

PROJECTVERSLAG

Inventarisatie van bestaande theoretische kennis en in de praktijk uitgevoerde teeltmaatregelen in relatie tot beheersbaarheid van Botrytis in Gerbera



Uitgevoerd door:
DLV Facet
Naaldwijk, oktober 2002
Gerben Wessels
Martin van der Mei

In samenwerking met de Gerbera commissie LTO Groeiservice



Gefinancierd door:



Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEIDING | 3 |
| 2 | BOTRYTIS CINEREA | 4 |
| 2.1 | WAT IS BOTRYTIS CINEREA?..... | 4 |
| 2.2 | VERSPREIDING VAN <i>B. CINEREA</i> IN DE GLASTUINBOUW | 5 |
| 2.2.1 | <i>Productie van conidiën</i> | 5 |
| 2.2.2 | <i>Verspreiding van conidiën</i> | 6 |
| 2.3 | KIEMING VAN <i>BOTRYTIS</i> SPOREN..... | 7 |
| 2.3.1 | <i>Kieming en infectie</i> | 7 |
| 2.3.2 | <i>Invloed van vocht en temperatuur</i> | 7 |
| 2.3.3 | <i>Invloed van uitwendige voedingsstoffen</i> | 9 |
| 2.3.4 | <i>Stralingsniveaus</i> | 9 |
| 2.4 | INFECTIE | 10 |
| 2.5 | FACTOREN DIE EEN PLANT GEVOELIG MAKEN | 10 |
| 2.5.1 | <i>Invloed factoren op gevoeligheid</i> | 10 |
| 2.5.2 | <i>Ethyleen</i> | 10 |
| 2.5.3 | <i>Voedingstoestand van de plant</i> | 11 |
| 2.5.4 | <i>Gewasbeschermingsmiddelen</i> | 11 |
| 2.6 | RESISTENTIE | 11 |
| 3 | THEORETISCHE ADVIEZEN | 12 |
| 3.1 | VAN KENNIS NAAR ADVIES..... | 12 |
| 3.2 | VEREDELAARS EN VERMEERDERAARS | 12 |
| 3.2.1 | <i>Adviezen</i> | 12 |
| 3.2.2 | <i>Botrytis test</i> | 12 |
| 3.2.3 | <i>Cultivars vroegtijdig weggooien</i> | 13 |
| 3.2.4 | <i>Zoek naar vervangers van populaire maar smetgevoelige cultivars</i> | 13 |
| 3.3 | TELERS | 13 |
| 3.3.1 | <i>Adviezen</i> | 13 |
| 3.3.2 | <i>Sortiment</i> | 13 |
| 3.3.3 | <i>Bedrijfshygiëne</i> | 14 |
| 3.3.4 | <i>Luchtvochtigheid in de kas</i> | 14 |
| 3.3.5 | <i>Condensatie</i> | 15 |
| 3.3.6 | <i>Temperatuurverschillen in de kas</i> | 16 |
| 3.3.7 | <i>Temperatuur en luchtvochtigheid in de koelcel, de bedrijfsruimte en tijdens transport</i> | 16 |
| 3.3.8 | <i>Andere oplossingsrichtingen</i> | 17 |
| 4 | BLINDE VLEKKEN IN DE <i>BOTRYTIS</i> PROBLEMATIEK | 20 |
| 4.1 | BLINDE VLEKKEN | 20 |
| 4.2 | BEDRIJFSEFFECT | 20 |
| 4.3 | BEMESTING | 20 |
| 4.4 | BEDRIJFSHYGIËNE | 20 |
| 4.5 | BIOLOGISCHE BESTRIJDING | 20 |
| 4.6 | RESISTENTIE TEGEN <i>BOTRYTIS</i> | 21 |
| 4.7 | MOMENT VAN OPTREDEN <i>BOTRYTIS</i> | 21 |
| | SAMENVATTING | 22 |
| | VERKLARENDE WOORDENLIJST: | 23 |
| | LITERATUUR | 24 |
| | MONDELINGE INFORMATIEBRONNEN: | 26 |

1 INLEIDING

Zowel in de teelt als in de naoogstfase van Gerbera is het optreden van *Botrytis cinerea* een groot probleem. Deze schimmel veroorzaakt vooral in het voor- en najaar grote schade. De schade uit zich door kleine necrotische vlekjes of stipjes op de bloemblaadjes van de Gerbera. Andere namen voor deze symptomen zijn 'smet, pokken, peper, en spikkel' (15, 16, 17).

In het voorjaar van 2001 had een groot deel van de gerberabedrijven te kampen met *Botrytis* problemen. De tussenhandel sprak zelfs twijfels uit over het behoud van de Gerbera in de boeketten met alle gevolgen van dien. Dit is de oorzaak geweest voor het starten van het huidige project, gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

Over *Botrytis cinerea* is in het verleden al erg veel geschreven. De informatie die bekend is, is echter versnipperd en tot nu toe is niet ondubbelzinnig duidelijk geworden hoe *Botrytis* in gerbera het beste kan worden aangepakt.

Dit project wordt uitgevoerd in 3 fasen. In de eerste fase van dit onderzoek, beschreven in dit rapport zijn de verschillende onderzoeken uit het verleden samengevat en gebundeld met hetgeen bekend is op verschillende organisaties, zoals veilingen, universiteiten en proefstations, in Nederland. Tevens worden in het laatste hoofdstuk theoretische aanbevelingen gedaan om *Botrytis* aantasting te voorkomen, zowel voor de teeltbedrijven als voor de veredelaars/vermeerderaars van Gerbera.

Voor een goed begrip van de *Botrytis* problematiek in de gerberateelt, en vooral van mogelijke oplossingsrichtingen, zal eerst duidelijk moeten zijn wat *Botrytis cinerea* precies is en doet. In hoofdstuk 2 zal dit beeld worden geschetst.

In fase 2 wordt een inventarisatie bij telers met veel en weinig aantasting gehouden. Dit kan aanvullende aanwijzingen geven welke teelt- en bedrijfsfactoren van belang zijn. Hierbij kan gedacht worden aan ras, klimaat, bemesting, bedrijfshygiëne etc. Ook wordt in kaart gebracht in welke perioden het probleem het grootst is en of dat te herleiden is naar klimaat- of weersomstandigheden. Ook zullen de veredelaars en vermeerderaars benaderd worden. De data die uit de praktijk worden verzameld worden dan gecombineerd met een vertaalslag van resultaten uit onderzoek. Hierdoor wordt tevens duidelijk welke kennis uit onderzoek reeds in de praktijk aanwezig is en hoe met deze kennis omgegaan wordt. Afhankelijk hiervan zal de communicatie in fase 3 erop afgestemd moeten worden, d.w.z. gaat het om kennis implementatie danwel om gedragsveranderingen te bewerkstelligen (of een combinatie) om tot een betere beheersbaarheid van *Botrytis* te komen.

2 BOTRYTIS CINEREA

2.1 Wat is Botrytis cinerea?

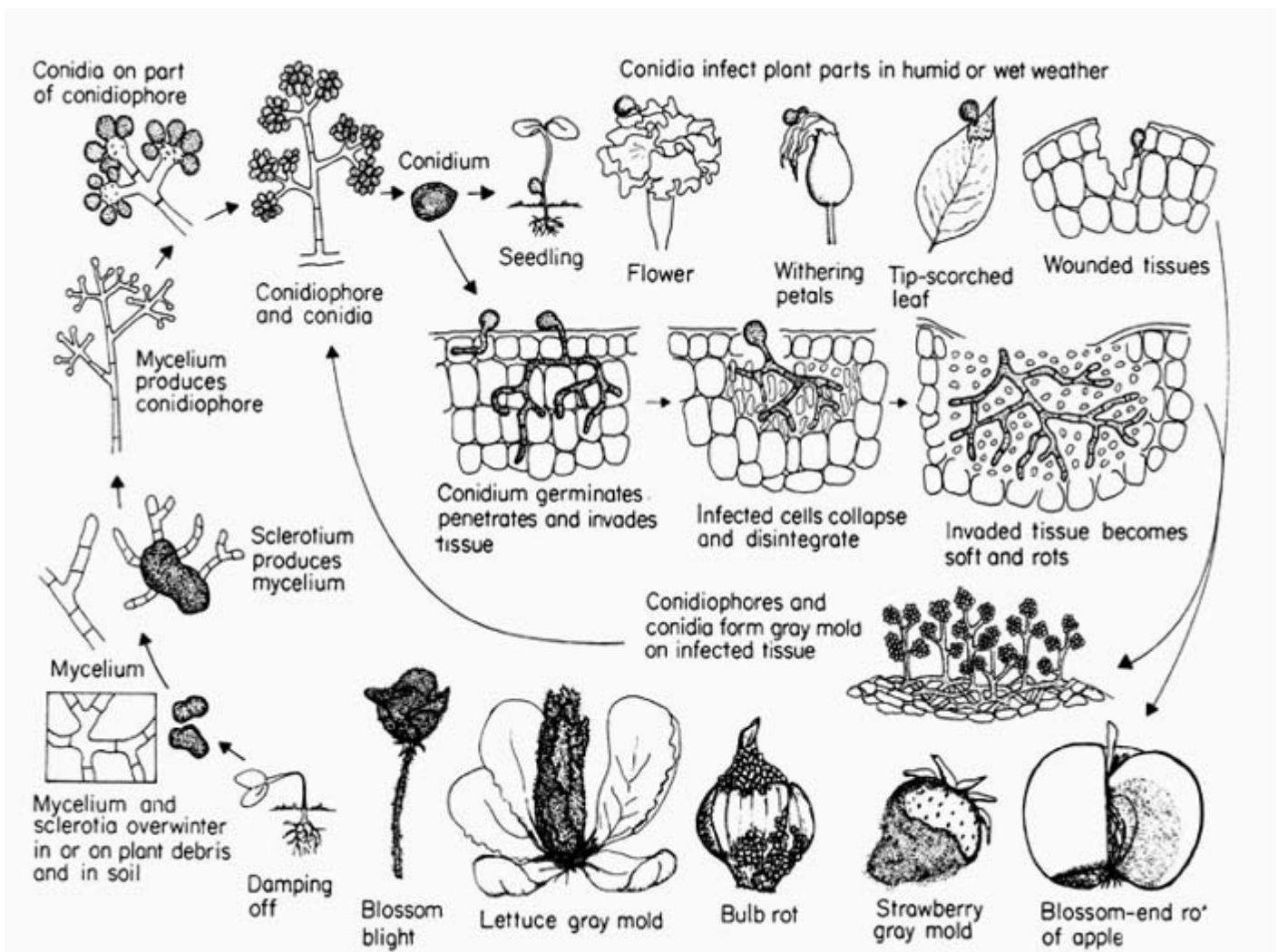
De schimmel *Botrytis cinerea*, ook wel bekend als 'grauwe schimmel' staat bekend als ziekteverwekker bij meer dan 200 cultuurgewassen. In tegenstelling tot andere *Botrytis* soorten specialiseert deze schimmel zich dus niet op één of enkele gewassen. *Botrytis cinerea* is het ongeslachtelijke stadium van *Botryotinia fuckeliana*. In kasteelten is alleen het ongeslachtelijke stadium van belang.

Botrytis cinerea is geen primaire aantaster van levend, gezond plantmateriaal. In de meeste gevallen brengt de schimmel zijn hele levenscyclus voort op dood plantenmateriaal (1). Bij het rotten van dood plantenmateriaal is *B. cinerea* meestal één van de eerste schimmels die dit materiaal infecteert.

In figuur 1 is de levenscyclus van *B. cinerea* te zien. De algemene levenscyclus onder gunstige omstandigheden verloopt als volgt; plantmateriaal (levend of dood) wordt geïnfecteerd door conidiën (ongeslachtelijke sporen) van *B. cinerea*, deze sporen kiemen en er groeit een kiembuis uit die het plantenweefsel binnendringt. In en op het weefsel groeit de schimmel verder door de vorming van schimmeldraden (mycelium). Vervolgens worden op het mycelium weer nieuwe sporendragers gevormd (conidioforen) die conidiën produceren. Deze nieuwe sporen worden vervolgens verspreid (vaak door luchtstroming) en kunnen nieuw plantmateriaal infecteren. De sporen van *Botrytis cinerea* hebben een veel langere levensduur dan bijvoorbeeld een Gerbera bloem. Wanneer de sporen droog bij kamertemperatuur worden bewaard kunnen sommige sporen na 14 maanden nog steeds kiemen (30).

Onder ongunstige omstandigheden treedt er een overlevingscyclus in werking. Er worden dan sclerotiën gevormd. Dit zijn kleine zwarte structuren, die ook wel 'rattenkeutels' worden genoemd. De sclerotiën kunnen zeer lang overleven onder ongunstig omstandigheden. Wanneer de omstandigheden voor de schimmel weer gunstiger worden kunnen de sclerotiën ongeslachtelijke sporen (conidiën) en geslachtelijke sporen vormen (ascosporen). Dit speelt vooral een rol bij overwintering in de buitenteelt en is minder van belang in een kasteelt waar jaarrond een gevoelig gewas aanwezig is.

Om gegarandeerd vrij te blijven van *Botrytis* aantasting zou een volledige uitroeiing van alle *Botrytis* sporen in de kas, tijdens transport en op de veiling noodzakelijk zijn. Helaas komt deze schimmel algemeen voor in ons milieu en wordt de schimmel relatief makkelijk resistent tegen chemische bestrijdingsmiddelen. Bovendien laten dergelijke middelen vaak een zichtbaar aanwezig residu achter op de bloem en is het gebruik van bestrijdingsmiddelen steeds minder maatschappelijk geaccepteerd (18). Daarbij moet opgemerkt worden dat *Botrytis* sporen ook eenvoudig door de luchtramen van buiten in de kas terecht komen. Dit is alleen te voorkomen door in een gesloten kas te telen.



Figuur 1: Levenscyclus van *Botrytis cinerea*

2.2 Verspreiding van *B. cinerea* in de glastuinbouw

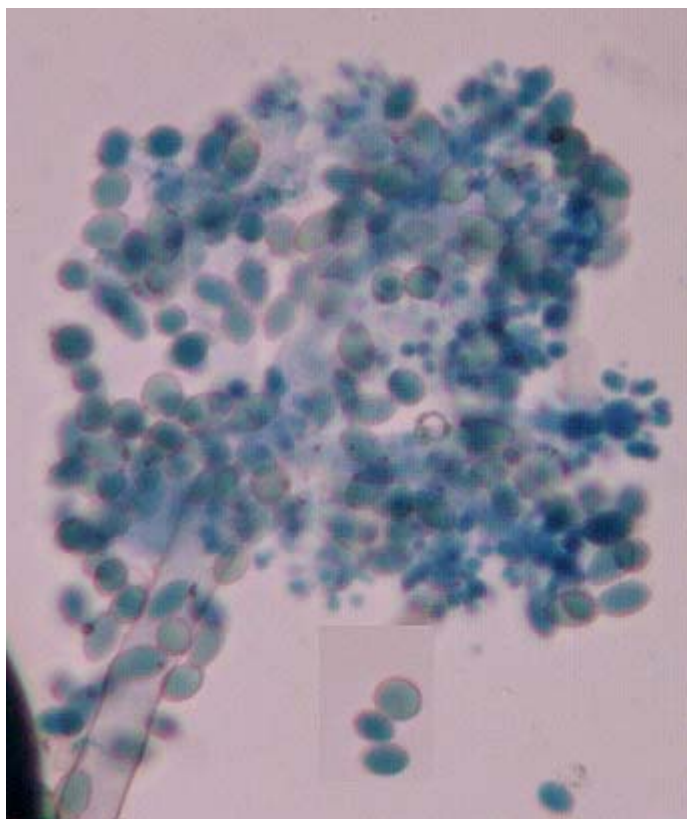
2.2.1 Productie van conidiën

Hoewel in de vrije natuur de schimmel zich op verschillende manieren verspreidt (mycelium, conidiën en sclerotiën), zijn de conidiën verreweg de belangrijkste infectiebron van *Botrytis cinerea* in de glastuinbouw (3). Deze sporen bevinden zich vrijwel altijd en overal in de lucht, hoewel de sporenconcentraties wel kunnen verschillen. Proeven met vliegtuigen hebben aangetoond dat zelfs de lucht boven de poolzeeën en de Atlantische oceaan sporen van *Botrytis cinerea* bevat. Boven land werden in verschillende proeven sporenconcentraties van ongeveer 300 tot 1500 sporen per m³ gemeten.

De conidiën worden geproduceerd door sporendragers of conidioforen. Een afbeelding van een sporendrager met conidiën is te zien in figuur 2. In het verleden zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de invloed van uitwendige omstandigheden op de productie

van sporen van *B. cinerea*, de zogenaamde sporulatie. Vooral het effect van lichthoeveelheid en lichtkwaliteit werd door vrij veel mensen onderzocht, niet altijd met eensluidende resultaten. Sommige onderzoekers kwamen tot de conclusie dat daglicht de sporenproductie verhinderde, anderen dat (bepaalde kleuren) licht de productie juist bevorderde (11).

Wat wel vrij duidelijk lijkt te zijn is het feit dat UV licht de sporenvorming bevordert en dat blauw licht deze juist remt. Een voorbeeld uit 1974 toonde in het laboratorium aan dat de sporenproductie effectief werd geremd wanneer een filter werd gebruikt dat licht met golflengtes van 430-490nm (blauw licht) doorliet. Ook werd toen ontdekt dat wanneer na de periode met blauw licht een periode UV licht werd toegediend, de sporulatie weer gestimuleerd kon worden. Wanneer tomaten en komkommers werden geteeld onder folies die licht met golflengtes tot 390nm absorbeerden, dan nam de aantasting door *Botrytis* af met respectievelijk 7 en 17% terwijl bij proeven met Primula onder deze folies 40 tot 60%, minder *Botrytis* aantasting voorkwam (12, 13).



Figuur 2: Sporendrager (conidiofoor) met conidiën

2.2.2 Verspreiding van conidiën

De eerste fase van de verspreiding van sporen is het moment waarop de sporen vrijkomen van de sporendrager. Het vrijkomen van sporen wordt op verschillende manieren beïnvloed en/of bevorderd.

Verschillende onderzoekers hebben aangetoond dat de sporendragers onder invloed van verschillen in luchtvochtigheid draaiende bewegingen om hun as maken (torsie). Door deze

draaiende bewegingen raken de sporen los van de sporendrager. Het lijkt er dus op dat verschillen in luchtvochtigheid de sporulatie bevorderen. Zowel in veldproeven als in het laboratorium werd gevonden dat een stijging of daling van de RV met maar 5% het vrijkomen van sporen bevorderde (10). Ook waterdruppels die op of in de buurt van sporendragers vallen kunnen zorgen voor het vrijkomen van conidiën

Een derde factor die kan zorgen voor vrijkomen van sporen van *Botrytis* is menselijke activiteit in het gewas. In 1986 en 1987 werden sporenconcentraties gemeten in een kas waarin Geraniums werden vermeerderd. Hieruit bleek dat elke activiteit in de kas, zoals spuiten met gewasbeschermingsmiddelen, het neerzetten van trays met stekken, schoonmaken van teelttabletten etc, een piek in de sporenconcentratie te zien gaf waarin de concentratie enkele duizenden malen zo hoog was als in de 'rust' situatie (14).

Wanneer de sporen eenmaal vrijgekomen zijn kan de verspreiding van de conidiën op verschillende manieren gebeuren. Meestal vindt dit plaats door luchtverplaatsing, bijvoorbeeld door wind, werkzaamheden, ventilatoren etc. Soms worden de sporen ook verplaatst via waterdruppels (spatwater) of insecten (2). Vooral tijdens regenbuien kan het aantal *Botrytis* sporen in de lucht opvallend hoog zijn, terwijl de overige omstandigheden voor verspreiding ongunstig zijn. Onderzoek in 1948 toonde aan dat een enkele regendruppel, die op een door *Botrytis* aangetast blad valt, een gebied van ongeveer 2,5 m² kan besmetten met sporen. Wanneer het blad werd blootgesteld aan een regenbui van 45 minuten, dan werd een gebied van meer dan 32 m² besmet door *Botrytis* sporen. In een opspattende regendruppel konden 156 conidiën worden geteld!

2.3 Kieming van *Botrytis* sporen

2.3.1 Kieming en infectie

De eerste fase van een mogelijke aantasting van een plant door *Botrytis* is de kieming van de *Botrytis* spore. Bij kieming neemt de spore vocht op en zwelt op. Er groeit dan een zogenaamde kiembuis uit de spore die de plant binnendringt (3). Dit binnendringen in het plantenweefsel is de eigenlijke infectie. Kieming gaat dus vooraf aan de daadwerkelijke infectie. Kieming kan echter plaatsvinden zonder dat de infectie slaagt.

In een kas zijn altijd sporen van *Botrytis* in de lucht aanwezig, hoewel het aantal sporen per m³ lucht aanzienlijk kan verschillen van bedrijf tot bedrijf. Er zullen dus altijd *Botrytis* sporen op de bloemen terechtkomen. Wanneer sporen op een bloem terechtkomen, wil dat nog niet zeggen dat er ook kieming en schade optreedt. Microscopisch onderzoek heeft aangetoond dat bij lage relatieve luchtvochtigheden (70%) de *Botrytis* sporen op een Gerbera bloem zelfs na 2 weken nog niet gekiemd waren (3). Of deze kieming van de sporen optreedt en er schade wordt veroorzaakt is afhankelijk van een aantal factoren die in de volgende paragrafen zullen worden behandeld.

2.3.2 Invloed van vocht en temperatuur

De conidiën of sporen van *B. cinerea* zijn erg klein, zo'n 12 tot 15 µm lang. Dat wil zeggen dat er 666-840 sporen op een strekkende centimeter zouden passen. Verder geldt dat er in deze sporen nauwelijks reservevoedsel en/of water aanwezig is. De sporen bevatten slechts

zo'n 17% vocht (4). Om te kunnen kiemen moet de spore zwellen tot 60% vochtgehalte. Er moet dus vocht uit de omgeving worden opgenomen.

Het is niet geheel duidelijk of vrij water altijd een absolute noodzaak is. Waarschijnlijk kunnen sporen hun vochtgehalte ook aanvullen wanneer de relatieve luchtvochtigheid (RV) lange tijd hoog genoeg is (1). Er is veel onderzoek bekend over het effect van de relatieve luchtvochtigheid op de kieming van *B. cinerea* sporen. De resultaten hiervan moeten met enige voorzichtigheid worden bekeken. Vooral wanneer er proeven zijn uitgevoerd bij RV's boven de 90% is slechts een kleine daling van de temperatuur nodig om water te laten condenseren. Het is dus mogelijk dat bij bepaalde proeven de sporen onbedoeld vrij water ter beschikking hadden (10).

Beneden de 93-94% luchtvochtigheid is voor de kieming van de *Botrytis*-sporen in elk geval vrij water nodig. Dit vrije water kan afkomstig zijn van directe condensatie op de bloemen als gevolg van temperatuurverschillen, druppels condenswater afkomstig van het kasdek, spuitvloeistof, guttatievocht enzovoort.

Wanneer Gerberabloemen besmet met *Botrytis* sporen werden bewaard bij een RV van 50-70% traden geen symptomen op, zelfs niet na 3 weken (30). Kerssies (7) toonde verder aan dat de infectiviteit van sporen van *B. cinerea* minder werd bij lagere luchtvochtigheden. Dit werd niet veroorzaakt doordat de bloemen bij lage RV's minder gevoelig waren, maar waarschijnlijk doordat de sporen sneller uitdrogen en hun infectiviteit (mate waarin een spore de bloem kan binnendringen en schade veroorzaken) verliezen.

Naast vocht is ook de temperatuur een factor die van belang is. Net als bij andere levensprocessen geldt ook voor de kieming van *Botrytis*-sporen dat er sprake is van een minimum-, maximum- en optimumtemperatuur. Uit verschillende experimenten is naar voren gekomen dat *B. cinerea* op kunstmatige voedingsbodems kiemt tussen ongeveer 5°C en 30°C (7, 8, 10). Er zijn bijvoorbeeld proeven gedaan waarbij *Botrytis*-sporen uitgezet werden op kunstmatige voedingsbodems bij verschillende temperaturen, namelijk 5, 10, 15, 20, 25 en 30°C (7). Hieruit bleek dat tussen de 20 en 25°C het grootste percentage van de sporen kiemden. Bij deze temperaturen was ongeveer 40% van de sporen na 2 dagen gekiemd.

Tabel 1 geeft een indruk van de tijd gedurende welke vrij water noodzakelijk voor de kieming van *B. cinerea* sporen bij verschillende temperaturen (1).

| Temperatuur | Totale tijd gedurende welke water vereist is | Tijd waarin infectie kan plaatsvinden |
|-------------|--|---------------------------------------|
| 25°C | 2 uur | 20 uur |
| 20°C | 3 uur | 20 uur |
| 15°C | 4 uur | 24 uur |
| 10°C | 8 uur | 30 uur |

Tabel 1: Temperatuur en vochtverhouding bij de ontwikkeling van *Botrytis*.

Kerssies (7) toonde ook aan dat Gerberabloemen meer lesies (beschadigingen door *B. cinerea*) vertoonden na bewaring bij temperaturen boven de 20°C. Waarschijnlijk hangt dit samen met het feit dat Gerbera bloemen bij hogere temperaturen sneller verouderen en meer voedingsstoffen afscheiden (zie ook paragraaf 2.3.3). Tegelijkertijd gold echter ook dat de infectiviteit van *Botrytis* sporen tijdens bewaring afneemt naarmate de temperatuur hoger was. Dit zou kunnen worden veroorzaakt doordat de sporen bij hogere temperaturen sneller uitdrogen en hun kiemkracht verliezen (5).

2.3.3 Invloed van uitwendige voedingsstoffen

Naast vocht moet de spore in veel gevallen ook voeding kunnen opnemen om te kunnen kiemen. Er is veel variatie tussen verschillende *B. cinerea* isolaten wat betreft het vermogen tot kiemen in schoon water. Sporen van veel *B. cinerea*-isolaten kiemen geheel niet in schoon water, andere isolaten hebben deze mogelijkheid wel. In proeven in laboratoria liepen de kiemingspercentages uiteen van 0 tot 100% kieming in schoon water (20). In elk geval wordt kieming sterk bevorderd door de aanwezigheid van anorganische (N, P, K en sporenelementen) en organische (suikers, aminozuren en dergelijke) voedingsstoffen (5, 6, 10). Dit kunnen zowel door de planten zelf uitgescheiden voedingsstoffen zijn, als kunstmatig toegediende. Chou en Preece toonden aan dat toevoegen van glucose het kiemingspercentage van sporen van *B. cinerea* verhoogde. Fructose had een nog sterker effect dan glucose en stuifmeel en stuifmeelextracten bevorderden de kieming zeer sterk (20). Ook uit onderzoek van Salinas kwam naar voren dat toevoeging van stuifmeelextracten de kieming van *Botrytis* sporen in vitro het meest bevorderde. In vivo, dus op Gerbera bloemen bleek zelfs alleen een stuifmeelextract de kieming te bevorderen. Toevoegen van een extract van lintbloemen van Gerbera of van glucose gaf geen verhoging van het kiemingspercentage (30).

Wanneer het effect van verschillende stikstofbronnen werd getest dan bleek dat alleen aminozuren de kieming bevorderden bij afwezigheid van suikers. Kieming werd ook bevorderd door een anorganische bron van stikstof of door ammoniumzouten maar alleen wanneer ook suikers aanwezig waren. Dit zou kunnen betekenen dat sporen (van bepaalde isolaten) zowel stikstof als koolstof nodig hebben voor een geslaagde kieming. Sporen die door veroudering aan kiemkracht hebben verloren kunnen uit de aanwezigheid van uitwendige voeding zoveel energie onttrekken dat ze weer tot kieming in staat zijn. Er zijn bijvoorbeeld proeven bekend waarin de kiemkracht van oude *B. cinerea* sporen werd hersteld door ze in een oplossing van een gistextract of sinaasappelsap voedingsstoffen te laten opnemen (20).

Bij planten vindt aan het oppervlak vaak uitscheiding plaats van allerlei soorten organische en anorganische stoffen die in het onderliggende weefsel aanwezig zijn (5). Vooral bloemweefsel scheidt veel voedingsstoffen naar buiten uit en is daardoor waarschijnlijk vatbaarder voor *Botrytis* infecties (4).

2.3.4 Stralingsniveaus

Ook de hoeveelheid straling heeft een invloed op de infectiviteit van conidiën. Of dit ook de gevoeligheid van de bloemen beïnvloedt is onduidelijk. In één bron (7) wordt beweerd dat dit niet het geval is, terwijl in een ander artikel wel wordt geopperd dat de bloemen sterker worden door de hogere instralingsniveaus (23).

Kerssies concludeerde na zijn proeven dat de conidiën in de lente en voorzomer hun infectiviteit verliezen. Wanneer de etmaal-stralingssom hoger is dan 1500 J/cm^2 , dan neemt de kans op lesies door *B. cinerea* sterk af (23). De hoge instralingsniveaus zorgen er waarschijnlijk voor dat sporen van *B. cinerea* sneller dood gaan. Verder is het mogelijk dat de tijdsduur dat de bloemen wat minder lang geopend in de kas staan (door een snellere afrijping), zodat de bloemen minder sporen kunnen opvangen.

2.4 Infectie

Als de kieming van de spore is gelukt, is er een kiembuis uit de spore gegroeid, die voor een succesvolle infectie nog wel de plant in moet groeien. Er zijn veel onderzoekers geweest die het binnendringen van een kiembuis in een plant hebben bestudeerd. Het is niet geheel duidelijk of dit binnendringen vooral een mechanisch proces is of met name een chemisch gebeuren. Waarschijnlijk is het in bepaalde gevallen meer mechanisch, en in andere meer chemisch bepaald.

In het verleden is onder andere aangetoond dat kiembuizen van *B. cinerea* in staat zijn door zeer dunne laagjes goud te dringen, wat in dat geval wijst op een mechanisch proces. Andere onderzoekers zagen bijvoorbeeld in druiven geen verband tussen de gevoeligheid voor *Botrytis* en de mate waarin een druif weerstand kan bieden aan mechanische druk, wat eerder wijst op een chemisch proces. Wanneer infectie (gedeeltelijk) een chemisch proces zou zijn, dan moeten er in elk geval door de kiembuis enzymen worden geproduceerd die cutine (bestanddeel van de cuticula of waslaag op veel plantendelen) afbreken. Deze enzymen zijn inderdaad in verschillende onderzoeken aangetoond (20).

In Gerbera groeit de kiembuis direct door de cuticula heen, maar er werd geen bewijs gevonden van enzymen die de cuticula afbreken (3). Ook bij mutanten van *Botrytis* die geen cutinase enzym produceren kon geen verminderde pathogeniteit aangetoond worden (33). Dit roept wel vragen op, omdat in 1992 werd aangetoond dat infectie van bloemblaadjes van Gerbera kan worden verhinderd door cutinase-remmers (stoffen die de werking van cutine afbrekende enzymen remmen) te gebruiken (21). Uiteindelijk ontstaat in Gerbera bloemen na geslaagde infectie een necrotische lesie die uit één tot acht dode, donkerbruine epidermiscellen bestaat (30).

2.5 Factoren die een plant gevoelig maken

2.5.1 Invloed factoren op gevoeligheid

Naast omstandigheden als luchtvochtigheid en temperatuur is zeer waarschijnlijk de fysiologische toestand van de plant of bloem mede bepalend voor de mate waarin een infectie met *Botrytis* optreedt. Wanneer een plant door suboptimale groeiomstandigheden meer vatbaar is voor ziekten of plagen wordt dit predispositie genoemd. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste factoren genoemd.

2.5.2 Ethyleen

Luchtverontreiniging is waarschijnlijk één van de factoren die invloed heeft op de vatbaarheid van bloemen voor *Botrytis*. Een bekende stof die een rol speelt is ethyleen. Voor roos en anjer is aangetoond dat ethyleen productie een zwaardere aantasting door *Botrytis* tot gevolg had (34). De precieze invloed van ethyleen is niet geheel duidelijk. Er wordt vrij algemeen aangenomen dat ethyleen een invloed heeft op de weerstand of vatbaarheid van planten voor infecties met plantenziekten. Volgens de Jong (1) worden snijbloemen vatbaarder voor *Botrytis* bij een ethyleengehalte van 6 cm^3 op 1000m^3 lucht (0,006 ppm).

Recent onderzoek heeft aangetoond dat infectie van bonenblad en blad van *Arabidopsis thaliana* door *Botrytis cinerea* een verhoogde ethyleenproductie van de zieke plant veroorzaakt, en dat *Botrytis cinerea* zelf ook de mogelijkheid heeft om ethyleen te

produceren (9). Verder bleek dat kieming van conidiën van *B. cinerea* werd versneld door ethyleen in de eerste periode van 4 uur na inoculatie met de sporen. Naast ethyleen zijn er waarschijnlijk meer stoffen die bloemen extra vatbaar maken voor *Botrytis*.

2.5.3 Voedingstoestand van de plant

Groeïende planten en bloemen hebben een natuurlijke weerstand tegen schimmels. Een niet-optimale voeding maakt planten in het algemeen vatbaarder voor veel ziekten en plagen. Waarschijnlijk geldt dit ook voor *Botrytis*. Helaas is er nog niet veel bekend over de rol die het bemestingsniveau speelt bij de vatbaarheid van Gerbera voor *Botrytis*.

Zoals reeds vermeld kiemen *Botrytis* sporen vaak beter wanneer er voedingsstoffen op het oppervlak aanwezig zijn. Het is denkbaar dat de bemestingstoestand van een plant invloed kan hebben op de hoeveelheid nutriënten die op het blad- of bloemoppervlak aanwezig zijn. In een onderzoek uit 1967 werd ontdekt dat de concentratie aminozuren en suikers in bladeren en in 'waswater' van bladeren van *Vicia faba* (boon) hoger waren wanneer stikstof in de vorm van ammonium werd aangeboden in plaats van nitraat. De vatbaarheid voor *Botrytis* bleek hierdoor toe te nemen.

Uit verschillende andere onderzoeken kwam naar voren dat de vatbaarheid van verschillende gewassen (boon, tomaat, druif) voor *B. cinerea* toenam wanneer de planten een laag calciumgehalte hadden (5). Ook voor roos en poinsettia is gevonden dat een gebrek aan Calcium leidt tot een verhoogde gevoeligheid voor *Botrytis* (35).

Ook de stikstofbemesting van planten beïnvloedt de vatbaarheid voor *B. cinerea*, hoewel de resultaten van de onderzoeken elkaar soms tegenspreken. In onderzoek met Chrysant werd een toename van het aantal lesies gevonden wanneer de planten werden geteeld in grond met hoge stikstofniveaus. Er was een trend in de richting van minder lesies wanneer het kalium gehalte steeg, maar dit effect was niet significant (29). In tomaat werd gevonden dat de myceliumgroei van *Botrytis* langzamer was bij planten die meer stikstof kregen toegediend. Verder is voor tomaat aangetoond dat met name de verhouding stikstof/koolstof in de plant van invloed kan zijn op de gevoeligheid voor *Botrytis* (36).

2.5.4 Gewasbeschermingsmiddelen

Vaak treedt na een bespuiting met gewasbeschermingsmiddelen in Gerbera schade op door *Botrytis*. Dit zal in veel gevallen te maken hebben met het feit dat er gedurende een bepaalde tijd na de bespuiting vrij water aanwezig is voor de kieming van *Botrytis* sporen. Gedeeltelijk zou dit effect echter wellicht ook verklaard kunnen worden doordat sommige gewasbeschermingsmiddelen kleine beschadigingen aan de bloemen veroorzaken. In de jaren '50 werd bijvoorbeeld reeds ontdekt dat een bespuiting met het middel Zineb tomatenplanten vatbaarder maakte voor aantasting door *B. cinerea* (5).

2.6 Resistentie

In de praktijk is duidelijk sprake van verschil in gevoeligheid voor *Botrytis* tussen Gerbera cultivars. De genetische achtergrond van deze eigenschappen is voor veel gewassen, waaronder Gerbera, niet bekend. Gericht veredelen op verhoogde resistentie tegen *Botrytis* is voornamelijk een moeizaam proces.

3 Theoretische adviezen

3.1 Van kennis naar advies

In de voorgaande hoofdstukken is uiteengezet wat *B. cinerea* is en doet in de teelt van Gerbera. Ook is duidelijk geworden hoe *B. cinerea* zich verspreidt en onder welke omstandigheden de meeste kans op schade door deze schimmel bestaat. Aan de kennis uit hoofdstuk 2 kan een aantal conclusies worden verbonden wat betreft maatregelen die in theorie het optreden van *Botrytis* in Gerbera zouden kunnen beperken. Deze theoretische oplossingsrichtingen zullen in de volgende paragrafen worden aangegeven.

Het zal duidelijk zijn dat het voorkomen van aantasting door *Botrytis* niet het uitvoeren (of juist nalaten) van één teelthandeling is. Zoals in hoofdstuk 2 is duidelijk geworden is het wel of niet optreden van *Botrytis* afhankelijk van veel factoren. Veel van deze factoren kunnen door de veredelaars en telers van Gerbera worden beïnvloed. Om *Botrytis* succesvol te kunnen voorkomen zullen zoveel mogelijk van deze factoren ook daadwerkelijk moeten worden geoptimaliseerd. In latere fases van dit onderzoeksproject zullen de aanbevelingen uit dit hoofdstuk moeten worden getoetst aan de praktijk.

3.2 Veredelaars en vermeeders

3.2.1 Adviezen

- Ontwikkel en/of gebruik een goede test om nieuwe rassen te screenen op *Botrytis* gevoeligheid;
- Gooi twijfelachtige rassen in een vroeg stadium weg;
- Zoek naar vervangers van populaire maar smetgevoelige rassen.

3.2.2 Botrytis test

Het is zeer wenselijk dat er een toets wordt ontwikkeld waarmee op een betrouwbare manier kan worden aangetoond of een Gerbera cultivar al dan niet gevoelig is voor *Botrytis*. Dit is helaas niet eenvoudig. Veel van de testen die momenteel worden gebruikt zijn gebaseerd op het toetsprotocol van de vroegere referentietoets Gerbera. Hierbij worden de bloemen voorgewaterd en in Gerbera dozen gepakt. Daarna worden ze in de koelcel gezet. Vervolgens wordt na een aantal uren gecontroleerd op de aanwezigheid van smet. Eén van de problemen hierbij is bijvoorbeeld dat in bepaalde periodes van het jaar bijna alle bloemen makkelijk *Botrytis* aantasting vertonen, terwijl in andere periodes ook gevoelige rassen vrij probleemloos geteeld kunnen worden. Dit probleem is te ondervangen door in plaats van natuurlijk besmetting uit te gaan van een kunstmatige besmetting.

De *Botrytis* test was slechts één van de onderdelen van de referentietoets. Optimalisatie van de toets, waarbij specifiek aandacht uitgaat naar het testen op gevoeligheid voor *Botrytis* moet zeker verbeteringen op kunnen leveren zodat de toets bruikbaar wordt voor veredelingsdoeleinden.

3.2.3 Cultivars vroegtijdig weggooien

Wanneer er een geschikte test zou zijn om potentiële nieuwe Gerbera cultivars te testen op *Botrytis* gevoeligheid, dan zouden vervolgens nieuwe cultivars uitvoerig moeten worden getest, alvorens deze bij het bestaande sortiment worden gevoegd.

3.2.4 Zoek naar vervangers van populaire maar smetgevoelige cultivars

Er is een aantal Gerbera cultivars die een groot commercieel succes zijn maar waarvan in de hele keten bekend is dat deze relatief veel problemen met smet kunnen geven. Hier ligt een taak voor de veredeling. Er zal moeten worden gezocht naar vervangers van deze rassen die dezelfde goede eigenschappen hebben, maar niet smetgevoelig zijn. Hier moet bij worden vermeld dat ook de andere schakels in de keten hierin hun verantwoordelijkheid moeten nemen. Ook de handel zal bepaalde problematische cultivars bijvoorbeeld niet meer moeten kopen.

3.3 Telers

3.3.1 Adviezen

- Kies het juiste sortiment;
- Zorg voor een goede bedrijfshygiëne
- Voorkom hoge luchtvochtigheden in de kas;
- Voorkom lekkende plekken;
- Voorkom (horizontale) temperatuurverschillen in de kas;
- Voorkom te grote temperatuurschokken, vooral in periodes met relatief hoge RV;
- Voorkom condensatie op het gewas;
- Beperk de RV in de koelcel;

Verder worden nog een aantal oplossingsrichtingen aangegeven, waarvan het effect nog niet geheel duidelijk is, of waarvan nog niet voldoende bekend is om harde uitspraken over te doen. Voor de volledigheid moeten ze hier wel genoemd worden (paragraaf 3.3.8).

3.3.2 Sortiment

Onder andere uit veilingstatistieken (19) blijkt dat er veel Gerberarassen zijn die niet gevoelig zijn voor *Botrytis* aantasting. In deze statistieken is per ras het aantal geveilde bloemen en het percentage dat hiervan de keuropmerking 'niet zuiver' kreeg bijgehouden. Deze opmerking houdt veelal in dat er *Botrytis* schade in de bloemen is geconstateerd. Er zijn daarentegen ook rassen die erg gevoelig zijn. Er zijn rassen die in verschillende delen van de keten bekend staan vanwege hun relatief hoge smetgevoeligheid. Bij de aanplant van een gewas zal dus moeten worden gekozen voor cultivars met een lage gevoeligheid. Dit is soms makkelijker gezegd dan gedaan, doordat informatie over *Botrytis*-gevoeligheid niet altijd beschikbaar is wanneer het om nieuwe cultivars gaat.

Uiteraard geldt dat een ras dat bekend staat als smetgevoelig niet bij iedere teler problemen hoeft op te leveren. Daarnaast kunnen ook minder gevoelige of zelfs ongevoelige rassen wel eens problemen geven. Toch kan in zijn algemeenheid wel worden gezegd dat er een opschoning zal moeten plaatsvinden van het sortiment. Het verdwijnen van de meest

smetgevoelige rassen is geen garantie dat er geen smetproblemen meer zullen zijn, maar het blijven telen van deze rassen is wel een garantie op het blijven optreden van deze problemen.

Maatregelen die bij de ene teler een positief resultaat geven, hebben bij andere telers minder of geen effect. Wat betreft teelttechniek is er dus (nog) geen standaard methode waarmee *Botrytis* aantasting ten allen tijde voorkomen kan worden. Door middel van onder andere enquêtes zal in fase 2 van dit onderzoek duidelijk moeten worden welke teelt- en bedrijfsfactoren van belang zijn. Bovenstaande geeft wel aan hoe complex de problematiek van *Botrytis* in Gerbera is.

3.3.3 Bedrijfshygiëne

In een kas met een Gerbera gewas zijn altijd *Botrytis* sporen aanwezig. Ook wordt er vrijwel elke dag gelopen in het gewas. Zoals al vermeld in hoofdstuk 2 vergroot menselijke activiteit in het gewas waarschijnlijk de sporenconcentratie in het gewas (14). Het is dus nooit voor 100% te voorkomen dat er sporen op een Gerberabloem belanden. De kans dat dit gebeurt is echter wel te verkleinen. Immers; hoe meer sporen er in de lucht aanwezig zijn, hoe groter de kans dat er sporen op de bloemen terecht komen. En hoe meer sporen er op de bloemen aanwezig zijn, hoe groter de kans op infectie (28).

Het is dus belangrijk de kas zo veel mogelijk vrij te houden van infectiebronnen zoals dood rottend materiaal. In het gebruikelijk teeltsysteem in de gerberateelt wordt gebruik gemaakt van verhoogde bedden met meestal 2 rijen planten. In de ruimte in het midden van het bed, tussen de rijen, bevindt zich veelal een grote hoeveelheid dood, rottend blad, waarop veel sporen geproduceerd kunnen worden. Vooral uit het onderzoek van Kerssies (7) kwam naar voren dat de leeftijd van het gewas een invloed had op het voorkomen van *Botrytis* lesies. Kerssies verklaarde dit door de grotere sporendruk in oudere gewassen.

Op veel Gerbera bedrijven worden de dode bladeren tussen het gewas ongeveer 1 keer per jaar verwijderd. Soms gebeurt dit door ze met de hand weg te halen, in andere gevallen wordt het dode blad met een hogedrukspuit weggespoten. Naast het verwijderen van een infectiebron heeft het verwijderen van dit blad als bijkomend voordeel dat er meer luchtcirculatie mogelijk wordt gemaakt, zodat een eventueel aanwezige bus-rail verwarming meer vocht bij de bloemen kan afvoeren.

Het zal nagenoeg onmogelijk zijn een bedrijf 100% vrij te houden van dood plantaardig materiaal. Daarom is het waarschijnlijk ook belangrijk dat wordt voorkomen dat dit dode materiaal gaat rotten. Dit kan voor een gedeelte gebeuren door te zorgen dat er geen natte, lekkende plekken in de kas aanwezig zijn. Allereerst is op dit soort plekken de RV plaatselijk hoger waardoor *Botrytis* sporen makkelijker kiemen. Verder kan dood materiaal makkelijker gaan rotten, waardoor er meer sporen worden geproduceerd.

Ook de hygiëne in de verwerkingsruimte is belangrijk. In 1986 werd geconcludeerd dat bij telers die vaak last hadden van 'pokken' er aanzienlijk meer sporen van *Botrytis* in de werkruimte voorkwamen (24).

3.3.4 Luchtvochtigheid in de kas

Eén van de belangrijkste maatregelen tegen het optreden van *Botrytis*, die in de praktijk ook breed wordt toegepast is het beperken van de relatieve vochtigheid van de lucht in de kas. In de tweede fase van dit project zal duidelijk moeten worden wat in de praktijk de meest

succesvolle methode hiervoor is. In deze paragraaf zal worden uiteengezet welke aanbevelingen uit artikelen en onderzoeken naar voren komen.

Allereerst moet worden bedacht dat tussen een gewas de RV altijd hoger ligt dan boven het gewas. Dit houdt dus in dat de meetbox dicht bij het gewas dient te hangen, ongeveer op bloemhoogte. Verder moet de meetbox goed zijn onderhouden om betrouwbare gegevens te kunnen produceren.

Het vochtgehalte van de kaslucht is het resultaat van 2 processen, namelijk de aanvoer van water door verdamping uit grond/substraat en door het gewas en de afvoer van water door ventilatie en condensatie tegen het kasdek. Samen met de luchttemperatuur bepaalt het vochtgehalte de relatieve luchtvochtigheid (RV). Naarmate de temperatuur hoger is kan de lucht meer vocht bevatten. De RV in de kas kan op twee manieren worden beheerst, namelijk door regeling van het vochtgehalte en door regeling van de temperatuur (15). Bij donker weer en een relatief hoge buitentemperatuur is het vochtgehalte van de buitenlucht meestal hoog. Het vochtgehalte van de kaslucht is altijd hoger, maar het verschil is onder de genoemde omstandigheden klein. Er is dus vrij veel ventilatie nodig om voldoende vocht af te kunnen voeren. Meestal is het buiten toch wel wat kouder dan binnen. Naast een verlaging van het vochtgehalte heeft ventilatie dan ook vaak een temperatuursverlaging tot gevolg. Het effect van ventileren is daardoor vaak klein en kan zelfs wel eens tegengesteld zijn aan wat er wordt verwacht. Temperatuurlowering en vochtverlaging werken elkaar immers tegen. Om dit te doorbreken moet er dus vaak worden gestookt én gelucht (15). Dit kan uiteraard op verschillende manieren. Er kan bijvoorbeeld in 'kritieke' perioden standaard een minimum buistemperatuur zijn ingesteld, terwijl de ventilatietemperatuur dicht bij de stooktemperatuur ligt. Een andere mogelijkheid is de minimum buistemperatuur en de minimum raamstand te verhogen afhankelijk van de RV in de kas. Wat de optimale manier is om vocht af te voeren met verwarming en ventilatie zal in de tweede fase van dit project duidelijker moeten worden.

3.3.5 Condensatie

Wanneer de luchttemperatuur 's ochtends snel stijgt doordat er snel wordt opgestookt is het mogelijk dat de luchttemperatuur sneller stijgt dan de temperatuur van de bloemen (en andere delen van het gewas). Tijdens die momenten kan dan condensatie op de bloemen optreden. Het is dus belangrijk om op tijd en langzaam te beginnen met het verhogen van de kasluchttemperatuur om te zorgen dat het verschil tussen de kasluchttemperatuur en de bloemtemperatuur klein blijft.

Een andere situatie waarin condensatie op de bloemen kan ontstaan is tijdens heldere nachten met veel uitstraling. Bij een erg heldere hemel vindt er veel uitstraling van warmte van het kasdek naar de hemel plaats. Het kasdek kan daardoor snel dalen in temperatuur. Daardoor kan er ook veel uitstraling plaatsvinden van de relatief warme bloemen naar het koude kasdek. De bloemtemperatuur kan dan onder de ruimtetemperatuur zakken. Wanneer de bloemen kouder worden dan het dauwpunt van de lucht, dan kan condensatie op de bloemen optreden. Om dit te voorkomen is waarschijnlijk vooral een goede manier van schermen belangrijk. Schermen op basis van buitentemperatuur is dan niet altijd voldoende. Bij heldere nachten zal wat eerder moeten worden geschermd. Dit kan handmatig (op 'gevoel') worden gedaan, of bijvoorbeeld met behulp van een uitstralingsmeter die de hoeveelheid uitstraling naar de hemel meet. Het scherm zou dan kunnen worden gesloten op basis van een combinatie van buitentemperatuur en uitstraling (zie bv. 25).

3.3.6 Temperatuurverschillen in de kas

In een kas zijn altijd temperatuurverschillen aanwezig, zowel in horizontale als in verticale richting (15). Bovendien verdeelt het vochtgehalte zich veel gelijkmatiger over de kas dan de warmte. Daarom heerst meestal de hoogste RV op de plaats met de laagste temperatuur. Wanneer een meting van de RV dus bijvoorbeeld een RV van 90% aangeeft is het mogelijk en zelfs zeer waarschijnlijk dat op bepaalde plekken de RV hoger is.

Deze temperatuurverschillen kunnen voor onverwachte en ongewenste situaties zorgen. Een voorbeeld kan dit duidelijk maken:

Verschillende toestanden (luchtvochtigheid, temperatuur, dauwpunt etc.) van vochtige lucht kunnen worden bepaald met behulp van een zogenaamd Mollierdiagram. Stel dat bijvoorbeeld de RV in de kas 90% is bij een kasluchttemperatuur van 17°C. Om te weten bij welke temperatuur condensatie kan optreden moeten we weten bij welke temperatuur de RV 100% wordt. Dit wordt de dauwpunt-temperatuur genoemd. Uit een Mollierdiagram kan worden afgeleid dat deze dauwpunt-temperatuur ongeveer 15,4°C is. De temperatuur van een bloem hoeft dus slechts 1,6°C onder de temperatuur van de kaslucht te liggen om condensatie mogelijk te maken! (zie ook 26).

Hieruit blijkt dat een kritische blik op de temperatuurverdeling in de kas geen overbodige luxe is. Wanneer er op een bedrijf grote horizontale verschillen in temperatuur optreden dan zal geprobeerd moeten worden de oorzaken daarvan te achterhalen en zo mogelijk op te lossen. Daarnaast kan bijvoorbeeld de inzet van ventilatoren gunstige effecten hebben, hoewel sommige publicaties ook van mening zijn dat dit een lapmiddel is wat vooral zorgt voor een hoger energieverbruik. Bovendien zouden verkeerd geplaatste ventilatoren problemen zelfs kunnen versterken (38).

3.3.7 Temperatuur en luchtvochtigheid in de koelcel, de bedrijfsruimte en tijdens transport

Hoewel in de praktijk de meningen, over de vraag of Gerbera bloemen wel of niet gekoeld moeten worden na de oogst, nogal verdeeld zijn, lijkt koelen wel een betere optie dan niet koelen (pers.meded. Bakker, Van den Boogaard). Ondanks de temperatuurverschillen die soms optreden in de verschillende schakels van de keten, waardoor condensatie kan optreden, gaf koelen vaak betere resultaten in proeven dan niet koelen.

Uit hoofdstuk 2 komen aanwijzingen naar voren dat het optreden van *Botrytis* vaak samengaat met het optreden van kleine wondjes, of het 'lekker' van voedingsstoffen uit de bloemen. Dit zou gedeeltelijk ook kunnen verklaren waardoor koelen minder aantasting geeft dan niet koelen in het naooogst traject. Na de oogst gaat namelijk de ademhaling en veroudering van het product (in dit geval Gerbera) gewoon door. Beide processen zijn echter wel afhankelijk van de temperatuur. Met ademhaling wordt bedoeld de verbranding van koolhydraten waarbij zuurstof en assimilaten worden gebruikt en CO₂ wordt geproduceerd. Hoe sneller de ademhaling verloopt, hoe sneller de kwaliteit van de geoogste bloemen achteruit zal gaan. Ook zullen membranen in de cellen 'slijtage' gaan vertonen en zullen er steeds meer stoffen door de membranen 'lekker' (27). Waarschijnlijk wordt dus bij hogere bewaartemperaturen zowel de kieming van sporen door de temperatuur gestimuleerd, als door de grotere hoeveelheid voeding die op de bloemen aanwezig is. Daarnaast neemt waarschijnlijk ook de productie van ethyleen toe bij hogere temperaturen, wat deze effecten nog eens versterkt.

Kerssies (7) toonde aan dat er op Gerberabloemen die waren geïnoculeerd met *Botrytis* sporen die werden bewaard bij temperaturen lager dan 10°C minder lesies te zien waren na 1 dag dan bij bloemen die bij hogere temperaturen waren opgeslagen. Na 3 dagen opslag waren aantallen lesies echter even groot van 5 tot 20°C.

3.3.8 Andere oplossingsrichtingen

3.3.8.1 Chemische bestrijding

Een oplossing die niet erg veel wordt gebruikt in de Gerberateelt is het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen. Hieraan zijn dan ook de nodige nadelen verbonden. Toch kan de toepassing van een chemische bestrijding wanneer alle andere maatregelen niet voldoende resultaat hebben, een extra stapje zijn in de strijd tegen Botrytis. In principe zijn de volgende middelen werkzaam tegen Botrytis.

Preventief:

- thiram (bijv. Luxan TMTD 80 % spuitkorrel) dosering 250 – 400 gram per 100 liter water;
- captan (bijv. Captosan 500 SC) dosering 150 – 200 gram of 250 – 300 cc per 100 liter water;
- chloorthalonil (Daconil 500 vloeibaar) dosering 200 gram of 300 cc per 100 liter water;
- iprodion (bijv. Rovral Aquaflo) dosering 100 gram of cc per 100 liter water
- vinchlozolin (bijv. Ronilan FL) dosering 50 gram of cc per 100 liter water (grote kans op schade);
- procymidon (bijv. Sumislex vloeibaar) dosering 50 gram of cc per 100 liter water
- tolyfluanide (bijv. Eupareen Spuitkorrels) dosering 150 g per 100 liter water (grote kans op schade);

Preventief en curatief

- Sumico dosering 100 gram per 100 liter water (hoewel het middel wortelsystemisch is, zijn er geen ervaring in de teelt van Gerbera met meedruppelen van dit middel. Het middel is resistentie gevoelig. Druppelen van het middel wordt derhalve niet geadviseerd door de fabrikant).

Bovengenoemde middelen hebben een goede preventieve werking. Wel is het belangrijk ze voldoende af te wisselen. Een nadeel is dat al de genoemde middelen behoorlijk veel spuitresidu achterlaten, waardoor de bloemblaadjes vuil worden en de bloemen onverkoopbaar worden. Om dit te ondervangen zou er gekozen kunnen worden om preventief ruimtebehandelingen uit te voeren met behulp van een LVM. Nadeel van deze methode is dat er relatief veel middel nodig is en het resultaat vaak een stuk minder is dan van een gewasbespuiting. Een andere methode om *Botrytis cinerea* op de bloemen in het handelskanaal te voorkomen zou kunnen zijn een dergelijke behandeling in een aparte ruimte uit te voeren op de geogste bloemen. De bloemen zouden dan de volgende dag verwerkt kunnen worden en naar de veiling kunnen. Voordeel van deze methode is dat er maar heel weinig middel nodig is om de bloemen te behandelen. Nadeel is dat er iedere dag dat er geogst wordt bestreden moet worden en dat de bloemen een dag ouder zijn voor ze naar de veiling gaan.

Tenslotte moet nog eens worden opgemerkt dat het toepassen van chemische middelen slechts moet worden overwogen nadat op alle andere gebieden alles is gedaan om Botrytis aantastingen te voorkomen.

3.3.8.2 Luchtionisatie

Over luchtionisatie werd al in de jaren '80 gepubliceerd (31). Er werd toen een systeem op de markt gebracht dat volgens de fabrikant in de koelcel schimmels en bacteriën doodt, het zgn. Bentax systeem. De werking van de apparatuur berust op het feit dat er 'zuurstofclusters' worden geproduceerd die virussen, bacteriën en schimmels kunnen doden omdat zij op een energetisch hoger niveau staan (31, en pers. Meded. Slootweg).

De eerste ervaringen met dit apparaat waren positief. Wanneer bijvoorbeeld onbesmette petrischalen met voedingsbodem in een koelcel met *Botrytis*-sporen werden geplaatst, dan werd 100% van de schalen geïnfecteerd wanneer geen Bentax apparatuur aanwezig was. Was deze apparatuur wel aanwezig dan was de infectie van de schalen minder. Ook werd gevonden dat na ongeveer 4 uur de *Botrytis* in de cel met Bentax geheel was verdwenen. De ervaringen in vitro waren dus goed.

In proeven met afgeplukte lintbloemen en intacte bloemen van Gerbera gaf de techniek slechts matige resultaten. Zelfs na 72 uur te hebben aangestaan gaven de luchtionisatoren slechts 50% reductie van het aantal lesies op de bloemen (32). Deze 50% reductie was onvoldoende omdat er nog steeds genoeg lesies op de bloemen aanwezig waren om de sierwaarde van de bloemen teniet te doen.

Ook in proeven met roos werden slechte resultaten behaald (32). Hierbij moet worden opgemerkt dat de proeven werden gedaan onder voor *Botrytis* optimale omstandigheden, namelijk bij 100% RV en een temperatuur van 17-19°C. In de praktijk waren er dan ook rozentelers die wel enthousiast waren over de luchtionisatie-techniek (31). Momenteel worden er bij PPO in Aalsmeer opnieuw proeven gedaan met luchtionisatie in roos. De resultaten hiervan zijn vooralsnog teleurstellend (pers. Meded. Slootweg). De techniek van luchtionisatie zou in de praktijk wellicht een gedeelte van het smetprobleem kunnen voorkomen of verminderen. Toepassing van deze techniek zou dan een extra zekerheid moeten zijn, naast alle andere maatregelen die kunnen worden genomen om *Botrytis* te beperken.

3.3.8.3 Biologische bestrijding

De laatste 20 jaar is veel onderzoek gedaan naar biologische bestrijding van *Botrytis* in bloemisterij gewassen. Vooral de biologische bestrijder *Ulocladium atrum* lijkt hierbij veelbelovend (39). Deze schimmel is een zogenaamde antagonist van *Botrytis cinerea*. Dit wil zeggen dat de schimmel de ontwikkeling *Botrytis* tegengaat. Dit gebeurt door competitie met *Botrytis* op dood plantenweefsel. *Ulocladium* is in staat dood plantenweefsel te koloniseren, waardoor het *Botrytis* onmogelijk wordt gemaakt hetzelfde weefsel te koloniseren. In proeven met Cyclamen onder kas condities werden goede resultaten bereikt. Spuiten met een suspensie van sporen van *U. atrum* in verschillende concentraties resulteerde in een duidelijke afname van aantasting van gezond Cyclamen blad door *Botrytis* (40). Daarnaast werd geconstateerd dat sporenproductie door *Botrytis* duidelijk minder was wanneer een blad was behandeld met de *Ulocladium* suspensie.

Ook in potrozen werden goede resultaten gehaald met behulp van *Ulocladium atrum*. Bij de teelt van potrozen is vooral de infectie door *Botrytis* na het snoeien een probleem. Door de planten te bespuiten met een sporensuspensie van *Ulocladium* werd de aantasting fors gereduceerd. In Gerbera geldt waarschijnlijk dat de bestrijder minder geschikt is voor de bestrijding van pokken op bloemen. Wel zijn er mogelijkheden de infectiedruk te verlagen door oude bladresten te behandelen. Het verlagen van de infectiedruk zou dan op zijn beurt

het optreden van smet kunnen verminderen. Vooralsnog zijn er echter nog geen toegelaten middelen op de markt.

4 Blinde vlekken in de *Botrytis* problematiek

4.1 Blinde vlekken

Uit de informatie uit de voorgaande hoofdstukken zou kunnen worden geconcludeerd dat er reeds erg veel bekend is over de *Botrytis* problematiek in de gerberateelt. Toch zijn er nog veel zaken waarover onduidelijkheden bestaan. De blinde vlekken die er zijn zullen in dit hoofdstuk kort de revue passeren. Hierbij zullen ook suggesties voor eventueel toekomstig onderzoek worden gedaan.

4.2 Bedrijfseffect

Eén van de belangrijkste blinde vlekken is het feit dat niet exact bekend is waarom bij sommige teeltbedrijven meer *Botrytis* problemen voorkomen dan op andere bedrijven. Het is in de teelt vrij algemeen bekend dat vocht een belangrijke factor is in het ontstaan van *Botrytis*. Er wordt op veel verschillende manieren geprobeerd vochtproblemen te voorkomen. Toch blijven er verschillen bestaan in de zogenaamde 'bedrijfsgevoeligheid'. In fase 2 van dit project zal dan ook een duidelijk accent moeten liggen op het achterhalen van de oorzaken van deze verschillen in bedrijfsgevoeligheid.

4.3 Bemesting

Er zijn aanwijzingen uit andere gewassen voor het feit dat bemestingsniveau en misschien de verhouding tussen de verschillende nutriënten een rol spelen bij de vatbaarheid van Gerbera voor *Botrytis*. Gedetailleerde informatie hierover is helaas nog niet voorhanden. Nader onderzoek zal hier meer informatie over moeten geven.

4.4 Bedrijfshygiëne

Door verschillende bronnen wordt steeds weer vermeld dat een goede bedrijfshygiëne van groot belang is bij de voorkoming van *Botrytis*. In de praktijk wordt hier niet altijd eensluidend over gedacht. Hier en daar heerst de gedachte dat vooral het kasklimaat van belang is. Immers, zo wordt geredeneerd; *Botrytis* sporen zijn altijd aanwezig. Zolang het kasklimaat goed is, zullen deze echter niet ontkiemen. Hierbij wordt wel vergeten dat ook later in de keten *Botrytis* wordt geconstateerd. Wanneer door een goede bedrijfshygiëne de infectiedruk laag kan worden gehouden kan wellicht door de teler invloed worden uitgeoefend op de mate van *Botrytis* aantasting verder in de keten. Of de infectiedruk van belang is zal in de tweede fase duidelijker moeten worden, bijvoorbeeld door metingen van de sporendruk op verschillende bedrijven.

4.5 Biologische bestrijding

In hoofdstuk 3 is kort aangegeven welke resultaten er zijn behaald met met name de biologische bestrijder *Ulocladium* in andere gewassen. Deze kennis is waarschijnlijk nog niet erg algemeen bekend in de Gerberateelt. De resultaten uit andere gewassen zijn echter goed genoeg om te overwegen deze manier van *Botrytis* preventie ook in Gerbera eens

nader te onderzoeken, zeker wanneer infectiedruk een grote rol blijkt te spelen bij het al dan niet optreden van *Botrytis* (zie ook 4.4)

4.6 Resistentie tegen Botrytis

Bij de veredelaars van Gerbera wordt geprobeerd nieuwe rassen te creëren die minder gevoelig of resistent zijn tegen *Botrytis*. Dit gebeurt voornamelijk door gevoelige cultivars niet als kruisingsouders te gebruiken. Er is echter weinig kennis over de verschillen in vatbaarheid tussen cultivars. Vooral over de genetische basis van eventuele ongevoeligheid en/of resistentie is weinig bekend. Ontwikkeling van deze kennis is voor de toekomst belangrijk om gericht te kunnen veredelen.

4.7 Moment van optreden Botrytis

De levenscyclus van *Botrytis* is door veel mensen goed in kaart gebracht (zie bijvoorbeeld hoofdstuk 2). Toch valt tijdens gesprekken met vertegenwoordigers van verschillende schakels uit de keten op dat er nogal wat vragen zijn over wanneer in de keten *Botrytis* toeslaat. Wanneer bijvoorbeeld op de veiling een *Botrytis* aantasting wordt geconstateerd, is dan de *Botrytis* spore in de kas gekiemd en uitgegroeid tot een aantasting die voor het blote oog nog niet zichtbaar was of kan de spore ook tijdens het na-oogst traject zijn gekiemd?

Samenvatting

De levenscyclus van *Botrytis cinerea* is uitvoerig beschreven. Binnen de Gerberateelt (en glastuinbouw in het algemeen) geldt dat de verspreiding door conidiën de belangrijkste is. De conidiën zijn voor kieming afhankelijk van water en voedingsstoffen. Daarnaast spelen factoren als temperatuur en straling een belangrijke rol.

De kiemkracht van *Botrytis* sporen wordt bevorderd door hoge luchtvochtigheden en relatief hoge temperaturen, maar niet hoger dan 30°C. Ook scheiden bloemen waarschijnlijk bij hoge temperaturen meer voedingsstoffen uit, wat de kieming verder bevordert. Wel raken *Botrytis* sporen hun kiemkracht sneller kwijt bij hogere temperaturen.

Hoge stralingsniveaus hebben een negatief effect op de infectiviteit van *Botrytis* sporen. In het algemeen blijkt dat in de teelt van Gerbera de temperatuur vrijwel altijd infectie door sporen van *B. cinerea* toelaat, behalve in de naoogst fase. Het is dan ook te verwachten dat tijdens de teelt de ontwikkeling van *Botrytis* vooral kan worden tegengegaan door scherp te letten op vocht, terwijl wellicht in de naoogst fase *Botrytis* kan worden beperkt door de temperatuur te verlagen.

Er zijn voor de telers en veredelaars van Gerbera theoretische adviezen opgesteld om *Botrytis* zoveel mogelijk te voorkomen. Voor de veredelaars gaat het hierbij vooral om het ontwikkelen van goede nieuwe cultivars die smetgevoelige rassen kunnen vervangen. Hiervoor is het ook van belang dat er een goede *Botrytis* test wordt ontwikkeld. Voor de telers is het belangrijk dat de voorwaarden voor het optreden van *Botrytis* zo ongunstig mogelijk worden gemaakt. Hiervoor zullen alle mogelijkheden moeten worden aangegrepen. De belangrijkste trefwoorden hierbij zijn sortimentskeuze, kasklimaat en bedrijfshygiëne.

Verklarende woordenlijst:

(Alfabetische volgorde)

- **Conidiën:** sporen waarmee *Botrytis cinerea* zich normaal gesproken verspreidt in de kas-situatie;
- **Conidioforen:** sporendragers die conidiën produceren;
- **Cuticula:** wasachtige laag op de buitenste cellaag van plantendelen;
- **Infectiviteit:** mate waarin een spore de bloem kan binnendringen en schade veroorzaken)
- **Lesie:** beschadiging;
- **Necrotisch:** letterlijk: dood.
- **Sclerotiën:** overlevingsstructuren (ook wel rattenkeutels genoemd) waarmee Botrytis ongunstige omstandigheden overleeft;
- **Sporulatie:** het proces waarbij de sporendragers sporen vormen en loslaten/verspreiden;

Literatuur

1. **Jong, J. Th. De, 1985:** Botrytis cinerea, een plantaardige veelvraat. Vakblad voor de Bloemisterij 33, pp28-31.
2. **Kerssies, A., 1990:** Botrytis cinerea, het sluipende gevaar. Vakblad voor de Bloemisterij 41, p49.
3. **Salinas, J., & Verhoeff, K., 1995:** Microscopical studies of the infection of gerbera flowers by Botrytis cinerea. European Journal of Plant Pathology 101, pp377-386.
4. **Jong, J. Th. De, 1986:** Grauwe schimmel de grootste schadeveroorzaker. Vakblad voor de Bloemisterij 31, pp12-13.
5. **Verhoeff, K., 1980:** Infection and host-pathogen interactions, pp153-180 in Coley-Smith, J.R., Verhoef, K. & Jarvis, W.R. (eds): The Biology of Botrytis. Academic press, London.
6. **Veldeman, R., 1969?:** Botrytisbeschadiging bij Azalea indica.
7. **Kerssies, A., 1994:** Effects of temperature, vapour pressure deficit and radiation on infectivity of conidia of Botrytis cinerea and on susceptibility of gerbera petals. European Journal of Plant Pathology 100, pp123-136.
8. **Ramsey, G.R., Lorbeer, J.W., 1986:** The role of temperature and free moisture in onion flower flight. Phytopathology 76, pp612-616.
9. **Elad, Y., Lapsker, Z., Meloch, A. & Barbul., O:** Interaction of Botrytis cinerea with host plants-involvement of ethylene, antioxidant enzymes and active oxygen species. Internet: www.u-bourgogne.fr/IUVV/L9.html
10. **Jarvis, W.R., 1977:** Botryotinia and Botrytis species: taxonomy, physiology, and pathogenicity. A guide to the literature. Canada Department of Agriculture.
11. **Epton, H.A.S., & Richmond, D.V., 1980:** Formation, structure and germination of conidia, pp41-83 in: Coley-Smith, J.R., Verhoef, K. & Jarvis, W.R. (eds): The Biology of Botrytis. Academic press, London.
12. **West, J.S., Pearson, S., Hadley, P., Weldon, A.E., Davis, F.J., Gilbert, A., & Henbest, RGC., 2000:** Spectral filters for the control of Botrytis cinerea. Annals of Applied Biology 136, pp115-120.
13. **Agrarisch Dagblad 21/10/2000:** Nieuw type schermdoek onderdrukt Botrytis.
14. **Hausbeck, M.K., & Pennypacker, S.P., 1991:** Influence of grower activity on concentrations of airborne conidia of Botrytis cinerea among Geranium cuttings. Plant Disease 75/12, pp1236-1243.
15. **Holsteijn, G.P.A. van, 1985:** Botrytis, zorgen voor juiste beheersing luchtvochtigheid. Vakblad voor de Bloemisterij, 33, pp32-35.
16. **Bakker, A.G.M., 1986:** Najaarsproblemen in de Gerberateelt. Vakblad voor de Bloemisterij 31, pp20-21.
17. **Spronsen-van de Spek, H., 1985:** Aantasting bij Gerbera vooral in zomer en najaar. Vakblad voor de Bloemisterij 33, p41.
18. **Klooster, C.J.J., 1988:** Schade Botrytis weren door sporen en schimmelgroei te voorkomen. Vakblad voor de Bloemisterij 22, pp30-31.
19. **Bloemenveiling Holland, 2001:** Keurgegevens Gerbera, gegevens van week 36/2000 t/m week 36 2001.
20. **Blakeman, J.P., 1980:** Behaviour of conidia on aerial plant surfaces, pp115-151 in: Coley-Smith, J.R., Verhoef, K. & Jarvis, W.R. (eds): The Biology of Botrytis. Academic press, London.
21. **Salinas, 1992:** Function of cutinolytic enzymes in the infection of gerbera flowers by *Botrytis cinerea*. Proefschrift universiteit van Utrecht.

22. **Verhoeff, K., 1965:** Studies on *Botrytis cinerea* in Tomatoes. Mycelial development in plants growing in soil with various nutrient levels, as well as in internodes of different age. Netherlands Journal of Plant Pathology 71, pp167-175.
23. **Kerssies, A., 1991:** Model voor *Botrytis cinerea* in Gerbera. Pokken veroorzaakt door combinatie klimaatfactoren. Vakblad voor de Bloemisterij 27, p37.
24. **Vakblad voor de Bloemisterij, 1986:** Belang hygiëne in werkkruimte onderschat. Nr.25 p67.
25. **Brinkman BV, 2002:** Klimaatregelen op basis van planttemperatuur en verdampingsdruk. Presentatie 3 juni 2002.
26. www.coolmark.nl/mollier/mollier.htm
27. **Meeteren, U. van, Joziase, M., 1993:** Kwaliteit van geogoste tuinbouwproducten. Collegedictaat Vakgroep Tuinbouwplantenteelt, Landbouwuniversiteit Wageningen.
28. **Hausbeck, M.K., Moorman, G.W., 1996:** Managing *Botrytis* in greenhouse-grown flower crops. Plant Disease 80, pp1212-1219.
29. **Hobbs, E.L., Waters, W.E., 1964:** Influence of nitrogen and potassium on susceptibility of *Chrysanthemum morifolium* to *Botrytis cinerea*. Phytopathology 54, pp674-676.
30. **Salinas, J., Glandorf, D.C.M., Picavet, Verhoeff, K., 1989:** Effects of temperature, relative humidity and age of conidia on the incidence of spotting on gerbera flowers caused by *Botrytis cinerea*. Netherlands Journal of Plant Pathology 95, pp51-64.
31. **Vakblad voor de Bloemisterij, 1986:** Desinfecteringssysteem tegen *Botrytis*. Nr.25 p67.
32. **Kerssies, A., 1989:** Bestrijding *Botrytis cinerea* op roos, in de naogst fase met behulp van luchtionisatoren. Rapport 78, Proefstation voor de Bloemisterij Aalsmeer.
33. **Kan, J.A.L. van, Klooster, J.W., van't, Wagemakers, C.A.M., Dees, D.C.T., Vlucht-Bergmans, C.J.B. van der, 1997:** Cutinase A of *Botrytis cinerea* is expressed, but not essential, during penetration of gerbera and tomato. Mol. Plant. Microb. Interact., 10(1), pp30-38
34. **Elad, Y., 1988:** Involvement of ethylene in the disease caused by *Botrytis cinerea* on rose and carnation flowers and the possibility of control. Ann. appl. Biol. 113., pp589-598.
35. **Starkey, -K.R.; Pedersen, -A.R. 1997:** Increased levels of calcium in the nutrient solution improves the postharvest life of potted roses. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 122 (6), pp. 863-868.
36. **Hoffland, E., Beusichem, M.L.van. Jeger, M.J. 1999:** Nitrogen availability and susceptibility of tomato leaves to *Botrytis cinerea*. Plant-soil. 210 (2) pp. 263-272.
37. **Dik, A.J., Koning, G., Köhl, J., 1999:** Evaluation of microbial antagonists for biological control of *Botrytis cinerea* stem infection in cucumber and tomato. European Journal of Plant Pathology 105, pp115-122.
38. **Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, 2002:** Code of Practice voor *Botrytis* in Gerbera.
39. **Köhl, J., 2001:** *Ulocladium atrum* 385: A promising candidate for biological control of *Botrytis cinerea*. Agro-Food-Industry Hi-tech January/February 2001 pp28-31.
40. **Köhl, J., Gerlagh, B., Haas, H. de, Krijger, M.C., 1998:** Biological control of *Botrytis cinerea* in Cyclamen with *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* under commercial growing conditions. Phytopathology 88(6), pp568-575.

Andere informatiebronnen:

1. Dhr. A.J. Bakker, Kwaliteitsbeheerder bloemen, Bloemenveiling Aalsmeer.
2. Dhr. H. Barendse, Senior Productonderzoeker Research & Development, Bloemenveiling FloraHolland, Naaldwijk.
3. Dhr. G.J.P.M. van den Boogaard, Projectmanager project Houdbaarheid en Koeling (HenK), ATO BV Wageningen.
4. Dhr. C. Sloopweg, Onderzoeker Plantkwaliteit en naooogst, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Aalsmeer.
5. Dhr. J. Wubben, Wetenschappelijk Onderzoeker Gewasbescherming, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Aalsmeer.
6. Dhr. J. Zwinkels, Adviseur Gewasbescherming, DLV adviesgroep nv, Naaldwijk.