

Epidemiologie en bestrijding van *Botrytis paeoniae* in pioenroos

Jos Wubben, Dik Krijger, Ineke Bosker, Martijn de Jongh

PPO project 41103173

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	5
ABSTRACT (ENGELSE SAMENVATTING).....	7
1 INLEIDING	9
2 MATERIAAL EN METHODEN	11
2.1 Beschrijving ziektebeeld en diagnostiek.....	11
2.2 Veldproef 2002	11
2.3 Veldproeven 2003	11
2.3.1 Proeflocatie Abbenes	11
2.3.2 Proeflocatie Heerhugowaard.....	12
2.4 Klimaatregistratie	13
2.5 Infectiedruk van <i>Botrytis</i> in de lucht.....	13
2.6 Analyses grondmonsters	13
2.7 Effectiviteit van fungiciden voor groeiremming van <i>B. paeoniae</i> in het laboratorium.....	13
3 RESULTATEN	15
3.1 Symptoombeschrijving en diagnose	15
3.1.1 Wortel.....	15
3.1.2 Plantvoet / omvallers	16
3.1.3 Stengel	16
3.1.4 Blad.....	17
3.1.5 Bloemknop.....	17
3.1.6 Algemene conclusie diagnose.....	18
3.2 Veldproef 2002	18
3.3 Veldproeven 2003	19
3.4 Klimaatregistratie	20
3.4.1 Klimaat 2002	20
3.4.2 Klimaat 2003	21
3.5 Infectiedruk van <i>Botrytis</i>	21
3.5.1 Infectiedruk seizoen 2002	21
3.5.2 Infectiedruk seizoen 2003	23
3.6 Analyses grondmonsters	24
3.7 Effectiviteit van fungiciden voor groeiremming van <i>B. paeoniae</i> in het laboratorium.....	25
4 DISCUSSIE.....	27
5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.	31

Samenvatting

In de teelt van pioenroos wordt veel schade veroorzaakt door de plantpathogene schimmel *Botrytis paeoniae*. In 2002 en 2003 werden op een tweetal percelen met pioenroos in de praktijk waarnemingen uitgevoerd om uitval veroorzaakt door deze schimmel nader te bestuderen. Hierbij zijn gegevens verzameld over het verloop van de aantasting, de aard en omvang van besmettingsbronnen, de omstandigheden die van invloed kunnen zijn op de ontwikkeling van aantasting, de effectiviteit van teeltmaatregelen die tegen de aantasting genomen kunnen worden en de effectiviteit van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Aantasting van pioenroos met *Botrytis paeoniae* kent verschillende verschijningsvormen. Kort na opkomst van het gewas in het voorjaar kan de aantasting waargenomen worden in de vorm van omvallers. Hierbij is de plantvoet direct onder het bodemoppervlak aangetast en valt de stengel om voordat de bloem geoogst kan worden. In de proefpercelen werd hierbij in sommige gevallen uitval van meer dan 50 % gevonden. Later in het seizoen kan het bovengrondse gewas besmet raken waarbij aantasting van stengel, blad en bloem optreedt. De belangrijkste besmettingsbronnen voor verspreiding van aantasting in een bestaande aanplant zijn sclerotiën en conidiën. Sclerotiën worden op aangetast plantmateriaal gevormd en overleven in de bodem. Hoewel in het onderzoek geen sclerotiën in de grond aangetoond werden duiden indirect de onderzoeksresultaten toch op een belangrijke rol voor deze structuren. Conidiën worden eveneens op de aangetaste bovengrondse delen gevormd en deze worden met name door lucht verspreid. De sporen in de lucht nemen toe vanaf eind mei en begin juni als de gemiddelde dagtemperatuur boven 15°C komt en dan vooral enkele dagen na een periode van neerslag. Voor een aantal teeltmaatregelen werd in een teeltseizoen de effectiviteit van bestrijding bepaald. De maatregelen zoals het verwijderen van aantastte stengels en het branden van bovengronds overblijvende gewasresten hebben niet tot een verbeterde beheersing van omvallers in pioen geleid. In het laboratorium van PPO Glastuinbouw zijn een aantal chemische gewasbeschermingsmiddelen getoetst op groeiremming van *B. paeoniae*. De meeste middelen die getest zijn geven een goede remming van de schimmel. De middelen die getoetst zijn waren afkomstig uit verschillende groepen (werkingsmechanisme). De effectiviteit van deze middelen in de praktijk moet nog vastgesteld worden. Gezien het verloop van de aantasting van de planten, is met name het moment waarop een chemische bestrijding in de praktijk uitgevoerd wordt en de manier waarop deze bestrijding toegepast wordt van belang. Dit wordt extra ondersteund door de resultaten met de sporenvangers waarbij aangetoond kon worden dat er duidelijke perioden zijn waarbij er een toename van het aantal sporen in de lucht optreedt.

Abstract (Engelse samenvatting)

The cultivation of peony is suffering from infection caused by the fungus *Botrytis paeoniae*. In 2002 and 2003 the epidemiology of the disease was studied in two commercial fields of peony. Data were collected concerning the progress of infection, type and size of inoculum sources, conditions that affect infection, and the efficacy of control measures that can be taken against the disease. The latter include both chemical control and measures dealing with farmer practises.

Infection of peony by *B. paeoniae* can appear in different forms. Shortly after emergence of the young shoots in early spring, infection can appear as falling of the shoots, the so called "omvallers". The stem base Directly below the soil surface, the stem base is infected and the tissue is macerated and softened by the fungus. As a result the stem drops before the flower can be harvested. In the experimental plots on the commercial field, a loss of up to 50 % could be observed. Later in the season other aerial parts of the plant such as leaves, flower stem and flower become infected. The spread of disease in an older crops is likely to be due to sclerotia and conidia produced by the fungus. Sclerotia are produced on the infected and decaying plant parts and they can easily survive in soil. Although sclerotia were not found in the soil of infected plots, indirect results indicate an important role for these structures for the disease. Conidia are produced on infected plant parts as well, and can be spread by air movement. An increase in the number of spores in the air was observed late May and early June after periods of rain with average daily temperatures above 15 °C.

The efficacy of culture measures was determined during the growing season. Removing infected plant parts and burning of crop debris did not result in a decrease in the number of infected stems in the following season. In the laboratory, the inhibitory effect of fungicides was determined using plate growth assays. Most fungicides, originating from different working groups, gave good inhibition of fungal growth. The efficacy of these compounds against *B. paeoniae* in commercial practice will be determined in future experiments. In this respect, especially the timing of application seems to be important.

1 Inleiding

In de teelt van pioenroos wordt veel schade veroorzaakt door de plantpathogene schimmels *Botrytis paeoniae* en *Botrytis cinerea*. In een vroeg stadium kunnen “omvallers” ontstaan doordat de jonge stengels aangetast worden. In een later stadium worden beschadigde bladeren eenvoudig aangetast alsmede de bloemknoppen. Tijdens langdurig natte omstandigheden kan de schade op een perceel variëren van 20 tot 80 % aangetaste stengels of knopverdroging. Door deze bovengrondse aantasting treedt ook groeiremming op van het ondergrondse gedeelte hetgeen in de opvolgende jaren een verminderde productie geeft.

In het voorjaar 2002 is bij Praktijkonderzoek Plant en Omgeving business unit Glastuinbouw, een tweejarig onderzoeksproject gestart met de titel “Epidemiologie en bestrijding van *Botrytis* in pioenroos”. De doelstellingen van dit project zijn:

1. Bepalen van de aard en omvang van de infectiebronnen voor *Botrytis* bij pioenen.
2. Verkrijgen van epidemiologische kennis van de plant-schimmel combinatie waarbij mogelijkheden voor ontwikkeling van waarschuwingssysteem duidelijk worden.
3. Bepalen van de effectiviteit van verschillende teeltmaatregelen waarmee infectiebronnen van het bedrijf verwijderd worden met als doel aantasting te verminderen.

Omdat er weinig concrete informatie over deze ziekte in pioenen beschikbaar was werd het eerste half jaar van 2002 op één bedrijf een aantal waarnemingen uitgevoerd om beter zicht te krijgen in het verloop van de infectie. Onderstaande vragen dienden als basis voor deze waarnemingen.

- Wat zijn mogelijke besmettingsbronnen.
- Onder welke omstandigheden treedt aantasting op.
- Hoe verloop de aantasting.
- Hoe kunnen we de mate van aantasting bepalen.
- Kunnen we aangeven of welke teeltmaatregelen een effect op de ontwikkeling van aantasting zouden hebben.

Vervolgens werden vanaf september 2002 op twee locaties met pioenen (Abbenes en Heerhugowaard) proeven uitgevoerd om de effectiviteit van beheersmaatregelen op het ontstaan van omvallers te bepalen. Hierbij is gekeken naar het effect van verwijderen van oud en afgestorven plantmateriaal en het afbranden van afgestorven plantmateriaal op twee tijdstippen in het teeltseizoen. Daarnaast zijn op de twee locaties gegevens verzameld met betrekking tot het klimaat in het perceel en de aantallen *Botrytis* sporen in de lucht. Overleving van *Botrytis* in de grond wordt als belangrijke besmettingsbron aan het begin van het seizoen beschouwd. Zowel in grond als in oud plantmateriaal is gekeken of overlevingsstructuren aangetoond konden worden. Naast bovengenoemde teeltmaatregelen is in het laboratorium bepaald in hoeverre beschikbare chemische middelen in staat zijn de groei van *Botrytis paeoniae* effectief te remmen.

De resultaten van de onderzoeken welke in 2002 en 2003 uitgevoerd werden staan beschreven in dit rapport.

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschrijving ziektebeeld en diagnostiek

In de periode van maart tot september 2002 en 2003 is op een aantal tijdstippen aangetast plantmateriaal voor diagnose naar PPO Glastuinbouw gebracht. Dit materiaal was deels afkomstig uit de proefvelden in Abbenes en Heerhugowaard en deels afkomstig van andere pioenen percelen. Het ging hierbij om verschillende typen plantmateriaal, namelijk wortels, omvallers (bloemstelen) van verschillende leeftijd, bloemknoppen, en aangetast bladmateriaal. Door isolatie en identificatie van schimmels uit dit aangetaste materiaal werd vastgesteld of er *Botrytis* in aanwezig was, en zo ja welke soort.

2.2 Veldproef 2002

In 2002 is op een perceel 'Sarah Bernhardt' te Abbenes de ontwikkeling van aantasting van *B. paeoniae* in pioenroos vastgesteld. In het perceel zijn 6 proefvakken uitgezet met elk 10 planten. In de periode van 10 april t/m 29 mei is wekelijks het aantal omvallers per plant waargenomen en deze zijn vervolgens verwijderd. Op 29 mei is eveneens voor elke plant in de proefveldjes het aantal bloemtakken met bloemknopverdroging geteld alsmede het aantal goede bloemen. Op dat tijdstip werd voor ieder proefvak van 10 nabij gelegen planten het aantal goede bloemen, het aantal takken met bloemknop verdroging, en het aantal loze takken per plant geteld. Hiermee kon vastgesteld worden of het verwijderen van de omvallers in de proefvakken een direct effect op het optreden van aantasting zou hebben.

2.3 Veldproeven 2003

In 2003 werden op twee proefpercelen de effectiviteit van beheersmaatregelen vastgesteld. Op de locatie Abbenes (bedrijf van B. van 't Riet, Hoofdweg 1637, 2157 PB, Abbenes) is het onderzoek uitgevoerd met de cultivar 'Sarah Bernhardt'. Op de locatie Heerhugowaard (bedrijf van Nico Blom, Rustenburgerweg 183, 1703 RV Heerhugowaard) is het onderzoek uitgevoerd met de cultivar 'Flame'. Voor beide percelen was bekend dat er aantasting van *B. paeoniae* in aanwezig was.

2.3.1 Proeflocatie Abbenes

Op het bedrijf van B. van 't Riet was een bestaande aantasting in een perceel 'Sarah Bernhardt' aanwezig. De grondsoort bestond uit veengrond, de aanplant was 3 jaar oud.

Behandelingen (over het hele proefveld werden geen chemische gewasbehandelingen uitgevoerd)

1. onbehandeld (behandelen zoals in de rest van het perceel buiten de proefveldjes)
2. afbranden rond 1 oktober
3. afbranden voor opkomst in februari
4. afbranden rond 1 oktober en voor opkomst in februari
5. afsnijden net onder de grond direct boven de bulb (als afschoffelen) en gewas afvoeren
6. afsnijden boven de grond (als afmaaien of klepelen) en gewas afvoeren.

Behandelingen werden uitgevoerd als gewarde blokkenproef in 4 herhalingen.

Op 30 september 2002 werden op het proefveld betreffende de rijen gekneusd en afgebrand (behandeling 2 en 4). Het afbranden is uitgevoerd met een Vika-brander met een werkbreedte van 150 cm , aangedreven door een tweewielige tractor. De rijsnelheid bedroeg 35 seconden per 9 meter = plm. 1 km/h. In week 41 van 2002 is het afgestorven gewas op enkele cm's boven de grond afgeknijpt en afgevoerd (behandeling 6). In dezelfde week is voor behandeling 5 het gewas net onder de grond afgesneden en afgevoerd.

Op 5 februari 2003 is op een gedeelte waarop in het voorgaande najaar was afgebrand en op een daar voor gereserveerd gedeelte waar nog niet was gebrand, een behandeling uitgevoerd met een kleine Hoaf-brander met een werkbreedte van 65 cm (behandeling 3 en 4).

Het effect van de verschillende behandelingen wordt waargenomen door vanaf half april het aantal omvallers te tellen en voor de oogst het aantal goede bloemtakken en het aantal besmette bloemtakken.

2.3.2 Proeflocatie Heerhugowaard

Op het bedrijf van Nico Blom werd de proef uitgevoerd op een perceel met een 2 jarige aanplant van de cultivar 'Flame'.

Het perceel bestaat uit zeeklei met een afslibbaar percentage van 30%.

Er zijn 8 proefveldjes uitgelegd waarop de volgende behandelingen uitgevoerd zijn.

1. Branden 25 september 2002 Chemische behandeling normaal Geen dood plantmateriaal verwijderd	5. Niet branden 2002 Chemische behandeling normaal Geen dood plantmateriaal verwijderd
2. Branden 25 september 2002 Niet chemisch behandeld afsnijden boven bulb in najaar	6. Niet branden 2002 Niet chemisch behandeld Branden 26 februari 2003
3. Branden 25 september 2002 Niet chemische behandeld Geen dood plantmateriaal afgesneden	7. Niet branden 2002 Niet chemisch behandeld Afsnijden boven bulb in najaar
4. Branden 25 september 2002 Niet chemische behandeld Branden 26 februari 2003	8. Niet branden 2002 Niet chemisch behandeld Geen dood plantmateriaal afgesneden

Fig 1. Indeling proefveldjes en behandelingen op de locatie Heerhugowaard (2003).

De chemische bestrijding met thiram is, vanaf opkomst van de planten, gedurende het groeiseizoen 6 x uitgevoerd met een professionele landbouw spuitmachine met vierwielige tractie (veld 1 en 5).

Het afbranden in september is uitgevoerd met een z.g loofbrander voor aardappelen omdat de pioenen op dit bedrijf op ruggen worden geteeld (veld 1-4). In februari werden de veldjes 4 en 6 afgebrand met een kleine Hoaf-brander met een werkbreedte van 65 cm (zelfde apparaat als in Abbenes gebruikt is).

Het effect van de verschillende behandelingen werd waargenomen door vanaf half april het aantal omvallers te tellen en voor de oogst het aantal goede bloemtakken en het aantal besmette bloemtakken.

2.4 Klimaatregistratie

Zowel in 2002 als in 2003 werden lokale weergegevens verzameld op de proefpercelen in het gewas. De weergegevens zijn verzameld met een Metos micro AG weerstation. Het weersysteem meet temperatuur, luchtvochtigheid, straling, neerslag, bladnat periode, bodemtemperatuur op 5 tot 10 cm onder bodemoppervlak (uitsluitend 2003) en windsnelheid op 1,5 m hoogte (uitsluitend 2003). De gemiddelde waarde van ieder uur werd opgeslagen in een datalogger. De lucht- en bodemtemperatuur bepaling heeft een bereik van $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ met een betrouwbaarheid van $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. De luchtvochtigheidsmeting heeft een bereik van 30% tot 95 % relatieve luchtvochtigheid. Tussen 30 % en 90 % is de betrouwbaarheid 3 %. Tussen 25 % en 95 % is de betrouwbaarheid 4 %. Neerslag werd met een kiepsysteem bepaald met een gevoeligheid van 0,2 mm neerslag. Bladnat periode werd bepaald door de geleidbaarheid van een strookje filtreerpapier met aan weerszijde een elektrode. Wanneer dit vochtig is zal het stroom geleiden en wanneer dit droog is niet. Windsnelheid werd geregistreerd als het gemiddelde van een uur (m/s).

2.5 Infectiedruk van *Botrytis* in de lucht

Gedurende verschillende perioden in 2002 en 2003 werd de infectiedruk van *Botrytis* in de lucht bepaald door de aantallen *Botrytis* sporen in de lucht te vangen met behulp van een Burkard sporenvanger en vervolgens te tellen onder een microscoop. Een Burkard Sporenvanger zuigt lucht aan met een snelheid van 10 liter per minuut. De sporen in deze lucht worden op een kleverige ondergrond opgevangen welke op een plastic strip op een ronde rol gemonteerd is. Deze rol maakt één omwenteling per 7 dagen. Door de positie en het aantal sporen op de kleefstrip te tellen onder een lichtmicroscoop kan bepaald worden hoeveel sporen er op een bepaald moment door de sporenvanger gevangen zijn. Dit is een maat voor het aantal sporen in de lucht. Met deze methode is geen onderscheid te maken tussen sporen afkomstig van verschillende *Botrytis* soorten omdat deze te veel op elkaar lijken.

In 2002 werd op het proefperceel in Abbenes van 29 maart t/m 18 april en van 29 mei t/m 11 juni het aantal *Botrytis* sporen in de lucht gemeten. In 2003 werd op het proefperceel in Heerhugowaard van 9 t/m 16 mei en van 27 mei t/m 24 juni gemeten. Op het proefperceel in Abbenes is van 27 mei t/m 24 juni gemeten.

2.6 Analyses grondmonsters

Omdat het vermoeden bestaat dat besmette grond een besmettingsbron voor aantasting van pioenroos door *B. paeoniae* kan zijn is onderzoek of schimmeldeeltjes in de grond aangetoond konden worden. In literatuur zijn geen beschreven procedures voor de isolatie van sclerotiën van *B. paeoniae* uit grondmonsters. In het laboratorium bij PPO Glastuinbouw werd voor verschillende cultuurmedia onderzocht of hierop grondmonsters uitgeplaat konden worden zodat vervolgens de aanwezigheid van *Botrytis* bepaald kan worden door groei op dit medium. Daarnaast werd op basis van een bestaand protocol voor de isolatie van sclerotiën van *Verticillium dahliae* uit grond onderzocht of met behulp van zeeftechnieken en uitplaten op specifiek medium de aanwezigheid van sclerotiën van *B. paeoniae* in de grond aangetoond kan worden.

2.7 Effectiviteit van fungiciden voor groeiremming van *B. paeoniae* in het laboratorium

De effectiviteit van verschillende chemische bestrijdingsmiddelen werd bepaald door de groeiremming van *B. paeoniae* op een voedingsbodem te bepalen. Aan het voedingsmedium (aardappel dextrose agar [PDA]) werd een hoeveelheid bestrijdingsmiddel toegevoegd zodat een concentratie van 25 mg/l en 100 mg/l van de actieve stof verkregen werd. Het medium met middel werd geënt met een ponsje van *B. paeoniae* en de

schaal werd bij een temperatuur van 22 °C geplaatst. Gedurende minimaal 7 dagen werd de groei van de schimmel gemeten. De proef werd uitgevoerd in 5 herhalingen. In Tabel 1 is weergegeven welke middelen voor deze proef gebruikt zijn.

Tabel 1. Bestrijdingsmiddelen gebruikt voor groeiproef. Verklaring formuleringscodes: ec = emulgeerbare oplossing, sc = suspensie concentraat, wp = spuitpoeder, wg = water dispergeerbaar granulaat. * De toelating voor chloorthalonil wisselt per dag. Voor meeste recente informatie dient u het CTB te raadplegen (www.ctb-wageningen.nl).

merknaam	actieve stof	groep	formulering	concentratie actieve stof	toelating voor bloemisterijgewassen in de open lucht
Daconil 500vloeib	chloorthalonil	benzonitrillen	sc	500 g/l	nee*
Eupareen-M	tolyfluanide	Captan verbinding	wp	50 %	ja
Folpan 80 Wp	folpet	captan verbinding	wp	80 %	ja
Frupica SC	mepanipyrim	pyrimidine	sc	440 g/l	nee (bloembol)
Kenbyo	kresoxim-methyl	strobilurine	sc	500 g/l	ja
Luxan thiram 80%	thiram	dithiocarb	wg	80 %	ja
Spuitskorrel					
Maneb	maneb	dithiocarb	wp	80 %	ja
80 % spuitpoeder					
Ronilan	vinchlozolin	dicarboximiden	wg of sc	500 g/l	ja
Rovral	iprodion	dicarboximiden	wp/sc	50 % / 500g/l	ja
Sporgon	prochloraz	azolen	ec	46 %	ja
Sumiscllex	procymidon	dicarboximiden	wp	50 %	ja
Teldor	fenhexamide	hydroxyanilide verb.	wg	50 %	ja
Topsin M Vloeibaar	thiofanaat-methyl	benzimidazolen	sc	500 g/l	ja
Vondozeb	mancozeb	dithiocarb	sc	750 g/l	ja

3 Resultaten

3.1 Symptoombeschrijving en diagnose

In 2002 en 2003 werd regelmatig aangetast plantmateriaal verzameld om vast te stellen welke *Botrytis* soort in het plantmateriaal aanwezig was. Hierbij werd met name gekeken gedurende welke periode van het seizoen aantasting waargenomen werd en wat de veroorzaker van deze aantasting was (*B. cinerea* of *B. paeoniae*). De beschrijving van het ziektebeeld en de resultaten van de diagnoses worden onderverdeeld in de verschillende plantdelen waaruit de schimmel geïsoleerd is.

3.1.1 Wortel

Wortelmateriaal van aangetaste planten is diverse malen onderzocht op aanwezigheid van *B. paeoniae* of *B. cinerea*. Hierbij is gekeken naar bruinkleuring van het weefsel en verdacht materiaal is uitgelegd op een kunstmatige voedingsbodem om een eventuele oorzaak te kunnen isoleren. Het is lastig om een goed beeld te krijgen van eventuele verbruining van de knol omdat de grond moeilijk te verwijderen is. Uit verdacht knolmateriaal dat uitgelegd werd groeide geen schimmels die overeenkomsten vertoonden met *B. paeoniae*. Op de wortelstok werden regelmatig stompjes gevonden van afgestorven stengeldelen. Dit materiaal was dusdanig weggerot dat geen isolatie van schimmels mogelijk was. Het is niet uit te sluiten dat *B. paeoniae* in dit materiaal overblijft. Nieuwe neuzen voor het volgende seizoen waren veelal wel aangelegd rondom de aangetaste plek en deze lieten geen zichtbare aantasting zien.



Figuur 2. Pioen wortelstok met twee verwijderde omvallers



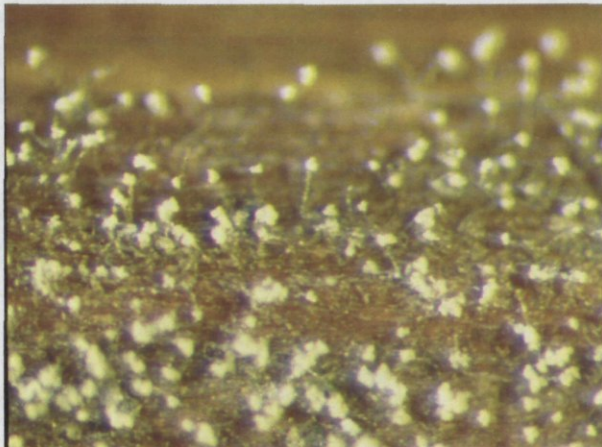
Figuur 3. Pioen (cv 'Flame') met gezonde en aangetaste scheuten.

3.1.2 Plantvoet / omvallers

Zowel in 2002 als in 2003 zijn op verschillende momenten in het teeltseizoen omvallers uit het veld verzameld. De oorzaak van het omvallen is het weggroten van de stengelbasis van de bloemsteel. Vooral in april en mei wanneer de meeste omvallers zichtbaar worden was duidelijk waarneembaar dat de stengelaantasting niet vanuit de bulb ontstond maar juist daarboven. Het onderste deel van de stengel welke uit de bulb groeide vertoonde geen aantasting terwijl direct daarboven stengelverbruining zichtbaar was (Fig. 2). Deze verbruining ontstond meestal direct onder het grondoppervlak. Dit suggereerde dat de aantasting niet vanuit de plant maar juist van buiten de plant (grond) zou ontstaan. Uit de aangetaste plantvoet (omvallers) werd uitsluitend *B. paeoniae* geïsoleerd.

3.1.3 Stengel

Op de stengels kunnen verschillende vormen van *Botrytis* aantasting voorkomen. In april en mei zien we vanuit de plantvoet een uitbreiding van de aantasting veroorzaakt door *B. paeoniae*. Het beeld dat dan waargenomen kan worden zien we in Figuur 3 waarbij op een plant zowel gezonde als aangetaste scheuten voorkomen. Naarmate het groeiseizoen vordert worden ook hogerop in het gewas stengelaantastingen gevonden. Deze ontstaan vaak vanuit een bladoksel welke al of niet beschadigd is als gevolg van gewashandelingen of de wind. Hierbij is zowel *B. paeoniae* als *B. cinerea* aangetoond op het aangetaste weefsel. Op de aangetaste plek kan *Botrytis* uitbundig sporuleren (Fig. 4).

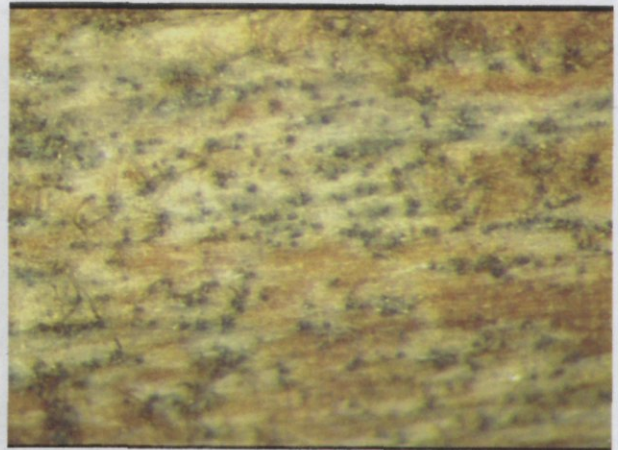


Figuur 4. *Botrytis* sporendrager met sporen op een aangetaste stengel van pioen (vergroting 30 x).

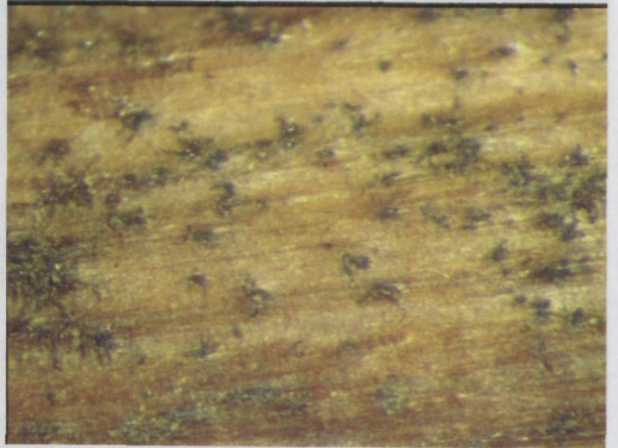
Tegen het einde van de teeltperiode (ruim na de oogst) werden in de proefpercelen stengels gevonden met sclerotiën-achtige structuren (Figuur 5 A, B, C). Deze structuren werden gevonden op die plaatsen waar oorspronkelijk de sporendragers uit het mycelium groeiden. De sclerotiën lijken vooral op een verdikking van mycelium. Een aantal van deze sclerotiën is van de stengel verwijderd en op een voedingsbodem geplaatst. Op deze voedingsbodem groeide *B. paeoniae*. Dit is een indicatie dat de mycelium verdikking afkomstig zouden zijn van *B. paeoniae*. Deze mycelium verdikkingen kunnen een rol spelen bij de overleving van de schimmel in het winterseizoen.



A



B



C

Figuur 5 A, B, en C

A. Aangetaste en ingedroogde stengel met verouderd mycelium met sporendragers en sclerotiën (vergroting 6 x).

B. Detail Sclerotlën achtige structuren (vergroting 30 x).

C. Detail sclerotiën achtige structuren (vergroting 30 x).

3.1.4 Blad

Wanneer klimaatomstandigheden bevorderlijk waren voor *Botrytis* aantasting (warm en vochtig) kon op verouderd en/of beschadigd blad aantasting gevonden worden waaruit *Botrytis* geïsoleerd kon worden. Hierbij werd zowel *B. cinerea* als *B. paeoniae* uit het bladmateriaal geïsoleerd.

3.1.5 Bloemknop

Aantasting door *Botrytis* kan op diverse manieren tot uiting komen bij de bloemknoppen. In geval van plantvoet aantasting kan de stengel nog wel tot ontwikkeling komen maar deze blijft achter in groei en vlak voor of tijdens de bloei sterft de bloemknop af als gevolg van een gebrek in de aanvoer van water en voeding vanuit de wortels. Op deze bloemknoppen kan snel *Botrytis* tot ontwikkeling komen. Een ander ziektebeeld dat waargenomen werd is dat de stengel direct onder de bloemknop aangetast is waar vanuit ook de bloemknop aangetast wordt waarna deze niet verder ontwikkelde Figuur 6. Hierbij kon zowel *B. cinerea* als *B. paeoniae* uit het weefsel geïsoleerd worden.



Figuur 6. Bloemsteel aantasting direct onder de knop met duidelijk aanwezige schimmelmycelium en sporen.

3.1.6 Algemene conclusie diagnose

De plantvoet aantasting in het voorjaar met als gevolg omvallen van de stengel wordt nagenoeg uitsluitend veroorzaakt door *B. paeoniae*. Wanneer we verder in het teeltseizoen komen en andere bovengrondse delen van de plant worden aangetast dan kunnen we hieruit zowel *B. cinerea* als *B. paeoniae* isoleren. Op het oudere aangetaste plantmateriaal (met name de stengels) zijn sclerotiën achtige structuren gevonden waaruit *B. paeoniae* groeide.

3.2 Veldproef 2002

Omvallers kwamen bij alle planten in het perceel voor waarbij de aantallen in de proefveldjes uiteen liepen van 1 tot 7 per plant. Het aantal omvallers per veldje varieerde van 32 bij de laagste tot 54 bij de hoogste aantasting. Er is een sterke toename in het aantal omvallers in de laatste 3 weken van april (Figuur 7). Uiteindelijk kwam het gemiddeld aantal omvallers per plant uit op 4,3 (29 mei laatste waarneming). Per plant werd een gemiddelde van 3,2 goede bloemtakken geoogst. De schade in dit perceel als gevolg van omvallers was zeer groot. Wanneer het aantal takken met knopverdroging meegeteld wordt dan is de uitval meer dan 60 % waarvan het belangrijkste deel veroorzaakt wordt door omvallers als gevolg van *B. paeoniae* aantasting. De verdeling van de uitval per proefveldjes staat weergegeven in Tabel 2.

Binnen de proefveldjes zijn de omvallers gedurende de proef verwijderd. Op 29 mei zijn voor ieder proefveld 10 nabij gelegen planten waargenomen waarbij bloemproductie, knopverdroging en loos vorming bepaald is. Binnen de proefveldjes was de gemiddelde knopverdroging 1,6 knoppen per plant. Voor de planten buiten de proefveldjes werd een gemiddelde knopverdroging van 1,7 knoppen per plant waargenomen. Het verwijderen van de omvallers lijkt voor de plant geen direct effect te hebben op het optreden van bloemknopverdroging. Hetzelfde geldt voor de productie van goede bloemen. Deze was gemiddeld 3,2 takken per plant in de proefveldjes en 3,1 tak per plant bij de omringende planten.

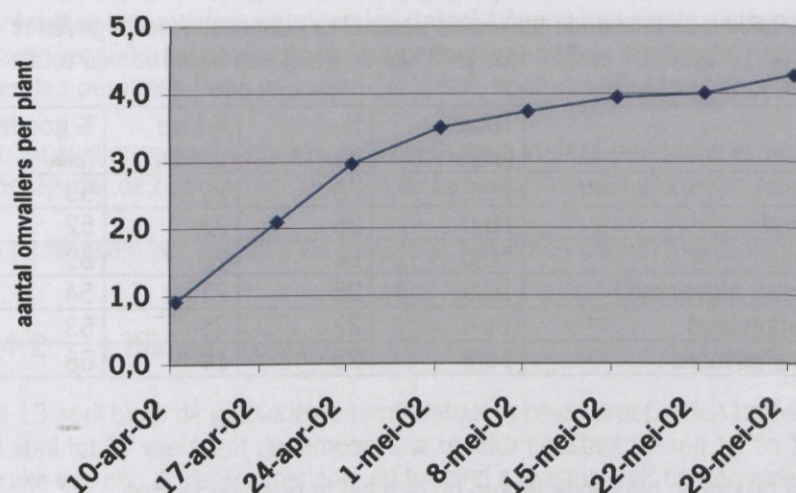


Fig. 7. Gemiddeld aantal omvallers per plant wekelijks gemeten in de tijd. De grafiek is een gemiddelde van alle veldjes en geeft een indruk van de periode waarin aantasting tot uiting komt in de vorm van omvallers.

Tabel 2. Waarnemingen uitval per veld. Behalve de waarnemingen van de 6 proefveldjes, staan in deze tabel ook de gegevens van 10 nabij gelegen planten weergegeven waarvan de omvallers niet verwijderd waren.

Veld	10 planten proefveld				10 planten naast het proefveld		
	omvallers	knopverdroging	uitval	goede bloemen	knopverdroging	loos	goede bloemen
1	44	13	57	25	19	25	32
2	39	11	50	35	14	22	32
3	32	15	47	35	18	30	31
4	45	12	57	34	14	18	46
5	54	13	67	31	15	29	25
6	42	29	71	29	19	19	22
gem/plant	4,3	1,6	5,8	3,2	1,7	2,4	3,1

3.3 Veldproeven 2003

Het effect van teeltmaatregelen op ontstaan en ontwikkeling van omvallers werd bepaald op proefpercelen in Abbenes en Heerhugowaard. Op het perceel te Abbenes is het aantal omvallers per plant waargenomen op 11 april, 24 april, 9 mei en 3 juni. Een samenvatting van deze waarnemingen is weergegeven in tabel 3. In Heerhugowaard zijn deze waarnemingen alleen op 24 april en 9 mei gedaan (Tabel 4). Op de laatste waarnemingsdata is ook het aantal takken met verdroogde bloemknop of zonder zichtbare bloemknop geteld, deze takken zijn in de tabellen aangeduid met "loze takken". Tevens is het aantal takken met goede bloemknoppen geteld. Het totaal van omvallers, loze takken en takken met goede bloemknop is weergegeven in de kolom "totaal takken" in de tabellen. Het niet ontwikkelen van een bloemknop waardoor een tak "loos" blijft kan veroorzaakt zijn door *Botrytis*, maar kan ook een andere oorzaak hebben. Bij de cultivar 'Sarah Bernhardt' komen meer niet bloeiende takken voor dan bij de cultivar 'Flame'.

Op beide proefpercelen werd geen invloed door het afbranden in september en/of in februari gevonden op het percentage omvallers. Ook door het bovengronds of ondergronds afsnijden van de oude stengels werden geen duidelijke verschillen gevonden.

De chemische bestrijding die op het proefveld in Heerhugowaard is uitgevoerd resulteerde niet duidelijk in minder omvallers of een hoger bloeipercantage.

Tabel 3. Percentage omvallers, loze takken en bloeiende takken op perceel te Abbenes. Weergegeven is het resultaat van de waarnemingen op 11 april, 24 april, 9 mei en 3 juni en geeft een beeld van de totale gemiddelde uitval per behandeling.

Behandeling	Totaal tak/plant	% omvallers	% loze takken	% goede takken
30 sept gekneusd, niet afgebrand	11.2	25	22	53
30 sept gekneusd, 30 sept afgebrand	10.0	25	23	52
30 sept. gekneusd, 5 febr. afgebrand	10.0	21	20	59
30 sept. gekneusd, 30 sept. en 5 febr. afgebrand	10.9	25	21	54
Stengels ondergrond afgeknipt en afgevoerd	11.4	22	25	53
Stengels bovengronds afgeknipt en afgevoerd	10.8	25	17	58

Tabel 4. Percentage omvallers, loze takken en bloeiende takken op perceel te Heerhugowaard. Weergegeven is de som van waarnemingen van 24 april en 9 mei.

Behandeling	Totaal tak/plant	% omvallers	% loze takken	% goede takken
Gespoten, 25 sept. afgebrand	6.9	51	10	39
Niet chemisch, ondergronds afgeknipt, 25 sept. gebrand	8.7	48	4	48
Niet chemisch, 25 sept. afgebrand	7.2	57	11	32
Niet chemisch, 25 sept. en 26 feb. afgebrand	7.1	51	13	36
Gespoten, niet afgebrand	5.1	37	20	43
Niet chemisch, 26 feb. afgebrand	7.4	50	3	47
Niet chemisch, ondergronds afgeknipt, niet gebrand	5.2	44	8	48
Niet chemisch, niet afgebrand	6.6	56	8	36

3.4 Klimaatregistratie

3.4.1 Klimaat 2002

Klimaatgegevens zijn met name relevant als het gaat om het optreden van omvallers, bloemknop aantasting en de *Botrytis* infectiedruk in de lucht. Het onderzoek in 2002 had laten zien dat de omvallers met name in de periode van half april tot half mei optraden. Bodemtemperatuur, bodemvochtigheid en vooral plantstadium zijn factoren waarvan verwacht mag worden dat deze invloed hebben op de periode waarin omvallers zich manifesteren. Daarnaast is het algemeen bekend dat klimaat, en dan met name de luchtvochtigheid een belangrijke rol speelt bij het ontstaan van bovengrondse *Botrytis* aantastingen. Hierbij worden zowel de kieming van aanwezige *Botrytis* sporen als de sporulatie van de schimmel zelf door vocht beïnvloed.

Tot 24 april bleef de gemiddelde temperatuur in het proefveld tussen de 5 en 10 °C. Een uitzondering hierop vormde de eerste 4 dagen van april waarbij op 3 april al een maximum temperatuur van 24,9 °C gemeten is. Tot 5 mei blijft de gemiddelde temperatuur rond 10 °C liggen en vanaf deze dag zien we een snelle toename waarbij de gemiddelde temperatuur rond 15 °C komt te liggen.

De relatieve luchtvochtigheid in de week van 15 tot 22 maart lag gemiddeld rond de 90 %. Vervolgens werd het twee weken droog met een gemiddelde RV rond 70 % en maxima zelden boven 90 %. Met name in de periode rond 5 april was het zeer droog weer. Vanaf 12 april werd er een toename in de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid gemeten en tot 15 mei bleef de gemiddelde luchtvochtigheid tussen 80 en 90 % schommelen. Iedere dag komt de RV in het gewas wel een bepaalde periode boven 95 %.

Van de eerste week zijn geen neerslag gegevens. Tot 14 april valt er nauwelijks neerslag. Van 14 tot 18 april valt er enige dagen wat neerslag (totaal 10 mm) en vervolgens is het weer droog tot 26 april. 26 april is zeer nat (20 mm) en de daaropvolgende dagen valt er regelmatig neerslag. De totale hoeveelheid neerslag per maand was voor april 57,2 mm, voor mei 46,4 mm, voor juni 55,6 mm en voor juli 61,6 mm.

Na 3 mei is er nauwelijks bladnat geregistreerd. In deze periode is er wel veel neerslag geweest dus mogelijk dat de betrouwbaarheid van de bepaling in twijfel getrokken moet worden.

De stralingsom per dag zien we geleidelijk toenemen tot een maximum van ruim 9000 W/m² op 24 juni.

3.4.2 Klimaat 2003

Tot 13 april bleef de gemiddelde temperatuur in beide proefvelden tussen de 5 en 10 °C. In de periode van 13 april tot 27 mei bleef de temperatuur redelijk constant tussen 10 en 15 °C. Vanaf 27 mei is er weer sprake van een duidelijke toename en tot eind augustus blijft de gemiddelde dagtemperatuur tussen 15 en 20 °C.

Voor bodemtemperatuur zien we in 2003 een vergelijkbare trapsgewijze toename in temperatuur. Vanaf 10 april neemt de bodemtemperatuur in zes dagen toe van 6 tot 15 graden om vervolgens niet meer beneden 10 graden te komen. Een zelfde sprong zien we rond 27 mei waar de bodemtemperatuur in een aantal dagen van 15 graden tot boven 20 graden toeneemt om vervolgens nauwelijks rond de 20 graden te blijven.

De relatieve luchtvochtigheid op beide locaties volgt een gelijke trend. Luchtvochtigheid is gerelateerd aan temperatuur. Bij een afname in temperatuur en een zelfde hoeveelheid vocht in de lucht neemt de relatieve luchtvochtigheid toe. Over de gehele teeltperiode ligt de luchtvochtigheid gemiddeld rond 80 %. In diezelfde periode van 216 dagen is in Abbenes 403 mm neerslag gevallen en in Heerhugowaard 328 mm. Er zijn twee langdurige droge perioden namelijk van 10 maart tot 22 april (m.u.v. 1 april) en in de maand augustus.

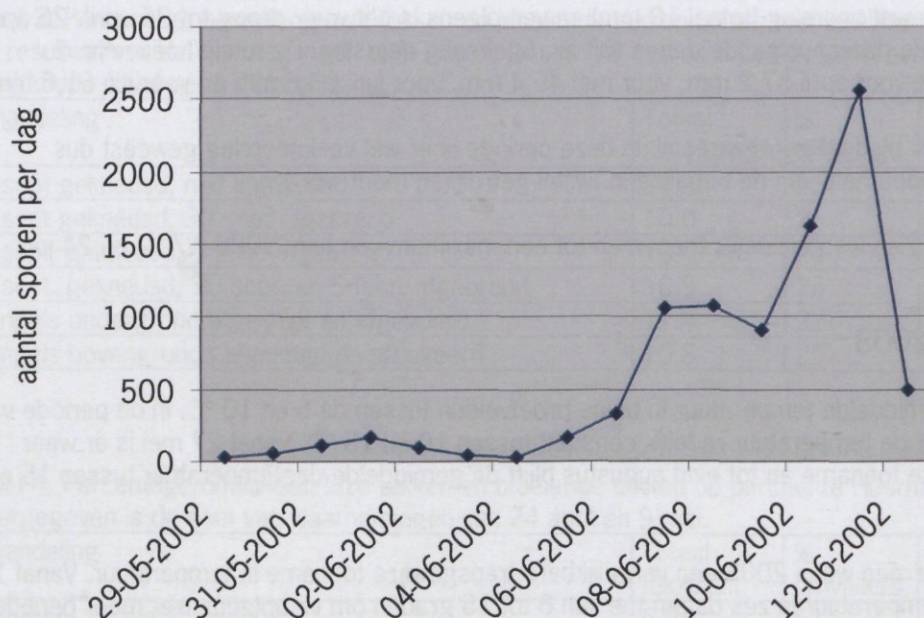
De gemiddelde windsnelheid in Heerhugowaard ligt met 1,2 m/s hoger dan de 0,8 m/s voor Abbenes.

De metingen voor bladnatperiode zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van de positie van de bladnat sensor in het proefveld. Voor beide percelen is een gelijke positie in het groeiende gewas genomen. De bladnatperioden op de twee locaties verschilden onverklaarbaar veel. Met name aan het einde van de teeltperiode in Heerhugowaard geeft de bladnatsensor bijna continue periode van bladnat. We moeten hier concluderen dat de sensor in die periode geen betrouwbaar signaal doorgaf. Dit is jammer omdat naast luchtvochtigheid, juist bladnat een belangrijke rol kan spelen in het infectieproces. Dit is het tweede seizoen dat wij onvoldoende betrouwbare resultaten van de bladnatmetingen ontvangen. Het is wenselijk om te zoeken naar alternatieve meetmethoden.

3.5 Infectiedruk van *Botrytis*

3.5.1 Infectiedruk seizoen 2002

In 2002 werd op het proefperceel in Abbenes van 29 maart t/m 18 april en van 29 mei t/m 11 juni het aantal *Botrytis*-sporen in de lucht gemeten met behulp van een Burkhard sporenvanger. In maart en april werden gemiddeld minder dan vijf *Botrytis* sporen per uur gevangen. Binnen een periode van 24 uur fluctueerde het aantal sporen wat per uur gevangen werd. De laatste dagen van mei en de eerste week van juni was er een lichte toename tot maximaal 30 sporen per uur. In deze periode fluctueerde het aantal sporen dat per uur gemeten werd (Fig. 8.). Vanaf 6 juni vond een sterke toename in de hoeveelheid sporen in de lucht plaats tot zelfs boven 300 sporen per uur (= per 600 liter lucht). Dit komt overeen met 1 *Botrytis* spore per 2 liter lucht.



Figuur 8. Burkard sporevanger resultaten gemeten in de periode van 29 mei tot 12 juni. Op de x-as staat de datum van waarnemen. Per dag zijn 24 perioden van een uur geteld. Op de y-as wordt het aantal sporen weergegeven dat per uur geteld wordt.

Het is een algemeen bekend verschijnsel dat temperatuur, luchtvochtigheid en licht van invloed zijn op sporenvorming en vrijkomen van *Botrytis* soorten. Wanneer de klimaatgegevens uit deze periode nader bekeken worden (Tabel 5) dan valt op dat de gemiddelde temperatuur vanaf 1 juni een aantal graden omhoog gaat. Daarnaast valt er met name op 5 juni veel neerslag en vanaf 5 juni is er ook een hoge gemiddelde luchtvochtigheid. Deze omstandigheden stimuleren mogelijk de *Botrytis* sporen productie op het aangetaste plantmateriaal in het perceel.

Tabel 5. Klimaatgegevens van het proefperceel in Abbenes in de periode 29 mei t/m 12 juni.

datum	gem. temp (C)	gem rv (%)	neerslag/dag (mm)	stralingsom/dag (W/m2)
29-05-2002	13,1	81,9	2,8	5414
30-05-2002	14,5	75,0	0,2	7007
31-05-2002	14,0	76,0	0	7368
01-06-2002	14,3	70,3	0	8749
02-06-2002	18,0	63,5	0	8267
03-06-2002	17,8	70,7	1,8	5757
04-06-2002	18,0	74,4	1,8	5646
05-06-2002	18,6	90,7	21,5	2403
06-06-2002	16,1	87,2	0	3629
07-06-2002	15,0	92,4	0	3071
08-06-2002	17,2	75,0	0	6871
09-06-2002	15,8	84,0	1,2	5437
10-06-2002	14,1	86,8	6,8	5013
11-06-2002	14,1	83,1	1,5	5630
12-06-2002	14,0	95,9	6,4	2649

3.5.2 Infectiedruk seizoen 2003

In 2003 werd op het proefperceel in Heerhugowaard van 9 t/m 16 mei en van 27 mei t/m 24 juni de infectiedruk van sporen in de lucht bepaald. Op het proefperceel in Abbenes is van 27 mei t/m 24 juni gemeten. De aantallen sporen welke totaal per dag geteld zijn staan weergegeven in figuur 9.

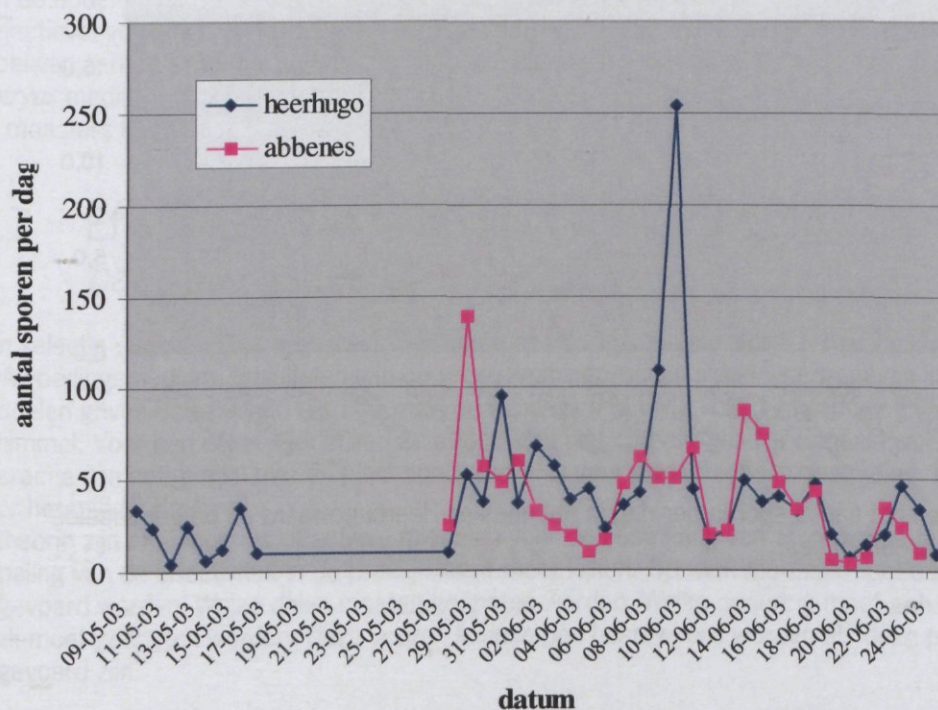
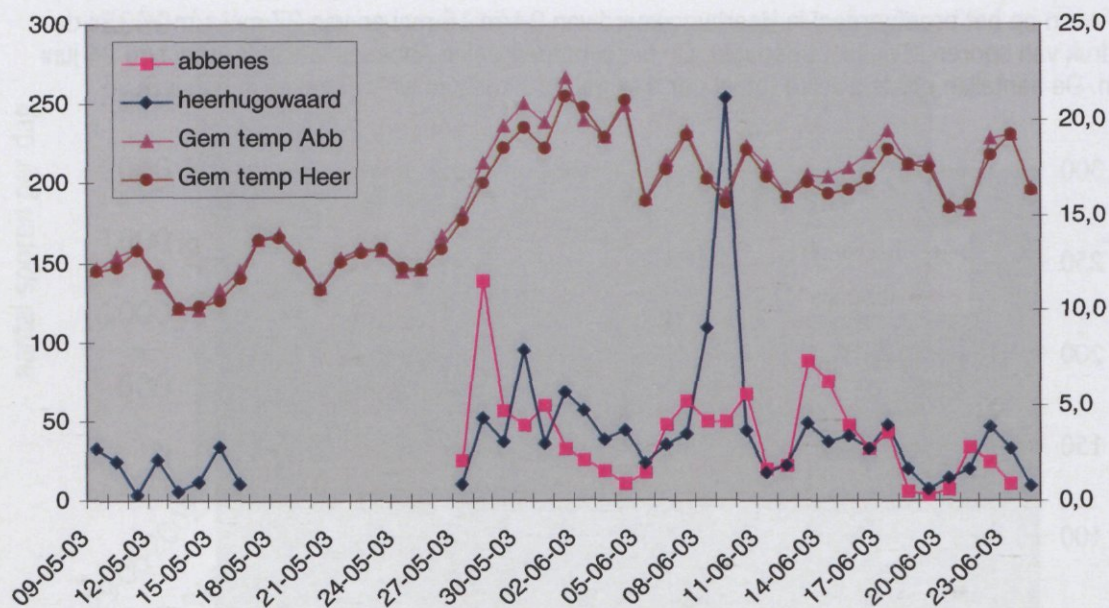


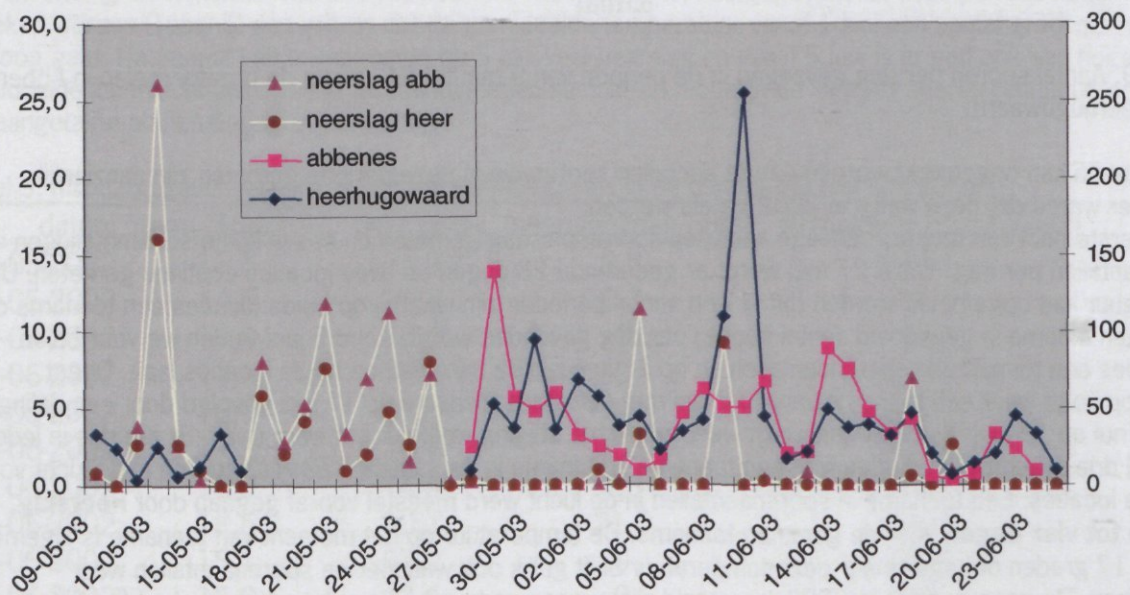
Fig. 9. Aantal sporen per dag gevangen in de periode van 9 mei tot 24 juni op de proefpercelen in Abbenes en Heerhugowaard

Algemeen kan opgemerkt worden dat de aantallen sporen die in deze periode gemeten zijn aanzienlijk minder waren dan deze welke in 2002 geteld werden.

De eerste helft van mei worden lage aantallen sporen per dag gemeten en er zijn lichte schommelingen in de aantallen per dag. Vanaf 27 mei wordt er gedurende 28 dagen op twee locaties continue gemeten. Uit de figuur kan opgemaakt worden dat er een aantal perioden zijn waarbij op beide locaties een toename dan wel een afname in gemiddeld aantal sporen per dag gevonden wordt. Rond 5 juni vinden we voor beide locaties een toename in sporenaantallen en op 11 juni zijn de aantallen op beide locaties laag. Direct daarop volgt weer een toename vanaf 12 juni met een extra toename op 17 juni gevolgd door een daling tot bijna nul op 19 juni. Vanaf 20 juni volgt weer een lichte stijging welke direct weer daalt. Er zijn dus in ieder geval drie synchrone perioden met een toename en afname in de aantallen *Botrytis* sporen in de lucht voor beide locaties. Een toename in sporenaantallen in de lucht werd meestal vooraf gegaan door **neerslag, twee tot vier dagen** voor de gemeten toename. De temperatuur op het moment van toename is algemeen rond 17 graden of hoger maar deze temperatuur blijft gelijk ook wanneer de sporenaantallen weer afnemen. De gegevens die in 2002 verzameld zijn suggereerde dat bij een lage temperatuur (beneden 15 graden) er minder sporulatie plaatsvindt. Ten aanzien van bladnatperiode zijn geen duidelijk relaties aan te wijzen. Het is mogelijk dat een combinatie van neerslag gevolgd door een temperatuurstijging een verklaring is voor de toename aan *Botrytis* sporen in de lucht.



Figuur 10. Relatie tussen het aantal sporen per dag in Abbenes en Heerhugowaard en de gemiddelde dagtemperatuur op de proeflocaties.



Figuur 11. Relatie tussen het aantal sporen per dag in Abbenes en Heerhugowaard en de gemiddelde neerslag per dag op de proeflocaties.

3.6 Analyses grondmonsters

De isolaties van sclerotiën van *B. paeoniae* uit grondmonster van besmette percelen hebben geen positief

resultaat opgeleverd. Het is hiermee dus niet gelukt om de aanwezigheid van overlevingsstructuren van *B. paeoniae* in de grond aan te tonen.

Diverse grondmonsters zijn op verschillende momenten tijdens en na de teelt genomen uit de proefpercelen welke een zware *Botrytis*-besmetting in de planten hadden. Hierbij is zowel de grond in directe nabijheid van de knol verzameld als de grond tussen de planten. Het grondmonster werd met name van de eerste 10 cm van de bodemlaag genomen. Na drogen is de grond van besmette percelen uitgeplaat op diverse (selectieve) voedingsbodems. Deze voedingsbodems stimuleren de groei van *Botrytis*-soorten terwijl de groei van andere schimmels en bacteriën onderdrukt worden. Met name het zogenaamde selectieve *Botrytis* medium was in staat om algemeen bacterie en schimmelgroei te onderdrukken. Echter in geen van de monsters kon direct *Botrytis* aangetoond worden.

3.7 Effectiviteit van fungiciden voor groeiremming van *B. paeoniae* in het laboratorium.

Een selectie van middelen is getoetst op directe remming van groei van *B. paeoniae* in het laboratorium op PDA voedingsmedium. Resultaten van de groeiremmingproeven staan weergegeven in figuur 12. De meeste middelen geven bij zowel 25 als 100 mg/l een volledige of bijna volledige remming van groei van de schimmel. Voor een enkel middel kan de effectiviteit niet op deze manier bepaald worden omdat de interactie van het middel met de plant noodzakelijk is voor een effectieve bestrijding. Dit geldt onder meer voor het middel Kenbyo.

In theorie zijn er voldoende effectieve middelen voor de bestrijding van *B. paeoniae* te gebruiken. Bij de bepaling van de effectiviteit in de praktijk komt meer kijken. Op welk moment moet een bespuiting uitgevoerd worden. Welke delen moeten gespoten worden. Welke dosering moet gehanteerd worden en hoe vaak moet gespoten worden. Deze vragen kunnen pas beantwoord worden als deze proeven in de praktijk uitgevoerd zijn.



Figuur 12. Groeiremming van *B. paeoniae* in kunstmatig medium met 25 en 100 mg/l fungicide toegevoegd aan het medium. De hoogte van de kolom geeft het percentage groeiremming aan ten opzichte van de onbehandelde controle (= 0% groeiremming)

4 Discussie

Gedurende twee teeltseizoenen is de ontwikkeling van aantasting van pioen door *Botrytis paeoniae* gevolgd. Hierbij zijn gegevens verzameld over het verloop van de aantasting, de aard en omvang van besmettingsbronnen, omstandigheden die van invloed kunnen zijn op de ontwikkeling van aantasting, de effectiviteit van teeltmaatregelen die tegen de aantasting genomen kunnen worden en de effectiviteit van chemische gewasbeschermingsmiddelen tegen groei van de schimmel. In deze discussie worden deze onderdelen besproken.

Verloop van de aantasting.

Op basis van de waarnemingen aan aangetast plantmateriaal gedurende het teeltseizoen is een goed beeld over het verloop van aantasting gevormd. De schimmel overwintert in de grond in de vorm van sclerotiën gevormd op plantenresten. In het vroege voorjaar tast de schimmel de neuzen aan die uit de knol komen. Deze aantasting is meestal vlak onder het grondoppervlak maar duidelijk boven de knol. Bij het uitgroeien van de stengel belemmert de aantasting de stengelontwikkeling (kleiner en lichter) en de bloemknopontwikkeling. De stengel valt om als gevolg van voetrot of er treedt een verwelking op wanneer watertransport belemmerd wordt. Op de aangetaste plantvoet worden schimmelsporen geproduceerd welke door de lucht verspreid kunnen worden. In het voorjaar is de hoeveelheid schimmelsporen die in de lucht gevonden wordt beperkt maar voldoende om bovengrondse plantdelen aan te tasten. Bovengrondse aantasting van de pioen kan optreden in de vorm van bloemknopaantasting of aantasting van de scheuten. Onder vochtige omstandigheden zal op dit aangetaste materiaal sporenvorming plaatsvinden en deze sporen verspreiden zich door de lucht zodat ander bovengronds gewas besmet wordt. Deze cyclus kan zich onder gunstige omstandigheden (voldoende vochtig en warm) enkele malen herhalen zodat aantasting in een perceel kan verspreiden. In het najaar sterft het gewas af en verdwijnt de *Botrytis* met de plantenresten in de grond. *Botrytis* vormt sclerotiën-achtige structuren op de dode plantenresten. Sclerotiën overleven de winter in de grond. In het voorjaar wanneer de neuzen uitgroeien kunnen de sclerotiën kiemen en ontstaat een nieuwe aantasting. Hiermee is de jaarcyclus rond.

Aard en omvang van besmettingsbronnen.

Naar aanleiding van de resultaten van 2002 (met name het onderzoek aan plantmateriaal en de resultaten met de sporenvanger) kon de aard van de verschillende infectiebronnen voor *Botrytis* bij pioenen vastgesteld worden. De besmettingsbron voor de omvallers wordt met name gezocht in besmette grond of besmet plantmateriaal. De aantasting van de plantvoet bevindt zich meestal op kleine afstand (1-1,5 cm) boven de wortel waarbij er tussen de aangetaste plek en de wortel nog gezond weefsel zit. *B.paeoniae* werd niet in wortelweefsel van zieke planten aangetroffen. Dit suggereert dat de besmetting uit de grond afkomstig zou zijn. Van verschillende *Botrytis* soorten is bekend dat zij sclerotiën vormen die in de grond overleven. Voor *B. paeoniae* is het niet gelukt om sclerotiën uit de grond te isoleren maar op aangetaste stengels aan het einde van het teeltseizoen zijn sclerotiën-achtige structuren van de schimmel waargenomen. Besmetting van de plantvoet door sporen uit de lucht in het begin van het seizoen is minder waarschijnlijk omdat in deze periode van het jaar nauwelijks sporen in de lucht waargenomen zijn. Bovengrondse besmettingen van bladeren en bloemen later in het teeltseizoen zullen ofwel direct vanuit de aangetaste plantvoet komen ofwel via luchtverspreiding van sporen die op de aangetaste plantvoet of andere aangetaste delen van de plant gevormd worden. De sporen in de lucht kunnen onder vochtige omstandigheden bovengrondse delen van de plant aantasten. Vervolgens worden onder vochtige omstandigheden op het aangetaste bovengrondse plantmateriaal grote hoeveelheden nieuwe sporen gevormd welke verdere verspreiding van aantasting op bovengrondse delen kan veroorzaken. Zowel de resultaten van de sporenvangers in 2002 als 2003 geven aanwijzingen over omstandigheden waarbij de aantallen sporen in de lucht toenemen. De sporenvangers hebben in 2003 op twee locaties gestaan. Voor beide locaties, welke op 50 km afstand van elkaar gelegen zijn, zien we een zelfde patroon in fluctuaties van de hoeveelheden *Botrytis* sporen in de lucht. Ondanks dat er slechts een beperkte periode (4

weken) continue metingen gedaan zijn komt uit de resultaten naar voren dat de toename in sporenaantallen in de lucht voorafgegaan wordt door een korte periode van neerslag 2 tot 4 dagen voor de toename. In 2002 hadden we al opgemerkt dat een toename in temperatuur van invloed zou kunnen zijn (boven 15°C) en deze omstandigheden zijn in 2003 ook gevonden. 2 tot 4 dagen na een regenbui en bij temperaturen boven 15-17°C kan er een toename in sporenvorming optreden.

Omstandigheden die van invloed kunnen zijn om de ontwikkeling van aantasting.

Omvallers werden in de percelen waargenomen zodra de eerste scheuten boven de grond kwamen. Tot 1 mei werd een sterke toename in aantasting gevonden en vervolgens namen de aantallen nieuwe omvallers af. Het tijdstip van optreden van de omvallers zal beïnvloed worden door de groei en ontwikkeling van de plant. De jonge neuzen worden al in het voorgaande jaar aangelegd op de knol. Wanneer deze in het voorjaar uitgroeien kunnen ze aangetast worden door de schimmel die in de vorm van sclerotiën in de grond aanwezig is. Het is voor andere *Botrytis* soorten beschreven dat bodemtemperatuur en vocht van invloed kunnen zijn op de kieming van de sclerotiën. Ook de aanwezigheid van vatbaar plantmateriaal kan van invloed zijn op de kieming van in de grond aanwezige sclerotiën. Een combinatie van beide kan voor het optreden van omvallers van belang zijn.

Er zijn in het onderzoek geen waarnemingen uitgevoerd waarbij het ontstaan van bovengrondse aantastingen in de tijd gevolgd is. Algemeen is wel bekend dat aantasting door *Botrytis* soorten met name ontstaat onder vochtige omstandigheden waarbij bladnat gedurende 4 tot 8 uur optreedt of wanneer de luchtvochtigheid gedurende een zelfde periode boven de 94% is. Ook de vatbaarheid van het gewas speelt hierbij een belangrijke rol.

De verhoogde sporenproductie welke begin juni gevonden werd duidt erop dat deze vooral onder vochtige en iets warmere omstandigheden optreedt. Wanneer op in deze periode vatbaar plantmateriaal aanwezig is kan snel uitbreiding van aantasting ontstaan. Voor de kieming van *Botrytis* is vocht nodig. Indien op het moment van verhoogde sporulatie de luchtvochtigheid in het gewas hoog is (meer dan 94%) of wanneer het blad gedurende 4 tot 8 uur nat is dan bestaat er een grote kans dat nieuwe aantasting in het bovengrondse gewas ontstaan. Dit biedt goede uitgangspunten voor de ontwikkeling van een waarschuwingssysteem.

Effectiviteit van teeltmaatregelen die tegen de aantasting genomen kunnen worden.

De verschillende beheersmaatregelen die op de praktijkbedrijven getoetst werden, hebben niet tot een verbeterde beheersing van omvallers in pioen geleid. Zowel het verwijderen van het bovengrondse plantmateriaal als het afbranden van deze gewasresten waren in de gekozen proefopzet niet effectief. Dit zou betekenen dat gewasresten geen rol spelen in de overleving van de schimmel en besmetting van de grond. Een andere mogelijkheid is dat gewasresten wel een rol spelen maar dat de schimmel meerdere jaren in de grond zou kunnen overleven waardoor het verwijderen van de gewasresten gedurende een enkel seizoen onvoldoende effectief is. Verder bestaat ook nog de mogelijkheid dat de beheersmaatregelen onvoldoende werken om effectief te zijn tegen *Botrytis*. Bij het branden moet een voldoende hoge temperatuur bereikt worden om de sclerotiën te doden. Met name bij een nat gewas moet er waarschijnlijk lang gebrand worden omdat de temperatuur van het weefsel anders nauwelijks de vereiste temperatuur haalt.

Effectiviteit chemische gewasbeschermingsmiddelen en mogelijkheden voor de praktijk.

De chemische middelen die in het laboratorium getoetst zijn geven over het algemeen een goede groeiremming van *B. paeoniae*. De middelen die getoetst zijn waren afkomstig uit verschillende groepen (werkingsmechanisme).

Gezien het verloop van de aantasting van de planten, is met name het moment waarop een chemische bestrijding uitgevoerd wordt en de manier waarop deze bestrijding toegepast wordt van belang. Een bestrijding voor opkomst van het gewas of juist aan het einde van de teelt zal gericht zijn tegen de sclerotiën die mogelijk in de grond aanwezig zijn. Wanneer de plantvoetaantasting opgetreden is, zijn de mogelijkheden om deze aantasting te remmen met chemische middelen waarschijnlijk beperkt. De schimmel groeit deels in de plant en het aangetaste deel van de plant is moeilijk te raken tenzij grote hoeveelheden van het middel gebruikt worden. Reeds in 1975 zijn hierbij op het toenmalige PBN (Proefstation voor de Bloemisterij Nederland) positieve resultaten verkregen. Een preventieve bestrijding

heeft echter de voorkeur. Zodra de bloemtakken geoogst zijn blijft er nog gewas staan dat gevoelig is voor *Botrytis*. Hoewel hiervoor geen directe aanwijzingen zijn lijkt het belangrijk om de aantasting van dit gewas te beperken. Aantasting na de oogst geeft niet direct economische schade maar het accepteren van een aangetast gewas verhoogd het risico op besmetting van het perceel door sclerotiën die op het aangetaste en afstervende plantmateriaal gevormd worden.

Een van de onderzoeksdoelstellingen was om te bepalen of de inzet van een waarschuwingsmodel waarmee het tijdstip van een chemische bespuiting vastgesteld kan worden, effectief kan zijn tegen *Botrytis* in pioen. Het verloop van de infectie en de resultaten met de sporenvangers bieden duidelijke aanknopingspunten om een goed resultaat te verwachten bij de inzet van een waarschuwingsmodel als onderdeel van de bestrijding van *Botrytis* in pioen.

5 Conclusie en aanbevelingen.

Aantasting van pioenroos met *Botrytis paeonia* kent verschillende verschijningsvormen. De belangrijkste directe economische schade wordt veroorzaakt door de omvallers die niet geoogst kunnen worden. Verder zal de bovengrondse aantasting een verminderde groei van de plant geven waardoor de productie van het daaropvolgende jaar ook minder zal zijn. De schimmel overleeft waarschijnlijk in de grond of op aangetast plantmateriaal in de grond. In het voorjaar raken jonge neuzen aangetast en vervolgens de overige bovengrondse delen van de plant. Bestrijding van aantasting moet deels gericht zijn op het voorkomen van een besmetting en op het verminderen van uitbreiding van de besmetting. Een aantal teeltmaatregelen zijn onderzocht op effectieve bestrijding van omvallers maar de resultaten hiervan op de korte termijn (binnen een teeltseizoen) zijn beperkt. Een meerjarige proef kan hier duidelijkheid over geven. Naast teeltmaatregelen biedt de inzet van chemische middelen mogelijkheden maar de effectiviteit hiervan dient nader onderzocht te worden. De inzet van chemische middelen kan goed gecombineerd worden met een waarschuwingsmodel welke de periode van verhoogd risico voor aantasting bepaald. Een waarschuwingsmodel kan ontwikkeld worden op basis van een bestaand model dat gebruikt wordt voor de bestrijding van *Botrytis* in de bloembollenteelt.

Algemene aanbevelingen tegen omvallers in pioenroos zijn:

- Start met schoon en ontsmet plantmateriaal
 - Start op een ziektevrij perceel. Indien in de voorgaande teelt pioenen op het perceel gestaan hebben en deze hadden problemen met omvallers dan is het af te raden om zonder ontsmetting van de grond op dit perceel aan te planten.
 - Verwijder bovengrondse aantasting om verspreiding van aantasting te voorkomen. Het is niet direct aangetoond maar vorming van sclerotiën om aangetast weefsel en de overleving van deze sclerotiën in de bodem wordt gezien als een belangrijke besmettingsbron in de teelt van het daaropvolgende jaar.
 - Bepaal het optimale moment voor de uitvoering van chemische bestrijding en gebruik een effectief middel voor die toepassing.
- Grofweg kan onderscheid gemaakt worden tussen de gewasbespuitingen na opkomst van het gewas gericht tegen bovengrondse aantastingen, en bodembehandelingen en/of bespuitingen van de plantvoet om de vroege aantasting met omvallers te bestrijden en voorkomen.