha	Opmerkingen
Baycor Flow	60 ml	1-1.5 liter	
Fungaflor	50 of 100 ml	1-1.5 liter	De dosering wordt gedurende de teelt verhoogd
Collis	Standaard	1-1.5 liter	
Rocket	100 ml	1.5-2 liter	
Daconil	300 ml		In verband met zichtbaar spuitresidu op de vruchten wordt een lagere dosering toegepast.

3.2.10 Aanvullend advies

Het grootste gedeelte van het advies concentreert zich op het gebied van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Hierbij dient in ogenschouw genomen te worden dat van de 8 geïnterviewde adviseurs er 4 gewasbeschermingspecialist van een toeleverancier zijn. Hun functie is meer gericht op verkoop en advies van gewasbeschermingsmiddelen en minder op preventie door middel van klimaatinstellingen.

Aangezien het grootste gedeelte van het advies en de aanpak zich concentreert op het gebied van chemische gewasbeschermingsmiddelen is nog gevraagd of de adviseurs ook iets anders adviseren dan alleen gewasbeschermingsmiddelen, bijvoorbeeld teelthandelingen of klimaatinstellingen.

Eén adviseur adviseert helemaal niets anders dan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Door 3 van de 6 adviseurs wordt geadviseerd om goed te letten op hygiëne en het schoonmaken van de kas tussen de teelten en tijdens de teeltwisseling met behulp van Jet 5 of formaline. Ook het opruimen van gewasresten wordt gemeld. Eén adviseur geeft aan wel eens biologische middelen te adviseren (o.a. Enzicur). Deze middelen maken het gewas en de vruchten harder waardoor de *Mycosphaerella* zich minder goed kan ontwikkelen. De telers zijn hier echter sceptisch over. Ook wordt nog aangegeven dat spuiten op het juiste moment (als er veel bloemen zijn) van belang is.

Eén adviseur heeft ook een advies voor het klimaat. Een broeierig klimaat (warm en vochtig) moet voorkomen worden, en de watergift moet aangepast worden aan het weer door de juiste hoeveelheid water te geven afgestemd op de activiteit van het gewas. Deze activiteit is afhankelijk van de instraling op dat moment.

Tevens heeft deze adviseur enkele aandachtspunten voor teelthandelingen die *Mycosphaerella* kunnen voorkomen. Bladsnijden kan zorgen voor een opener klimaat en hierdoor zijn de pootjes beter te raken bij het spuiten. Bloemetjes plukken wordt door deze adviseur ook genoemd. De invalspoorten voor *Mycosphaerella* in de vrucht worden zo weggehaald.

3.2.11 Veranderingen in advisering ten opzichte van voorgaande jaren

Drie adviseurs geven aan dat in hun advisering niet is veranderd ten opzichte aan voorgaande jaren.

Twee adviseurs geven aan dat er kleine veranderingen zijn bijvoorbeeld het toepassen van Rocket zit weer in het advies, het toepassen van Enzicur is toegevoegd aan het advies of de toepassing van Daconil wordt nu preventief geadviseerd. Tevens geven deze twee adviseurs aan dat ze scherper en alerter zijn gaan reageren op mogelijk gevaar voor *Mycosphaerella*. Eén van deze adviseurs geeft ook aan dat hij voortaan adviseert om het middel Collis niet in te zetten ter bestrijding van meeldauw. Dit middel heeft een goede werking op *Mycosphaerella* en kan beter daarvoor bewaard blijven. Zo is er ook minder kans dat de *Mycosphaerella* al een resistentie heeft ontwikkeld tegen Collis.

Daarnaast heeft één adviseur aan zijn advies ten opzichte van voorgaande jaren toegevoegd dat 2 uur voor en 2 uur na zon op en zon onder geen water gegeven wordt.

Een andere adviseur heeft het opwarmen van het bassinwater dat in de winter wordt gebruikt voor gietwater. Als bij mooi zonnig weer in de winter te koud water wordt gegeven ontstaat condensatie op de stam waarop *Mycosphaerella* plekjes ontstaan.

Eén adviseur geeft aan dat als de gasprijs te hoog wordt, het advies om meer te stoken minder wordt toegepast.

3.2.12 Bestaande en ontbrekende kennis bij adviseurs

Als laatste onderdeel van het interview zijn aan de adviseurs wat vragen over hun kennis gesteld. Tussen haakjes is vermeld hoeveel van de 6 adviseurs het betreffende antwoord heeft gegeven.

Bij de optimale omstandigheden voor verspreiding van *Mycosphaerella* worden genoemd:

- een hoge RV, vochtig of broeierig klimaat in de kas (6)
- een nat gewas of natte vruchten (3)
- opspattend water (1)
- vochtig weer (1)
- en klein beetje luchtbeweging (1)

Als optimale omstandigheden voor infectie worden genoemd:

- een nat gewas of natte bloemetjes (6) door condens of hoge worteldruk
- een hoge RV (3)
- grote bloemen die lang bloeien (2)
- een vatbaar gewas (1)
- onbalans in het gewas (1)
- en een hoge ziektedruk (1)

Als wordt gevraagd welke kennis ontbreekt voor een effectieve aanpak of preventie dan wordt genoemd:

- er is onvoldoende bekend over de effectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen specifiek tegen *Mycosphaerella* (5). Bij toenemend gebruik van meeldauwtolerante rassen, dient de keuze van een middel specifiek tegen *Mycosphaerella* te zijn. Hiervoor is vanuit de fabrikanten nog te weinig onderzoek beschikbaar.
- wat is nu het juiste klimaat om *Mycosphaerella* te voorkomen (3)
- hoeveel sporen zijn er in de kas en buiten de kas aanwezig en op welk moment (3)
- op welk tijdstip van de dag vindt de infectie plaats (2)
- op welk moment is de plant het meest gevoelig voor infectie (1). Bijvoorbeeld bloemen die net open zijn, zijn gevoeliger als op dat moment ook net getopt wordt. Zijn er meer van dat soort momenten.
- zijn sommige bloemen gevoeliger dan andere (1) (grote bloemen, bloemen die langer open zijn)
- de verschillen tussen substraten (1)
- de effectiviteit van hot-knives tegen *Mycosphaerella* (1)
- of *Mycosphaerella* ook door de vaatbundels door de plant wordt verspreid (1)
- het moment waarop de sporen vrij komen (1)
- wat is de hoofdoorzaak van de infectie (1)
- wat zijn de grenzen met betrekking tot vocht (RV of Vochtdeficit?) en worteldruk in relatie tot *Mycosphaerella* (1)
- waarom zijn er in Nederland meer problemen met vruchtrot ten opzichte van stengel-aantasting in vergelijking met bijvoorbeeld telers in Canada of Scandinavië (1)

De adviseurs verwachten deze informatie te krijgen via:

- weten ze zelf niet (3)
- fabrikanten van gewasbeschermingsmiddelen (1)
- onderzoekers (3)
- telers (2)
- vakpers (2)
- LTO (1)
- uit dit onderzoek (1)

Op dit moment krijgen de adviseurs de meeste informatie via:

- collega's (5)
- telers (5)
- vakbladen (3)
- fabrikanten van gewasbeschermingsmiddelen (2)
- eigen ervaring (2)
- leveranciers (1)
- lezingen (1)
- hun netwerk (1)
- denken zelf na (1).

Als potentiële toekomstige informatiebronnen worden de veredelaars genoemd. Zij zouden kunnen werken aan rassen met bloemen die minder open staan voor *Mycosphaerella*. Tevens zouden groepen telers meer moeten samenwerken en kennis en ervaringen moeten delen.

3.3 Resultaten telers

3.3.1 De bedrijven

In Tabel 3.6, Tabel 3.7 en staan de bedrijfsgegevens van de verschillende kwekerijen weergegeven. Telers 1 tot en met 13 zijn in juli benaderd, teler 14 en 15 half oktober 2010.

Tabel 3.6: Bedrijfsgegevens; Teelt

	Teelten komkommer	Ras	Plantdata	Traditioneel teeltsysteem	Plant / m ²	Plantenkweker
1	3x met tussenplanten	Sabrina Cratos/Sheila Cratos/Sheila	14 jan 27 apr / 5 mei 21 / 28 jul	Ja	1.45	Van Veghel
2	2x, daarna tomaat	Sabrina Sheila	12 jan 13 jun	Ja	1.2	Gipmans
3	3x	Vanice Roxanne Roxanne	15+19 dec 19-30 april (wk 16+18) 12-30 juli (wk 28-30)	Ja	1.25	Grow Group
4	2x, daarna tomaat	Euphoria Cratos	30 jan 17/24 jun	Ja	1.47	Fortaplant
5	3x	Sheila Sheila Sheila	8 jan 6 mei 6 aug	Ja	1.55	Grow Group
6	3x met tussenplanten	Armada Euphoria Euphoria	30+31 dec 28 apr / 5 mei ¹	Ja	1.5	V/d Lugt
7	3x met tussenplanten	Venice Roxanne Roxanne	23+24 dec 6 mei ¹ 3 aug	Ja	1.4	Noordam
8	3x met tussenplanten	Lameira Sheila Sheila	11+12 dec 23+30 apr ¹ 9+16 juli ¹	Ja	1.5	Grow Group
9	3x	Euphoria Sheila Sheila	18 jan 17 mei 3 aug	Ja	1.4	Noordam
10	3x	Venice Roxanne Roxanne	21+22 dec 23 apr / 7 mei 15+29 juli	Ja	1,5	Vd Lugt
11	3x	Venice Roxanne/Sheila Roxanne/Cratos	17+18 dec 14 / 21 mei 30 juli / 6 aug	Ja	1.5	Grow Group Lepelstraat
12	3x	Afd 4-5: Mystica Roxanne Cratos Afd 1-3: Carambole Roxanne Cratos	23 dec 22 – 29 apr 21 – 26 juli 14 jan 14 mei 30 juli	Ja, V-systeem	1.5 1.25 1.5 1.5 1.5 1.5	Vd Lugt
13	3x	Venice Roxanne Confida	27 dec 20 apr-20 mei eind juni/29 juli/13 aug	Ja	1.4 en 1.5 ²	1e teelt zelf, rest Grow Group
14	3x	Euphoria Sheila Hi Jack	24-25 dec 1e 3 wkn juni	Ja	1.5	Grow Group
15	2x, daarna tomaat	? Roxanne	17 jan 6 mei ¹	Ja	1.5	Gipmans

¹ Tussengeplant ² In nieuwe kas 1,5 plant/m². In oude kas 1,4 plant/m².

Tabel 3.7: Bedrijfsgegevens; Klimaat

	Scherf	Folie	Minimumbuis	Luchtbeweging/ventilatie
1	LS10 tot eind maart	Geen folie	Als vocht te hoog wordt. 's Ochtends altijd.	Normale ventilatoren boven in.
2	Beweegbaar ingezet bij buitentemp <5°C	Geen	Inzet niet op vocht. In de ochtend tot 9 uur, bij slecht weer soms tot wel 15uur. Ook om warmte te vernietigen.	Normale ventilatoren.
3	Beweegbaar ingezet bij buitentemp. <7°C tot begin april	Geen	Veel 's nachts. Niet gebruikt op vocht.	Normale Priva ventilatoren. Tot half maart 24uur/dag aan. Aan als scherm dicht is. Aan van 4.00uur tot 10.00uur.
4	Beweegbaar LS 10 tot begin mei ingezet bij buitentemp. <6°C. Buiten 6-8°C dan dicht afhankelijk van RV.	Geen	Minimumbuis erin tot 150 Watt instraling op 40-45°C. Op vocht komt de buis erin tussen 85-87% RV op 45°C. Oudere kas is vrij vochtig (niet bewust) i.v.m. afgestript dek.	Normale ventilatoren.
5	Tot begin april.	Geen	Stoekt in verhouding tot andere telers in het voorjaar meer.	Normale ventilatoren.
6	Beweegbaar LS10	Vast geperforeerd AC-folie tot begin februari.	40-50°C, valt weg op straling, verhoging op vocht met 5-10°C.	Ventilatoren boven de folie, onder het doek.
7	Beweegbaar LS10	Geen vast folie	±40°C met afbouw op straling en vocht	Ventilatoren boven gewas. Gebruik als scherm dicht is.
8	Beweegbaar LS10+	Vast folie vanaf planten tot eind februari	±40°C met afbouw op straling en vocht	Ventilatoren boven gewas. Gebruik als scherm dicht is.
9	Beweegbaar LS10	Geen vast folie	30-40°C mat afbouw op straling en vocht.	Ventilatoren boven gewas. Gebruik als scherm dicht is.
10	LS 10 Ultra beweegbaar (2e teelt niet gebruikt)	Geen vast folie	40°C met afbouw op straling en vocht.	Ventilatoren boven gewas. Gebruik als scherm dicht is.
11	Beweegbaar LS10	Geen vast folie	40°C met afbouw op straling en vocht.	Ventilatoren boven gewas. Gebruik als scherm dicht is.
12	Afd 1-3 niet. Afd 4-5 Beweegbaar scherm met AC folie.	Afd 1-3 vast AC-folie tot eind feb. Afd 4-5 beweegbaar AC-folie.	Slangen basis verwarming. Begin 80°C, later minimum buis 50°C met afbouw op straling en verhoging op RV>85%	Ventilatoren boven gewas. Gebruik ook later in teelt voor luchtbeweging bij vochtige omstandigheden.
13	Schermen als temp <6°C	Geen folie	Vroeg erin, meestal om 23:00 of 24:00 uur op 35 graden. Om 3:00 of 4:00 uur naar 45-50°C. Vanaf 14:00uur op licht afbouwen.	Gewone ventilatoren die draaien als het doek dicht is.
14	Beweegbaar scherm	Geen folie	Soms, afhankelijk van buitenklimaat	Geen ventilatoren.
15	Beweegbaar SLS 10	Geen folie	Afhankelijk van buitenklimaat. Vanaf 21uur opvoeren naar 35-40°C, vanaf 3 uur verhogen tot soms 50°C.	Geen ventilatoren.

Tabel 3.8: Bedrijfsgegevens; Substraat, watergift en Mycosphaerella

	Substraat	Watergeefstrategie	Overige	Mycosphaerella in 2010?	
				Stengel	Vrucht
1	Perliet Steenwol ¹	Veel water op perliet		Ja, niet veel	Ja, niet veel
2	Steenwol (Master)	Start 2-3 uur na zon p. Watergift op licht en watergehalte in de mat. 's Nachts 1-5 aanvulbeurtjes afhankelijk van de in-tering van de mat.	Dak berege- ning.	1e teelt weinig, 2e niet	Ja, op de poten
3	Steenwol	Veel water. Start vroeg en gaat lang door (b. aug van 6.30-20.00uur). 's Nachts indien nodig een aanvulbeurt.		Ja	Ja
4	Puimsteen	Hele dag door druppelen. Puimsteen is droog substraat. Drain moet 8% zijn en bij hoge plantbelasting 15%		Ja, 2e teelt niet	Ja, 2e teelt niet
5	Perliet	Veel water in verband met perliet. 's Nachts minder water in verhouding met collega's. In-tering 10%		2 komkommers op heel bedrijf	Nee
6	Puimsteen op goten	1 uur na zon op tot ongeveer een uur voor zon onder. Enkele nachtbeurten.		Nee	Nee
7	Steenwol V.a.2eteelt perliet	2 uur na zon op tot 2 uur voor zon onder. Bij hoge instraling nachtbeurt. Op perliet 3 nachtbeurten.		Nauwelijks	Nauwelijks
8	Perliet in zakken	1 uur na zon op tot 2 uur voor zon onder. 3 nachtbeurten.		Ja, 2-3% productie verlies.	Ja, 2-3% productie verlies
9	Steenwol	2 uur na zon op tot 2 uur voor zon onder. Bij hoge instraling een nachtbeurt.		Ja	Ja
10	Steenwol	2 uur na zon op tot 2 uur na zon onder. Bij hoge instraling een nachtbeurt.	Dakberege- ning in 2e teelt niet gebruikt.	Ja	Ja
11	Steenwol op goten	2 uur na zon op tot 2 uur na zon onder. Bij hoge instraling een nachtbeurt.		Ja	Ja
12	Steenwol op grond	2-3uur na zon op tot 204uur voor zon onder. Nachtbeurt bij hoge stralingssom.	Verwarming = hetelucht + slangen.	Ja	Ja
13	Steenwol	Gebruikt drainwatercontrolesysteem. Planten krijgen het water dat ze verdampen, zo worden grote schommelingen in de mat voorkomen. 's Nachts ook water om EC en watergehalte constant te houden.		Ja, niet erg veel	Nauwelijks
14	Meerjarig steenwol	Afhankelijk van het gewicht van de mat.		Wat meer dan in vrucht	Minimaal
15	Perliet	Lichtafhankelijk en afhankelijk van het gewicht van de mat maximaal 3-4 beurten in de nacht.		Ja	Ja

¹ Steenwol in 1 van de 4 afdelingen als een test in verband met productie. Geen verschillen in Mycosphaerella waargenomen.

3.3.2 Algemeen verloop Mycosphaerella in 2010

Van de ondervraagde telers heeft 1 teler in 2010 geen Mycosphaerella op het bedrijf waargenomen. Een ander had niet meer dan 2 door Mycosphaerella geïnfecteerde komkommers op het hele bedrijf gezien.

De eerste vruchten met Mycosphaerella zijn bij de overige telers vanaf februari of begin april waargenomen. Aan het einde van de eerste teelt was er een kleine toename in het aantal vruchten met Mycosphaerella. Met op het hoogtepunt eind april – begin mei tot ongeveer 10% uitval van de vruchten. 1 teler heeft in de 1e teelt geen problemen gehad met Mycosphaerella op de vruchten.

Ook in de 2e teelt zijn er problemen met Mycosphaerella geweest.

Twee telers hebben alleen in de 2e teelt op de laatste vruchten van de stam Mycosphaerella gezien. Bij de ene teler was dit slechts een lichte aantasting, de ander heeft het over 'heftige problemen'. Een andere teler meldt dat in de 2e teelt vanaf half juni veel aantasting is gevonden. Daarna is het weer warmer en droger geworden en werden de problemen minder. Weer een andere teler had juist in het begin van de 2e teelt wat Mycosphaerella gezien.

Een andere teler geeft aan dat door het vochtige weer rond 10 mei er rond 25 mei veel Mycosphaerella halverwege de stam is waargenomen.

Nadat in de eerste teelt veel Mycosphaerella op het blad aanwezig was, is bij één teler voor de 2e teelt het gevoelige ras Roxanne tussengeplant. Hierdoor is in die 2e teelt veel infectie van de vruchten opgetreden.

Als een oorzaak voor het optreden van Mycosphaerella wordt genoemd de koude nachten in april. Ook wordt genoemd dat de eerste vruchten begin april in de warme hoeken zijn waargenomen. Een andere teler meldt juist dat de heftige problemen voorkwamen in de koude hoeken.

Door één teler wordt gemeld dat Mycosphaerella vooral in de nieuwste kas is waargenomen. In de oudste kas was minder aantasting.

Eén teler meldt dat de aantasting afhankelijk is van het ras. Het ras 'Roxanne' is gevoelig voor Mycosphaerella doordat het een flinke groeier is met grote bloemen die lang bloeien.

Ook onweer wordt door een teler als oorzaak genoemd. Door zeer snelle daling in buitentemperatuur bij dreigend onweer, waardoor ook de kastemperatuur daalt, kan het gewas de temperatuurverandering niet snel genoeg volgen. Dit resulteert in een afwijkende niet gewenste verhouding tussen planttemperatuur en omgevingstemperatuur.

Twee telers melden dat de Mycosphaerella eerder op de stengel is gevonden dan op de vruchten. In april - mei is het voor het eerst gezien, daarna is het steeds zichtbaar gebleven maar het is niet erger geworden. De planten zijn er niet door uitgevallen. Eén teler meldt dat het eerst op de vruchten is gevonden, en daarna pas in het gewas.

Eén teler meldt dat de 1e aantasting is waargenomen op de bladeren die tegen de vaste folie aan zaten.

3.3.3 Preventieve aanpak

Preventieve maatregelen die door telers spontaan worden opgenoemd die zij preventief hebben genomen ter voorkoming van Mycosphaerella zijn:

Gewasbescherming:

- Bespuiting uitvoeren (9) met o.a. Baycor Flow, Fungaflor, Daconil, Rocket (vnl. 2e teelt), Collis (als stam en rank vol in bloei staan of bij 1e aantasting).
- Hommels met Trianum (1)1

Klimaat:

- Luchtig telen (4) De ramen bijna altijd een klein stukje open. Ook 's avonds.
- Eerder opstoken (4)
- Meer minimum buis (3) voornamelijk 's morgens.
- Kort op de stooklijn luchten (3)
- Minimum buis (2)
- Geen grote schommelingen in klimaat (2)
- Daksproeiers niet meer gebruiken (1)2
- Dakberegening 's avonds niet te lang aan (1)
- De kas zo langzaam mogelijk opwarmen om condensatie te voorkomen (1)

Watergift:

- 's Nachts meer water geven (1), Voldoende EC (1)
- Niet te vroeg starten met druppelen (1)
- 2 uur na zon op starten met watergift en een latere nachtbeurt (meer dan 2 uur na zon onder) (1)

Hygiëne:

- Afvoeren van loof en niet meer zelf composteren (1)
- Tijdens teeltwisseling in de winter ontsmet met Formaline en/of Jet 5 (4)
- Schoon beginnen aan het begin van het jaar (2)

Teelthandelingen:

- Voor het spuiten een blad weg plukken (1)

Overige:

- Niets (1)

Toelichting:

¹ De hommels brengen de biologische plantversterker Trianum in de bloemen.

² Door het gebruik van daksproeiers zouden druppels die hierdoor ook in de kas komen, de verspreiding van Mycosphaerella verergeren.

Eind september is de teler die hommels met Trianum heeft ingezet, teruggebeld om zijn ervaringen te vernemen. In de 1e teelt zijn de hommels en Trianum ingezet toen er al Mycosphaerella aanwezig was. Na het inzetten van de hommels bleef Mycosphaerella aanwezig, echter wel wat minder dan ervoor. Tijdens de 2e teelt is in de laatste week van augustus en eerste 2 weken van September Mycosphaerella opgetreden. In één kas zijn de hommels met Trianum in gezet in de andere kas niet. In kas met hommels is duidelijk minder Mycosphaerella voorgekomen, echter daar is ook één keer meer met Rocket gespoten dan in de andere kas. Tevens zijn het 2 verschillende kassen met betrekking tot bouwjaar en hoogte. Het is dus geen goede vergelijking. Koppert heeft in zijn gewas onderzocht dat op 99% van de bloemen Trianum aanwezig was. Over de inzet van hommels en Trianum in een volgend jaar bestaat nog twijfel. De teler heeft het gevoel dat hommels wel een bijdrage leveren maar niet 100% de oplossing zijn. Misschien is meer onderzoek nodig om dit goed uit te zoeken.

Eén teler meldt expliciet dat bespuitingen geen effect hadden. Deze teler heeft gebruik gemaakt van bestrijding door middel van LVM'en totdat de Mycosphaerella in het gewas zat. Toen is hij begonnen met spuiten, maar dat gaf geen resultaat.

Door één teler wordt aangegeven dat hij in de 2e teelt minder problemen had met Mycosphaerella doordat hij in die teelt, ten opzichte van de 1e teelt, de regeling voor de luchting en de minimumbuis vochtafhankelijk had ingesteld.

Na deze open vraag over de genomen preventieve maatregelen, is aan de telers de vraag gesteld of zijn onderstaande preventieve maatregelen hadden genomen.

Tabel 3.9: Preventieve maatregelen

	Ja	Nee
Bloemen plukken van jonge vruchtjes	0	15
Blad plukken	13	2
UVc belichting	0	15
Droog stoken	15	0
Vruchten dunnen	8	7
Gietwater verwarmen	8	7

Meer dan de helft van de telers geeft bij het blad plukken aan dat ze dit wel gedaan hebben, maar niet om *Mycosphaerella* tegen te gaan.

De telers die vruchten dunnen geven allemaal aan dat ze dit niet doen om *Mycosphaerella* tegen te gaan. Eén teler merkt op dat het indirect misschien wel goed kan zijn om *Mycosphaerella* te voorkomen omdat de plant meer in balans blijft.

Bij het verwarmen van gietwater geeft 1 teler aan dat hij dit wel heeft gedaan in de ene afdeling en niet in de andere afdeling. Er is geen verschil in aantasting waargenomen.

Eén teler heeft bronwater in een silo met verwarming. Dit water is dus niet zo koud als bassinwater, er is echter geen verwarming in het water aanwezig. Twee telers gebruiken het verwarmde gietwater maar een bepaalde periode van het jaar. Eén gebruikt het verwarmde gietwater niet in het voorjaar, de andere alleen tot en met april.

3.3.4 Curatieve aanpak

Ter bestrijding van *Mycosphaerella* zijn de volgende maatregelen genomen:

- Spuiten, foggen of LVM'en (12) met Baycor Flow, Collis, Fungaflor, Rovral, Teldor, Rocket, Ortiva, Nimrod en Daconil. Middelen worden afgewisseld voor het beste resultaat.
- Luchtiger telen (3) door de ramen altijd op een kleine kier te zetten ook 's avonds. Kort op de stooklijn luchten.
- Minimum buis in de ochtend (2)
- Niet te vroeg starten met water geven en tijdig stoppen (1). Starten later dan 2 uur na zon op, en stoppen 2 uur voor zon onder.
- Niet van toepassing (1) omdat geen *Mycosphaerella* aanwezig was.

Door één teler wordt gemeld dat tot de aantasting met *Mycosphaerella* gebruik is gemaakt van de LVM voor de bestrijding van meeldauw met een nevenwerking op *Mycosphaerella*. Daarna is er gespoten, maar daardoor lijkt het alleen maar erger te worden.

Over de effectiviteit zijn de meningen verdeeld. Er wordt gesteld dat 'als je het eenmaal hebt, dan valt er weinig aan te doen'.

Eén teler met een minimale aantasting in de vruchten heeft helemaal niets curatief gedaan.

Spuiten wordt veelal 's avonds tussen 17.00uur en 22.00uur uitgevoerd, bij slecht weer overdag. Foggen vindt 's avonds plaats. Twee telers spuiten vooral in de ochtend. Het resultaat is moeilijk te beoordelen. Er zijn ook tuinders die niets doen en ook geen last hebben.

Tabel 3.10: Toegepaste gewasbeschermingsmiddelen met doseringen en effectiviteit.

Middel	Spuiten: Dosering / 100 liter	LVM / Fog: Dosering / ha	Effect?
Baycor Flow	40 ml	1 ltr	- Niets.
Fungaflor	40 - 50 ml	1 ltr	- Goed
Daconil	150l - 300ml		- Niet goed en opbrengstderving door bestrijding. - Goed. - Minimaal.
Collis	40 – 50 ml	0.5 ltr	- Goed. - Minimaal. - Niet meer goed. - Niets. - Plantremming.
Rocket	100 ml		- Goed.
Rovral	50 ml		
Teldor	100 ml		
Ortiva	80 ml		- Niet meer goed. - Twijfelachtig.
Nimrod	200 ml		

¹ Ongeveer de helft van de telers die Daconil gebruikt, doet dat in een lagere dosering dan op het etiket staat aangegeven. Daconil is door één teler in de halve dosering gespoten omdat er anders te veel residu zichtbaar is op de vruchten. Een teler geeft aan om die reden Daconil met een uitvloeier te spuiten.

3.3.5 Verwachte opbrengstderving

Aan opbrengstderving door *Mycosphaerella* geeft men 0 tot 5 komkommers per m² (ongeveer €0,00 tot € 1,30/m²) aan. Tevens geeft men aan dat de uitval door *Mycosphaerella* misschien niet zo hoog is, maar als gevolg van het vele spuiten er wel minder productie is door groeiremming. Hier kan men geen bedrag aan verbinden. Door één teler wordt aangegeven dat er ook extra kosten zijn gemaakt voor de bespuitingen (€0,50/m²) en extra energie.

3.3.6 Aanpassingen in maatregelen

Aan de telers die in 2010 problemen hadden met *Mycosphaerella* in hun teelt is gevraagd wat zij volgend jaar anders gaan doen om schade van *Mycosphaerella* te voorkomen of beperken.

- Niets anders (5)
- Rassenkeuze (1)

Klimaat:

- Luchtiger telen (3)
- Beter op klimaat letten (3) met namen het luchten
- Meer stoken (2)
- Eerder en meer gebruik minimumbuis(2)
- Vroeger het plastic verwijderen (2). Dit ook ondanks de temperatuur.
- Bij koude nachten goed letten op worteldruk en planttemperatuur (1)
- Te sterke wortels voorkomen (1)
- Harder stoken bij koude nachten (1)

Gewasbescherming:

- Eerder beginnen met spuiten (2) en dan vooral Fungaflor tegen meeldauw.
- Infectiedruk laag proberen te houden (2)
- Geen Daconil meer gebruiken (1)
- Goed schoon beginnen (1)

Kennis:

- Resultaten van dit onderzoek goed lezen (1)

Eén teler gaf aan dit jaar wat problemen te hebben gehad met de WKK waardoor wat Etheen de kas is ingekomen. De tuinder sluit niet uit dat dit een effect heeft gehad op de groei en de weerbaarheid van het gewas tegen *Mycosphaerella*. Er was geen zichtbare gewasschade. Dit probleem is nu opgelost en zal dus volgend jaar dus niet meer aanwezig zijn.

3.3.7 Bestaande en ontbrekende kennis bij telers over *Mycosphaerella*

Als laatste onderdeel van het interview is aan de telers wat gevraagd over hun kennis met betrekking tot *Mycosphaerella*. Tussen haakjes is vermeld hoeveel van de 13 telers het betreffende antwoord heeft gegeven.

Bij de optimale omstandigheden voor verspreiding van *Mycosphaerella* wordt genoemd:

Vruchten:

- Vochtig klimaat (8)
- Koude nachten en te snel luchten (3), hierdoor ontstaat een vochtig klimaat.
- Verspreiding door waterdruppels van de dakberegning (2)
- Temperatuurschommelingen (3) door bijvoorbeeld wisselende weersomstandigheden, warm-koud, zon-regen.
- Koude nachten (1)
- Verspreiding door ventilatoren/luchtverplaatsing (2)
- Natte vruchtjes / bloemetjes (1)
- Hoog vochtgehalte (1)
- Warm en vochtig klimaat (1)
- Te veel potten (1)
- Te lage planttemperatuur (1)
- Vochtig klimaat in combinatie met koud gewas (1). Vochtdeficit moet boven 2 blijven, 's ochtends boven 3.

Stengel:

- Vochtig klimaat (8)
- Koude nachten en te snel luchten (3), hierdoor ontstaat een vochtig klimaat.
- Temperatuurschommelingen (3) door bijvoorbeeld wisselende weersomstandigheden, warm-koud, zon-regen.
- Verspreiding door waterdruppels van de dakberegening (2)
- Koude nachten (1)
- Verspreiding door ventilatoren/luchtverplaatsing (2)
- Nat gewas / klamme omstandigheden (1)
- Hoog vochtgehalte (1)
- Te veel potten (1)
- Te lage planttemperatuur (1)
- Vochtig klimaat in combinatie met koud gewas (1). Vochtdeficit moet boven 2 blijven, 's ochtends boven 3
- Personeel (1)

Als optimale omstandigheden voor infectie wordt genoemd:

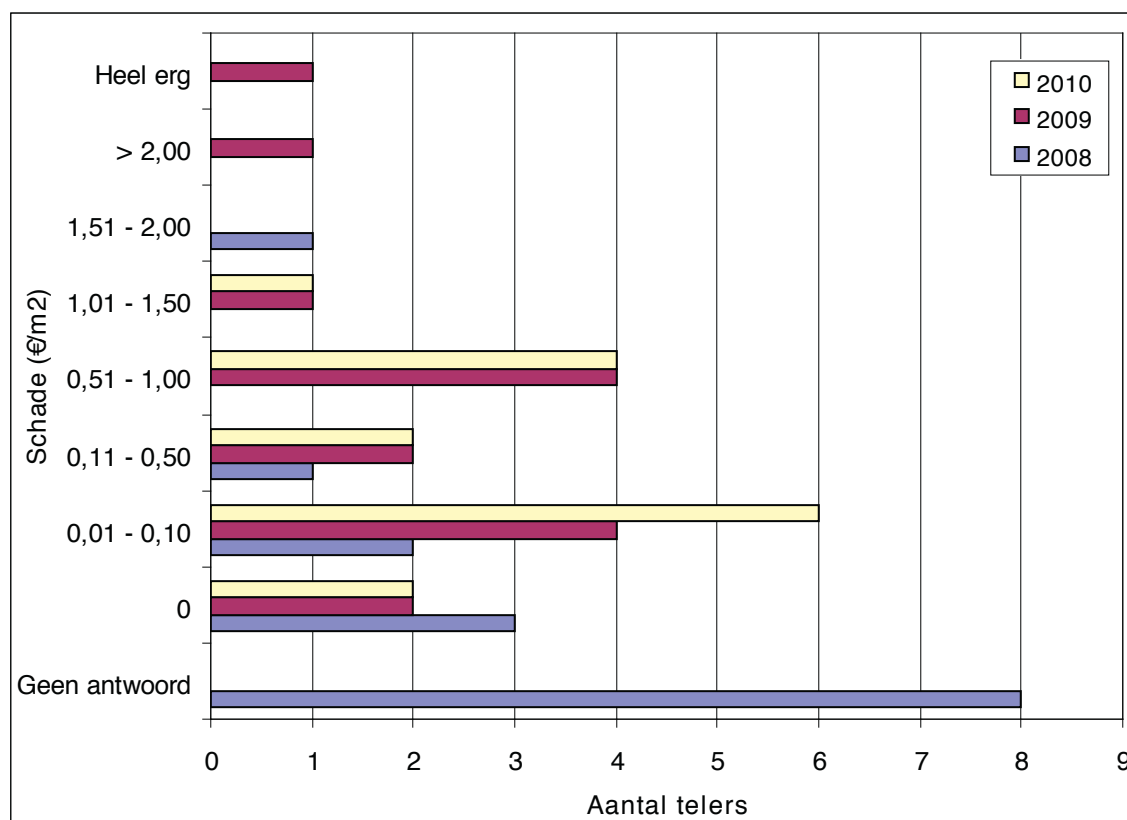
Vruchten:

- Veel worteldruk en vocht (3)
- Natte vruchten en bloemen door condensatie (3)
- Infectiedruk (3)
- Vochtig klimaat (2)
- Vochtige omstandigheden, te koude plant en te veel worteldruk (1)
- 's morgens als de bloemen bloeien (1)
- 's morgens bij een hoge worteldruk en een vochtig klimaat waardoor het vruchtje nat wordt (1). Alleen kleine bloeiende vruchtjes kunnen worden geïnfecteerd. Als een bloemetje is uitgebloeid kan deze niet meer worden geïnfecteerd.
- Vochtige bloem door hoge worteldruk (1)
- 's morgens tussen 2 uur voor en 2 uur na zonsopkomst (1). Vooral tijdens of net na een hoge plantbelasting.
- Broeierige omstandigheden in ochtend, avond/middag (1)
- Koude nachten (1)
- Wisselende weersomstandigheden (1), warm-koud, zon-regen.
- Als het gewas vochtig is (1)
- Koude temperatuur van plant en kop (1)
- Op de bloemen kan *Mycosphaerella* altijd kiemen want de stamper is altijd nat (1). Grote bloemen bloeien langer en hebben dus meer kans om geïnfecteerd te raken.

Stengel:

- Vochtig klimaat (4)
- Nat gewas door condensatie (3)
- Veel worteldruk en vocht (3)
- Infectiedruk (2)
- Wisselende weersomstandigheden (2), warm-koud, zon-regen
- Vochtige omstandigheden, te koude plant en te veel worteldruk (1)
- 's morgens en 's avonds bij een hoge luchtvochtigheid (1)
- Hoge worteldruk (1)
- Gewas nog niet op temperatuur (1)
- Nat gewas / klamme omstandigheden (1)
- 's morgens bij een hoge luchtvochtigheid (1)
- Broeierige omstandigheden in ochtend, avond/middag (1)
- Koude nachten (1)
- Als het gewas vochtig is (1)
- Koude temperatuur van plant en kop (1)
- Koud en nat gewas (1).

Of Mycosphaerella andere jaren op het bedrijf voorkwam en hoe groot de schade destijds was, is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1: Schade (€/m²) in 2008, 2009 en 2010. In 2010 bedroeg de gemiddelde schade €0,50/m².

Als wordt gevraagd welke kennis ontbreekt voor een effectieve aanpak of preventie dan wordt genoemd:

Infectie:

- Onder welke omstandigheden krijg je infectie, wat is de grens? (4)
- Wanneer vind een infectie precies plaats? (3)
- Zijn er verschillende stammen van de Mycosphaerella-schimmel? (1)
- Hoe ontstaat de aantasting? (1)
- Zit Mycosphaerella ook in de plant? (1)
- Als je een komkommer met Mycosphaerella af snijdt, dan komt er daarna vaak Mycosphaerella op het steeltje. Hoe komt dat? (1)
- Waar vind precies de aantasting plaats? (1)
- Hoe verloopt de sporenontwikkeling? (1)
- Hoe lang blijven de sporen leven? (1)
- Wat is de kritische periode voor Mycosphaerella? (1)
- Hoe kan ik Mycosphaerella signaleren? (1)
- Verspreid Mycosphaerella zich ook onder droge omstandigheden? (1)
- Onder welke omstandigheden wordt de worteldruk te hoog (1)
- Spelen stressmomenten van de plant een rol bij Mycosphaerella (1)
- Wat zijn de exacte omstandigheden waarbij Mycosphaerella ontstaat (1)

Preventieve maatregelen:

- Wat is het juiste klimaat om Mycosphaerella te voorkomen? (2)
- Wat is het effect van het opwarmen van gietwater? (1)
- Heb je met een hogedraadteelt met een meeldauwtolerant ras en 'bloemetjes plukken' minder problemen dan in een traditionele teelt? (1).
- Wat is de invloed van compostering op het eigen bedrijf? (1)

Bestrijding:

- Hoe kun je gericht op Mycosphaerella bestrijden (2). Moment en methode van toepassen.
- Hoe werken de gewasbeschermingsmiddelen (1)
- Wat is de effectiviteit van hommels met Trianum? (1)
- Werken de middelen die in o.a. spruiten worden toegepast tegen Mycosphaerella ook tegen Mycosphaerella in komkommer? (1)
- Mist geen kennis, maar mist 1 à 2 goede middelen op het probleem aan te pakken (1).

Overige:

- Niets (1). Dit onderzoek is dan ook overbodig.
- Zoals het nu gaat is het afdoende (1)
- We weten juist niet welke informatie er ontbreekt (1) maar er ontbreekt wel wat.

De telers verwachten informatie over een goede aanpak van Mycosphaerella te krijgen via:

- Teeltvoorlichter (12)
- Onderzoekers (2)
- Adviesbureaus (1)
- Veredelingsbedrijven (1)
- LTO Groeiservice (1)
- Dit onderzoek (1)
- Vakbladen (2)
- Gewasbeschermingadviseur van toeleverancier (1)
- Niemand (1)

Opgemerkt wordt dat er tot nu toe weinig onderzoek is gedaan naar Mycosphaerella.

De veredelingsbedrijven zouden volgens één teler moeten werken aan resistentie of tolerantie van hun rassen voor Mycosphaerella. Door meer gebruik te maken van meeldauwresistente rassen en minder gevoelige rassen voor Mycosphaerella kan naar verwachting nog veel winst behaald worden op het middelengebruik.

Op dit moment krijgen de telers de meeste informatie van:

- Teeltvoorlichter (15)
- Studieclub/Excursiegroep (3)
- Vakbladen (3)
- Telers (1)
- Informatieavonden LTO Groeiservice (1)
- Gewasbeschermingadviseur van toeleverancier (1)
- In 2006 heeft een teler in overleg met zijn teeltvoorlichter en gefinancierd met een kennisvoucher, kennis vergaard over Mycosphaerella via Dhr. P. Paternotte (Wageningen UR glastuinbouw). (1)

Door één teler wordt gesteld dat doordat een aantasting van Mycosphaerella zo weersafhankelijk is, de voorlichter altijd achter de feiten aan loopt. Eigenlijk zou er zoiets als een Mycosphaerella-Alert-Systeem moeten zijn dat waarschuwt bij kritieke omstandigheden.

Eén teler wil nog kwijt dat in de afgelopen 40 jaar het onderzoek naar Mycosphaerella nog niets is opgeschoten. Verzoek is om nu echt een resultaat te krijgen, met dingen die wel werken.

3.4 Conclusies adviseurs

Mycosphaerella komt op bijna alle bedrijven voor, zeker op de vruchten.

- Er komt meer Mycosphaerella voor in de teelt met meeldauwtolerante rassen
- Rassen van zaadleverancier Nunhems zouden minder gevoelig zijn voor Mycosphaerella in de vruchten doordat deze rassen kleinere bloemen hebben waardoor ze sneller afgesloten zijn voor Mycosphaerella-sporen.
- Het ras 'Roxanne' is erg gevoelig voor Mycosphaerella.
- Gesteld wordt dat indien een bedrijf eenmaal een aantasting heeft gehad, hier zeer moeilijk weer vanaf is te komen in de volgende teelten in hetzelfde jaar.
- Voornaamste oorzaken die worden genoemd voor het optreden van Mycosphaerella:
 - o broeierig, benauwd klimaat (hoge luchtvochtigheid en warm)
 - o nat slaan van vruchten en gewas door wat voor omstandigheden dan ook (overgang in de ochtend, hoge worteldruk, guttatie, etc.)
- Gemiddeld bedraagt in 2010 de schade op de bedrijven volgens de geënquêteerde adviseurs € 1,10/m².
- Preventief worden voornamelijk gewasbeschermingsmiddelen toegepast welke vermoedelijk een nevenwerking tegen Mycosphaerella hebben.
- Advies over klimaat en hygiëne is beduidend minder dan advies over inzet van gewasbeschermingsmiddelen. Het grootste gedeelte van het advies concentreert zich op het gebied van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Hierbij dient in ogenschouw genomen te worden dat van de 6 geïnterviewde adviseurs er 4 gewasbeschermingspecialist van een toeleverancier zijn. Hun functie is meer gericht op verkoop en advies van gewasbeschermingsmiddelen en minder op preventie door middel van klimaatinstellingen.
- Terwijl de problematiek met Mycosphaerella groot is geeft toch de helft van de adviseurs aan dat hun advisering ten opzichte van voorgaande jaren niet is veranderd.
- Voornaamste ontbrekende kennis:
 - o Effectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen tegen specifiek Mycosphaerella.
 - o Het juiste klimaat om Mycosphaerella te voorkomen.

3.5 Conclusies telers

- Mycosphaerella komt maar op 2 van de 15 bedrijven niet voor.
- De preventieve aanpak van Mycosphaerella richt zich voornamelijk op het toepassen van gewasbeschermingsmiddelen met een vermoedelijke nevenwerking tegen Mycosphaerella. Daarnaast worden ook klimaatmaatregelen genomen om luchtiger (minder vocht) te telen en wordt er tijdens de teeltwisseling ontsmet.
- Sommige gewashandelingen die Mycosphaerella mede kunnen voorkomen, worden door telers wel uitgevoerd maar niet bewust om Mycosphaerella te voorkomen.
- Curatief worden voornamelijk gewasbeschermingsmiddelen toegepast. Soms wordt ook luchtiger geteeld.
- De schade op de geïnterviewde bedrijven varieert tussen € 0,00 en € 1,50/m² in 2010
- Een kwart van de telers zegt volgend jaar niets anders te gaan doen in de aanpak van Mycosphaerella. Andere nemen voornamelijk maatregelen om een beter klimaat te realiseren of schoner te starten (meer hygiënemaatregelen tijdens de teeltwisseling).
- Voornaamste oorzaken die worden genoemd voor het optreden van Mycosphaerella:
 - o Vochtig klimaat
 - o Nat slaan van vruchten en gewas door wat voor omstandigheden dan ook (overgang in de ochtend, hoge worteldruk, guttatie, etc.)
- De lijst met ontbrekende kennis is uitgebreid en divers. Wat aangeeft dat telers veel vragen hebben en ook niet goed weten in welke richting de oplossing gevonden moet worden. Veel vragen richten zich op de omstandigheden waaronder en de manier waarop infectie plaatsvindt. In tegenstelling tot bij de adviseurs leeft de vraag over de effectiviteit van de gewasbeschermingsmiddelen tegen specifiek Mycosphaerella onder telers veel minder.
- Telers verwachten informatie over de aanpak van Mycosphaerella voornamelijk te krijgen via hun teeltvoorlichter.

3.6 Witte vlekken en aanbevelingen vanuit de praktijk

Mycosphaerella is een toenemend en terugkerend probleem in de teelt van komkommer. Vrijwel alle komkommertelers en adviseurs hebben er mee te maken.

Een concrete oplossingsrichting is nog niet voorhanden en er staan nog veel vragen open. Daarom dient het toekomstig onderzoek gericht te zijn op diverse onderwerpen zoals:

- Gewasbescherming: Welke middelen werken specifiek op Mycosphaerella?
- Klimaat: Wat is precies een goed klimaat om Mycosphaerella te voorkomen?
- Hygiëne: Hoe kan een eenmaal besmet bedrijf weer vrij komen van Mycosphaerella?

Misschien is een deel van deze informatie al wel ergens bekend maar niet bij de doelgroep aangekomen. Antwoorden die beschikbaar zijn of gevonden worden dienen om die reden goed gecommuniceerd te worden met de teeltvoorlichters zodat deze informatie duidelijk, begrijpelijk en toepasbaar bij de telers terecht komt.

4 Informatie van fabrikanten, veredelaars en internationale experts

4.1 Informatie van fabrikanten

Door Wageningen UR Glastuinbouw zijn de volgende producenten van gewasbeschermingsmiddelen benaderd met de vraag of er nieuwe chemische en/of biologische middelen te verwachten zijn tegen *Mycosphaerella*:

- Bayer
- Certis
- BASF
- Makhteshim Agan / Mabeno
- Syngenta Crop Protection
- Koppert bv.

In de gesprekken wordt duidelijk dat er door de fabrikanten niet specifiek gescreend wordt op *Mycosphaerella*, maar wel op echte meeldauw en *Botrytis*. Omdat deze schimmels allemaal behoren tot de groep van ascomyceten wordt uitgegaan van eenzelfde werking. De praktijk moet vervolgens uitwijzen of dit terecht is of niet.

Al op korte termijn (1-2 jaar) worden er een aantal nieuwe chemische middelen tegen meeldauw verwacht. De kans op resistentie wordt gering geacht, omdat ze uit andere chemische groepen komen die op dit moment nog niet tegen meeldauw worden ingezet. Hiervan verwacht men een goede nevenwerking tegen *Mycosphaerella*, maar dit moet zich dus nog uitwijzen in de praktijk.

Ten aanzien van Nimrod (Mabeno) loopt er een nieuwe indieningsaanvraag bij het College voor toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb). Het product bevat op dit moment een teruggetrokken stof, maar de fabrikant verwacht dat het product behouden blijft voor de sector.

Er lijken geen nieuwe biologische producten in ontwikkeling te zijn. Wel heeft Koppert onderzoek gedaan naar de effectiviteit van hommels in het overbrengen van *Trichoderma harzianum* ter voorkoming van *Mycosphaerella* inwendig vruchtrot. Hommels worden normaliter niet gebruikt bij de teelt van komkommer omdat de planten alleen maar vrouwelijke bloemen produceren, maar kunnen voor dit doel wel worden ingezet om bloemen te bezoeken en te inoculeren. De huidige praktijkervaringen dusver zijn dat hommels met een goede bijvoeding goed in staat zijn om de antagonist op komkommerbloemen over te brengen. Een volgende stap is om te meten wat de effecten zijn op vermindering van inwendig vruchtrot. Dit is onder praktijkcondities lastig en zal onder meer gecontroleerde condities moeten plaatsvinden. Tevens is het de vraag of dat *T. harzianum* wel de meest geschikte antagonist is of dat er andere schimmels of bacteriën zijn die beter in staat zijn om *D. bryoniae* te bestrijden?

Kennisbehoefte

Er is bij de fabrikanten wel behoefte aan testen naar de specifieke werking van hun product tegen *Mycosphaerella*, maar omdat het op dit moment geen onderdeel vormt van de registratieprocedure als gewasbeschermingsmiddel wordt het nu uit oogpunt van kostenbesparing achterwege gelaten.

4.2 Informatie van veredelaars

Door Wageningen UR Glastuinbouw zijn de volgende veredelingsbedrijven van komkommer benaderd:

- Syngenta Crop Protection
- Monsanto (voorheen De Ruiter Seeds)
- Nunhems Zaden
- Rijk Zwaan
- Enza Zaden

Op dit moment zijn er geen komkommerrassen met (partiële) resistentie tegen *Mycosphaerella*. De vraag die aan de veredelaars gesteld werd, is of er wel nieuwe ontwikkelingen zijn op dit gebied en op welke manier er in het selecteren van nieuwe rassen rekening gehouden wordt met gevoeligheid voor *Mycosphaerella*. Tevens werden enkele suggesties van Van Steekelenburg (1985) en Amand & Wehner (1995) voorgelegd, zoals selectie op kleinere bloemen en bloemen zonder stijl.

Uit de gesprekken met veredelaars blijkt dat er bij alle bedrijven al in een jong stadium van de selectieprocedure wordt gelet op de gevoeligheid voor *Mycosphaerella*. Daarbij ligt de sterkste nadruk op het voorkomen van inwendig vruchtrot. Het optreden van stengelaantasting is sterk afhankelijk van klimaatsomstandigheden waardoor het lastiger is om aan de hand van planteigenschappen in een jong stadium te gaan selecteren. Gevoeligheid hiervoor wordt pas later waargenomen als de rassen al op praktijkniveau worden getoetst.

Nieuwe resistentiegenen tegen *Mycosphaerella* zijn nog niet zijn gevonden, dus richten veredelaars zich vooral op bepaalde indirecte planteigenschappen die de kans op infectie kunnen verkleinen. Selectie blijft lastig, omdat er altijd sprake is van een complexe interactie tussen de genetische achtergrond en de invloed vanuit het milieu (klimaat- en teeltomstandigheden). In het geval van inwendig vruchtrot zijn er wel een aantal genetische aangrijpingspunten voor de veredelaar (bijv. bloemeigenschappen), zodat hier in een jong stadium op is te selecteren. Gewasresistentie loopt echter niet altijd gelijk op met een verminderde gevoeligheid van vruchten. De groeikracht van het gewas (vegetatief of generatief) speelt hierin ook een belangrijke rol. De meer generatieve rassen lijken minder gevoelig voor *Mycosphaerella* aantasting door een lagere worteldruk met minder risico op guttatie en een opener gewas waardoor minder risico op condensvorming in het bladerpakket ontstaat. Dit verklaart deels de extra gevoeligheid van meeldauwtolerante rassen met een sterk vegetatieve groeiwijze. Tevens worden deze rassen minder gespoten met middelen die een nevenwerking op *Mycosphaerella* hebben.

Selectie op bloemeigenschappen is niet altijd even succesvol gebleken. Zo is er onderzoek gedaan naar bloemen zonder stijl en bloemen met een extra lange stijl, maar er leek in beide gevallen geen duidelijk verband te zijn met het optreden van inwendig vruchtrot, zodat dit niet verder is opgepakt. Het idee dat kleine bloemen zonder meer minder gevoelig zijn voor infectie dan grotere bloemen kon eveneens niet worden bevestigd, omdat er meerdere bloemfactoren hierin een rol spelen zoals bijv. lengte van de stijl of grofheid van de bloemstempel. Toch is het algemene beeld wel dat de huidige commerciële rassen met relatief kleine bloemen minder gevoelig zijn voor inwendig vruchtrot.

4.3 Informatie van internationale experts

Er is aan verschillende buitenlandse onderzoekers gevraagd of zij recente onderzoeksresultaten hadden met betrekking tot *Mycosphaerella*. Hiervoor zijn benaderd: Richard Bélanger, Tim O'Neill, Yigal Elad en Dani Shtienberg. Van deze onderzoekers gaf alleen Yigal Elad (Israël) aan dat hij recent middelen had getest tegen *Mycosphaerella*, maar dat de resultaten van het onderzoek vertrouwelijk zijn.

5 Witte vlekken in het onderzoek en oplossingsrichtingen

5.1 Witte vlekken onderzoek

Ziekteontwikkeling:

- Wat is de bron van sporen aan het begin van het seizoen, zijn dit alleen de ascosporen of ook de conidiën die zich makkelijker via de lucht verspreiden?
- Wat is precies de bijdrage van ascosporen en conidiën aan de epidemie-ontwikkeling?
- Wat is het moment van hoogste infectiekans?
- Wat is de relatie tussen sporenvuchten en aantasting door inwendig vruchtrot?
- Wat is de relatie tussen het optreden van stengelaantasting en inwendig vruchtrot?
- De huidige sporenvangers meten vooral de ascosporen, terwijl conidiën ook een belangrijke rol spelen bij infecties, is dit de oorzaak voor het slechte verband tussen sporenvuchten en aantasting van inwendig vruchtrot?

Uitgangsmateriaal:

- Wat zijn de cultivar verschillen in optreden tussen stengelrot en inwendig vruchtrot?
- Wat zijn de cultivar gevoeligheden voor sturing op EC?
- Zijn alle meeldauw tolerante rassen gevoeliger voor infectie en welke vormen hierop een uitzondering?

Teelt- en klimaatfactoren:

- Wat is de invloed van silicium op inwendig vruchtrot?
- Wat is de invloed van luchtbeweging op verspreiding?
- Wat zijn de setpoints voor een goed klimaat om inwendig vruchtrot te voorkomen?
- Is de vochtbeheersing binnen HNT voldoende om *Mycosphaerella* stengelaantasting te voorkomen?
- Is de vochtbeheersing binnen HNT voldoende om *Mycosphaerella* inwendig vruchtrot te voorkomen als niet alleen vocht uit het klimaat een rol speelt, maar ook vocht uit de plant via guttatie?
- Wat is relatie tussen worteldruk, plantbelasting en gevoeligheid voor infectie van zowel stengel als vrucht?
- Is er een watermodel dat de mate van guttatie en water uit hydathoden kan voorspellen?
- Wat is de invloed van ventilatie op het optreden van inwendig vruchtrot.
- Op welke wijze is een plant generatiever te sturen zonder dat hiervoor de nachttemperatuur teveel hoeft te worden verlaagd?.

Bestrijding:

- Hygiëne: Hoe kan een eenmaal besmet bedrijf weer vrij komen van *Mycosphaerella*?
- Kan biologische bestrijding via hommels effectief ingezet worden om bloeminfectie te voorkomen?
- Wat is de effectiviteit van Botrytis- en meeldauwmiddelen tegen specifiek *Mycosphaerella*?
- Welke maatregelen of middelen maken een plant weerbaarder tegen *Mycosphaerella* zowel stengelaantasting als inwendig vruchtrot.

5.2 Oplossingsrichtingen & vervolgonderzoek

Ziekteontwikkeling:

- Bepalen momenten van infectie (praktisch)
- Ontwikkeling van sporendrukmeters die conidiën kunnen detecteren naast ascosporen

Uitgangsmateriaal:

- Plantmodel opstellen voor gunstige planteigenschappen (korte stijl, smalle stempel, weinig guttatie, kleine bloem, korte bloeiduur, snelle vruchtvorming)

Teelt- en klimaatfactoren:

- Metingen in de praktijk door middel van bedrijfsvergelijkend onderzoek
- Bepalen van cultivargevoeligheid voor sturing op EC
- Effectiviteit bepalen van siliciumhoudende meststoffen op reductie van inwendig vruchtrot
- Effect onderzoeken van luchtbeweging op aantasting van inwendig vruchtrot en onderliggende mechanismen ophelderen.
- HNT toetsen op infectiekansen voor *Mycosphaerella* stengelaantasting en inwendig vruchtrot (risico van vocht uit plant en klimaat).
- Risico bepalen van overgangsmomenten in de plantbelasting.
- Op welke wijze is een plant meer generatief te sturen zonder dat hiervoor de nachttemperatuur teveel hoeft te worden verlaagd?

Bestrijding:

- Effectiviteit van middelen testen specifiek op *Mycosphaerella* stengelaantasting en inwendig vruchtrot (inclusief Enzicur in paraplusysteem)
- Biologische bestrijding, testen met hommels
- Waarschuwingssysteem ontwikkelen (*Mycosphaerella*-Alert-Systeem)
 - o op basis van melding hoge sporendruk/infectiekans kasklimaat
 - o op basis van waterstromen: klimaat en plant (hierin wordt ook aandacht besteedt aan worteldruk en worteltemperatuur)

6 Discussie

6.1 Vocht is essentieel voor kieming en infectie

In Tabel 6.1 is een schematisch overzicht gegeven van kennis over *Mycosphaerella* die in de praktijk aanwezig is bij adviseurs en telers en hoe dit zich vertaalt naar uitvoering in de praktijk om infectie te voorkomen.

Voor zowel telers als adviseurs is het duidelijk dat vocht een belangrijke rol speelt bij het optreden van infectie door *Mycosphaerella*. Als optimale condities voor infectie worden door adviseurs genoemd: vochtige klimaatcondities (hoge RV) en vrij water op het gewas (als gevolg van condensatie, guttatie, hoge worteldruk, dakberegening waardoor water door de ramen binnenkomt). Dit wordt door het literatuuronderzoek beaamd. Vocht is de belangrijkste voorwaarde voor kieming en versnelling van het infectieproces van *Mycosphaerella*. Daarbij wordt wel onderscheid gemaakt tussen bladaantasting, stengelaantasting en inwendig vruchtrot. Voor bladaantasting is een combinatie van bladnat en beschadigingen nodig. Stengelaantasting vindt plaats vanuit de zaadlobben of op wonden van snoeien en plukken. Deze wonden voorzien de schimmel van voldoende vocht. Bij inwendig vruchtrot is een hoge RV in het kasklimaat ook niet per se een randvoorwaarde. Toch moet het vocht dan via andere wegen worden aangevoerd, bijvoorbeeld via guttatie van de bloemen, natte stempel, etc. Ten aanzien van guttatie wordt aangegeven dat het geen voorwaarde voor kieming hoeft te zijn, maar dat wanneer een spore eenmaal is gekiemd het infectieproces wel wordt versneld (Amand & Wehner, 1995).

Tabel 6.1 Schematische overzicht van beschikbare kennis uit de praktijk en het onderzoek met betrekking tot inwendig vruchtrot.

	Kennis praktijk (+ bekend, +/- gedeeltelijk bekend, ? niet zeker, - onbekend)	Kennis onderzoek (+ bekend, +/- gedeeltelijk bekend, ? niet zeker, - onbekend)	Uitvoering praktijk (+ door meeste telers, +/-, een paar telers, - enkele uitzonde- ringen of niet)
bron van infectie	+	+/-	+
tijdstip van hoge sporendruk en gevoelige periode voor infectie	+/-	+	?
invloed vocht op kieming en verspreiding	+	+	+/-
systemische verspreiding door vaatbundels	+/-	+	-
invloed klimaatfactoren	?	+	+/-
invloed teelt (voeding, EC, substraat)	?	+	+/-
invloed watergeefstrategie	-	- wel bekend, geen effect	+/-
invloed cultivar	?	?	+/-
invloed bloemeigenschappen, vrucht-dracht	?	+/-	-
invloed plantbelasting, worteldruk	+/-	+, wel uitgezocht, weinig effect	+/-
preventieve maatregelen (composthoop afdekken, bloemplukken, hot-knives)	+	+	-
sturing op klimaatfactoren	?	+	+/-
chemische maatregelen	?	+/-	+
biologische maatregelen (Enzicur, hommels)	+	+/-	-

De relatie met hoge worteldruk en verhoogde gevoeligheid voor infectie is niet bekend in de literatuur, omdat het bepalen van worteldruk tot voor kort niet eenvoudig te meten was, maar slechts indicatief met behulp van afgeleide parameters. Dit blijft dus nog steeds een witte vlek. Wanneer gekeken wordt naar watergeefstrategie, blijkt herhaaldelijk geen effect te kunnen worden aangetoond.

De relatie met plantbelasting is eveneens niet duidelijk. Het onderzoek dat hier eerder aan verricht is door Haghuis (1996) Dik en Van Gurp (2002) en Dik *et al.* (2010) geven een indicatie dat hoge plantbelasting meer gevoeligheid voor infectie met zich kan meebrengen, maar dit bewijs is niet heel hard. In de praktijk overheerst het gevoel dat het niet zozeer afhangt van de mate van plantbelasting, maar dat vooral de overgangsmomenten van een hoge naar een lage plantbelasting of andersom de plant in onbalans brengt en gevoeliger maakt voor infectie. Dit zou een verklaring kunnen zijn waarom het tot dusver niet duidelijk uit onderzoek naar voren is gekomen. Naar deze overgangsmomenten is tot dusver geen gericht onderzoek gedaan. Evenmin naar het onderlinge effect van planten met verschillende plantbelastingen die naast elkaar op de mat staan. Dit verdient aanbeveling voor vervolgonderzoek.

Het tijdstip van verhoogde infectiekans is voor sommige adviseurs nog niet duidelijk. Figuur 2.4 van Van Steekelenburg (1988) laat duidelijk zien dat in de uren na zonsondergang de meeste ascosporen aanwezig zijn. Dit hangt sterk samen met de verhoogde relatieve luchtvochtigheid die dan in de kas aanwezig is, waardoor sporen makkelijk kunnen kiemen.

6.2 Belang van goed uitgangsmateriaal

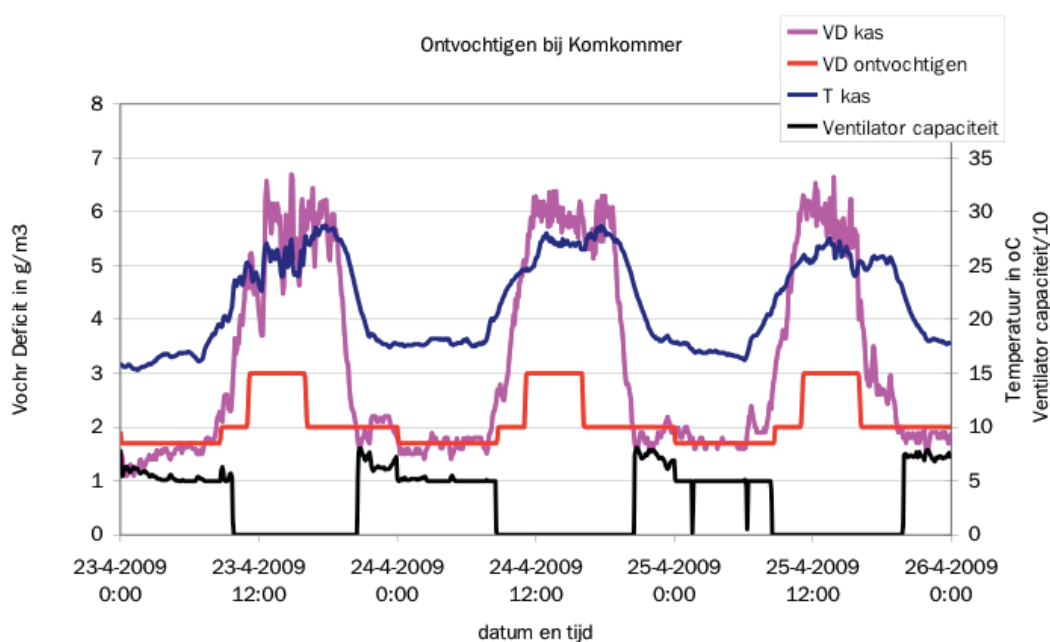
In de praktijk en door veredelaars wordt waargenomen dat de partieel meeldauw tolerante cultivars vaker aangetast worden door *Mycosphaerella* dan andere cultivars. Hiervoor worden verschillende oorzaken genoemd zoals dat deze minder gespoten worden met chemische middelen. Vanuit de veredeling wordt hieraan de meer vegetatieve groeiwijze toegevoegd. Hierdoor ontstaan condities die gunstig zijn voor infectie: dicht bladerpakket, sterke worteldruk, hoge plantbelasting. Het lijkt er nu op dat voor het telen met zo weinig mogelijk risico op *Mycosphaerella* infectie de keuze verlegd zal moeten worden naar meer generatieve cultivars. Aan de andere kant wordt er door adviseurs hier weer een kanttekening bij geplaatst, omdat een generatief gewas weer meer vluchten in komkommers zou geven. De huidige commerciële rassen met relatief kleine bloemen lijken in de praktijk minder gevoelig te zijn voor *Mycosphaerella*. Dit is in de gesprekken met veredelaars wel bevestigd. Het loont dus de moeite om hier op te letten bij de rassenkeuze.

6.3 Sturing via klimaat- en teelfactoren lastig

Sturing op gerichte klimaat- en teelfactoren blijft lastig. *Mycosphaerella* treedt vooral op in die perioden (voorjaar, zomer) dat het lastig is om snel overtollig vocht uit het kasklimaat kwijt te raken. Telers zitten daarnaast met het dilemma dat ze niet teveel energie willen gebruiken door onnodig vaak de minimumbuis in te zetten. Wat daarnaast wel goed kan, is heel gericht omgaan met het tijdstip wanneer de kas wordt opgestookt. Het onderzoek van Van Steekelenburg (1988) geeft duidelijk aan dat de kastemperatuur zoveel mogelijk opgestookt moet worden voor zonsopgang om de overgang met de dagtemperatuur niet te hoog te laten oplopen. Hier wordt in de praktijk door enkele telers rekening mee gehouden, maar door veel telers nog onbenut gelaten als sturingsmechanisme. Ook blijkt dat een te lage nachttemperatuur vóór infectie ook een rol speelt. Telers zouden hier vroeg in de eerste teelt rekening mee kunnen houden.

Naar verwachting is het optreden van stengelaantasting door *Mycosphaerella* door het energiezuinige teeltconcept van Het Nieuwe Telen beter te sturen doordat het vochtdeficit stabiel te handhaven is. Binnen dit teeltconcept wordt gestreefd naar maximale isolatie, beheersing van luchtvochtigheid met gecontroleerde ventilatie en sturing van het klimaat met luchtbevochtiging. Maximale isolatie wordt gerealiseerd door dubbele schermen te gebruiken om warmteverlies te voorkomen. Gecontroleerde ventilatie vindt plaats door aanzuiging van drogere buitenlucht, naverwarming en inblazen van de aangezogen lucht in de kas. Luchtbevochtiging dient te zorgen voor beperking van de verdamping en voorkomen van huidmondjessluiting en verlaging van de fotosynthesesnelheid. Binnen HNT Komkommer is om tegemoet te komen aan de doelstellingen van energiebesparing met handhaving van normale productieniveaus gewerkt met vochtdeficit waarden

tussen 1,5 en 6,0 g/m³ (Figuur 6.1). Daarmee zijn er in principe gunstige condities aanwezig voor sporenkieming van *Mycosphaerella*. In de literatuur worden namelijk grenswaarden van meer dan 3 g/m³ aangehouden om de kans op aantasting zo laag mogelijk te houden. Juist in de uren tussen zonsopgang en zonsopgang waarin lage vochtdeficitwaarden worden gehanteerd zijn de sporenvuchten het hoogst en is er sprake van verhoogd risico (Figuur 2.4).



Figuur 6.1 Het resultaat van ontvochtigen bij komkommer. In de nacht wordt het vochtdeficit rond de 1.7 gehouden (De Gelder et al., 2010).

In het eerste teeltjaar van HNT Komkommer was er echter weinig uitval door ziekte in het gewas. In de voorjaars- en zomerteelt is gebruik gemaakt van partieel meeldauwtolerante rassen en bij de najaarsteelt van een meeldauw gevoelig ras. Bij de herfstteelt trad wel een lage aantasting met *Botrytis* op, maar er waren geen symptomen van *Mycosphaerella* aanwezig. In de herfstteelt bleek het wel moeilijk om bij toenemende vochtigheid buiten de kas en met hogere temperaturen in de kas de kaslucht snel genoeg te ontvochtigen via gewasventilatie (> 5 g/m² per uur). Dat er *Mycosphaerella* niet aanwezig was kan goed samenhangen met de ruimtebehandeling met Rocket (triflumizool) die om de vijf dagen vanaf de start van de teelt is uitgevoerd (De Gelder et al., 2010). Uit de praktijkinventarisatie van DLV geven telers aan dat dit meeldauwmiddel tevens een goede werking heeft tegen *Mycosphaerella*. Het is tot nu toe nog onbekend in hoeverre dit teeltconcept ook het risico op een infectie met *Mycosphaerella* kan verkleinen als er wel sporen aanwezig zijn die in potentie kunnen kiemen en als er niet preventief fungiciden worden ingezet die dit onderdrukken. Het onderzoek van Dik et al. 2010 laat duidelijk zien dat bij het opzettelijk besmetten van een kas vochtiger (energiezuiniger) telen meer stengelaantasting geeft dan bij drogere teeltcondities. Daarnaast zal het duidelijker moeten worden wat de risico's van HNT zijn voor het optreden van inwendig vruchtrot. Dit is namelijk niet direct afhankelijk van vrij water of een hoge relatieve luchtvochtigheid, maar hangt met meer factoren samen (bijv. cultivargevoeligheid, EC gehalte) waardoor het optreden van infectie zich vooraf moeilijker laat voorspellen.

Uit de literatuur komt naar voren dat er gericht gestuurd kan worden op EC gehalte en calcium. Achtergrond hiervan zou kunnen zijn dat het EC gehalte ook weer het proces van worteldruk en opname van voedingsstoffen beïnvloed. Daarnaast heeft calcium een versterkend effect op de celwanden. Een EC van 3.5 kan een remmende werking hebben op het infectieproces. Dit is echter wel weer cultivarafhankelijk. In hoeverre de huidige rassen gevoelig zijn door beïnvloeding via EC is niet duidelijk. Ook hier ligt een duidelijke witte vlek.

Ten aanzien van voedingsstoffen komt ook silicium naar voren als een element die de gevoeligheid voor stengelinfectie kan verminderen. In hoeverre het een rol speelt in de vermindering van inwendig vruchtrot is niet bekend. Silicium staat bekend om het harder maken van celwanden, waardoor schimmels minder makkelijk kunnen binnendringen. De ervaring met siliciumhoudende meststoffen in de praktijk is wel aanwezig, maar dusver vooral uitgetest tegen meeldauw en niet specifiek tegen *Mycosphaerella*. Silicium heeft daarnaast het nadeel van relatief hogere kosten en dat te hoge doseringen kunnen leiden tot doffere vruchten. Te hoge stikstofniveaus kunnen de plant gevoeliger maken voor infectie, maar hier is nog te weinig onderzoek aan gedaan om duidelijke grenswaarden te bepalen per cultivar die niet ten koste gaan van productie.

Rondom watergeefstrategie heerst veel onduidelijkheid. In de praktijk bij telers en adviseurs leeft het gevoel dat de manier van watergeven de mate van infectie kan beïnvloeden. Dit wordt echter niet ondersteund door onderzoek naar verschillende watergeefstrategieën. Het zal ongetwijfeld een rol spelen in het hele proces van wateropname en voedingsstoffenopname in de plant. Het blijft echter lastig om meerdere factoren tegelijkertijd te onderzoeken en de afzonderlijke effecten goed vast te stellen op kasniveau. Echter met de toegenomen technische middelen om waterstromen in de plant te meten en te bepalen, liggen er nieuwe kansen om dit beter te onderzoeken dan tot dusver is gebeurd.

6.4 Belang van preventieve maatregelen

Vanuit de literatuur is heel duidelijk aangegeven dat hygiënische en andere preventieve maatregelen de basis moeten vormen van elke teelt om de infectiedruk met *Mycosphaerella* zo laag mogelijk te houden. Dit houdt onder meer in na elke teelt gewasresten verwijderen, tijdens de teelt alle besmette gewasresten verwijderen (inclusief dood of verwelkt blad), bloemen verwijderen, werken met schoon snoeimateriaal of hotknives en gewasverzorging als sporenluchten laag zijn (10.00-15.00u).

Vanuit de praktijk worden een aantal adviezen wel opgevolgd door sommige telers, maar nog niet alle. Eén van de beperkingen die genoemd wordt is dat veel van deze maatregelen, zoals bloemen plukken veel extra arbeid vergt. Hierbij zal elke teler voor zichzelf de afweging moeten maken of de arbeid bij de sorteerlijn opweegt tegen arbeid die ingezet wordt tijdens de teelt. Een maatregel als bloemen plukken is alleen realiseerbaar in een hogedraad teelt en zou alleen hoeven te worden toegepast tijdens een epidemie van *Mycosphaerella*. Zo kan de extra arbeid worden beperkt, terwijl wel de voordelen worden gebruikt.

Uit onderzoek blijkt dat een aantal schimmelantagonisten (*Verticillium lecanii* en *Gliocladium catenulatum*) prima ingezet kunnen worden ter voorkoming van inwendig vruchtrot. Met deze kennis is helaas nog niks gedaan, hoewel *V. lecanii* gewoon verkrijgbaar is als commercieel product. Voor het regelmatig aanbrengen van de biologische bestrijders zijn hommels of honingbijen prima in te zetten. Hier is al veel ervaring mee opgedaan in de aardbeienteelt en in de aubergines, maar ook door een aantal telers in een komkommengewas. Alleen heb je dan nog wel wat extra bijvoeding nodig, omdat komkommerbloemen geen stuifmeel produceren. Er zijn enkele experimenten ook in de praktijk geweest met hommels die *Trichoderma harzianum* op komkommerbloemen kunnen overbrengen. De resultaten hiervan waren wisselend. Een witte vlek is hoe het hommelsysteem zou werken met andere antagonisten die wel effectief zijn tegen *Mycosphaerella*.

Ten aanzien van het kasklimaat zijn telers zich meer bewust van de risico's. Sommigen gaan 's avonds niet lager stoken dan 18°C om de risico's op condensatie te verkleinen, terwijl anderen de voornacht op 15°C instellen. Het resultaat van de verschillende strategieën is echter niet eenduidig. Waarschijnlijk doordat meerdere factoren een rol spelen in het tot stand komen van infectie. Niettemin bestaat de indruk dat telers toch nog te weinig aandacht besteden aan preventieve maatregelen die de ziektedruk kunnen verlagen. Hier ligt zeker nog een taak weggelegd voor adviseurs om telers hierin meer stimulans en praktische adviezen te geven.

Een aantal telers zet ook chemische bestrijding als preventieve maatregel in. Dit is echter een risico, omdat hiermee versneld resistentieontwikkeling kan optreden. In de praktijk is dit al het geval bij de middelen op basis van strobilurines en kresoxym-methyl, waardoor de ervaring is dat deze minder effectief zijn tegen zowel meeldauw als *Mycosphaerella*.

Een hele grote witte vlek is welke stoffen een plant weerbaarder kunnen maken voor infectie tegen *Mycosphaerella*. Hier is in de literatuur vrijwel niets over bekend, omdat de meeste nadruk op chemische bestrijding of teelt- en maatregelen ligt. Bij het streven naar een duurzaam teeltsysteem is het noodzaak om hier meer kennis over te ontwikkelen.

6.5 Belang van curatieve maatregelen

De inzet van curatieve maatregelen is tot nu toe vooral beperkt tot chemische bestrijdingsmiddelen. Doordat deze lange tijd nog goed functioneerden was er minder noodzaak om veel tijd te besteden aan preventieve maatregelen. Echter met het snel gereduceerde middelenpakket wordt de druk op het aantal overgebleven middelen steeds groter. Vanuit de gesprekken met de industrie komt naar voren dat er op korte termijn (< 3 jr) wel weer een aantal middelen bij gaan komen. De specifieke werking tegen *Mycosphaerella* is echter nog niet bekend, omdat de meeste middelen geregistreerd worden als product tegen *Botrytis* of echte meeldauw. Dit zal in de praktijk moeten blijken of gericht moeten worden onderzocht. Hier ligt opnieuw een witte vlek die door de industrie niet zal worden opgepakt. Voor telers en adviseurs blijkt dit ook een belangrijke vraag te zijn die in alle gesprekken steeds weer terugkwam.

Enzicur is een natuurlijk fungicide dat door verschillende telers met positief resultaat wordt ingezet. Ook het onderzoek van Dik et al. (2010) laat goede resultaten zien in het hogedraadsysteem waar ziektedruk hoog genoeg was. Het effect van Enzicur binnen het paraplusysteem zal nog opnieuw moeten worden onderzocht om hier betrouwbare uitspraken over te kunnen doen. Voor het behoud van het middelenpakket is het zaak dit gebruik zoveel mogelijk te stimuleren ook al vergt de inzet van dit product meer werk in de voorbereiding.

UVC belichting geeft volgens de literatuur een goede remming (95%) van de groei van *Mycosphaerella* sporen. De toepassing in de praktijk stuit echter nog op problemen van een geschikte toedieningstechniek die weinig extra arbeid vergt, voldoende de besmette plekken kan raken en een dosering afgeeft die wel effectief sporen bestrijdt, maar geen plantschade geeft.

6.6 Beslissingsondersteunende systemen

Het Melcast systeem is een spuitadviesbasis voor meloen die gebruikt maakt van bladnat perioden en temperatuur. Telers die dit systeem gebruikten bewerkstelligden 10-20% reductie van hun fungicidegebruik. Op dit moment werkt geen enkele teler nog met een BOS of waarschuwingssysteem en liggen hier zeker nog kansen om telers eerder alert te maken dat ze risico lopen voor een *Mycosphaerella* aantasting. Het lijkt op zich niet moeilijk te ontwikkelen aangezien er op dit moment al enkele waarschuwingsmodellen voor *Botrytis* (in gerbera en roos) ontwikkeld zijn en waar al veel kennis aanwezig is.

6.7 Conclusies

Mycosphaerella is de afgelopen jaren een toenemend probleem geworden en komt breed voor bij alle telers met verschillende teeltsystemen. De inzet van chemische middelen wordt steeds beperkter door het slinkende middelenpakket en het optreden van resistentieontwikkeling. Ook al zijn er nieuwe middelen die er op korte termijn aan kunnen worden toegevoegd. Toch blijft het zaak om veel meer aandacht te besteden aan preventie van *Mycosphaerella* en effectieve sturing van het teeltklimaat. Dit vormt de kern van genoemde witte vlekken en suggesties voor vervolgonderzoek.

7 Literatuur

- Amand, P.C.St. & T.C. Wehner (1995).
Greenhouse, detached-leaf, and field testing methods to determine cucumber resistance to gummy stem blight. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:673-680.
- Amand, P.C.St. & T.C. Wehner (2001).
Generation means analysis of leaf and stem resistance to gummy stem blight in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:95-99.
- Bhat, Z. A.; Dar, G. H.; Bhat, M. A.; Anhangar, M. A. 2009.
Effect of media, temperature and pH on growth and fructification of *Didymella bryoniae* (Auresw.) Rehm. causing blight in ridge gourd. Applied Biological Research 11: 70-72.
- Blacquièrre, T. (2005).
The use of pollinators as disseminators of crop protection agents. DIARP Workshop 26-27 september 2005 held in Wageningen, The Netherlands.
- Brown et al., 1970.
- Chiu, W.F., Walker, J.C., 1949.
Morphology and variability of the cucurbit black rot fungus. J. Agric. Res. 78:81-102.
- Cornelissen, K., 2005.
Mycosphaerella in bio-komkommer beheersbaar. Proeftuinnieuws 14/15: 17.
- De Gelder, A., F. Sterk, M. Grootsholten en J. Kieviet. 2010.
Het Nieuwe Telen, Energie onder de Knie: Komkommer. PT Rapport Wageningen UR Glastuinbouw. pp. 65.
- Dik, A.J. en H.A.J.M. van Gurp, 2002.
Geïntegreerde bestrijding van *Mycosphaerella* in de zomerteelt van komkommer. PT verslag.
- Dik, A.J., Geuijen, M. en Korsten, P., 2010.
Beheersstrategieën tegen *Botrytis*, *Mycosphaerella* en *Penicillium* in komkommer. PT verslag.
- Dos Santos, G.R.; M.A. Da Silva Velloso Ferreira; M. A. Caldas de Pinho Pessoa-Filho; M. E. Ferreira en A. C. Café-Filho, 2009.
Host specificity and genetic diversity of *Didymella bryoniae* from Cucurbitaceae in Brazil. Journal of Phytopathology 157: 265-273.
- Ferguson, G., R. Cerkauskas & S. Khosla (2009).
Gummy stem blight of greenhouse cucumber factsheet. Order No. 09-051W AGDEX 292/635. www.ontario.ca/omafra.
- Gaag, D.J. van der, 2004.
Mycosphaerella in komkommer. www.telenmettoekomst.nl
- Haghuis, P., 1996. *Mycosphaerella* belaagt zwaarbelaste planten. Groenten en Fruit wk11:20-21.
- Jagers op Akkershuis, F. (2004).
Het wit is te bestrijden met paddestoelengif. Onder Glas 2: 4-5.
- Jarvis, W.R. & G.M. Ferguson. A survey of penicillium stem rot on greenhouse cucumbers in southwestern Ontario. Canadian Plant Disease Survey 72:103-106.
- Jewett, J. & W.R. Jarvis (2001).
Management of the greenhouse microclimate in relation to disease control: a review. Agronomie 21: 351-366.
- Keinath, A.P. , Zitter, T.A., 1998.
Resistance to benomyl and thiophanate/methyl in *Didymella bryoniae* from South Carolina and New York. Plant Dis. 82: 479-484.
- Keinath, A. P.; Holmes, G. J.; Everts, K. L.; Egel, D. S.; Langston, D. B., Jr. 2007.
Evaluation of combinations of chlorothalonil with azoxystrobin, harpin, and disease forecasting for control of downy mildew and gummy stem blight on melon. Crop Protection Vol. 26 No. 2 pp. 83-88
- Keinath, A. P. 2009.
Sensitivity to azoxystrobin in *Didymella bryoniae* isolates collected before and after field use of strobilurin fungicides. Pest Management Science Vol. 65 No. 10 pp. 1090-1096

- Lahdenperä, M. L.; Korteniemi, M. 2008. Application methods for commercial biofungicides in greenhouses. *Bulletin OILB/SROP* 32: 111-114.
- Lee, D.H., Mathur, S.B., Neergaard, P., 1984.
Detection and location of seed-borne inoculum of *Didymella bryoniae* and its transmission in seedlings of cucumber and pumpkin. *Phytopathologische Zeitschrift* 4:301-308.
- Le May, C., A. Schoeny, B. Tivoli & B. Ney (2005).
Improvement and validation of a pea crop growth model to simulate the growth of cultivars infected with *Ascochyta blight* (*Mycosphaerella pinodes*). *European Journal of Plant Pathology* 112:1-12.
- Maccagnani, B., M. Mocioni, E. Ladurner, M.L. Gullino, S. Maini (2005).
Investigation of hive-mounted devices for the dissemination of microbiological preparations by *Bombus terrestris*. *Bulletin of Insectology* 58: 3-8.
- Meredith, D.S., J.S. Lawrence & I.D. Firman (1973).
Ascospore release and dispersal in black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*). *Transactions of the British Mycological Society* 60: 547-554.
- Miller, S.A., Rowe, R.C., Riedel, R.M., 2010.
Gummy stem blight and black rot of Cucurbits. Ohio State University Extension Fact Sheet 3126.
- Neergaard, E. de, 1989a.
Histological investigation of flower parts of cucumber infected by *Didymella bryoniae*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11:28-38.
- Neergaard, E. de, 1989b.
Studies of *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm: development in the host. *J. Phytopathology* 127: 107-115.
- Neergaard, E. de, Haupt, G., Rasmussen, K., 1993.
Studies of *Didymella bryoniae*: The influence of nutrition and cultural practices on the occurrence of stem lesions and internal and external fruit rot on different cultivars of cucumber. *Neth. J. Pl. Path.* 99:335-343.
- Nga, N. T. T.; Giau, N. T.; Long, N. T.; Lübeck, M.; Shetty, N. P.; Neergaard, E. de; Thuy, T. T.; Kim, P. V.; Jrgensen, H. J. L., 2010.
Rhizobacterially induced protection of watermelon against *Didymella bryoniae*. *Journal of Applied Microbiology* 109: 567-582 .
- O'Neil, T. M., 1991.
Investigation of glasshouse structure, growing medium and silicon nutrition as factors affecting disease incidence in cucumber crops. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 56: 359-367 .
- Parnell, M., P.J.A. Burt & K. Wilson (1998).
The influence of exposure to ultraviolet radiation in simulated sunlight on ascospores causing Black Sigatoka disease of banana and plantain. *International Journal of Biometeorology* 42: 22-27.
- Rout, G.R., S. Samantaray & P. Das (2000) *Biotechnology of the banana: a review of recent progress*. *Plant Biology* 2: 512-524.
- Sabaratnam, S., 2009.
Fact Sheet Gummy Stem Blight of Greenhouse Cucumber. British Columbia Ministry of Agriculture, Canada.
- Sangdee, A., Kawicha, P., 2006.
Primary selection of essential oil from some medicinal plants to inhibit *Didymella bryoniae*, causal agent of gummy stem blight disease of watermelon. *Khon Kaen Agric.* 34: 185-192.
- Santos, G. R. dos; Castro Neto, M. D. de; Almeida, H. S. de; Ramos, L. N.; Sarmiento, R. A.; Lima, S. de O.; Erasmo, E. A. L., 2009.
Effect of nitrogen doses on disease severity and watermelon yield. *Horticultura Brasileira* 27: 330-334.
- Santos, G. R. dos; Castro Neto, M. D. de; Carvalho, A. R. S.; Fidelis, R. R.; Afféri, F. S., 2010.
Silicon sources and doses on the severity of the gummy stem blight and watermelon productivity. *Bioscience Journal* 26: 266-272.
- Steekelenburg, N.A.M. van, 1982.
Factors affecting external fruit rot of cucumber caused by *Didymella bryoniae*. *Neth. J. Pl. Path.* 88: 47-56.
- Steekelenburg, N.A.M. van, 1983.
Epidemiological aspects of *Didymella bryoniae*, the cause of stem and fruit rot of cucumber. *Neth. J. Pl. Path.*

- 89:75-86.
- Steekelenburg, N.A.M. van, 1985.
Influence of humidity on incidence of *Didymella bryoniae* on cucumber leaves and growing tips under controlled environmental conditions. *Neth. J. Pl. Path.* 91: 277-283.
- Steekelenburg, N.A.M. van, 1985.
Influence of time of transition from night to day temperature regimes on incidence of *Didymella bryoniae* and influence of the disease on growth and yield of glasshouse cucumbers. *Neth. J. Pl. Path.* 91: 225-233.
- Steekelenburg, N.A.M. van, 1986.
Factors influencing internal fruit rot of cucumber caused by *Didymella bryoniae*. *Neth. J. Pl. Path.* 92: 81-91.
- Steekelenburg, N.A.M. van, 1988.
Didymella bryoniae on glasshouse cucumbers. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.
- Stevenson, K.L., Langston, D.B., Seebold, K.W., 2004.
Resistance to azoxystrobin in the gummy stem blight pathogen documented in Georgia. *Plant Management Network* 2004.
- Stijger, I., Stapel, L. & Van der Gaag, DJ. 2004.
Hygieneprotocol *Mycosphaerella* en *Fusarium* bij komkommer. Telen met Toekomst. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Glastuinbouw.
- Svedelius, G., Unestam, T., 1978.
Experimental factors favoring infection of attached cucumber leaves by *Didymella bryoniae*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 71:89-97.
- Svedelius, G., 1990.
Effects of environmental factors and leaf age on growth and infectivity of *Didymella bryoniae*. *Mycol. Res.* 94:885-889.
- Svedelius, G., 1992.
Effect of phylloplane environment on *Cucumis sativus* and *Didymella bryoniae* interactions. 1. Effect of temperature and of interrupted leaf wetness duration on conidial germination of *Didymella bryoniae* on cucumber leaves. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet Uppsala. ISBN 91-576-4624-4.
- Tsay, J., Tzen, S, Tung, B, 1990.
Enhancement of sporulation of *Didymella bryoniae* by near-ultraviolet irradiation. *Plant Protection Bulletin* 32: 229-232.
- Tuttle Mc Grath, M. (2004).
Diseases of Cucurbits and their management. In: *Diseases of Fruits and Vegetables* (S.A.M.H. Naqvi, ed.), Volume I, p. 455-510.
- Utkhede, R.S., Koch, C.A., 2002.
Chemical and biological treatments for control of gummy stem blight of greenhouse cucumbers. *European Journal of Plant Pathology* 108: 443-448.
- Utkhede, R.S., Koch, C.A., 2004.
Evaluation of biological and chemical treatments for control of gummy stem blight on cucumber plants grown hydroponically in greenhouses. *Biocontrol* 49: 109-117.
- Van der Meijder, 2005.
Heukels' Flora van Nederland, Wolters-Noordhoff, Groningen/Houten.
- Wehner, T.C., Shetty, N.V., 2000.
Screening the cucumber germplasm collection for resistance to gummy stem blight in North Carolina field tests. *HortScience* 35:1132-1140.
- Zitter, T.A. Vegetable crops, Gummy stem blight fact sheet. Cornell University, dept of plant pathology. http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Cucurbit_GSBlight.htm

Bijlage I Synoniemen voor *Didymella bryoniae* en *Phoma cucurbitacearum*

***Didymella bryoniae* =**

Ascochyta citrullina (Chester) C.O. Sm., (1905)
Ascochyta cucumis Fautrey & Roum., (1891)
Ascochyta melonis Potebnia, (1910)
Cercospora citrullina Cooke, (1883)
Cercospora cucurbitae Ellis & Everh., (1888)
Didymella effusa (Niessl) Sacc., (1882)
Didymella melonis Pass., (1891)
Didymosphaeria bryoniae (Auersw.) Niessl, (1875)
Didymosphaeria effusa Niessl
Didymosphaeria melonis Pidopl.
Diplodina citrullina (Chester) Grossenb., (1909)
Mycosphaerella citrullina (C.O. Sm.) Grossenb., (1909)
Mycosphaerella cucumis (Fautrey & Roum.) W.F. Chiu & J.C. Walker, (1949)
Mycosphaerella melonis (Pass.) W.F. Chiu & J.C. Walker, (1949)
Phyllosticta citrullina Chester, (1891)
Sphaerella bryoniae Auersw., 5: 15 (1869)
Sphaerella citrullina (C.O. Sm.) Sacc. & Traverso, (1911)
Sphaeria bryoniae Fuckel, (1870)

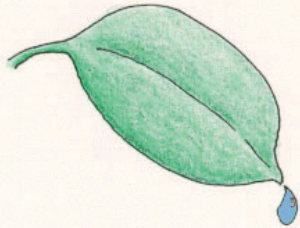
***Phoma cucurbitacearum* =**

Laestadia cucurbitacearum (Fr.) Sacc., (1883)
Sphaerella cucurbitacearum (Fr.) Cooke, (1883)
Sphaeria cucurbitacearum Fr., (1823)

Bron: Crop Protection Compendium, CABI, Engeland

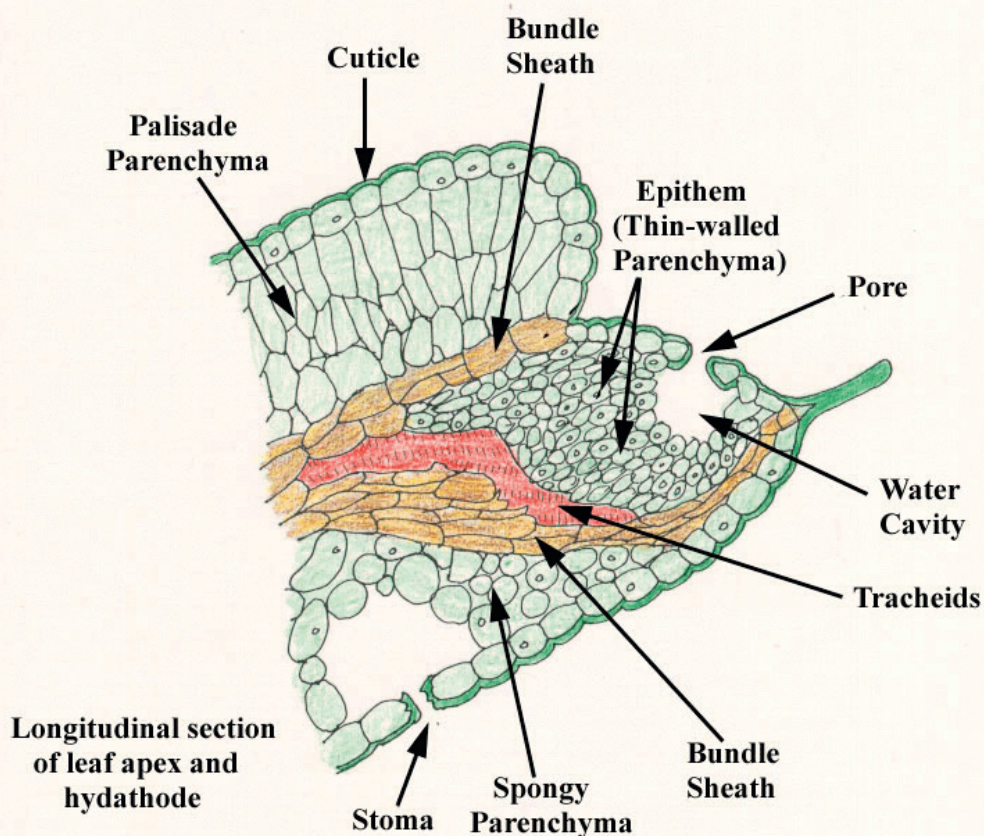
Bijlage II Schematisch overzicht van hydathode

Hydathode



Guttation-exudation of water from hydathodes of leaf margins is caused by root pressure. It is often mistaken for dew in the morning because it occurs at night when water is not processed as quickly within the plant.

Leaf with guttation droplet from hydathode



Bron: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/e/ed/Art0078.jpg/450px-Art0078.jpg>

Bijlage III Factsheet Ferguson et al. 2009

Gummy Stem Blight of Greenhouse Cucumber

G. Ferguson, R. Cerkauskas, S. Khosla

Factsheet

ORDER NO. 09-051W AGDEX 292/635 OCTOBER 2009

Replaces OMAFRA Factsheet 88-065, *Gummy Stem Blight of Greenhouse Cucumber*

INTRODUCTION

Gummy stem blight is a common disease found worldwide in greenhouse cucumber. It is caused by the fungus *Didymella bryoniae*, previously named *Mycosphaerella melonis* and *M. citrullina*. In Europe, this disease is also called mycosphaerella rot. This pathogen infects only members of the cucurbit family such as cucumber, squash, melon, pumpkin, vegetable marrows, bitter melon and zucchini. The fungus attacks all parts of the plant, and under favourable conditions, causes severe economic losses.

SYMPTOMS

Stems

Early symptoms consist of pale brown lesions at wounds created by removing leaves, fruits and lateral shoots. These lesions become dotted and almost entirely covered with tiny black spore-producing fruiting bodies. They may also crack and exude a gummy amber-coloured sap (Figure 1). Such lesions often occur at the base of the main stem, and if girdling by the lesions is complete, wilting and plant death will result. If seeds are contaminated with this pathogen, damping-off will occur.

Fruits

Fruits can be affected internally and externally. Internal fruit rot is not externally visible and is characterized by a tapering of the blossom end (Figure 2) and discoloured centrally located tissues (Figure 3). The brownish-black internal discoloration often extends for 1–2 cm along the length of the fruit. If the disease is more severe, the blossom end tapers even more directly to a point and becomes black due to the profusion of fruiting bodies externally (Figure 4). External fruit lesions appear as irregular circular spots that are initially yellow, then grey to brown. These lesions are soft, wet, sunken, and often contain spots of gummy exudate at the centre. Symptoms become visible mostly during storage.



Figure 1. Stem cracks, amber-coloured gummy droplets and tiny black spore-producing bodies at base of cucumber stem.



Figure 2. Narrowing of blossom end of fruit due to gummy stem blight infection.

Ministry of Agriculture,
Food and Rural Affairs

 Ontario



Figure 3. Internal discoloration and rotting of fruit due to gummy stem blight.



Figure 5. Early symptoms of gummy stem blight infection on leaf beginning at leaf tip.

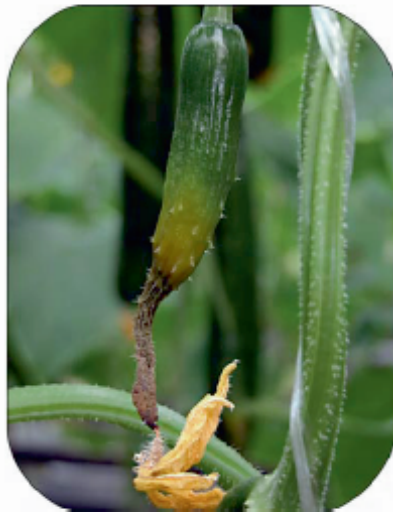


Figure 4. Advanced external symptoms of gummy stem blight.



Figure 6. Advanced V-shaped symptoms of gummy stem blight infection on mature leaf.

Leaves

Leaf symptoms are usually visible at the tips (Figure 5) as pale yellow or brown dead tissue, often with a yellow halo, extending backwards in a V-shape (Figure 6). Sometimes the entire margin is affected, creating a brown edge and a downward cupping of the leaf. Lesions may also consist of circular spots on the leaves.

DISEASE CYCLE

Didymella bryoniae is highly resistant to dry conditions and it can survive as dormant mycelia or hardy structures called chlamydospores in undecomposed debris for up to two years. The fungus essentially produces two types of spores: conidia that may be dispersed by splashing water, and ascospores that are spread by air current. Both types of spores are also spread on fingers, knives, wet hands and clothing.

Gummy stem blight develops in humid conditions and in free moisture on leaf surfaces. The most significant contributor to establishing the infection is how long plant surfaces remain wet. One hour of free water on leaves is sufficient for initial infection; however, continuous leaf wetness is required for subsequent expansion of lesions. Germination and spore production, development of

symptoms on stems, and infection of cucumber leaves, petioles and flowers can occur over a wide range of temperatures (5°C to 35°C), but optimum temperatures are 24°C to 25°C.

Wounding

Wounding is another factor that facilitates infection, particularly in older plant parts. In young plant tissue, however, wounding is not necessary for infection to occur. Wounding may result from damage due to crop activities (e.g. deleafing, fruit harvest) or guttation (exudation of plant sap from the ends of leaf veins and its evaporation, which can cause a localized buildup of salts) (Figure 7). Guttation is often seen in very humid greenhouses in the early morning.

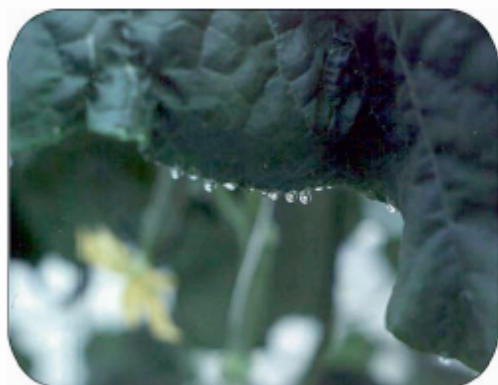


Figure 7. Guttation or exudation of droplets from ends of leaf veins.

Internal fruit rot

Internal fruit rot is usually introduced through the flower end, but occasionally from the stem. For flower infections, the fungus grows through the stigma and style into the fruit where it causes rotting and discoloration of the central tissue. The fungus requires two days to travel from the fresh flower into the fruit. Infection of fresh flowers results in more fruit infection than does infection of wilted flowers. When spore concentrations are high, there are more fruit abortions; when spore concentration is low, there is more internal fruit rot. Humid conditions also favour internal fruit rot because such conditions enhance release of ascospores which increase chances of flower infection and accompanying internal fruit rot.

Factors such as fruit thinning and duration of fruit growth do not significantly affect fruit infection.

However, water shortage before and after flowering increase internal fruit rot. Removing flowers from the fruit reduces infection but is time-consuming. Thus, a cultivar in which the flowers fall off early in fruit development would be advantageous. In addition, rapidly developing fruit are more capable of limiting the fruit rot process, compared to slowly developing fruit (i.e. less than 10 cm growth in 14 days).

External fruit rot

Wounding is the most important factor in external fruit rot. This type of rot originates from infection through surface wounds, and is caused by fungal growth into the fruit tissue. Generally, wounding of the fruit, however slight, improper storage immediately after harvest, and excessive nitrogen fertilization increases the fruits susceptibility to external fruit rot.

MANAGEMENT

The disease can be managed by a combination of cultural, biological, and chemical strategies.

Cultural Practices

Sanitation

- Implement good sanitation measures to reduce sources of the fungus.
- During and after crop production, remove all plant debris from the greenhouse area, and bury or compost it. *Didymella bryoniae* persists longer in debris left on the soil surface compared to those that are buried. This pathogen can survive for at least 10 months in cucumber stems buried in dry, nonsterile soil in a greenhouse, and for 18 months in dried, infected cucumber stems left on the soil surface. Such undecomposed crop residue becomes a source of airborne spores when it is wetted. Ascospores can be released 3 hours after wetting of infected plant material.
- In between crops, remove all plant debris, including plant tendrils on the wire, prior to washing and disinfecting the greenhouse interior and superstructures.

Environment Manipulation

- Prevent or minimize periods of leaf wetness.
- Maintain a low relative humidity or moderate vapour pressure deficit (VPD) to decrease water condensation on fruit and leaves.

- Transition from night to day temperature before sunrise to prevent dew-formation on the relatively cool plants. Raise the night temperature to day levels about 3 hr before sunrise, providing sufficient time for plants to warm up prior to sunrise. This technique is especially helpful in reducing internal fruit rot. The later this transition occurs, the longer the periods of high air humidity, and correspondingly, the higher the incidence of stem infections and internal fruit rot.
- Maintain adequate ventilation in the greenhouse at all times to minimize the presence of free water on the plant surfaces. The greater the difference between heating and ventilation temperature, the greater the risk of incidence of gummy stem blight. For example, a ventilation temperature of 26°C can increase internal fruit rot by two to three times, compared to 23°C.

Harvesting Technique

- Always cut fruit flush with the stem surface. Pulling damages both the stem and the fruit, giving easy access to the fungus.
- In a heavily infested crop, disinfect pruning knives frequently.

Plant Nutrition

- Nutrient solutions with higher electrical conductivities (ECs) and adequate calcium levels strengthen the outer fruit tissues, reducing internal and external fruit rot.
- The effect of solution ECs is less marked on symptom development on the stem.

Crop Maintenance

- Excessive vegetative growth encourages gummy stem blight because of poor air-circulation within the crop.
- Prune crops regularly. In particular, remove wilted leaves and shoots which, if left on the plant, can provide nutrients to the fungus, leading to increased spore production and more infections.

Greenhouse Cover

- Ultraviolet (UV)-absorbing plastic films may help reduce the incidence of gummy stem blight. UV light is required for spore production by several fungal pathogens including *D. bryoniae*. Research indicates that the upper limit of wavelength for production of spore-producing bodies of *D. bryoniae* is 365–375 nm. One study shows that disease lesions and incidence of spore-producing bodies in watermelons grown under UV-absorbing film were reduced by 90 per cent and 80 per cent, respectively.

Alternate Hosts

- Avoid planting cucurbit crops near the greenhouse because these may serve as hosts for the fungus.

Storage Conditions

- Store fruit immediately after harvest in a cold room at 10°C–12°C with rapid forced air cooling. An 8-hour storage period at 20°C followed by storage at 11°C stimulates the rotting process.
- Do not store cucumbers with other produce that release ethylene gas, such as tomatoes and apples as ethylene accelerates ripening and fruit rotting.
- Avoid injury to the fruit during picking, packing and shipping.

Biological & Chemical

Microbial and conventional fungicides registered for management of gummy stem blight are listed in OMAFRA Publication 371, Growing Greenhouse Vegetables.

This Factsheet was authored by **G. Ferguson**, Greenhouse Vegetable IPM Specialist, OMAFRA, Harrow; **R. Cerkauska**, Agriculture and Agri-Food Canada, Harrow; and **S. Khosla**, Greenhouse Vegetable Specialist, OMAFRA, Harrow. This Factsheet is a revision of a Factsheet originally authored by S. K. Khosla (OMAFRA, Harrow) and W.R. Jarvis and A.P. Papadopoulos (AAFC, Harrow).

Agricultural Information Contact Centre:
1-877-424-1300
E-mail: ag.info.omafra@ontario.ca
Northern Ontario Regional Office:
1-800-461-6132

www.ontario.ca/omafra



POD
 ISSN 1198-712X
 Également disponible en français
 (Commande n° 09-052W)

Bijlage IV Factsheet Zitter 2010

Gummy Stem Blight

Fact Sheet Page: 732.70 Date: 7-1992

COOPERATIVE EXTENSION • NEW YORK STATE • CORNELL UNIVERSITY

Thomas A. Zitter, Department of Plant Pathology Cornell University

Gummy stem blight, caused by the fungus *Didymella bryoniae* as the sexual stage (perithecia giving rise to ascospores) and *Phoma cucurbitacearum* as the asexual stage (pycnidia producing conidia), is a common disease of all major cucurbits and is present wherever they are grown. Both stages of the pathogen can occur on infected tissue during the season, but they vary in importance as inoculum sources. The disease has been reported in New York since the early 1900s. Gummy stem blight refers to the foliar and stem-infecting phase of the disease, black rot to the fruit rot phase (see fact sheet, page 732.10, Fruit Rots of Squash and Pumpkins).

Symptoms and Signs

A wide range of foliar symptoms occurs on cucurbits, which can make diagnosis difficult. For example, on leaves of the muskmelon variety Earligold symptoms may be a water-soaked lesion on the leaf margin, interveinal necrotic scorch, and randomly distributed irregularly shaped circular lesions (fig. 1). Under certain weather conditions all symptoms may occur in a naturally infected field at the same time. Some lesions may be surrounded by a yellow halo, and when spots dry up, they often crack. On pumpkin, a non-descript marginal necrosis followed by larger, wedge-shaped necrotic areas common to the earlier appearance of powdery mildew (fig. 2). The association of susceptibility to powdery mildew and occurrence of gummy stem blight is discussed later. Leaf symptoms on cucumber and squash are infrequent but are similar in appearance to those on pumpkin. Pycnidia, the asexual fruiting bodies, appear on affected leaves as small black specks, but if the tissue is rapidly killed, as on muskmelon, these diagnostic signs will not be evident on the foliage. Infected stems first show water-soaked lesions and later appear tan. Older stems, particularly of muskmelon and cucumber, show pycnidia within the affected tissue (fig. 3). Stem lesions often cause gummy, reddish-brown or black beads to exude, a symptom that can be confused with *Fusarium* wilts and injury caused by insect feeding. In the latter cases, however, pycnidia are not present. Perithecial fruiting bodies, which appear similar, may also be embedded in the same lesion.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

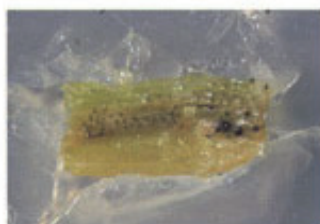


Fig. 4.

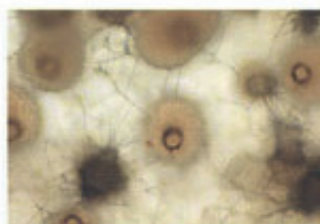


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

Disease Cycle

The gummy stem blight fungus is both seed- and soil-borne. The pathogen may be carried in or on infested seed. In the absence of host plants, the fungus can overwinter for a year and a half or more on infected crop residue. The exact length of survival in the Northeast is currently being studied. The fungus survives as dormant mycelium or as chlamydozoospores (thick-walled modifications of the mycelium). In northern areas of the country in the spring, pycnidia are produced, giving rise to conidia, which serve as the primary inoculum. Under laboratory conditions, young pycnidia appear light brown (fig. 4, left), whereas perithecia already are black (fig. 4, right). As the pycnidia age, they become black, as shown in figure 3. Conidia are released through a pore (ostiole) in the pycnidia (fig. 5), and if moisture is high, conidia exude as “spore horns” containing thousands of conidia (fig. 6). Conidia vary in size, are short and cylindrical, with usually one septum near the middle, or they may be unicellular. Under moist conditions, they are readily dispersed by splashing water. Both temperature and moisture are critical for germination, sporulation, penetration of conidia, and subsequent symptom development, but moisture (relative humidity over 85 percent, rainfall and duration of leaf wetness from 1 to 10 hours) has the greatest influence. The optimal temperature for symptom development varies depending on the cucurbit; for watermelon 75° F is optimal, for cucumber 75-77° F, and for muskmelon 65° F. The optimal temperature for muskmelon reportedly is lower because its resistance increases at high temperatures. This can be significant to determine when early-season disease scouting should be initiated for future control. Penetration by conidia is probably direct and does not need to occur through stomates or wounds. Wounding, striped cucumber beetles, and aphid feeding, along with powdery mildew infection, predispose plants to infection. The additional nutrients provided by such injuries enhance gummy stem blight infection. Symptoms of gummy stem blight (black rot) fruit infection may be evident in the field, as shown on butternut squash in figure 7, or develop later in storage.

Cultural Control

Disease-free seed should be used for all cucurbit plantings. Obtain seed from reputable sources. If seed is to be saved from open-pollinated varieties, these should originate from disease free plantings and should be harvested at a location where there is no contamination by airborne conidia. Use of seed disinfectants does not guarantee that all seed is disease-free. Seed disinfectants are more effective when used as solutions or suspensions than as dry dust treatments. To be safe, growers should follow a minimum 2-year rotation out of all cucurbits. To encourage decay of plant debris, crop refuse should be plowed under as soon as possible after harvest. Powdery-mildew-resistant (PMR) cucumber and muskmelon varieties should be grown to reduce the opportunity for gummy stem blight infections. PMR pumpkin and summer and winter squash will be available soon. Cucumber beetles and aphids should be controlled to reduce predisposing cucurbits to disease.

Chemical Control

Although the release of additional PMR cucurbits is imminent, chemical control of powdery mildew and gummy stem blight is important to reduce foliar infections and subsequent fruit infections. Recent research has shown that control of powdery mildew either by chemicals or by genetic resistance can significantly reduce black rot in pumpkin and winter squash. We currently recommend midseason control of powdery mildew (mid-July to early August) with the exact timing of specific sprays determined by scouting. Plants that already have set fruit are more likely to show early mildew infections. Powdery mildew inoculum arrives from southern states as airborne conidia and thus cannot be controlled by crop rotation. Control of gummy stem blight (GSB) should begin soon after the appearance of powdery mildew (earlier if GSB originates from seed or local inoculum sources) although the exact timing remains to be determined, mainly because of the difficulty of accurately identifying this disease on most cucurbits. Combination sprays are recommended because of the need to control powdery mildew along with gummy stem blight and other foliar and fruit diseases (anthracnose, downy mildew, *Alternaria* leaf blight, and *Septoria* leaf and fruit spot). The combinations to be used should be determined by scouting for these diseases. Specific fungicides for control of downy mildew should be included if this rapidly spreading disease is reported in the area. Refer to the current Cornell Pest Management Recommendations for Commercial Vegetable Production or local county newsletters for an updated list of available fungicides and their proper use.

Acknowledgments

Appreciation is extended to Louis Hsu for laboratory assistance and to Kent Loeffler for photographic assistance. Portions of the research leading to results were funded by the New York State Integrated Pest Management Program and Hatch Project NYC 153-417.

Bijlage V Factsheet Sabaratnam 2009

Gummy Stem Blight of Greenhouse Cucumber (Ministry of Agriculture, Canada)

Gummy stem blight (GSB) is caused by the fungus *Didymella bryoniae*, previously known as *Mycosphaerella melonis*. The fungus is also known to infect cucurbits, including cucumber, pumpkin, squash, watermelon, cantaloupe and many others. Under favourable climatic conditions, the pathogen can infect all parts, except roots, of the cucumber plant at all stages of plant development. Infection at fruit development often leads to internal fruit rot that may go unnoticed at harvest. This raises concern among growers because the inevitable post-harvest fruit decay at the grocer creates a poor image for the distributor (packing house) and grower.

Symptoms

Most infections occur through wounds at pruning sites or other injured sites although new growth, flowers and uninjured fruits may also be infected. Typically, symptoms of GSB begin to appear towards the latter part of the crop cycle due to cropping stress. For a crop planted in December/January, symptoms can occur in April/May and for a crop planting in June/July, symptoms can occur in September/October.

Seedlings: The fungus can be carried in seeds. Under favourable conditions, the pathogen can cause pre- and post-emergence death and damping-off of young seedlings.

Leaves: Initial symptoms usually appear along the margin of the leaf as water-soaked areas surrounded by a yellow halo, and then extending into the leaf as V-shaped yellow-brown necrotic lesions (figure 1). These infections are usually triggered by guttation, or where leaves at the top of the canopy are exposed to dripping water from condensation or over-head sprinklers.

Stems: Tan coloured lesions may develop at nodes where lateral shoots and leaves were pruned out, or where cucumber fruits were harvested. These lesions become enlarged, developed into brown-black cankers, cracked and exude a characteristic amber-red coloured gummy sap (figure 2). In addition, basal stem splitting/cracking caused by root pressure can also be subjected to infection. Cankers at the stem-base may enlarge and girdle the stem, causing wilt and eventual death of the plant. Plants that are propagated in cool climate (i.e. below 23°C) often have fleshy thick basal stems that are more prone to infection.

Fruit: Fruit can be infected at the stem-end or the flower-end either before harvest. Pre-harvest infections are characterized by the appearance of soft black-green lesions with shrunken tissues externally on fruit surface (figure 3). Internal fruit rot is identified by a subtle tapering of the flower-end of the fruit (figure 3 & 4). Pre-harvest internal fruit rot is not always noticeable because fungal growth may be retarded by an active chemical resistance mechanism in the fruit. After harvest, this mechanism is no longer active and thus the fungus continues to spread. Internal fruit rot is characterized by yellowing and eventual rotting of the fruit (figure 3 & 4).

As the disease progresses, the fungus begins to produce numerous spores within pinpoint black structures (fruiting bodies) on the infected tissue. Spores are usually produced within 4 days of initial infection, and they soon begin a new cycle of secondary infections.

Other diseases that can be confused with GSB: Black rot, caused by *Phomopsis cucurbitae*, and *Botrytis* rot may be mistaken for GSB. Black rot lesions need to be examined under a microscope to confirm the actual causal agent. Plant infected with *Botrytis* will produce grey, fluffy mycelial growth under high humidity.



Figure 1. Cucumber plant infected with Gummy stem blight showing V-shaped lesions on the leaf.



Figure 2. Cucumber plant infected with Gummy stem blight showing tan-coloured lesions with black pinpoint spore-producing structures on the stem.



Figure 3. Healthy cucumber fruit on left and two infected cucumber fruits on right with tapering end indicating internal fruit rot.

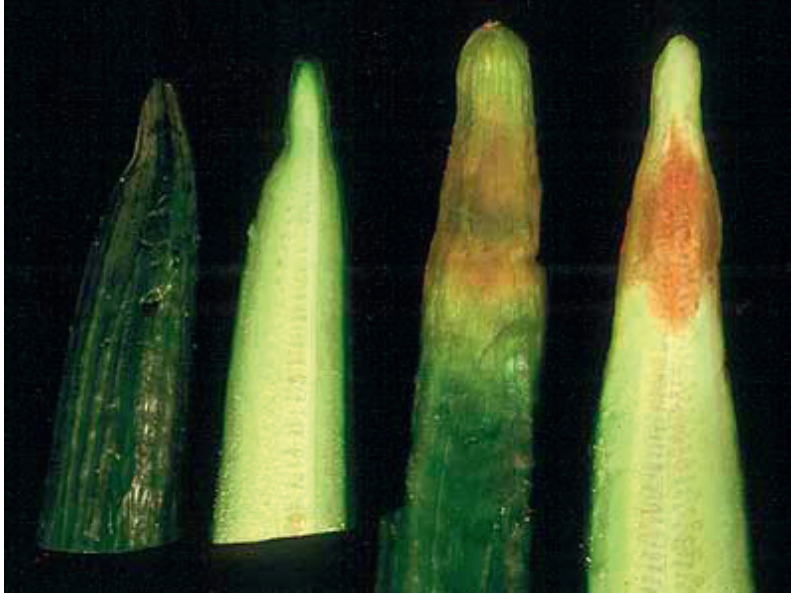


Figure 4. Two cucumber fruits on left with early symptoms of pre-harvest internal fruit rot, and two cucumber fruits on right with severe symptoms of post-harvest rot.

Disease spread

The pathogen can be seed-borne and, thus, can spread by infected seedlings/transplants. The inoculum of the pathogen can also come from other cucurbitaceous host plants and weeds and infected plant debris in and around the facility. The pathogen produces two types of spores: asexually-produced pycniospores, and sexually-produced ascospores. Both types of spores are short-lived once they are released into the environment. However, the pathogen can survive up to 2 years as chlamyospores or mycelium on undecomposed, dry plant debris.

There are two main methods of disease spread. Under humid conditions, 1) pycniospores are spread by splashing water droplets; a film of water on the plant surface is necessary for spore release and infection, and 2) ascospores are released into the environment with air-currents in the evenings. These spores germinate in the evening condensation or guttation droplets and grow under low light conditions. High root pressure associated with excess watering and fluctuating transpiration due to weather changes promotes guttation. Wounded tissues are more susceptible to infection than intact tissues. Greenhouse practices such as overhead sprinkler irrigation, pruning and improper crop handling greatly influence the spread of the fungus. Spores can also be dispersed on pruning knives, wet hands and clothing.

Both pycniospores and ascospores start new infections by germinating on plant surfaces that are wet for an hour or more. If there is inadequate moisture, the spores may stay dormant and germinate when moisture becomes available. After spore germination, conditions of high relative humidity, low light and temperatures between 20-28°C promote the growth and spread of the fungus, and the disease symptoms appear within 4 to 8 days of initial infection. As soon as the symptoms can be observed, the fungus will have begun to produce spores which will be invisibly spreading through the greenhouse.

Disease Control

GSB is not easy to manage as greenhouse conditions are often favourable for disease development and spread, and there is constant occurrence of fresh wounds from pruning and harvesting that serve as new infection sites. There are no “silver bullet” approaches for controlling gummy stem blight. Key strategies for disease management include good sanitation, thorough year-end cleanup, proper pruning growing practices, multi-cropping and proper irrigation practices.

Prevention and management

- Keep plants dry through growing season and maintain an open canopy to increase air circulation
- Avoid root pressure increases to avoid stem split
- Monitor for disease symptoms starting in March. Remove any suspected infected plant materials immediately from the greenhouse.
- Keep disposal piles away from the greenhouse.
- Prune to leave clean breaks that are flush to the stems. Avoid leaving stubs. Remove prunings from the greenhouse but be aware that removal will reduce the build-up of beneficial insect populations and adjust them accordingly.
- Disinfect pruning tools periodically with a 2 minute dip in 70% ethanol or a quick dip in an appropriate disinfectant (5% Virkon or 0.1 or 0.2 % Chemprocide), noncorrosive to metals.
- Avoid pruning during periods of cloudy/dark weather.
- Do not grow squash or other cucurbits around the greenhouse. They can also harbour GSB.
- Perform a good year-end cleanup.

Double Cropping

Cucumber plants can maintain their production level for only a limited period under current crop management practices. Production from crops planted in January declines in early July. Although several short periods of high production can still be achieved with pruning, the act of pruning increases the number of wounds on the plant. These wounds are located in the canopy where the relative humidity is quite high and, thus, provide ideal sites for infection by the pathogen. Another consideration is that the stem tissue begins to age in July, thus reducing its capability to resist disease infection and lesion expansion.

Double cropping (growing two crops per season) will result in more even production and higher quality fruit from July onward. Double cropping will extend deliveries until December, and the young crop will have few wounds which minimize the number of infection sites. Removal of the old crop before disease build-up will reduce the spore load during the fall cropping period.

Climate Management

Keep Plants Dry:

- Avoid sudden changes in climate, especially relative humidity (RH).
- Target RH below 80%.
- Verify the RH and temperature readings by periodic calibration. Ensure their placement is near the active growing head.
- Maintain minimum pipe to provide VPD >3 grams/m³. Keep a narrow dead zone in the morning.
- During March/April, maintain a minimum pipe temperature of 45°C. Increase temperature to reduce RH especially when it is raining. Decrease pipe temperature with increasing light.
- Increase the temperature slowly in the early morning at 1°C per hour and ensure tissue temperatures are at day-time targets before sunrise.

Air Temperature	RH	Dewpoint Temperature
18°C	80%	14°C
18°C	90%	16°C
22°C	80%	18°C
22°C	90%	20°C

- Put a grow pipe in the canopy at a maximum of 50°C. Decrease pipe temperature with increasing light.
- Vent early with 1/2 inch minimum once outside temperatures reach 5-6°C. Do not overvent. Cold air coming into the greenhouse can promote GSB.
- Consider venting at night to avoid soft plants.
- Avoid spraying insecticides in the evening, as plant surfaces may remain wet long enough to allow fungus spores to germinate. If you must spray in the evening, turn up pipe heat after spraying.

Avoid High Root Pressure:

- Use higher EC levels (3.0) especially in the development of the plant to the wire. This encourages the development of stronger stem tissues which will be less prone to infection at leaf scars.
- Do not water early in the morning. Start watering 2 hours after sunrise or later on cloudy mornings, and overdrain by third or fourth dripturn. Extend day watering period as the days become longer. Do not water after midnight.
- Reduce irrigation under low fruit loads. Keep overdrain to the third or fourth dripturn..
- Even, regular pruning reduces problems with root pressure. Remove no more than 2 actively growing green leaves at one time.

Post-Harvest Handling

- Store fruit at 10 to 12°C shortly after harvest. Do not let cucumber fruit be stored with apples, tomatoes or bananas.
- Crop-end Activities
- At the end of each crop, remove all crop debris from the greenhouse. Pay close attention to wires and temperature sensors.
- Take debris off site, compost or bury it.
- Clean/disinfect picking carts, machinery, totes, sprayers etc. at the end of each crop.
- Disinfect the structure (refer to the Crop Clean-up Factsheet) at the end of the fall crop.

Fungicides

Apply preventatively before the onset of disease or at the first sign of symptoms or under conditions (high RH, low light and high inoculum levels) favorable for GSB. Use fungicides in rotation to avoid pathogen from developing resistance to a particular fungicide and prolong fungicide efficacy.

References

Gummy Stem Blight - Cornell University
 Gummy Stem Blight and Black Rot of Cucurbits - Ohio State University
 Gummy Stem Blight (GSB) of Cucurbits - University of Florida
 Gummy Stem Blight of Cucurbits - Alabama Cooperative Extension
 Gummy Stem Blight and Black Rot - High Plains Integrated Pest Management
 Gummy Stem Blight Images - Forestry Images.org

Bijlage VI Concept-beslisboom beheersing ziekten in komkommer (Dik et al., 2010).

Teeltsysteem	Klimaat	Verwachte problemen	Mogelijke oplossingen	Opletten op
Traditioneel	Droog	Echte meeldauw	Enzicur	
		Botrytis	vocht vasthouden Enzicur chemie	In de herfst dode planten in droog klimaat >> vocht vasthouden
		Mycosphaerella	Enzicur droog houden	Niet droogstoken bij aanwezigheid Botrytis in de herfst
Traditioneel	Vochtig	Botrytis	Bladplukken Enzicur Hotknives chemie	Niet droogstoken!
		Mycosphaerella	Enzicur droogstoken	Niet droogstoken in herfst bij aanwezigheid Botrytis!
		Penicillium	Bladplukken Hotknives chemie	
Hogedraad	Droog	Echte meeldauw	Enzicur	
		Botrytis	Bladplukken Enzicur Hotknives Vocht vasthouden chemie	Vocht vasthouden vooral belangrijk in de herfst
		Mycosphaerella	Bloem/bladplukken Enzicur hotknives	
		Penicillium	Bladplukken Hotknives	
Hogedraad	Vochtig	Botrytis	Bladplukken hotknives Enzicur chemie	Niet droogstoken, vooral niet in de herfst
		Mycosphaerella	Bloem/bladplukken Hotknives Enzicur chemie Droger klimaat	Niet droogstoken in herfst bij aanwezigheid Botrytis!
		Penicillium	Bladplukken	

Bijlage VII Vragenlijst toeleveranciers en adviseurs

Vragen voor toeleveranciers t.b.v. inventarisatie ervaringen met Mycosphaerella optreden, voorkomen en bestrijding



Telefonisch interview vertegenwoordiger van toeleverancier.

Doel: inventariseren optreden Mycosphaerella en bepalen behoeften aan kennis en onderzoek m.b.t. Mycosphaerella in komkommer.

Oprachtgever: landelijke komkommercommissie Financier: Productschap Tuinbouw.

Bedrijfsinformatie

Naam	
Adres	
PC+Woonplaats	
Telefoon (mobiel)	
E-mail	
Naam bedrijf	
Functie	
Werkgebied	

Jaar 2010 (NB Maak steeds onderscheid tussen vrucht- en stengelaantasting!):

- Op hoeveel bedrijven komt dit jaar Mycosphaerella voor (%)?
Vruchten:
Stengel:
Is dat meer of minder dan vorig jaar?
Vruchten:
Stengel:
- Indien meer/minder: wat is er dit jaar anders van vorig jaar?
- Vruchten:
- Stengel
- Ziet u overeenkomsten tussen bedrijven met Mycosphaerella?
Cultivar, Plantdatum, Teeltsysteem, Plantdichtheid, Plantenkweker, Gebruik van scherm, Klimaatinstellingen, Watergeefstrategie, Energiebesparing, Gebruik minimumbuis
- Ziet u overeenkomsten tussen bedrijven zonder Mycosphaerella?
- Zijn er ook bedrijven die vorig jaar wel Mycosphaerella-problemen hadden en dit jaar niet? En omgekeerd, vorig jaar niet, dit jaar wel? En wat hebben zij anders gedaan dit jaar?
- Beschrijf het algemene verloop van de ziekte: (Vruchten / Stengel)
Wanneer opgemerkt, Mate van aantasting, Snelheid van verspreiden, plaats op de bedrijven?
- Wat is volgens u de voornaamste oorzaak van het optreden van Mycosphaerella?
Vruchten:
Stengel:
- Wat verwacht u dat de schade zal gemiddeld per bedrijf zal zijn (kg resp. €/m²)

Vervolg bijlage 1: Vragenlijst toeleveranciers en adviseurs.

1. Wat wordt er door telers preventief en curatief aan gedaan?
2. Wanneer? Hoe? Resultaten? Middelen – Toepassingsmethode, Tijdstip, Concentratie, Etc.?
3. Wat adviseert u preventief en curatief? Wanneer? Hoe? Resultaten? Middelen – Toepassingsmethode, Tijdstip, Concentratie, Etc.?
4. Adviseert u ook iets anders dan middelen, zoals teelthandelingen of klimaatinstellingen?
5. Is dat advies gelijk aan voorgaande jaren? Zo nee, Wat is er veranderd?

Kennis:

1. Onder welke omstandigheden kan Mycosphaerella zich het best verspreiden? (Vruchten / Stengel)
2. Onder welke omstandigheden kan Mycosphaerella het gewas het best infecteren? (Vruchten / Stengel)
3. Welke kennis mist u om problemen met Mycosphaerella effectief aan te pakken of te voorkomen?
4. Van wie verwacht u informatie te krijgen over een goed Mycosphaerella-aanpak?
5. Wan wie krijgt u die informatie nu?
6. Wie kan nog meer informatie geven over van de situatie m.b.t. Mycosphaerella in komkommer en al dan niet succesvolle aanpak?
7. Mogen we u nog een keer bellen als aanvullende informatie gewenst is?

Bijlage VIII Vragenlijst voor telers

Telefonisch interview teler.

Doel: bepalen behoeften aan kennis en onderzoek m.b.t. Mycosphaerella in komkommer

Opdrachtgever: landelijke komkommercommissie Financier: Productschap Tuinbouw.

Bedrijfsinformatie

Naam	
Adres	
PC+Woonplaats	
Telefoon (mobiel)	
E-mail	
Bedrijfsoppervlak	
Aantal afdelingen	
Bouwjaar kas (hoogte kas)	
Adviseur	

Jaar 2010:

1. Teeltbeschrijving:
Cultivar(s): Plantdatum(s):
Teeltsysteem (Hogedraad/Traditioneel):
Plantdichtheid:
Type substraat:
Plantenkweker:
Scherm/folie (hoe lang doorgeschermd en wanneer ging de folie eruit):
Klimaat / wanneer wordt minimumbuis erin gelegd?:
Watergeefstrategie:
Luchtbeweging/ventilatie (bv. Aircobreeze ventilatoren of luchtslangen onder de teeltgoot?):
2. Komt Mycosphaerella voor op uw bedrijf? (jaar 2010)
Vruchten:
Stengel:
3. Beschrijf verloop van ziekte: wanneer opgemerkt (welke periode), mate van aantasting, snelheid van verspreiden, plaats op het bedrijf (jaar 2010)
Vruchten:
Stengel:
4. Wat heeft u gedaan ter preventie van Mycosphaerella? Wanneer, hoe? Resultaat?
Hebt u de volgende maatregelen toegepast: (preventief resp. curatief)
 - o bloemplukken van jonge vruchtjes
 - o bladplukken
 - o UV-C belichting
 - o droogstoken
 - o vrucht dunnen
 - o gietwater verwarmen
5. Wat heeft u gedaan om Mycosphaerella te bestrijden? Wanneer, hoe? Resultaat? Middelen – toepassingsmethode, tijdstip, concentratie, etc.?
6. Wat verwacht u dat de schade zal zijn (kg resp. €/m²)
7. Indien vraag 2 met 'ja' is beantwoord: Wat gaat u volgend jaar anders doen om Mycosphaerella- schade te voorkomen c.q. beperken?

Kennis:

1. Onder welke omstandigheden kan Mycosphaerella zich het best verspreiden?
Vruchten:
Stengel:
2. Onder welke omstandigheden kan Mycosphaerella het gewas het best infecteren?
Vruchten:
Stengel:
3. Kwam Mycosphaerella in andere jaren op uw bedrijf voor? Wanneer? Hoe groot schat u de door u geleden schade in (kg resp. €/m²)
4. Welke kennis mist u om problemen met Mycosphaerella effectief aan te pakken of te voorkomen?
5. Van wie verwacht u informatie te krijgen over een goede Mycosphaerella- aanpak?
6. Van wie krijgt u die informatie nu?
7. Mogen we u nog een keer bellen als aanvullende info gewenst is?







Productschap  Tuinbouw

DLV
plant


Adviesbureau Aleid Dik

Projectnummer: 3242096200 | PT nummer: 14115