

Mucorproblematiek in de aardbeiketen

Inventarisatie van de problemen,
de beschikbare kennis, en de
mogelijke maatregelen

DLV Plant

Postbus 7001

6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65

6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78

F 0317 46 04 00

E info@dlvplant.nl

www.dlvplant.nl

In opdracht van

Landelijke aardbeien commissie LTO Groeiservice

Veraartlaan 6

Postbus 1120

2280 CC Rijswijk

Gefinancierd door

Productschap Tuinbouw

Louis Pasteurlaan 6

Postbus 280

2700 AG Zoetermeer



Uitgevoerd door

DLV Plant BV - Team Onderzoek

Agro Bussiness Park 65

6708 PV Wageningen

Projectnummer

PT-project 12.925

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Voorwoord

Met de uitvoering van de literatuurstudie en de enquête in dit project is de aanwezige informatie in de literatuur over *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. bijeengebracht en getoetst aan de kennis en ervaringen in de praktijk. De aangeboden informatie in dit rapport moet dienen als basis voor de kennisverspreiding over *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. onder belanghebbende om men op deze manier bewust te maken van de oorzaken, de gevolgen en mogelijke oplossingen rondom beide schimmelziekten.

Daarnaast dienen de aannames en de geschetste theorie in deze rapportage gebruikt te worden om de discussie met de praktijk te voeren op welke wijze er om gegaan kan/moet worden met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. en op welke wijze zinvol onderzoek gedaan kan/moet worden naar de problemen met de schimmelziekten *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de naoogstfase van aardbei.

Mijn dank gaat uit naar de landelijke aardbeiencommissie aardbei van LTO Groeiservice welke de doorgang van dit project mede mogelijk heeft gemaakt. Tevens gaat mijn dank uit naar de adviseurs, de telers en eenieder ander die elk op hun eigen wijze een bijdrage hebben geleverd aan de totstandkoming van deze informatieve rapportage

Mark Geuijen,
DLV Plant BV

Inhoudsopgave

VOORWOORD.....	2
INHOUDSOPGAVE.....	3
SAMENVATTING.....	4
INLEIDING.....	8
1 OPZET LITERATUURSTUDIE.....	10
1.1 ONDERZOEKSVRAGEN.....	10
2 ECONOMISCHE SCHADE VRUCHTROTSCHIMMELS.....	11
3 SYMPTOMEN VRUCHTROTSCHIMMELS AARDBEI.....	12
3.1 <i>BOTRYTIS CINEREA</i>	12
3.2 <i>MUCOR SPP.</i>	12
3.3 <i>RHIZOPUS SPP.</i>	13
4 EPIDEMIOLOGIE VRUCHTROT SCHIMMELS.....	14
4.1 TAXONOMIE	14
4.2 ACHTERGRONDEN EN LEVENSCYCLUS VRUCHTROTSCHIMMELS IN AARDBEI.....	15
4.2.1 <i>Levenscyclus en achtergronden bij Botrytis cinerea</i>	15
4.2.2 <i>Levenscyclus en achtergronden bij Mucor spp. en Rhizopus spp.</i>	19
5 OVERIGE INFORMATIE <i>MUCOR SPP.</i> EN <i>RHIZOPUS SPP.</i>	24
6 MAATREGELEN TEGEN <i>MUCOR SPP.</i> EN <i>RHIZOPUS SPP.</i>.....	25
6.1 MAATREGELEN VOORAFGAAND AAN TEELT.....	25
6.2 PREVENTIEVE MAATREGELEN TIJDENS TEELT EN OOGST	26
6.3 CURATIEVE MAATREGELEN TIJDENS TEELT EN OOGST	29
7 CONCLUSIES EN DISCUSSIE LITERATUURONDERZOEK	30
8 REFERENTIES.....	33
9 VRAGENLIJST EN RESPONS.....	35
9.1 VRAGENLIJST	35
9.2 RESPONS	35
10 RESULTATEN ENQUÊTE	36
10.1 <i>MUCOR SPP. / RHIZOPUS SPP.</i> PROBLEMEN EN AFZET.....	36
10.2 KENNIS OVER <i>MUCOR SPP. / RHIZOPUS SPP.</i>	37
10.3 BEDRIJFSVOERING EN <i>MUCOR SPP. / RHIZOPUS SPP.</i>	41
10.4 FUNGICIDEN EN <i>MUCOR SPP. / RHIZOPUS SPP.</i>	43
11 CONCLUSIES EN DISCUSSIE RESULTATEN ENQUÊTE	45
12 AANBEVELINGEN.....	48
BIJLAGE 1 VRAGENLIJST.....	49
BIJLAGE 2 RESPONS NAAR BEDRIJFTYPE EN TEELTTYPE	57

Samenvatting

Op basis van de resultaten van de gehouden enquête is een samenvattend betoog geschreven. Hierin wordt op basis van aanwijzingen gevonden in de literatuur getracht de resultaten te koppelen aan de kenmerkende problemen, de aanwezige kennis en de mogelijke oplossingen rondom *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.*

Resultaten enquête

Uit de gehouden enquête blijkt dat ongeveer 4 op de 10 telers in de afgelopen drie jaar (2005, 2006 en 2007) klachten hebben ontvangen over een *Mucor spp.* en/of *Rhizopus spp.* aantasting in een door hen aangeboden partij aardbeien. Deze klachten zijn gespreid over de diverse jaren gemeld en het betrof diverse teelttypen, wat aangeeft dat problemen met *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* in principe continu op de loer liggen. Het is daarom van belang om de mogelijke problemen met *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* niet te onderschatten, al is de economische schade in Nederland kleiner in vergelijking met de schade die *Botrytis cinerea* aanricht. Echter door de kenmerkende symptomen van *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* zoals het lekken van sap in punnets en de overwoekering met schimmeldraden van aangetaste vruchten kan mogelijk voor imagoschade zorgen, waaruit economische schade kan voortvloeien.

Telers die problemen met *Mucor spp.* en/of *Rhizopus spp.* gekend hebben wijten dit probleem vrijwel altijd aan een lastige periode gedurende de teelt met (extreem) hoge(re) temperaturen in combinatie met een hoge luchtvochtigheid, zo blijkt uit de enquête. Met andere woorden een aantasting wordt meestal in verband gebracht met een periode waarin het klimaat 'broeierig' was. Genoemde omstandigheden in combinatie met donkere dagen (weinig straling) en/of overrijpe vruchten, ontstaan door een (te) snelle doorkleuring of een achterstand op de oogstplanning, zorgen mogelijk voor meer/grotere problemen.

Uit de enquête blijkt verder dat naast het deel van de telers die de symptomen en kenmerken van *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* kunnen beschrijven, er ook een deel bestaat welke de schimmelziekten *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* met elkaar verwarren. Of zelfs over één kam scheren met *Botrytis cinerea*. Om in de bedrijfsvoering de juiste maatregelen te nemen om problemen met *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* te voorkomen is het nodig om de symptomen en de kenmerken van de levenscyclus te (her)kennen.

Infectie en aantasting *Botrytis cinerea*

Zoals zojuist genoemd worden de kenmerken en de levenswijze van *Mucor spp.* en *Rhizopus spp.* door een deel van de sector over één kam geschoren met *Botrytis cinerea*. Het betreft hier dan voornamelijk het moment waarop infectie en aantasting van de vruchten plaats vindt. Van *Botrytis cinerea* is in de literatuur bekend dat de meeste infectie plaats vindt gedurende de bloei waarbij gekiemde sporen door wonden de bloemen cq het vruchtbeginsel ingroeien. Deze wonden worden veroorzaakt door afvallende bloemblaadjes of door de bestuivers die de stamper beschadigen. De daadwerkelijke aantasting van de vrucht, met de bijbehorende symptomen wordt geremd doordat de vrucht een afweermechanisme kent waarbij de sporen worden ingekapseld. Wanneer de afrijping van de vrucht start, wordt het afweermechanisme zwakker waardoor de aantasting tot uiting komt. Door het afweermechanisme is sprake van een latente aanwezigheid van *Botrytis cinerea* welke zich kan manifesteren onder gunstige omstandigheden.

Kenmerken levenscyclus *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

In een deel van de sector benaderd men de wijze waarop infectie en aantasting van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. plaats vindt overeenkomstig aan de wijze zoals voorgaand beschreven is voor *Botrytis cinerea*. Echter in de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden die dit kunnen bevestigen. Wel is beschreven dat een infectie van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. alleen mogelijk is door (minuscule) wonden in plantweefsels zoals bijvoorbeeld de vrucht. Voorgaande impliceert dat een infectie van de bloem cq. vruchtbeginsel met *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. vergelijkbaar met de wijze waarop een infectie van *Botrytis cinerea* plaats vindt, wellicht mogelijk is. In de literatuur is echter geen sprake van een mogelijke latente aanwezigheid van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. in bloemen, vruchten of andere weefsels.

Aangezien van een mogelijk latente aanwezigheid van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. niets bekend is, wordt verondersteld dat een gekiemde spore zich direct gaat ontwikkelen, mits er een voedingsbodem aanwezig is. Deze veronderstelling wordt ondersteund door de zeer snelle ontwikkeling van mycelium en de vorming van nieuwe sporen die mogelijk én bekend is bij een aantasting van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. Een gekiemde *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. spore sterft af wanneer deze niet kan infecteren en voedingsstoffen in de vorm van suikers op kan nemen.

Een (afrijpende) aardbei bevat veel suikers die kunnen dienen als een goede voedingsbodem wanneer deze suikers vrijkomen uit de vrucht en beschikbaar zijn voor gekiemde *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. sporen. De suiker komen vermoedelijk vrij via (minuscule) beschadigen op de vrucht, welke veroorzaakt kunnen worden door het schuren van vruchten of mogelijk door (zuigende, prikkende) insecten. Wanneer deze suikers beschikbaar zijn voor *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. sporen dan kan de schimmel zich verder ontwikkelen en de vrucht aantasten.

***Mucor* spp. en *Rhizopus* aantasting op vrucht**

Voorgaande veronderstelling wordt ondersteund door het feit dat *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. behoren tot de orde van de broodschimmels waarvan kenmerkend is dat deze zorgen voor de eerste afbraak van celwanden op net afstervend en rottend organisch materiaal. Kenmerkend van een afrijpende aardbei is dat deze min of meer al aan het afsterven is om op deze wijze zijn gevormde zaden te verspreiden om zich voort te kunnen planten. Hierbij worden celwanden afgebroken waardoor de vruchthuid uiteindelijk zwakker wordt en de vrucht gevoeliger wordt voor (minuscule) beschadigingen en een mogelijke aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp.

Het feit dat telers aangegeven dat problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. voornamelijk spelen onder warme(re) en vochtige(re) omstandigheden houdt mogelijk verband met de activiteit van het gewas en de verdeling van het voedingselement Calcium onder deze omstandigheden. Met name onder vochtige omstandigheden kan een plant niet voldoende actief worden waardoor vruchten niet volledig op vochtspanning komen, wat niet ten goede komt voor de hardheid van de vruchten. Tevens komt het element Calcium niet in alle cellen van de vrucht terecht waardoor celwanden minder sterk worden. Dit kan resulteren in zwakke(re) vruchten die gevoeliger zijn voor beschadigingen en daarmee gevoeliger voor een aantasting met *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp.

Sporendruk en infectiekans *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Op basis van aanwijzingen in de literatuur is het zeer aannemelijk dat sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. altijd en overal in meer of mindere mate aanwezig zijn, waardoor altijd sprake is van een bepaalde sporendruk. Deze sporendruk ontstaat vanuit rottend/afstervend organisch materiaal waarop de schimmels (over)leven. Infectie van planten/vruchten door gekiemde sporen kan, zoals eerder genoemd, alleen plaats vinden via wonden in het weefsel waardoor de sporen het weefsel binnengroeien. Om deze reden is het van belang om over de infectiekans en/of aantastinggraad van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te spreken.

Voorgaande kan betekenen dat de sporendruk (het aantal sporen in de lucht) hoog kan zijn terwijl de infectiekans of aantastinggraad laag is wanneer er geen invalspoorten zijn voor de schimmel. Wanneer de infectiekans hoog is en de sporendruk laag, kan de aantastinggraad echter vele malen hoger zijn in vergelijking met een hoge sporendruk bij een lage infectiekans.

Bedrijfsvoering en preventie

Om problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te voorkomen cq te beperken is het van belang om zowel de sporendruk als de infectiekans zo laag mogelijk te houden. Een aantal (preventieve) maatregelen die in de bedrijfsvoering opgenomen dienen te worden om de sporen- en infectiekans te verlagen worden hieronder genoemd.

Om de sporendruk te beperken is het belangrijk om:

- Al het afstervende, rottende organisch materiaal in de vorm van gewasresten (blad/ranken) of niet oogstbare vruchten uit het gewas en de opstanden te verwijderen.
- Productiemiddelen en opstanden te ontsmetten met ontsmettingsmiddelen die een (bewezen) dodende werking hebben op schimmelsporen.
- Het inzetten van fungiciden gedurende teelt met mogelijke nevenwerking op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Belangrijke vraag hierbij is de mate van effectiviteit van de nevenwerking van de diverse fungiciden op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Het beperken van de infectiekans is mogelijk door maatregelen te nemen die de kans op het ontstaan van zwakke vruchten, vruchtbeschadigingen en dergelijke beperken. Enkele van deze maatregelen zijn:

- Zorgen voor een goede en gelijkmatige groei en ontwikkeling, zodat het gewas sterk en vitaal blijft. Dit is mogelijk door planten dagelijks te 'activeren' en te zorgen voor een calciumvoorziening die voldoende hoog en in balans is.
- Zorgen voor een strakke oogstplanning zodat vruchten niet te (over)rijp geoogst worden omdat deze vruchten gevoeliger zijn voor beschadigingen.
- Tijdens de oogst, slechte onverkoopbare vruchten meeoogsten zodat deze niet geïnfecteerd/aangetast kunnen worden door *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp.

Indien een aantasting van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. geconstateerd wordt tijdens de teelt is het van belang om de volgende curatieve maatregelen uit te voeren. Duidelijk hierbij moet zijn dat bij het aantreffen het grootste leed al geleden is en dat genoemde maatregelen alleen verdere verspreiding van de aantasting en bijbehorende problemen kunnen beperken.

- Zorgen voor 'ongunstige' klimaatomstandigheden om verdere ontwikkeling en verspreiding van de sporen tegen te gaan, en mogelijke beschadigingen van de vruchten te voorkomen.
- Om sporenverspreiding via plukkers te voorkomen is het van belang om aangetaste vruchten in een aparte werkgang te verwijderen zodat plukkers geen gezond fruit aanraken. Blijf tijdens het verwijderen van aangetaste vruchten handen en productiemiddelen ontsmetten.
- Bij het verwijderen van aangetaste vruchten is het van belang om de naburige (rijpe) vruchten ook te verwijderen aangezien de kans dat deze reeds geïnfecteerd of aangetast zijn/worden groot is.
- Tracht plekken in het perceel of het gewas met aantasting als laatste te oogsten.
- Om de sporendruk te verlagen kan tijdens de oogst een extra behandeling uitgevoerd worden met fungiciden welke een nevenwerking.

Tot slot

Al met al kan geconstateerd worden dat *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. problemen altijd op de loer liggen en deze niet onderschat mogen worden. Echter met de juiste preventieve maatregelen kunnen al veel problemen voorkomen cq beperkt worden, waarbij het devies "beter voorkomen dan genezen" geldt. Hiervoor is wel kennis nodig over de kenmerkende eigenschappen van de levenscyclus van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Inleiding

In opdracht van het Productschap Tuinbouw is onderzoek gedaan naar de oorzaken, de gevolgen, en de oplossingen rondom de vruchtrotschimmel *Mucor* spp. in de teelt en de naoogstfase van aardbeien. Het onderzoek is opgedeeld in twee onderdelen namelijk een literatuuronderzoek en een enquête. Een literatuurstudie is uitgevoerd om de aanwezige informatie en achtergronden over de schimmel *Mucor* spp. in beeld te brengen. Daarnaast is een enquête uitgevoerd met als doel om de problemen, de kennis in de praktijk en de omgang met deze schimmelziekte in kaart te brengen en te toetsen aan de informatie uit het literatuuronderzoek.

Gaandeweg het literatuuronderzoek is gebleken dat niet alleen *Mucor* spp. maar ook de vruchtrotschimmel *Rhizopus* spp. voor veel schade kan zorgen in de naoogstfase van aardbeien. Aangezien genoemde schimmels een aantal overeenkomsten hebben met elkaar en vaak voorkomen in combinatie met elkaar of met andere vruchtrotschimmels, zoals *Botrytis cinerea*, is besloten *Rhizopus* spp. in het onderzoek mee te nemen. Op deze manier wordt een zo volledig mogelijk beeld over problemen met schimmelziekte in de teelt en de naoogstfase van aardbei verkregen.

Op basis van de informatie verkregen uit de literatuurstudie en via communicatie met adviseurs en telers is een enquête opgesteld. Doel van deze enquête is om de omvang van het probleem vast te stellen en de aanwezige kennis bij de telers te inventariseren. Tevens is gevraagd op welke wijze er aandacht geschonken wordt aan *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de bedrijfsvoering.

Op basis van de informatie uit de literatuurstudie en de enquête zijn een aantal belangrijke constatering gedaan die de sector bewust moeten maken wat de mogelijke schade van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. kan zijn in de sector. Tevens zijn een op basis van een aantal aannames enkele theorieën geschetst welke moeten dienen om met de sector te discussiëren over mogelijke oplossing- en onderzoeksrichtingen die nodig zijn om *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. problemen te voorkomen en/of te beheersen.

Deel I

Literatuurstudie Mucor

1 Opzet literatuurstudie

Doel van de literatuurstudie is om de beschikbare gegevens in de literatuur over het probleem Mucor, de oorzaken en de gevolgen ervan op een rij te zetten. Tevens moet uit het literatuuronderzoek blijken welke maatregelen om het probleem te voorkomen cq. te beheersen er in de literatuur worden beschreven.

1.1 Onderzoeksvragen

Voor het doelgericht uitvoeren van de literatuurstudie zijn een aantal onderzoeksvragen opgesteld om op deze manier gericht informatie te kunnen verzamelen. De literatuurstudie hoopt op de volgende onderzoeksvragen, welke globaal in twee categorieën verdeeld kunnen worden, een antwoord te vinden:

Epidemiologie vruchtrotschimmels

1. Tot welke orde, klasse en familie behoort de schimmel *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.? En wat zijn specifieke eigenschappen van deze orde, klasse en familie?
2. Hoe ziet de levenscyclus van *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. eruit?
3. Wat zijn de symptomen waaraan een aantasting van *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. in aardbei te herkennen is?
4. Wat zijn de gevolgen van een aantasting van *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. bij aardbeien?

Maatregelen ter preventie vruchtrotschimmels

5. Welke (effectieve) preventieve maatregelen tegen *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. worden in de literatuur beschreven?
6. Welke (effectieve) curatieve bestrijding- en/of beheersmaatregelen tegen *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. worden in de literatuur beschreven?

2 Economische schade vruchtrotschimmels

In aardbeien komen diverse schimmelziekten voor die wortels, rhizoom, bladeren en vruchten aan kunnen tasten. In de literatuur worden tientallen schimmels beschreven die de aardbeienplant kunnen aantasten. Voor schimmelziekten op de vrucht, waartoe de schimmel *Mucor* behoort, worden alleen al twintig soorten beschreven (Maas, 1998).

Van deze vruchtschimmels zorgt een klein gedeelte voor serieuze economische schade door verlies van product. Zoekacties op internet met “economic loss fungal diseases strawberry” en “economic loss fruit rot strawberry” leert dat de volgende zes schimmelziekten over het algemeen als de belangrijkste vruchtrotschimmels in aardbei worden beschouwd.^{1, 2, 3}

- Vruchtrot (*Botrytis cinerea*)
- Anthracnose (*Collectotrichum* spp. / *Collectotrichum acutatum*)
- Lederrot (*Phytophthora cactorum*)
- Meeldauw (*Sphaerotheca fragariae*)
- *Mucor* spp.
- *Rhizopus* spp.

Een inventarisatie over de economische schade van deze schimmelziekten leert dat dit zeer wisselend is per regio en per jaargetijde. Er worden echter gevallen genoemd waarbij deze schimmelziekten kunnen zorgen voor 50% tot 70% productieverlies wanneer de omstandigheden gunstig zijn voor de betreffende schimmel.

Van de zes genoemde schimmels worden een drietal schimmels genoemd die vaak voor serieuze schade zorgen in de naoogstfase. Deze drie schimmels zijn *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Aantasting van deze schimmels in de naoogstfase heeft niet alleen als gevolg dat er productverlies ontstaat maar ook imagoschade wanneer aangetaste vruchten in de keten en/of bij de consument terecht komen.

¹⁾ <http://www.ipmcenters.org>

²⁾ <http://www.cdpr.ca>

³⁾ <http://www.ces.ncsu.edu>

3 Symptomen vruchtrotschimmels aardbei

Om de drie vruchtrotschimmels, die tijdens de naoogstfase van aardbei schade aan kunnen richten, van elkaar te kunnen onderscheiden is het van belang om de symptomen te herkennen. Hiervoor moeten de verschillen in symptomen van deze vruchtrotschimmels bekend zijn. In deze paragraaf worden de typische kenmerken van de verschillende vruchtrotschimmels beschreven.

3.1 *Botrytis cinerea*

Botrytis cinerea is een zeer algemeen voorkomende (zwak) parasitaire schimmel die, in meerdere klimaatzones, honderden waardplanten kent. *Botrytis cinerea* kan zowel tijdens de teelt als in de naoogstfase in vele gewassen grote economische schade veroorzaken. In figuur 4.1 zijn een aantal afbeeldingen opgenomen met beelden van een *Botrytis cinerea* aantasting in aardbei. De symptomen van *Botrytis cinerea* kunnen opgesplitst worden in een typische bruinverkleuring op de bloemen/vruchten welke later uit kan groeien tot zacht, rottend weefsel op rijpe vruchten waarop meestal de grijs/blauwe sporen aanwezig zijn.⁴



Figuur 4.1 Afbeeldingen *Botrytis cinerea* aantasting in aardbei.

Bron <http://edis.ifas.ufl.edu/PP152>

3.2 *Mucor* spp.

Mucor spp. is een algemeen voorkomende schimmel, welke op diverse (over)rijpe vruchten voorkomt. *Mucor* spp. wordt beschouwd als een saprotoof wat inhoudt dat de schimmel alleen via wonden e.d. de vrucht kan besmetten. De symptomen van *Mucor* spp. kunnen in de oogstperiode op het veld aangetroffen worden maar manifesteren zich vaker in de naoogstfase (Maas 1998).

De eerste symptomen van *Mucor* spp. in het veld komen voor bij rijpende en/of overrijpe vruchten, deze vruchten verkleuren enigszins dofrood en zien er waterig/opgezwollen uit. Bij aanraking zakt de vrucht in elkaar waarbij het sap uit de vrucht loopt, bij substraatteelten op hoogte vallen deze vruchten bij aanraking op de grond en spatten hier uiteen. Deze typische vruchten zijn worden ook wel 'spetsers' genoemd (Lieten 2005).

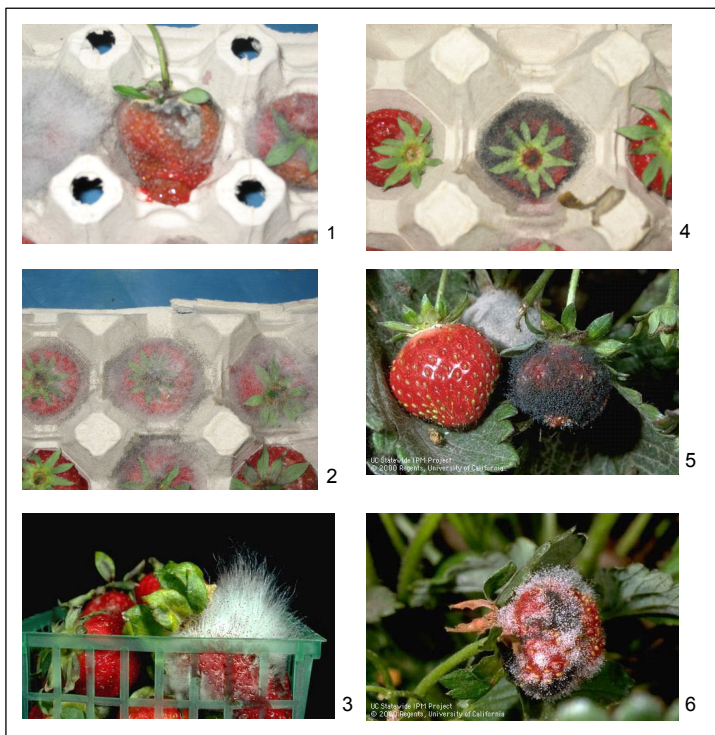
⁴) http://nl.wikipedia.org/wiki/Grauwe_schimmel

Na de eerste symptomen ontstaan er schimmeldraden op de vruchten welke bij *Mucor* spp. langwerpig en wit/grijs van kleur zijn. Wanneer een vrucht is overwoekerd zien de lange schimmeldraden er 'harig' uit. Op de uiteinden van de schimmeldraden zijn kleine zwarte sporen zichtbaar. Over het algemeen worden deze schimmeldraden vaak niet in het gewas aangetroffen maar eerder in de punnets met aardbeien tijdens de naoogstfase. In figuur 4.2 zijn de symptomen van *Mucor* spp. weergegeven.

3.3 *Rhizopus* spp.

Net als *Mucor* spp. is *Rhizopus* spp. een veel voorkomende schimmel op diverse (over)rijpe vruchten. Ook *Rhizopus* wordt beschouwd als een strikt saprotrofe schimmel, welke alleen via wonden de vrucht kan indringen. De eerste symptomen van *Rhizopus* spp. zijn vergelijkbaar met die van *Mucor* spp. de vruchten verkleuren dof rood tot licht bruin en kunnen aan de plant waterig/glazig uitzien. De vruchten worden tevens zacht en beginnen sap te lekken of vallen uiteen op de grond. (Maas 1998)

Het duidelijkste verschil tussen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. is de vorm van de schimmeldraden. Deze schimmeldraden zijn bij *Rhizopus* spp. duidelijk korter van lengte in vergelijking met *Mucor* spp. De schimmeldraden zijn wel wit van kleur waarbij op het einde van de schimmeldraden typisch donkere zwarte sporen gevormd worden. Door de korte schimmeldraden lijken de sporen op de vrucht te groeien. In vergelijking met het 'harige' karakter van een met *Mucor* spp. overwoekerde vrucht is een met *Rhizopus* spp. overwoekerde vrucht bedekt met 'wollige' schimmeldraden waarop de zwartgekleurde sporen duidelijk zichtbaar zijn. In figuur 4.2 zijn de symptomen van *Rhizopus* spp. weergegeven. (Lieten 2005)



Figuur 4.2: Symptomen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in aardbei. 1) Lekkende vrucht, geïnfecteerd door *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. 2 en 3) Sporulerende *Mucor* vrucht. 4, 5 en 6) Sporulerende, lekkende *Rhizopus* vruchten.

Bron: foto 1, 2, en 4: DLV Plant BV/Botany BV, foto 3, 5 en 6: <http://www.ipm.ucdavis.edu>

4 Epidemiologie vruchtrot schimmels

Dit hoofdstuk behandelt de verschillen in de epidemiologie van de drie vruchtrotschimmels (*Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.) die voor schade in de naoogstfase kunnen zorgen. Hierbij komen de taxonomie, de schadebeelden en de levenswijze aan de orde.

4.1 Taxonomie

In deze paragraaf wordt de taxonomie van de drie verschillende vruchtrotschimmels beschreven waarbij de belangrijkste algemene overeenkomsten en verschillen worden toegelicht. In onderstaand schema is de taxonomie van de drie vruchtrotschimmels *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. weergegeven volgens de index fungorum.⁵

Vruchtrotschimmel:	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Mucor</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.
Rijk:	Fungi	Fungi	Fungi
Stam:	Ascomycota	Zygomycota	Zygomycota
Klasse:	Ascomycetes	Zygomycetes	Zygomycetes
Subklasse:	Leotiomycetidea		
Orde:	Heliotacea	Mucorales	Mucorales
Familie:	Sclerotiniaceae	Mucoraceae	Mucoraceae
Geslacht:		<i>Mucor</i>	<i>Rhizopus</i>
Teleomorf			
Geslacht:	<i>Botryotinia</i>		
Soort:	<i>fuckeliana</i>		
Anamorf:			
Geslacht:	<i>Botrytis</i>		
Soort:	<i>cinerea</i>		

Figuur 4.3: Taxonomische indeling vruchtrotschimmels *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

De klasse van de Ascomyceten, waartoe *Botrytis cinerea* behoort, is in de taxonomie van de schimmels de grootste klasse, in deze klasse zijn 30.000 geslachten en soorten beschreven welke zijn verdeeld over 46 tot 50 ordes. Deze klasse wordt ook wel de klasse van de 'zakjeszwammen' genoemd. In relatie tot planten zijn de meeste schimmels van oorsprong, óf grondgebonden saprofyten, welke van afstervend/dood organisch materiaal leven, óf plantparasitaire schimmels, welke leven op levend plantmateriaal.⁶

In de klasse van de Zygomyceten zijn ongeveer 500-600 soorten beschreven, verdeeld over 10 ordes. Zygomyceten zijn overwegend saprofyten die in de bodem overleven, een beperkt aantal Zygomyceten is parasitair^{7,8}. De orde van Mucorales, waartoe *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. behoren worden informeel ook wel de broodschimmels genoemd. Kenmerk van deze orde dat zij geen specifiek voedingspatroon hebben waardoor zij op zeer veel substraten kunnen leven.⁹

⁵⁾ <http://www.nederlandsesoorten.nl>

⁶⁾ <http://www.nl.wikipedia.org/wiki/Ascomycota>

⁷⁾ <http://www.biologie.uni-ulm.de>

⁸⁾ <http://www.mycolog.com>

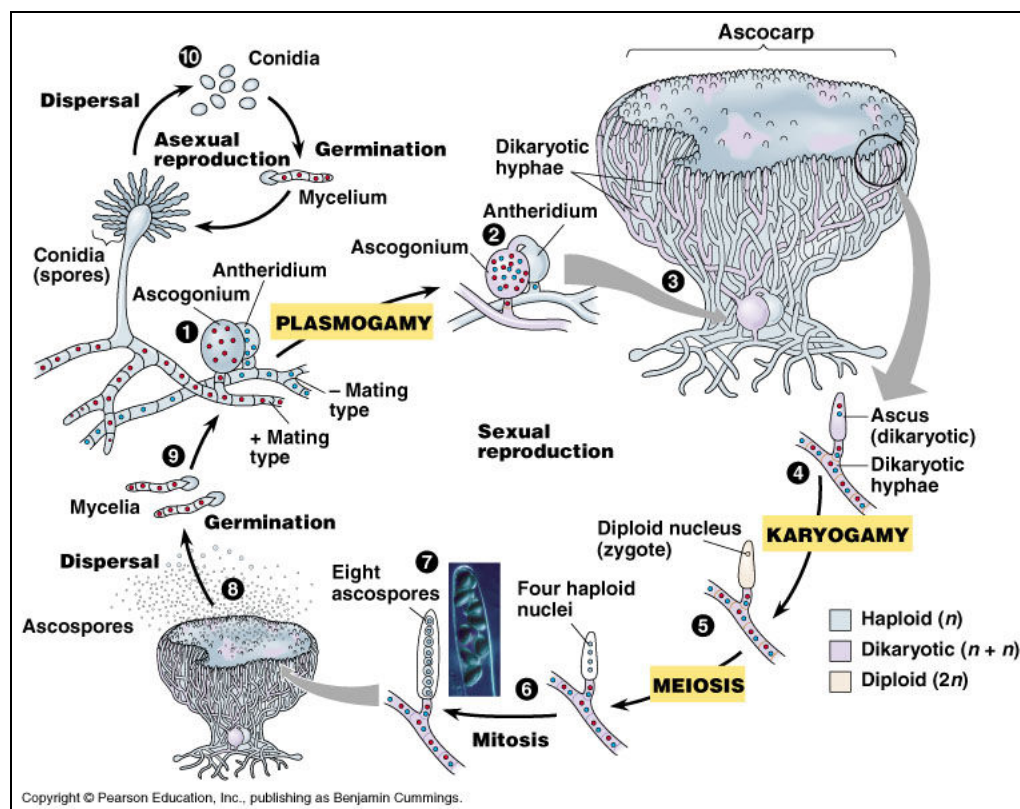
⁹⁾ <http://www.nl.wikipedia.org/wiki/Mucorales>

De in het schema genoemde termen teleomorf en anamorf hebben te maken met de levenscyclus, bij veel schimmels is sprake van een geslachtelijke én een ongeslachtelijke voortplanting. Bij de beschrijving van een schimmel wordt in de mycologie onderscheid gemaakt tussen de beschrijving van de gehele voortplanting, de holomorf genaamd, de geslachtelijke voortplanting (genaamd de teleomorf) en de ongeslachtelijke voortplanting (genaamd de anamorf). Aangezien de kenmerken van de geslachtelijke en de ongeslachtelijke voortplanting van een schimmel meestal weinig tot geen overeenkomsten vertonen, zijn in het verleden de teleomorf en anamorf van eenzelfde schimmel taxonomisch in een andere stam of klasse ingedeeld. Hierbij werd over het algemeen de teleomorf ingedeeld in een bepaalde klasse (bv. Ascomyceten of Zygomyceten). De anamorf werd meestal toegerekend aan de klasse van de Fungi imperfecti ofwel de Deuteromyceten, aangezien de ongeslachtelijke voortplanting van schimmels vele overeenkomsten vertoont. Met de huidige moleculair genetische technieken worden de teleomorf en de anamorf van hetzelfde geslacht/soort steeds vaker aan elkaar gekoppeld. Een voorbeeld hiervan zijn de teleomorf *Botryotinia fuckeliana* en de anamorf *Botrytis cinerea*¹⁰ (Maas 1998).

4.2 Achtergronden en levenscyclus vruchtrotschimmels in aardbei

4.2.1 Levenscyclus en achtergronden bij *Botrytis cinerea*

In figuur 4.4 is de algemene levenscyclus van de Ascomyceten, waartoe *Botrytis cinerea* weergegeven, waarin zowel de geslachtelijke als de ongeslachtelijke voortplanting wordt beschreven.



Figuur 4.4: Algemene levenscyclus van Ascomyceten

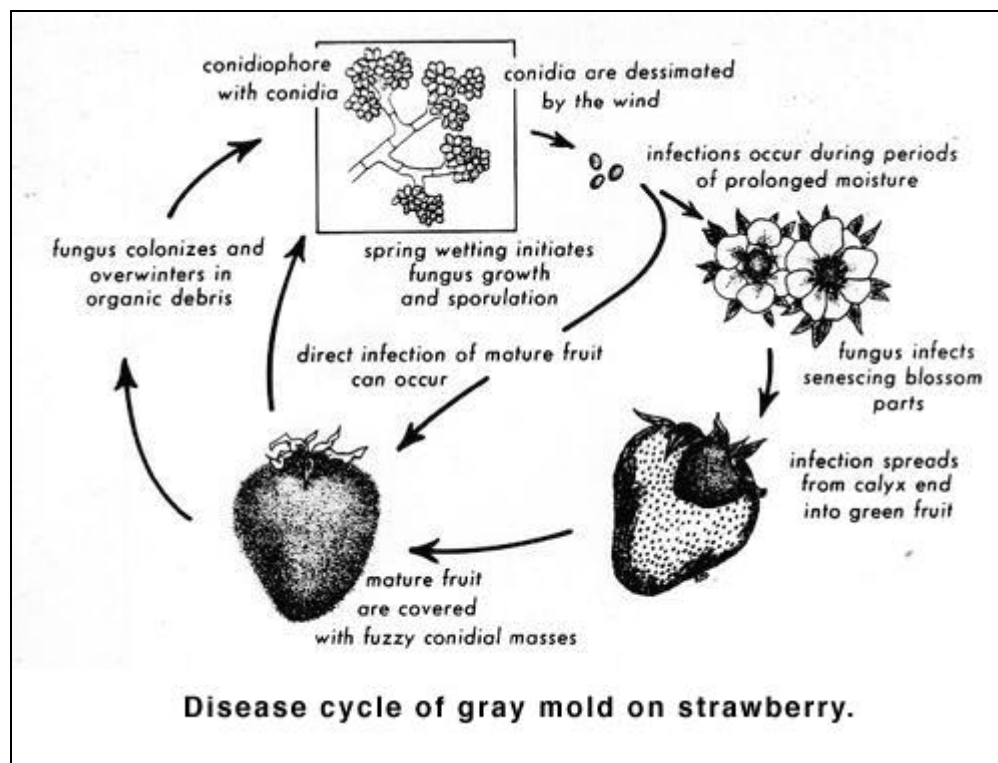
Bron: <http://www.biology.lsu.edu/heydrjay/1002/Chapter24/lifecycles/lifecycle.html>

¹⁰) <http://nl.wikipedia.org/wiki/Ascomycota>

De algemene kenmerken van de geslachtelijke voortplanting van de Ascomyceten, waartoe *Botrytis* behoort, is de wijze waarop de geslachtelijke sporen (de zogenaamde ascosporen) gevormd worden. De geslachtelijke voortplanting start wanneer twee schimmeldraden van een ander geslachtstype (+ / -) vanuit het mycelium (schimmeldradenweefsel) 'contact' met elkaar krijgen. Op de twee schimmeldraden worden gametangiën (voortplantingscellen) gevormd welke zich met elkaar verbinden waarna herhaaldelijke kerndeling plaats vindt. Deze kernen komen via een aantal tussenstappen te liggen in de geslachtelijke sporen genaamd ascosporen. Deze ascosporen worden beschermd door een 'sling'- of 'zak'-vormige voortplantingscel (de ascus) welke meestal 8 ascosporen bevat. Deze sporenzakjes zijn kenmerkend voor de Ascomyceten en verklaren de naam 'zakjeszwammen', zoals de Ascomyceten ook wel genoemd worden.¹¹

In de aardbeienteelt wordt vrijwel alleen de anamorf *Botrytis cinerea* aangetroffen, met andere woorden de voortplanting van *Botrytis cinerea* vindt in de teelt van aardbeien vrijwel alleen ongeslachtelijk plaats. Door middel van manipulatie is in onderzoek de teleomorf van *Botrytis cinerea* aangetroffen welke *Botryotinia fuckeliana* is genaamd (Maas 1998).

Zoals is aangegeven zorgt de ongeslachtelijke voortplanting van *Botrytis cinerea* voor de meeste problemen tijdens de aardbeienteelt en de naoogstfase van aardbeien. De wijze waarop de ongeslachtelijk voortplanting plaats vindt is gedetailleerd weergegeven in figuur 4.5.



Figuur 4.5: Levenscyclus van de ongeslachtelijke voortplanting van *Botrytis cinerea* in aardbei.

Bron: <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/3017.html>

¹¹) <http://nl.wikipedia.org/wiki/Ascomycota>

In de ongeslachtelijke levenscyclus van *Botrytis* zijn een aantal fasen te onderscheiden. Dit zijn opeenvolgend de sporenvorming, de sporenverspreiding, de sporenkieming, infectie en myceliumgroei. Op het mycelium vindt weer nieuwe sporenvorming plaats, waarmee de cyclus weer van vooraf aan start. Tijdens de sporenvorming kunnen twee verschillende vormen van sporen gevormd worden namelijk de ongeslachtelijke sporen (conidia) en rustsporen (sclerotiën).

Sporenvorming en verspreiding

Botrytis begint met de vorming van nieuwe sporen op zogenaamde sporendragers. Deze sporendragers geven *Botrytis* de kenmerkende grijs/grauwe schimmelpluis. De sporendragers worden gevormd vanuit de schimmeldraden, het mycelium. Het mycelium groeit na de winterperiode uit vanuit de, voor de winter gevormde, rustsporen (sclerotiën) onder invloed van licht of vanuit het overwintert mycelium in plantenresten en/of grond.

Wanneer de sporen gevormd zijn worden deze verspreid door wind en water, waarbij wisselend RV omstandigheden zorgen voor een betere verspreiding. Op deze manier kunnen sporen in een aardbeigewas terechtkomen. (Arkesteijn, Dik 2007).

Sporenkieming

Voor het kiemen van sporen zijn drie factoren van belang; vocht, voedsel en temperatuur. Sporen kiemen op plaatsen waar een klein beetje voeding in de vorm van stuifmeel, honigdauw en/of bladexudaten aanwezig is. Op wonden waaruit vrij vocht en voedingstoffen vrij komen vindt eerder en bij een lagere RV kieming van sporen plaats (Arkesteijn, Dik 2007).

Sporenkieming kan plaats vinden tussen de 2 °C en 30 °C, waarbij het optimum ligt tussen 15 °C en 25 °C. Bij deze optimale temperaturen is een RV benodigd van minimaal 93% of bladnat. Bij lagere temperaturen is een langere periode van bladnat nodig, bij 10 °C bijvoorbeeld is een bladnat periode van 16 uur nodig om substantiële sporenkieming te verwachten (Maas 1998)

Infectie en myceliumgroei

Nadat de sporen gekiemd zijn, wordt gestart met de vorming van een kiembuis welke door wonden in het plantenweefsel komt en kan groeien door afscheiding van enzymen die celwanden afbreken. Infectie van aardbeien vindt voornamelijk plaats tijdens de bloei waarbij de spore kiemt en de kiembuis via meeldraden, de stamper en/of wonden van afvallende kroonbladeren de vrucht binnen groeit. De plant reageert hierop door met zijn natuurlijk afweermechanisme de spore in te kapselen.

Echter wanneer de plant ouder wordt (afrijping van vruchten) dan wordt de afweer van de plant/vrucht zwakker waardoor de spore verder zal groeien en nieuwe sporen gaat vormen. In de plant kan de kiembuis zich gaan vertakken en zich verspreiden in het weefsel dat door de afbraak van celwanden zacht wordt en kan gaan rotten. De schimmeldraden die groeien vanuit de vertakte kiembuis wordt het mycelium genoemd. Van hieruit groeien de nieuwe sporendragers met nieuwe sporen. Rijpe sporen worden afgesnoerd en worden verspreid door wind en water waarna de cyclus opnieuw van start gaat (Arkesteijn, Dik 2007).

Naast de infectie tijdens de bloei kan ook infectie plaats vinden op beschadigde en oudere rijpe vruchten die al deels aan het rotten zijn. Aangenomen wordt dat directe infectie van gezonde rijpe vruchten mogelijk is maar dat dit nauwelijks voorkomt. (Maas 1998).

Bovenstaande cyclus kan onder gunstige omstandigheden in enkele dagen plaats vinden, één spore kan dan uitgroeien tot een sporendrager waaruit weer honderden nieuwe sporen gevormd kunnen worden. Dit maakt duidelijk dat de schimmeldruk explosief kan toenemen. Bij ongunstige omstandigheden kan de gekiemde spore weken latent aanwezig zijn om bij gunstige omstandigheden uit te groeien en nieuwe sporen te vormen. (Arkesteijn, Dik 2007)

Sporendruk

De sporen van *Botrytis cinerea* zijn in principe altijd en overal in meer of minder mate aanwezig. Kieming en infectie liggen dus altijd op de loer, echter wanneer de factoren vocht en temperatuur niet optimaal zijn zal er geen/minder kieming plaats vinden. In een gewas kan de sporendruk flink oplopen wanneer er veel gewasresten aanwezig zijn en/of wanneer het teeltklimaat te vochtig is. (Arkesteijn en Dik 2007).

Zoals eerder aangegeven heeft *Botrytis cinerea* vocht en voeding nodig om te kiemen, echter vanwege de structuur van de sporen kunnen sporen overleven onder drogere omstandigheden. Deze structuur heeft te maken met de vorming van tussenschotten (septa) in de schimmeldraden welke sporen min of meer kunnen inkapselen bij ongunstige, droge omstandigheden. Echter onder lange of zeer droge omstandigheden en onder invloed van UV-licht neemt de kiemkracht van de sporen af.^{12, 13}

Samenvattend

De vruchtrotschimmel *Botrytis cinerea* (en zijn teleomorf *Botryotinia fuckeliana*) kennen een drietal soorten sporen. Dit zijn de ascosporen (geslachtelijke sporen), de conidiënsporen (ongeslachtelijke sporen) en de rustsporen (sclerotieënsporen) die gevormd worden tijdens de ongeslachtelijke voortplanting. De sporen van *Botrytis cinerea* zijn overal en altijd in meer of mindere mate aanwezig, en worden door wind en water verspreid, waardoor de sporen in een aardbeigewas terecht kunnen komen. Onder de juiste omstandigheden, (aanwezigheid van voedsel, temperatuur en beschikbaarheid van water) kunnen de sporen kiemen. Na kieming van de spore worden kiembuizen gevormd die de vruchten kunnen infecteren. Dit infecteren geschiedt voornamelijk door wonden die bijvoorbeeld ontstaan door het afvallen van de kroonblaadjes tijdens de bloei. *Botrytis cinerea* beschikt over enzymen waarmee celwanden worden afgebroken zodat schimmeldraden door het plantenweefsel kunnen groeien. Door een natuurlijk afweermecanisme komt een infectie van *Botrytis cinerea* meestal niet direct tot uiting bij aardbei, vandaar dat de symptomen van *Botrytis cinerea* vaak pas op afrijpende vruchten en/of in de naoogstfase worden geconstateerd wanneer de vruchten zwakker worden. Vanwege de vorming van een soort celwanden (septa) kunnen *Botrytis cinerea* sporen onder droge omstandigheden overleven, echter neemt de kiemkracht onder droge omstandigheden en UV-licht af.

¹²⁾ <http://nl.wikipedia.org/wiki/Ascomycoten>

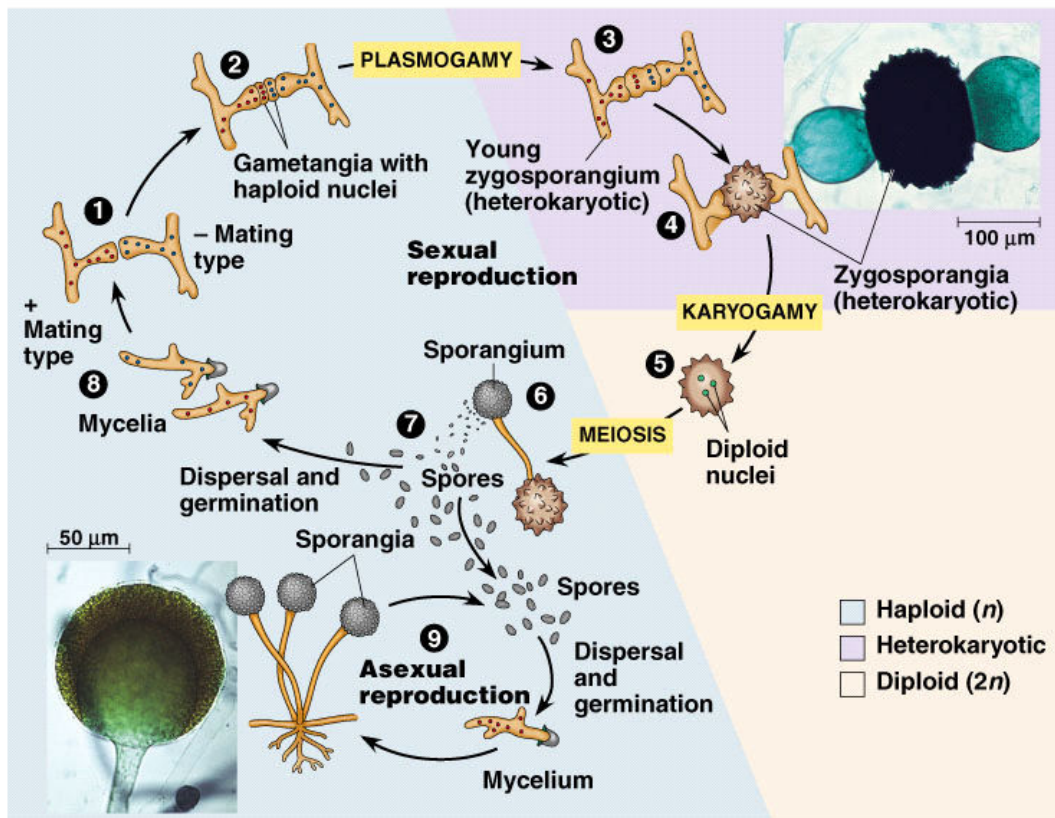
¹³⁾ <http://bugs.bio.usyd.edu.au/Mycology/Taxonomy/ascomycota.shtml>

4.2.2 Levenscyclus en achtergronden bij *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

De levenscyclus en achtergronden van de vruchtrotschimmels *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. wordt gezamenlijk behandeld omdat deze meer overeenkomsten kennen dan verschillen. Het grootste verschil tussen beide schimmels is beschreven in het hoofdstuk symptomen, en betreft de wijze en vorm waarop de ongeslachtelijke sporen gevormd worden.

Dat beide schimmels veel overeenkomsten hebben is niet onlogisch gezien de taxonomische indeling van beide schimmels (zie figuur 4.3). Zoals eerder genoemd behoren beide schimmels binnen de stam der Zygomyceten (lagere schimmels) tot de orde der Mucorales, welke informeel ook wel de orde van de broodschimmels wordt genoemd. Kenmerkend aan deze orde is dat de meeste schimmelsoorten alleen saprotroof kunnen leven in de bodem, op rottend hout/plantendelen of op mest.^{14,15}

Zowel *Mucor* spp. als *Rhizopus* spp. kennen een geslachtelijke als een ongeslachtelijke voortplanting. In figuur 4.6 is de 'algemene' levenscyclus van de Zygomyceten afgebeeld.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Figuur 4.6: Algemene levenscyclus van Zygomyceten

Bron: <http://www.biology.lsu.edu/heydrjay/1002/Chapter24/lifecycles/lifecycle.html>

Bij Zygomyceten komt de geslachtelijke voortplanting tot stand wanneer twee morfologisch gelijke gametangiën (geslachtsrijpe cellen) elkaar 'raken'. Deze gametangiën liggen op het

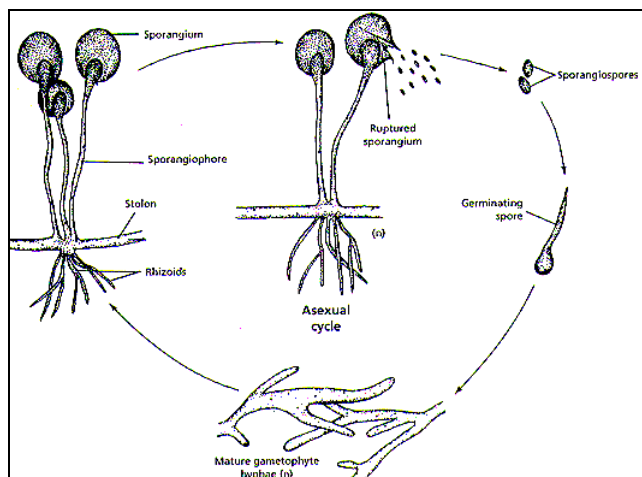
¹⁴) <http://.bugs.bio.usyd.edu.au/Myecology/Taxonomy/zygomycota.html>

¹⁵) <http://.wikipedia.org/wiki/Mucorales>

uiteinde van twee naast elkaar gelegen schimmeldraden, groeiend vanuit één mycelium of twee naburige mycelia. Bij het 'raken' van deze gametangiën fuseren de wanden van het uiteinde van de schimmeldraden met elkaar, waarbij een nieuwe cel ontstaat. Deze cel bevat twee 'meerkernige' voorlopers van de geslachtelijke sporen. Na de fusie wordt de nieuw gevormde cel afgesloten van beide mycelia door middel van een celwand (septe). In de nieuwe cel, het zogeheten zygosporangium, ontwikkelen de 'meerkernige' voorlopers zich verder tot geslachtelijke zygosporen. Deze zygosporen worden door het zygosporangium beschermd zodat deze onder ongunstige omstandigheden kunnen overleven.

Over het algemeen overleven de ongeslachtelijke sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. relatief eenvoudig in de bodem, en/of op rottende plantendelen in de bodem zolang er maar voldoende vocht en temperatuur is. Ondanks de grote overlevingskans van de ongeslachtelijke sporen worden de geslachtelijke zygosporen regelmatig aangetroffen. Dit in tegenstelling tot de geslachtelijke ascosporen van *Botrytis*. Het vaker aantreffen van deze geslachtelijke sporen houdt vermoedelijk verband met de 'toevallige' ontwikkeling van de geslachtelijke sporen. Wanneer twee gelijke gametangiën bij elkaar komen vormen deze een geslachtelijke spore terwijl de ontwikkeling van deze spore niet direct noodzakelijk is voor de overleving van de schimmel.

De ongeslachtelijke voortplanting van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. verloopt relatief eenvoudig volgens de stappen die in figuur 4.7 zijn weergegeven. Ontkiemde (on)geslachtelijke sporen dringen via wonden de vrucht binnen waarna deze onder invloed van suikers, vocht en temperatuur kunnen kiemen en uitgroeien tot nieuwe schimmeldraden. Op deze schimmeldraden worden ongeslachtelijke sporen gevormd, de zogenaamde sporangiasporen, welke zich verspreiden waarna het proces van voor af aan kan starten.¹⁶



Figuur 4.5: Algemene levenscyclus van de ongeslachtelijke voortplanting van *Mucor* spp en *Rhizopus* spp. in aardbei. Bron: <http://www2.mcdaniel.edu/Biology/botf99/fungifromweb/zygoasexualgif>

¹⁶ www.mycology.com/CHAP3b.htm

Aangezien de ongeslachtelijke voortplanting van *Mucor* spp en *Rhizopus* spp. relatief eenvoudig verloopt, zou men verwachten dat beide schimmelziekten zeker zoveel vruchtrot problemen geven als *Botrytis cinerea*. Echter in de praktijk komen problemen met *Botrytis* gedurende het gehele jaar in meer of mindere mate voor, terwijl problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. meestal geconstateerd worden tijdens of na (extreem) warme en/of vochtige perioden.

Om een verklaring te vinden waarom *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. voornamelijk onder warme en vochtige omstandigheden voorkomen wordt specifiek ingegaan op de verschillende stappen in de levenscyclus van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Sporenvorming en verspreiding

Nieuwe sporen worden gevormd in het zygosporangium (bij de geslachtelijke voortplanting) of in het sporangium (bij de ongeslachtelijke voortplanting). Beide soorten sporangia beschermen de nieuwe (zygo)sporen totdat deze 'rijp' zijn. Rijpe sporen uit de ongeslachtelijke levenscyclus zijn herkenbaar aan de zwarte 'bolletjes' op het einde van de schimmeldraden. Wanneer de sporen in het sporangium rijp zijn knapt het sporangium open en komen de sporen vrij. Deze sporen kunnen vervolgens door wind, (regen)water, insecten en mensen verspreid worden naar andere vruchten (Lieten 2005)¹⁷

Sporenkieming en infectie

In het algemeen leven de ongeslachtelijke sporen van schimmels kort, daarom moeten schimmels na het vrijkomen snel kunnen kiemen om vervolgens direct plantenweefsel te infecteren. Bij de meeste schimmelsoorten speelt temperatuur en vocht hierbij een belangrijke rol.

Over het algemeen wordt aangenomen dat de sporenkieming bij *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. bij hoge(re) temperaturen het makkelijker/sneller verloopt. Wel bestaan er verschillen tussen beide schimmels wat betreft de optimale temperatuur (Lieten 2005). De sporen van *Mucor* spp. kunnen kiemen bij temperaturen tussen de 0 °C en 27 °C waarbij een optimum van 18 °C wordt genoemd. De sporen van *Rhizopus* spp. kunnen niet kiemen beneden 6 °C, en verliezen bij temperaturen onder de 10 °C al een deel van hun kiemkracht. Aangenomen wordt dat de optimale temperatuur en de maximale temperatuur van sporenkieming bij *Rhizopus* spp. hoger ligt in vergelijking met *Mucor* spp. Duidelijk is dat onder lagere temperaturen de sporen nog kiemkrachtig zijn, waarbij een verschil in minimum temperatuur bestaat tussen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. (Maas 1998).

Wat betreft de invloed van vocht en relatieve vochtigheid op de sporenkieming is in de geraadpleegde literatuur weinig informatie gevonden over *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Zeker in vergelijking met de sporenkieming van *Botrytis cinerea* zijn er geen duidelijke, consistente aanwijzingen gevonden over RV-niveaus en/of bladnat perioden in relatie tot de sporenkieming van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Over het algemeen is bekend elke schimmelsporen zijn eigen 'optimale' omstandigheden kent wat betreft vocht en/of luchtvochtigheid bij de kieming van de sporen. Op basis van de geraadpleegde bronnen lijken er verschillen te bestaan tussen de optimale omstandigheden van vocht en luchtvochtigheid bij de kieming van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. sporen.

¹⁷⁾ <http://www.mycology.com/CHAP3b.htm>

Bij *Rhizopus* spp. lijkt luchtvochtigheid een minimaal effect op de sporenkieming, de sporenkieming lijkt voornamelijk temperatuur gerelateerd. Wat betreft *Mucor* spp. wordt genoemd dat deze het best gedijt onder vochtigere omstandigheden, bij normale tot warme temperaturen. (Maas 1998).

Ondanks dat de orde van de *Mucorales* tot de meer vochtigheidslievende schimmels wordt gerekend zijn er geen duidelijk aanwijzingen dat de sporenkieming sterk afhankelijk is van luchtvochtigheid. Daarom wordt de vraag gesteld of luchtvochtigheid wel/geen effect heeft op de sporenkieming en welke verschillen in effecten er tussen beide vruchtrotschimmels bestaan.

Nadat een spore van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. gekiemd is, moet deze direct voor een infectie zorgen anders sterft de gekiemde spore af. Een infectie kan alleen plaats vinden indien er wonden aanwezig zijn. Zoals al enkele malen genoemd zijn *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. niet parasitaire saprotrofe schimmels wat de aanwezigheid van wonden noodzakelijk maakt om een aardbeiven vrucht te infecteren. Infectie is nodig alvorens een aantasting zich kan manifesteren.

Myceliumgroei

Wanneer een vrucht geïnfecteerd is met *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. dan vormt de spore pectinase enzymen welke voor de afbraak van celwanden zorgen. De afbraak van de celwanden zorgt voor het typische kenmerk van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. namelijk de waterige, zachte vruchten die bij aanraking op de grond uiteenspatten. De afbraak van de celwanden is min of meer te vergelijken met het 'versneld' afrijpen van de vruchten. In een afrijpende vrucht vindt in feite hetzelfde proces van celwandafbraak plaats. Een afrijpende vrucht breekt celwanden langzaam af om op deze wijze de zaden te kunnen verspreiden voor de voortplanting. (Maas 1998)

Door de afbraak van celwanden kunnen sporen zich voeden met suikers en andere voedingsstoffen uit het celvocht. Vervolgens starten de sporen met de ontwikkeling van het voor beide vruchtrotschimmels anders gekenmerkte mycelium waarop uiteindelijk de nieuwe ongeslachtelijke sporen gevormd worden.

Een aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. openbaart zich meestal tijdens of na warme en vochtige (broeierige) omstandigheden vandaar dat luchtvochtigheid een belangrijke rol lijkt te spelen bij de infectie en myceliumgroei. Aangezien aangenomen wordt dat sporenkieming vooral temperatuur gerelateerd is, bepaald temperatuur het aantal gekiemde sporen op de vrucht en daarmee samenhangend de aanwezige ziektedruk. Het aantal sporen dat daadwerkelijk vruchten infecteert en aantast is mogelijk afhankelijk van de relatieve luchtvochtigheid in combinatie met de aanwezigheid van wonden (Maas 1998).

Een eerste argument hiervoor is de mogelijkheid dat gekiemde sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. eerder hun levensvatbaarheid verliezen bij een lagere luchtvochtigheid in vergelijking met *Botrytis cinerea*. Een aanwijzing hiervoor is het ontbreken van celwanden (septa) bij de ongeslachtelijke sporen van Zygomyceten waardoor deze sporen bij een lage luchtvochtigheid mogelijk sneller 'kapot' springen door drukverschillen (osmose) tussen het celvocht en de lucht. Bij een hoge luchtvochtigheid behouden meer gekiemde sporen hun levensvatbaarheid wat een hogere infectiekans oplevert.

Een tweede argument waarom een hoge luchtvochtigheid een hogere infectie en aantasting met zich meebrengt heeft betrekking op de invloed van de luchtvochtigheid op het groeiproces van de plant. Een plant kan bij een hoge luchtvochtigheid in de regel minder verdampen, tijdens de uitgroei en afrijping van vruchten neemt hierdoor het risico op zwakke vruchten toe. Deze zwakke vruchten zijn gevoeliger voor minimale beschadigingen. Wanneer deze vruchten door werkzaamheden tegen elkaar, de trosopvang of iets dergelijks aan schuren kunnen mogelijk minieme wonden ontstaan. Deze wonden zijn een invalspoort voor de gekiemde spore van *Mucor* spp en/of *Rhizopus* spp. waardoor de infectiekans en aantasting toeneemt.¹⁸

Sporendruk

Afgaande op de algemene wijze waarop Zygomyceten overleven is het aannemelijk dat de sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. overal en altijd, in meer of mindere mate, aanwezig zijn. Dit kan ofwel in de vorm van de geslachtelijke zygosporangia als rustspore ofwel als infectieuze sporangiasporen welke in de grond en/of op afstervend plantmateriaal leven.¹⁹

Aangezien *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. beide niet parasitair maar saprotroof zijn en wonden nodig hebben om vruchten te infecteren is het voor te stellen dat in een teelt de sporendruk hoog kan zijn maar de infectie en aantasting laag blijven wanneer wonden ontbreken. Wanneer in een teelt (zwakke) vruchten met wonden voorkomen dan kan de aantasting zich openbaren, ook al is de sporendruk relatief laag. Duidelijk mag zijn dat een lage sporendruk altijd minder risico op infectie en aantasting met zich mee brengt.

Samenvattend

Zowel *Mucor* spp. als *Rhizopus* spp. hebben een geslachtelijke en een ongeslachtelijke levenscyclus. Tijdens de geslachtelijke cyclus worden zogenaamde zygosporen gevormd welke als rustspore kunnen overleven in grond en afstervend/rottend plantmateriaal. Gedurende de ongeslachtelijke cyclus worden sporangiasporen gevormd welke door wind, water en insecten verspreid kunnen worden. De sporangiasporen kunnen na kieming plant- en/of vruchtweefsel infecteren mits er wonden aanwezig zijn. In de aardbeienteelt is het zeer waarschijnlijk dat er altijd (sporangia)sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in meer of mindere mate aanwezig zijn. De kieming van deze sporen is vermoedelijke sterk afhankelijk van de temperatuur, waarbij *Mucor* spp. sporen kiemen bij temperaturen van 0°C tot 27°C met een optimum van 18°C. *Rhizopus* spp. sporen kunnen niet kiemen niet bij temperaturen onder de 6°C. Onder de 10°C neemt de kiemkracht reeds af. De optimale temperatuur voor kieming van *Rhizopus* spp. sporen lijkt iets hoger te zijn in vergelijking met *Mucor* spp. Luchtvochtigheid lijkt een belangrijke rol te spelen tijdens de infectie en de myceliumgroei van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Mogelijk blijven gekiemde sporen langer levensvatbaar bij een hogere luchtvochtigheid terwijl het gewas cq. de aardbeivruchten bij een hoge luchtvochtigheid gevoeliger wordt voor wonden, welke de invalspoort zijn voor een infectie van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Tijdens warme, vochtige (broeierige) omstandigheden zijn de problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. groter omdat er meer gekiemde, vitale sporen in de lucht zitten (hogere infectiekans) én er mogelijk meer zwakke vruchten in het gewas aanwezig zijn.

¹⁸⁾ <http://.wikipedia.org/wiki/Mucorales>

¹⁹⁾ <http://.wikipedia.org/wiki/Mucorales>

5 Overige informatie *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Door de praktijk en in een aantal bronnen is informatie aangedragen en gevonden over *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de aardbeienteelt waarover in de praktijk of in de literatuur discussie over is. Een drietal zaken worden in dit hoofdstuk behandeld.

Infectie tijdens bestuiving

In de teelttips van DLV Plant, Team aardbeien zijn meerdere malen berichten geschreven met de volgende informatie over het ontstaan van een *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. aantasting. “Sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. kunnen door de kleinste wond in de vrucht geraken. Deze kleine wonden kunnen ontstaan bij de bestuiving of door het afvallen van de bloembladjes. Van hieruit kan de spore door de stempelbuis of het vruchtbeginsel de vrucht in groeien, waarbij de spore verder uitgroeit naarmate de vrucht zich verder ontwikkelt. Soms zijn de vruchten al in een groen stadium door de schimmel helemaal aangetast en hebben glazig uiterlijk”.

Deze berichtgeving vertoont veel overeenkomsten met de infectie en aantasting van vruchten door *Botrytis cinerea*. Uit onderzoek naar de infectie en aantasting van *Botrytis cinerea* bij aardbei is gebleken dat infectie tijdens de bloei leidt tot de grootste aantasting op vruchten. De preventie van *Botrytis cinerea* is daarom voornamelijk tijdens de bloei van groot belang.

In andere bronnen is tot dusver geen informatie gevonden welke de berichtgeving in de teelttips van DLV ondersteunt. Wel is in diverse bronnen sprake dat een *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. aantasting voornamelijk in de naoogstfase voorkomt. Wanneer *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. in de teelt wordt aangetroffen is dit op rijpende tot (over)rijpe vruchten en is de gevonden aantasting groter na regenachtige, vochtige periode met warmere (nacht)temperaturen. (Lieten 1997 & Maas 1998).

Vruchtaantasting *Mucor* spp. symbiose van bacterie en schimmel

In de gewasbeschermingsgids vollegrondsgroenteteelt en aardbeien van DLV Plant wordt een aantasting van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in verband gebracht met een symbiose van de schimmel met een bacterie. (Pijnenburg 2008)

Over deze mogelijke symbiose is in de literatuur niets gevonden in relatie tot de teelt van aardbeien, echter wel in de teelt van aubergines. In deze teelt heeft men te maken met een bacterie die zorgt voor natrot in de bloemen en op net gezette vruchten van de aubergine. De natrotbacterie groeit op vrijkomend vocht uit de bloemen, op de bacterie groeit vervolgens *Mucor* spp., waarna de bloem/vrucht niet meer uitgroeit. (Disco 1999).

Infectie door insecten

Door de praktijk is aangegeven dat insecten, met name fruitvliegjes, kunnen zorgen voor een behoorlijke sporenverspreiding en vruchtinfectie. In de literatuur worden insecten genoemd bij de sporenverspreiding van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Echter over verbanden tussen de aanwezigheid van insecten (fruitvliegjes) en de infectie en aantasting van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. wordt in de literatuur niet gesproken. Het is echter voor te stellen dat prikkende en/of zuigende insecten wonden maken op afrijpende en rijpe vruchten die mogelijk een invalspoort voor *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. kunnen zijn.

6 Maatregelen tegen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

In dit hoofdstuk worden de in de literatuur beschreven maatregelen om vruchtrotschimmels tegen te gaan beschreven. Een aantal van deze maatregelen zijn algemeen, andere maatregelen gelden specifiek voor de (onbedekte) vollegrondsteelt of de (bedekte) substraatteelt.

Uit de literatuur blijkt dat problemen rondom *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. voornamelijk door het preventief uitvoeren van teeltmaatregelen effectief te voorkomen zijn. Al deze maatregelen richten zich op het onderdrukken van de sporendruk en de infectiekans om te voorkomen dat sporen vruchten kunnen infecteren en aantasten.

6.1 Maatregelen voorafgaand aan teelt

Voorafgaand aan de teelt is het van belang om zo 'schoon' mogelijk te starten. Aangezien de sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. overal in meer of mindere mate aanwezig zijn, houdt zo 'schoon' mogelijk starten in om de teelt te starten met een zo laag mogelijke ziektedruk.

Algemeen

In het algemeen houdt 'schoon' starten in dat men bij het opzetten van een nieuw teelt, waar onder de grondbewerking, het plantklaar maken etc., vallen, werkt met gereinigde productiemiddelen zoals trekkers, plantmachines etc. Door reiniging van productiemiddelen wordt mogelijke sporenverspreiding door deze productiemiddelen tegengegaan. Reiniging van productiemiddelen kan bijvoorbeeld met middelen als Jet 5, Menno Clean en Menno ter Forte welke een dodende werking op sporen hebben (van Leeuwen 2006).²⁰

Teelt in vollegrond

Bij de teelt in de vollegrond zijn weinig maatregelen mogelijk om 'schoon' te starten. De (rust)sporen overleven in de grond en op afstervend plantmateriaal in de grond wat altijd een bepaalde ziektedruk met zich meebrengt. Het afvoeren van (afstervende) gewasresten kan mogelijk de ziektedruk iets verminderen. Daarnaast kan door grondontsmetting het aantal sporen mogelijk gereduceerd worden. Van de grondontsmettingsmiddelen Monam en Basamid is een werking bekend op bodemschimmels, echter worden hier *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. niet specifiek genoemd (Pijnenburg 2008).²¹

Teelt in substraat, tunnels en kassen

Net zoals bij de productiemiddelen dienen de materialen waaruit substraatteelten zijn opgebouwd (substraatbakken, teeltgoten) en opstanden (kassen, tunnels, stellingen) gereinigd worden met ontsmettingsmiddelen om aanwezige sporen te doden en hiermee de sporendruk te reduceren. Hiervoor kunnen de reinigingsmiddelen Jet 5, Menno Clean, Menno ter Forte of Formaline gebruikt worden.

²⁰⁾ www.brinkman.nl

²¹⁾ www.certiseurope.be

Effectiviteit

Zoals uit de tekst blijkt zijn de genoemde maatregelen erop gericht om de ziektedruk te verminderen. Uit onderzoek met genoemde ontsmettingsmiddelen is gebleken dat deze middelen een dodende werking hebben op schimmelsporen. Echter de effectiviteit van deze middelen is vaak afhankelijk van toepassingswijze, inwerktijd en afbraaksnelheid (Wubben & Stijger 2007).

De aanwezigheid van grond en/of gewasresten tijdens de start van de teelt zijn besmettingsbronnen in de teelt aangezien sporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. hierin overleven. Het gebruik van ontsmettingsmiddelen is minder effectief wanneer er bij de start van de teelt veel (besmette) grond en/of gewasresten aanwezig zijn.

6.2 Preventieve maatregelen tijdens teelt en oogst

Om problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. gedurende de teelt te voorkomen/beperken is het van belang om de kieming van (rust)sporen en de infectiekans zo laag mogelijk te houden.

Algemeen

In het algemeen houdt dit in dat er hygiënisch gewerkt moet worden, waarbij productiemiddelen regelmatig ontsmet worden en afstervend plantmateriaal uit de teelt verwijderd dient te worden.

Daarnaast is de wijze van telen van belang. Gestreefd moet worden om een gewas te telen wat sterk en vitaal is en minder gevoeliger voor schimmelziekten. Dit houdt in dat getracht dient te worden om elke dag een periode van activiteit en een periode van worteldruk te creëren onder de gegeven weersomstandigheden.

Het is lastig aan te geven wat de optimale groeiomstandigheden zijn voor een vitale plant waarbij tevens de sporenkieming voorkomen wordt en de infectiekans geremd wordt. Er zijn aanwijzingen dat sporenkieming meer temperatuur gerelateerd is en dat infectie, aantasting en myceliumvorming (opbouw infectiekans) onder warme maar vooral vochtige (broeierige) omstandigheden exponentieel toe kan nemen. Deze aanwijzingen komen overeen met ervaringen uit de praktijk. Om sporenvorming, sporenkieming en infectie en myceliumgroei te beperken is het van belang om te voorkomen dat geteeld wordt onder zeer vochtige en warme omstandigheden welke sporenkieming en infectiekans bevorderen. Tevens is een gewas bij hoge luchtvochtigheid minder actief en gevoeliger voor (vrucht)beschadigingen.

De sporendruk kan enigszins verlaagd worden door de preventieve inzet van een aantal fungiciden welke een nevenwerking zouden hebben tegen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. In onderstaand schema is van een aantal toegelaten middelen in aardbei de verhouding in de effectiviteit van de bestrijding op diverse schimmelziekten weergegeven.

	Frupica	Scala	Teldor	Signum	Switch
Botrytis	++++	+++	++	++++	++++
Colletotrichum	++	+	+	+++	+++
Phytophthora	+++	+++	++	++++	-
Mucor	++	++	++	+++	++
Rhizopus	++	++	++	+++	++
Meeldauw	++++	-	-	++++	+++

Bron: Certis Europe BV

Daarnaast wordt volgens de *UC IPM Pest Management Guidelines – Strawberry* van de *University of California* een nevenwerking op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. toegedicht aan de middelen Rovral, Thiram en Captan. Echter volgens deze gids bestaan er geen middelen met een hoge effectiviteit wat betreft de bestrijding van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp.

In onderzoek van het proefcentrum Hoogstraten uit 2006 naar de effectiviteit van fungiciden in de bestrijding op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. wordt geconcludeerd dat de in het onderzoek betrokken fungiciden Switch, Signum, Teldor en Frupica geen van allen effectief zijn tegen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. In dit onderzoek wordt gesuggereerd dat een hoge aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. een antagonistische werking heeft op de aantasting van *Botrytis cinerea* (Desmet e.a 2006).

Tijdens de vruchtrijping en gedurende de oogst is het van belang om beschadigingen op de vrucht te voorkomen. Door deze wonden kan de schimmel de vrucht binnen dringen en een aantasting veroorzaken. Vruchtbeschadigingen kunnen ontstaan wanneer geteeld wordt bij hoge luchtvochtigheid in combinatie met hoge temperaturen omdat deze omstandigheden een nadelig effect hebben op de vruchtkwaliteit en vruchthardheid waardoor de kans op vruchtbeschadigingen toeneemt. Door wind of werkzaamheden in het gewas schuren vruchten tegen elkaar waardoor bijvoorbeeld beschadigingen ontstaan. Een goede vruchtopvang kan deze schade op de vruchten ook deels voorkomen (Maas 1998).

Vruchtstevigheid kan bevorderd worden door een goede bemestingstoestand in de bodem/plant/vrucht waarbij met name het element calcium een belangrijke rol speelt. Calcium zorgt voor de stevigheid van de celwanden waardoor de vruchtstevigheid toeneemt en het risico op beschadigingen kleiner wordt.

Te allen tijde moet voorkomen worden dat er overrijpe vruchten in de teelt aanwezig zijn. Door de natuurlijke plantprocessen verliest een afrijpende vrucht van nature zijn hardheid waardoor bij overrijpe vruchten de kans op beschadigingen toeneemt, waarmee ook het risico op een aantasting van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. toeneemt. Uiteindelijk komt het er op neer dat elke rijpe vrucht uiteindelijk vergaat waarbij deze wordt afgebroken door diverse schimmels en bacteriën waaronder *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.²²

Bovenstaande geeft aan dat een strakke oogstplanning, waarbij het product tijdig geoogst wordt, problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. kan voorkomen doordat er minder minuscule vruchtbeschadigingen op de vrucht voorkomen. Niet alleen een strakke oogstplanning is hierbij van belang ook een snelle en zorgvuldige verwerking van het product. Product dient na de oogst zo snel mogelijk gekoeld te worden zodat de mogelijk aanwezige sporen op het product minder snel kunnen kiemen en ontwikkelen. Tevens is het van belang om het product droog te oogsten zodat 'optimale' omstandigheden voor de sporenkieming, infectie en myceliumgroei in het fust voorkomen worden. (Lieten 2005)

²²⁾ www.paddestoel.nl

Teelt in vollegrond en op substraat zonder bedekking

In de vollegrondsteelt en in de substraatteelt zonder bedekking bestaan er geen mogelijkheden voor 'klimaatsturing' om sporenkieming en ontwikkeling te remmen/voorkomen. Desondanks zijn er wel een aantal aandachtspunten te noemen gedurende de teelt om het risico op *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. te beperken.

Te denken valt hierbij aan:

- Door juiste bemesting, bijvoorbeeld via NBS, de groei en ontwikkeling van het gewas gelijkmatig te houden met voldoende aandacht voor de vruchtstevigheid;
- Voorkomen om door te beregenen een te vochtig, warm klimaat rondom de plant te creëren.
- Het regelmatig inzetten van fungiciden waarvan een nevenwerking op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. vermoed wordt, indien mogelijk tot in de oogst.

Wanneer door de weersomstandigheden (hoge temperaturen in combinatie een hoge luchtvochtigheid het risico op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. toeneemt dan is het van belang om tijdens de oogst aandacht te hebben voor:

- Het niet achter raken met de oogst, vanwege het overrijp en gevoeliger worden van de vruchten.
- Tijdens de oogst dienen slechte, beschadigde en overrijpe vruchten geoogst en uitgesorteerd te worden om zo mogelijk infectiebronnen uit het veld te verwijderen.
- Indien mogelijk extra inzet van fungiciden om infectiedruk enigszins te remmen.

Teelt onder bedekking op stellingen, in tunnels en kassen

In de bedekte teelten kunnen de voorgaande preventieve maatregelen toegepast worden om het risico op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te beperken. Echter in deze teelten bestaat een extra mogelijkheid om het risico op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te beperken. Doordat het klimaat te 'regelen' is kunnen omstandigheden worden gecreëerd die minder gunstig zijn voor de kieming, infectie en ontwikkeling van de sporen.

Van belang hierbij is wel dat er voldoende luchtig geteeld wordt zodat de plant dagelijks voldoende actief kan worden. Bij verkeerd gebruik van de mogelijkheid om het klimaat te regelen kan het risico op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. zelfs vergroot worden. Wanneer onder de bedekking de vochtigheid en temperatuur oplopen dan neemt het risico op een aantasting met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. toe.

Effectiviteit

De effectiviteit van de genoemde preventieve maatregelen is moeilijk per maatregel aan te geven. Uit de literatuur en de ervaringen in de praktijk is wel duidelijk dat de combinatie van genoemde preventieve maatregelen leidt tot een verkleind risico op *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. infecties of aantastingen. Met name de preventieve teeltmaatregelen, het tijdig oogsten in combinatie met het consequent verwijderen van rotte, beschadigde en overrijpe vruchten en een zorgvuldige verwerking en degelijke koeling van het product, dragen hieraan bij. De inzet van fungiciden met een nevenwerking versterken de preventieve maatregelen mogelijk. Enkel en alleen inzetten van fungiciden heeft een te lage effectiviteit om problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te voorkomen.

6.3 Curatieve maatregelen tijdens teelt en oogst

Wanneer in het veld aantastingen van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. worden aangetroffen is het van belang om de aanwezige ziektedruk zo ver als mogelijk te verlagen. Duidelijk moet zijn dat het verminderen van de (hoge) ziektedruk vele malen lastiger is in vergelijking met het onderdrukken van de (lage) ziektedruk door preventieve maatregelen.

Indien een aantasting geconstateerd is, is het van belang om in eerste instantie ervoor te zorgen dat de klimaatomstandigheden ongunstig zijn voor de verdere ontwikkeling en verspreiding van de sporen. Tevens is het van belang om beschadigingen van de vruchten te voorkomen zoals beschreven bij de preventieve maatregelen.

Vervolgens is het van belang om de aangetaste vruchten te verwijderen, dit dient in een aparte werkgang te gebeuren om het risico op sporenverspreiding door medewerkers te beperken. Bij het verwijderen van aangetaste vruchten is het van belang om de naburige (rijpe) vruchten ook te verwijderen aangezien de kans dat deze geïnfecteerd of aangetast zijn/worden groot is. (Pijnenburg 2008)

Blijf tijdens het verwijderen van aangetaste vruchten handen en productiemiddelen ontsmetten om sporenverspreiding te voorkomen. Om de sporendruk te verlagen is het raadzaam om enkele malen tijdens de oogst een extra behandeling uit te voeren met fungiciden die een mogelijke nevenwerking hebben onder de noemer 'baat het niet, schaadt het niet'.

Effectiviteit

De curatieve maatregelen hebben in de regel minder effect in vergelijking met de preventieve maatregelen ook al zijn de maatregelen min of meer gelijk aan elkaar. Wat betreft *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. geldt dan ook duidelijk 'voorkomen is beter dan genezen'.

7 Conclusies en discussie Literatuuronderzoek

Uit het literatuuronderzoek komen de volgende conclusies en discussiepunten naar voren over de symptomen, de epidemiologie en mogelijke maatregelen voor de beheersing van de problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Symptomen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

- De symptomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. verschillen duidelijk met de symptomen van *Botrytis cinerea*; de meest voorkomende vruchtrotschimmel in de aardbeienteelt in Nederland.
- De symptomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. vertonen zowel enkele overeenkomsten als enkele verschillen.
- Het waterige/opgeblazen uiterlijk van de vrucht met eventuele dofverkleuring en het op de grond uiteenvallen (spatten) van de vrucht bij aanraking zijn duidelijke overeenkomsten van de symptomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.
- De kenmerken van het mycelium (de sporendragers) is duidelijk verschillend. Bij *Mucor* spp. zijn de sporendragers langer en wit van kleur wat een soort harig uiterlijk geeft. Op het einde van de sporendragers worden uiteindelijk de nieuwe sporen gevormd welke zichtbaar zijn als kleine zwarte puntjes. De sporendragers van *Rhizopus* spp. zijn ook wit van kleur maar duidelijk korter, dit geeft het mycelium een 'wollig' uiterlijk waarbij het lijkt alsof de zwarte sporen aan het uiteinde van de sporendrager met zwarte 'hoopjes' op de vrucht liggen.

Epidemiologie *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

- *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. behoren tot de stam van de Zygomyceten (lagere schimmels), dit is een andere stam, dan de stam (de Ascomyceten) waartoe *Botrytis cinerea* behoort.
- Wat betreft de levenscyclus hebben *Mucor* spp., *Rhizopus* spp. en *Botrytis cinerea* allen zowel een geslachtelijke als een ongeslachtelijke voortplanting.
- Voornamelijk de ongeslachtelijk sporangiasporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. en de ongeslachtelijke conidiënsporten van *Botrytis cinerea* zorgen in de aardbeienteelt voor problemen tijdens de teelt en afzet.
- De geslachtelijke zygosporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. blijven achter en overleven in afstervend plantmateriaal en in de grond.
- Aangenomen wordt dat sporen van *Mucor* spp., *Rhizopus* spp. en *Botrytis cinerea* altijd en overal in meer of mindere maten aanwezig zijn.
- Rondom de optimale omstandigheden bij de sporenkieming van de sporangiasporen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. is minder bekend in vergelijking met de sporenkieming van *Botrytis cinerea*. Het lijkt dat temperatuur een grotere invloed heeft dan de relatieve luchtvochtigheid bij de sporenkieming van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Bij de sporenkieming van *Botrytis cinerea* is vocht nodig, een hoge relatieve luchtvochtigheid bevordert daarom de sporenkieming.
- Nadat sporenkieming heeft plaats gevonden infecteren gekiemde sporen de vruchten, waarbij een verschil bestaat tussen de vruchtrotschimmels *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in vergelijking met *Botrytis cinerea*.
- Bij *Botrytis cinerea* is bekend dat de meeste schade ontstaan doordat sporen bloemen infecteren via wonden veroorzaakt door afvallende bloemblaadjes of wonden gemaakt door bestuivers op de stamper. Na infectie groeien de sporen de vrucht binnen en zijn de sporen latent aanwezig in de vrucht totdat deze gaat

- uitgroeien/afrijpen. Op deze afrijpende vruchten manifesteert de schade zich tijdens de teelt, de oogst of de afzet.
- *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. worden beschouwd als saprophyten, wat inhoudt dat deze de vruchten alleen kunnen infecteren door wonden.
 - Tevens worden vele Zygomyceten waaronder *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. gerekend onder de schimmels die zorgen voor de afbraak van weefsels wanneer deze gaan rotten.
 - In de literatuur is geen sprake van een latente aanwezigheid van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de vruchten. Dit zou betekenen dat een aantasting van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. zich spoedig na infectie moet manifesteren.
 - De afrijping van vruchten is de laatste fase in het verouderingsproces met als eindresultaat het weggroten van vruchten ten behoeve van de zaadverspreiding voor de voorplanting. Gedurende het afrijpingsproces wordt de vruchthuid zwakker waardoor de gevoeligheid voor beschadigingen zoals schuurschade veroorzaakt door wind en werkzaamheden toeneemt. De gevoeligheid voor een *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. neemt dan hiermee ook toe.
 - Onder warme, broeierige (hoge luchtvochtigheid) omstandigheden kan het gewas minder actief worden, wat vaak zwakke vruchten tot gevolg heeft, welke weer gevoeliger zijn voor beschadigingen, welke weer een invalspoort zijn voor *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.
 - Tevens ontwikkelen de gekiemde sporen zich eenvoudiger onder warmere, vochtigere omstandigheden, waardoor de infectiedruk en de aantasting toeneemt.
 - De bemesting, en dan met name het element calcium, speelt een belangrijke rol in de stevigheid van vruchten en de vruchtwand. Wanneer de bemesting niet op orde is kan dit zwakkere vruchten tot gevolg hebben, welke gevoeliger zijn voor beschadigingen.

Maatregelen tegen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

- In het algemeen dienen maatregelen genomen te worden om de sporendruk en de sporenkieming te remmen cq. te onderdrukken.
- Bij aanvang van de teelt is het van belang om opstanden en productiemiddelen te ontsmetten zodat aanwezige sporen niet in het gewas komen waardoor de sporendruk niet toeneemt. Ook gedurende de teelt productiemiddelen ontsmetten helpt mee om de sporendruk te onderdrukken.
- Tijdens de teelt is het van belang om een gezonde, vitale teelt weg te zetten omdat deze goede, stevige vruchten produceert welke minder gevoelig zijn voor beschadigingen en schimmelziekten.
- Tijdens de oogst is het van belang om niet achterop te raken zodat er geen overrijpe vruchten, welke gevoeliger zijn voor beschadigingen en daarmee ook voor *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp., in het gewas hangen. Tevens dienen slechte, beschadigde en rottende vruchten uit het gewas verwijderd te worden omdat deze een infectiebron kunnen zijn voor gezonde vruchten.
- Het product droog oogsten en zo snel mogelijk in de koeling plaatsen kan problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. voorkomen aangezien de kieming en de ontwikkeling van de sporen geremd wordt.
- De inzet van fungiciden tijdens de teelt, en met name tijdens de bloei en oogst, kan helpen om de sporen- en infectiekans te onderdrukken.

- Wanneer aantastingen van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. aangetroffen worden is het belangrijk om in een aparte werkgang de (mogelijk) aangetaste vruchten uit het gewas te verwijderen, dit kan inhouden dat gehele trossen verwijderd moeten worden.
- Preventieve maatregelen zijn het meest effectief om problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te voorkomen. Een effectieve curatieve maatregel is niet voorhanden. De curatieve maatregelen zijn vergelijkbaar met de preventieve maatregelen met dien verstande dat de sporendruk en het risico op kieming en infectie groter is.

8 Referenties

- Anonymus; 2007; Pest Management Strategic Plan for Strawberry in New England 2007; pag. 36-41.
- Anonymus; 2005; UC IPM Pest Management Guidelines: Strawberry; pag. 54&55, 62
- Arkesteijn M, Dik A.; 2007; *Botrytis grijpt snel om zich heen bij gunstige omstandigheden*, Artikel vakblad Onder glas; pag. 9.
- Arkesteijn M, Dik A.; 2007; *Een teler moet Botrytis vooral in de kas aanpakken*, Artikel vakblad Onder glas; pag. 14&15.
- Desmet E, et al; 2006; *Vruchtrotbestrijding op stellingen onder tunnels*, Jaarverslag onderzoek aardbei 2006, proefcentrum Hoogstraten; pag. 136-140.
- Disco A.; 1999; *Alleen droger telen kan Mucor problemen voorkomen*, artikel Groenten en Fruit, pag. 12-14.
- Leeuwen, van T; 2006; *Extra alternatief voor Formaline*, artikel Groenten en Fruit; pag. 30-31
- Lieten P.; 2005; *Herrieschoppers in aardbeiteelt*, artikel Groenten en Fruit;
- Lieten P.; 1997; *Pluizig of harig: Rhizopus of Mucor*, artikel Groenten en Fruit; pag. 13.
- Maas J.L.; 1998; Compendium of strawberry diseases.
- Pijnenburg; 2008; Gewasbescherming Vollegrondsteelt en Aardbeien 2008 (Gewasbescherminggids, DLV Plant)
- Salm, van der P; 2008; PT Marktbeeld aardbei, marktinformatie binnen- en buitenland; Nummer 1, 19 mei 2008.
- Wubben J., Stijger I.; *Beste ontsmettingsmiddel kiezen*, artikel Groenten en Fruit;

Internet

- www.biologie.uni-ulm.de
- www.brinkman.nl
- www.bugs.bio.usyd.edu.au
- www.cdpr.ca
- www.ces.ncsu.edu
- www.certiseurope.be
- www.ipmcenters.org
- www.mycolog.com
- www.nederlandsesoorten.nl
- www.paddestoel.nl
- www.wikipedia.org

Deel II

Resultaten Enquête Mucor

9 Vragenlijst en Respons

9.1 Vragenlijst

In het voorjaar van 2008 is naar 142 aardbeientelers een enquête gestuurd waarin de telers gevraagd is naar hun kennis over *Mucor* spp., de omgang met vruchtrotschimmels op het bedrijf en de mate waarin vruchtrof voorkomt op hun bedrijf. In deze groep aardbeientelers zaten zowel gespecialiseerde bedrijven (alleen glas/tunnelteelt of alleen vollegrondsteelt) alsook gecombineerde bedrijven (meerdere teelttypen) met als doel een algemeen beeld te verkrijgen tussen de verschillende teelttypen en de verschillende bedrijfstypen. In bijlage 1 is de verstuurde vragenlijst opgenomen.

9.2 Respons

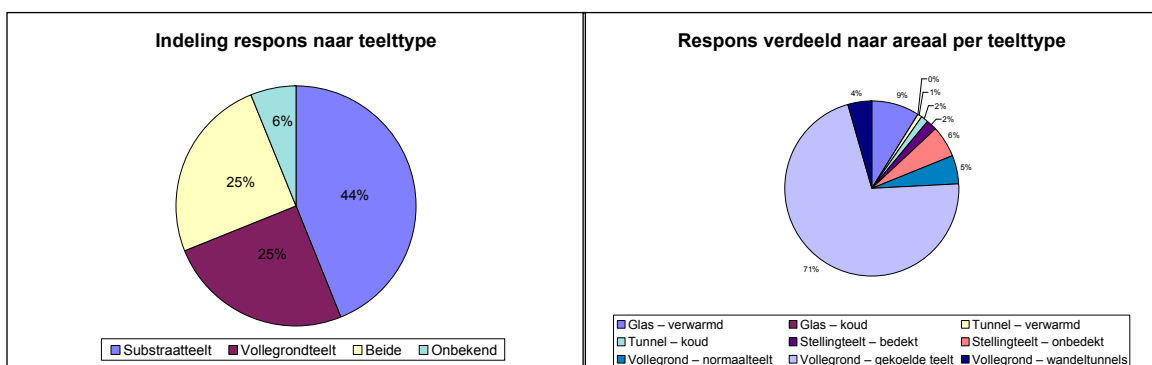
Van de 142 verstuurde vragenlijsten zijn 16 vragenlijsten geretourneerd; er is een respons van 11,2% verkregen. Deze respons is zeer laag waardoor de betrouwbaarheid van de uitspraken die gedaan worden op basis van de enquête laag is. Ondanks de lage betrouwbaarheid is getracht om met de verkregen antwoorden een beeld te vormen over de problemen met en de kennis over *Mucor* spp. in de Nederlandse aardbeiensector.

Indeling respons naar bedrijfstype

Van de 16 respondenten gaf 25% aan een gespecialiseerd bedrijf (1 teelttype) te hebben en 69% gaf aan een gemengd bedrijf te hebben, bij één respondent was geen antwoord gegeven op deze vraag. In bijlage 2 zijn de antwoorden naar bedrijfstype en teelttype gegeven.

Indeling respons naar teelttype

Aangezien in de aardbeienteelt sprake is van zeer diverse teelttypen (van vollegrond tot substraatteelt onder glas) is het lastig om een onderscheid te maken tussen gespecialiseerde bedrijven en gemengde bedrijven. Daarom is op basis van de teelttypen per bedrijf een indeling gemaakt naar vollegrondsteelt en substraatteelt, in figuur 10.1 is deze indeling te zien.



Figuur 10.1: Indeling respondenten naar teelttype en arealen.

Op basis van de indeling naar teelttypen en de indeling naar areaal kan gesteld worden dat de 16 respondenten een redelijke afspiegeling zijn van de Nederlandse aardbeiensector afgeleid van cijfers van het Productschap Tuinbouw (Salm, van der 2008).

10 Resultaten enquête

De resultaten van de enquête zijn in 4 onderdelen opgedeeld namelijk

- Kennis over *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp.
- *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp. problemen en afzet
- Bedrijfsvoering en *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp.
- Fungiciden en *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp.

10.1 *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp. problemen en afzet

Op de vraag of bedrijven in de jaren 2005, 2006 en 2007 klachten hebben ontvangen van hun afzetorganisatie over *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. in hun product geeft 62% van de respondenten nooit klachten ontvangen te hebben van hun afzetorganisatie. De overige 38% (6 respondenten) geven aan wel ooit klachten te hebben ontvangen.

In tabel 11.1 zijn de respondenten die ooit klachten hebben ontvangen verdeeld naar teelttype (vollegrond, substraat of beide). Uit de tabel blijkt dat de problemen zich in de gehele sector voor kunnen doen.

Tabel 11.1: Bedrijven met klachten ingedeeld naar teelttype

Teelttype	# Respondenten
Vollegrond	1
Substraat	2
Beide	2
Onbekend	1

De voorgaande constatering dat problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. zich in de gehele sector voor kunnen doen, wordt ondersteund door de antwoorden op de vraag over de jaren en de teelttypen waarin klachten zijn ontvangen over *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. Uit de antwoorden blijkt dat zowel in de jaren 2005, 2006 als 2007 en in de verschillende teelten problemen zijn geweest, zoals weergegeven in tabel 11.2

Op de vraag om aan te geven wat de vermoedelijke oorzaak is geweest van de *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. aantasting in betreffende teeltwijze werden door de respondenten de antwoorden gegeven zoals in tabel 11.2 zijn weergegeven.

Uit tabel 11.2 blijkt in het algemeen dat door de respondenten bij (extreem) warme omstandigheden in combinatie met vochtige omstandigheden de meeste problemen met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. zijn ervaren.

Tabel 11.2: Verklaring voor vermoedelijke oorzaken *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp. problemen

RESP.	Problemen in	Problemen in teelt	Verklaring vermoedelijke oorzaak problemen
1	2006	Glasteelt - verwarmd	Vooral in warme herst 2006 zwakkere aardbeien, eerder aantasting Ook voorjaar 2006 meer problemen.
3	2005? / 2006?	Stellingteelt bedekt	Vochtige omstandigheden
5	2005 / 2006	Tunnelteelt - koud	Klimaatomstandigheden; >> Warme nachten >> Donkere vochtige dagen >> Weinig wind >> Weinig verdamping
8	2005 / 2006 / 2007	Tunnelteelt - koud Stellingteelt bedekt	2007: Voorjaar erg warm tijdens oogst tunnel 2005 / 2006: Erg warm tijdens oogst stellingen
10	2006	Vollegrond - gekoeld teelt	In 2006 mooie partij aardbeien geplukt uit gekoelde teelt vollegrond 6 uur na pluktijd in iedere doos 1 <i>Mucor</i> / <i>Rhizopus</i> vrucht 12 uur na pluktijd naastgelegen vruchten ook aangetast!
13	Onbekend	Onbekend	Onbekend

Samenvattend

Globaal heeft 4 op de 10 telers de afgelopen jaren een klacht ontvangen van de afzetorganisatie over de aanwezigheid van de vruchtrotschimmels *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in aangeleverde partijen. Herleiding van de afkomst van de klachten leert dat vanuit vrijwel alle teeltwijzen in de praktijk klachten kunnen voorkomen, waarbij problemen zich de afgelopen jaren jaarlijks enkele malen hebben voorgedaan. Als oorzaak van de problemen worden meestal de heersende (warme/vochtige) klimaatomstandigheden aangewezen.

10.2 Kennis over *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp.

Herkenning ziektebeelden & ontwikkeling:

Op de vraag of de respondenten de getoonde symptomen/schadebeelden herkennen geven alle respondenten aan de symptomen/schadebeelden van de vruchtrotschimmel *Botrytis cinerea* te herkennen. De symptomen/schadebeelden van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. worden respectievelijk door 81% en 62% van de respondenten herkend. Uit deze vraag is gebleken dat de symptomen/schadebeelden van de vruchtrotschimmel *Botrytis cinerea* vrij algemeen bekend zijn in de sector terwijl de symptomen/schadebeelden van de vruchtrotschimmels *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. minder breed bekend zijn en menigmaal met elkaar verward worden.

De voorgaande constatering worden ondersteund door de antwoorden op de vraag om de symptoomontwikkeling en de schadebeelden van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te beschrijven. Op deze vraag zijn in het algemeen de onderstaande opmerkingen gemaakt, door de 9 respondenten die de vraag hebben beantwoord.

Als overeenkomsten in de symptoomontwikkeling en schadebeelden van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. werden genoemd;

- Het lekken en/of op de grond uiteen vallen/spatten van aangetaste vruchten (7x).
- Het dof, waterig en zacht worden van de vruchten aan de plant, waarna deze bij aanraking op de grond uiteen vallen (5x).

Als belangrijk verschil in de symptoomontwikkeling en de schadebeelden tussen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. werd genoemd:

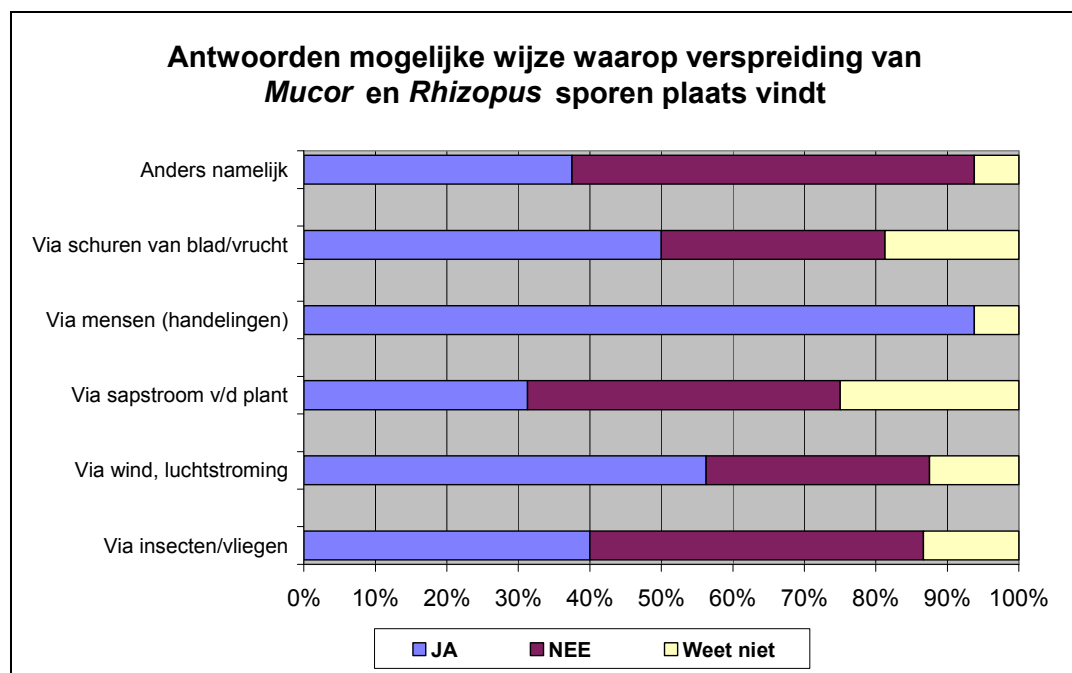
- Het ontstaan van schimmeldraden op de vrucht aan de plant bij een *Rhizopus* spp. aantasting; bij een *Mucor* spp. aantasting wordt dit niet specifiek/nauwelijks waargenomen (3x).

Verder werd een aantal maal geantwoord dat men geen idee had over de symptoomontwikkeling en de schadebeelden bij een *Rhizopus* spp. aantasting (3x), eenzelfde antwoord werd éénmaal gegeven bij een *Mucor* spp. aantasting. Tot slot werd twee maal aangegeven dat de manifestatie van een *Mucor* spp. aantasting altijd gelijktijdig voorkomt met een *Rhizopus* spp. aantasting waarbij één keer werd aangegeven dat een *Rhizopus* spp. aantasting het gevolg is van een *Mucor* spp. aantasting.

Sporenverspreiding, infectie en aantasting

Met de antwoorden op vraag 6 tot en met 8 is een beeld gevormd op welke wijze telers over de sporenverspreiding denken, in welke teeltfase infectie plaats kan vinden en in welke teeltfase vruchten worden aangetast. Daarnaast is gevraagd de infectiekans en de aantastingskans per teeltfase aan te geven.

De antwoorden op de vraag “op welke wijze *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. sporen verspreid worden” zijn weergegeven in figuur 11.1. Uit deze figuur blijkt dat de respondenten vrij unaniem zijn wat betreft de sporenverspreiding via mensen, die bijvoorbeeld gewashandelingen uitvoeren zoals trossen doorhalen of oogsten. Verspreiding door wind, en luchtstroming, via insecten/vliegen en overdracht van plant tot plant (van blad naar blad) worden daarnaast aannemelijk geacht. Verspreiding via de sapstroom is volgens de respondenten een niet te onderschatten vorm van sporenverspreiding. Als andere wijze waarop sporen verspreid kunnen worden werd voornamelijk de verspreiding via regen en/of (irrigatie)water genoemd.

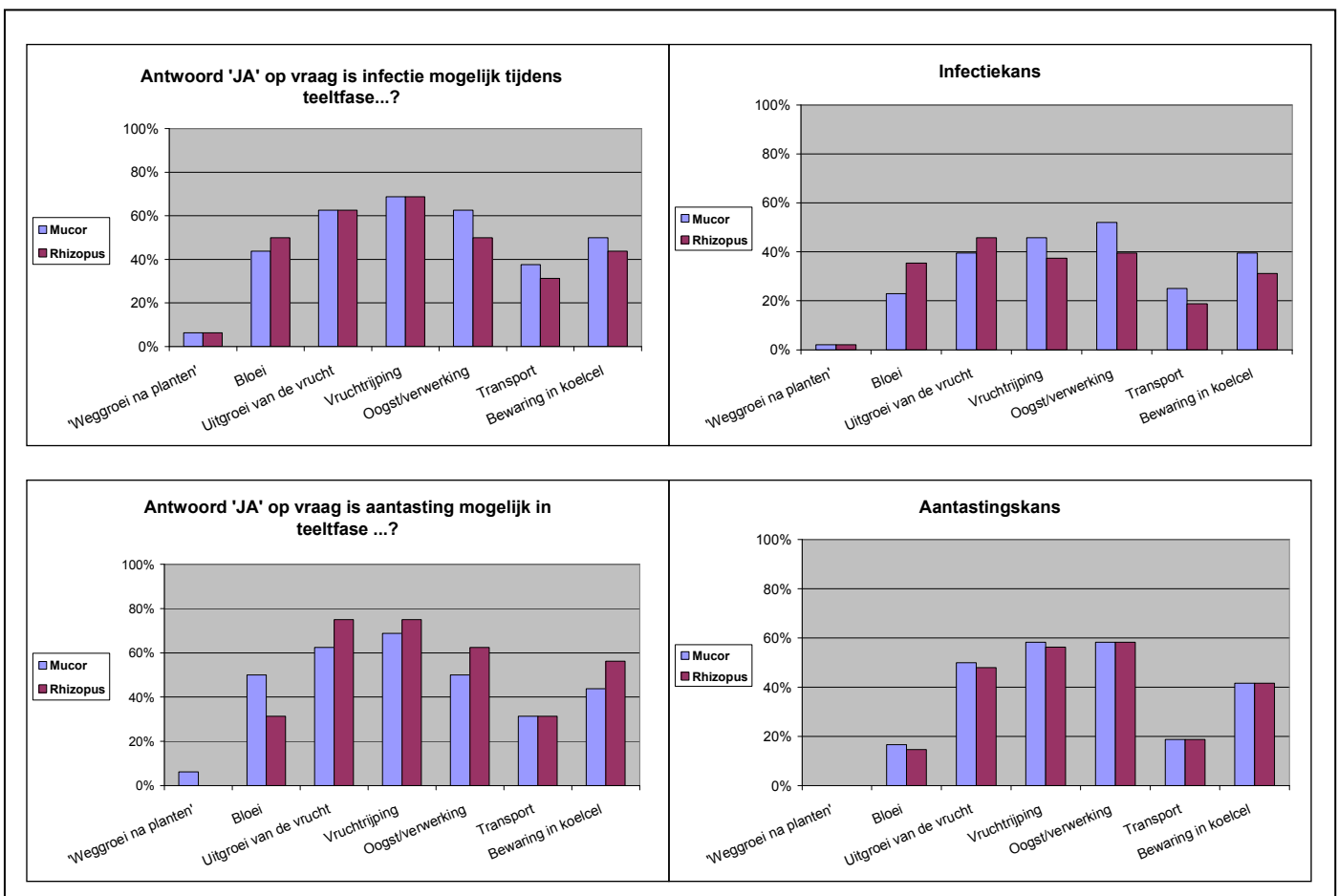


Figuur 11.1: Antwoorden op de vraag hoe sporenverspreiding plaats vindt in een aardbeiengewas.

De antwoorden op de vraag “in welke teeltfase(n) is het risico op een besmetting/infectie aanwezig/het groots en in welke teeltfase(n) is het risico op een daadwerkelijke aantasting het groots zijn weergegeven in figuur 11.2.

Ten eerste wordt uit figuur 11.2 opgemerkt dat de respondenten nauwelijks tot geen verschil maken tussen *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp. wat betreft het moment van infectie of aantasting en de kans op infectie of aantasting. Volgens de respondenten kunnen de vruchten besmet/geïnfecteerd raken met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. gedurende de bloei, de uitgroei van de vruchten, tijdens de vruchtrijping en tijdens de oogst en verwerking. De kans op infectie neemt toe naarmate het teeltproces vordert waarbij tijdens de vruchtrijping en de oogst en verwerking het risico op infectie het grootst is. Tijdens transport en gedurende de bewaring in de koelcel is er volgens de respondenten ook nog een reële kans op infectie van de vruchten met sporen van *Mucor* spp. of *Rhizopus* spp.

Afgaande op het beeld wat ontstaat van de antwoorden op de vraag wanneer een aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp zich daadwerkelijk manifesteert wordt geconstateerd dat bij de respondenten de termen besmetting/infectie en aantasting mogelijk door elkaar heen zijn gebruikt. Een hoger percentage respondenten geeft namelijk aan dat aantasting plaats kan vinden tijdens de bloei, de uitgroei van de vruchten en de vruchtrijping terwijl het percentage respondenten dat aangeeft dat in deze fasen infectie plaats kan vinden kleiner is. Echter duidelijk mag zijn dat een aangetaste vrucht eerst geïnfecteerd moet zijn alvorens een aantasting zich kan manifesteren.



Figuur 11.2 : Inventarisatie naar het moment en de kans op infectie en aantasting door *Mucor* spp en *Rhizopus* spp.

Globaal wordt verondersteld dat de respondenten aannemen dat infectie plaats kan vinden vanaf de bloei tot aan de oogst en verwerking. Daarnaast is infectie ook mogelijk tijdens transport en tijdens de bewaring. Nadat infectie heeft plaats gevonden wordt verondersteld dat de respondenten aannemen dat de manifestatie van een aantasting plaats kan vinden vanaf de vrucht uitgroei/vruchtrijping tot aan de oogst/verwerking. De respondenten zijn van mening dat aantasting tijdens transport in mindere mate mogelijk is, aantasting tijdens de bewaring in de koelcel is juist wel mogelijk.

Wat betreft het verkregen beeld over sporenverspreiding, infectie en aantasting, bestaat de indruk dat een groot deel van de respondenten verondersteld dat er veel overeenkomsten zijn in de ontwikkeling, van *Mucor* spp./*Rhizopus* spp. in vergelijking met *Botrytis cinerea*. Deze indruk wordt ondersteund doordat veel respondenten aangeven dat de infectie en aantasting van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. tijdens de bloei en uitgroei van de vruchten plaats kan vinden vergelijkbaar zoals dit bij *Botrytis cinerea* mogelijk is. Overigens geven ook enkele respondenten duidelijk aan dat de ontwikkeling van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. niet zonder meer met de ontwikkeling van *Botrytis cinerea* vergeleken dient te worden.

De onderstaand reacties zijn gegeven op de vraag om de meest optimale omstandigheden voor infectie/aantasting van aardbeien met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. te beschrijven;

- Warme omstandigheden met een hoge relatieve luchtvochtigheid (9x)
 - In combinatie met:
 - Een benauwend/broeierig weertype.
 - Weinig licht/donkere omstandigheden
 - Regen
 - Weinig verdamping
 - Koele nachten
- Rijpere/Rodere vruchten (2x)
- 'Makkelijk' uitgroeiende vruchten (einde van de teelt) (1x).

Samenvattend

Van de drie vruchtrotschimmels *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. blijkt dat alle respondenten de symptomen van *Botrytis cinerea* herkennen, echter de symptomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. worden respectievelijk door 82% en 62% van de respondenten herkend. Hierbij worden de symptomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. door een aantal respondenten met elkaar verward. Ook uit de beschrijving van de symptomen blijkt dat een deel van de respondenten de symptomen (gedeeltelijk) kan beschrijven, echten de symptomen worden ook hier soms met elkaar verward.

Wat betreft de sporenverspreiding, de infectie en aantasting zijn de antwoorden zeer divers waarbij grote verschillen bestaan tussen de gegeven antwoorden van de respondenten. Belangrijkste conclusie hieruit is er tussen de telers verschillen bestaand aangaande de kennis over de ontwikkeling/levenscyclus van *Mucor* spp en *Rhizopus* spp. waarbij in sommige gevallen deze kennis erg beperkt of onvolledig is. Verder bestaat de indruk dat een deel van de respondenten het idee heeft dat de ontwikkeling, infectie en aantasting van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. overeenkomstig is met de ontwikkeling van *Botrytis cinerea*.

De respondenten hebben wel een duidelijk beeld bij de optimale omstandigheden voor de ontwikkeling van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Over het algemeen ziet men warme(re) omstandigheden met een hoge relatieve vochtigheid eventueel in combinatie met factoren als weinig licht, weinig verdamping, (over)rijpe vruchten en/of regen als optimale omstandigheden voor de ontwikkeling van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

10.3 Bedrijfsvoering en *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp.

De gegeven antwoorden op de vraag op welke wijze de respondenten omgaan in hun bedrijfsvoering met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. zijn in tabel 11.3 weergegeven.

Tabel 11.3: Omgang met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. in de bedrijfsvoering

Omgang met <i>Mucor</i> spp. / <i>Rhizopus</i> spp. in bedrijfsvoering	# respondenten	percentage
Geen speciale acties/aandacht voor <i>Mucor</i> spp. / <i>Rhizopus</i> spp.	4	25%
Curatieve inzet van chemische middelen bij signalering aantasting	4	25%
Preventieve inzet van chemische middelen om aantasting te voorkomen	5	31%
Verscherpen van werkhygiëne bij signalering aantasting	9	56%
Anders namelijk;	3	19%
- goed klimaat regelen; geen natte plekken op grond - pleksgewijze ontsmetting met Jet5 - glas >> klimaat regeling; stelling >> goede vruchtrotbestrijding geeft positieve bijdrage wanneer ook na de bloei wordt toegepast!		

Uit de antwoorden blijkt dat een kwart van de respondenten geen specifieke acties onderneemt om een aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. te voorkomen. Ruim de helft van de respondenten (9x) geeft aan dat men de werkhygiëne verscherpt wanneer een aantasting wordt waargenomen, bij 5 respondenten is dit de enige actie die men onderneemt. Bij de overige respondenten wordt daarnaast preventief (4x) en/of curatief (2x) chemische middelen ingezet om een aantasting te voorkomen/beperken. Enkele respondenten bestrijden alleen preventief (2x) of curatief (1x) om een aantasting te voorkomen.

Een goede klimaatregeling, voorkomen van natte plekken op de grond, ontsmetten van aangetaste plekken/opstanden en de uitvoering van vruchtrotbestrijding tijdens de oogst zijn genoemd als belangrijke aanvullende acties in de bedrijfsvoering om een aantasting te voorkomen.

Wanneer de antwoorden op de vraag welke acties de respondenten nemen in de bedrijfsvoering om een aantasting te voorkomen worden gerelateerd aan de vraag of er de afgelopen jaren klachten zijn geweest over een aantasting, wordt geen duidelijk verband gevonden. Ter illustratie, de 4 respondenten die aangeven geen speciale acties te nemen in hun bedrijfsvoering hebben nog nooit klachten ontvangen, terwijl een tweetal respondenten welke zowel preventief als curatief chemische middelen inzetten en de werkhygiëne verscherpen wel klachten hebben ontvangen.

De antwoorden op de vraag of en hoe vaak het voorkomt dat men achter ligt met oogsten op de oogstplanning zijn in tabel 11.4 weergegeven. Van de respondenten geeft 60% aan af en toe achter te liggen met oogsten op de oogstplanning, 20% geeft aan dat dit nooit het geval is. De overige 20% heeft geen 'duidelijke' oogstplanning of probeert te allen tijde te voorkomen dat men achter ligt op de oogstplanning.

Er wordt geen duidelijk verband gevonden wanneer de vraag over de oogstplanning wordt gerelateerd aan de vraag of de respondent ooit klachten heeft ontvangen over een aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. Van de respondenten met klachten over een aantasting geeft 50% aan nooit achter te liggen op de oogstplanning. De overige 50% geven aan soms achter te liggen op de oogstplanning en/of de oogstplanning van dag tot dag te bekijken.

Tabel 11.4: Inventarisatie achterstand op oogstplanning

Hoe vaak bent u met oogsten achter op de oogstplanning?	# RESP	PERC.
Nooit achter op oogstplanning	3	19%
Soms achter op oogstplanning	10	63%
Regelmatig achter op oogstplanning	0	0%
Meestal achter op oogstplanning\	0	0%
Anders, namelijk	3	19%
- proberen dit altijd te voorkomen - er wordt rijp geoogst i.v.m. huisverkoop - afhankelijk van regelmaat in plukken / per dag bekijken		

De antwoorden op de vraag of kwalitatief slechte, 'rotte' en/of met *Mucor* spp./*Rhizopus* spp. aangetaste vruchten consequent worden verwijderd zijn weergegeven in tabel 11.5.

Tabel 11.5: Inventarisatie plukwijze / verwijderen van slechte vruchten tijdens de oogst

Worden tijdens de oogst consequent 'slechte' vruchten verwijderd tijdens de oogst?	# RESP	PERC.
Nee, deze vruchten worden nooit verwijderd	0	0%
Nee, deze vruchten wel eens verwijderd maar niet consequent	0	0%
Deze vruchten worden alleen verwijderd wanneer dit nodig is voor werkhygiëne	0	0%
Deze vruchten worden verwijderd, maar geen specifieke aandacht hiervoor	1	6%
Deze vruchten worden consequent verwijderd waaraan specifiek aandacht wordt besteed	15	94%
Anders, namelijk	0	0%

Uit tabel 11.5 blijkt dat vrijwel alle respondenten aangeven dat er specifiek aandacht wordt besteed aan het meeoogsten/verwijderen van slechte vruchten tijdens het plukken, slechts één respondent geeft aan deze vruchten wel te verwijderen maar hier geen specifieke aandacht aan te besteden. Op basis van de wijze waarop slechte vruchten worden verwijderd kan geen verband worden gelegd met de klachten over een aantasting vanuit de afzet.

Op de vraag welke specifieke acties de respondenten uitvoeren voor, tijdens en na de teelt werden in het algemeen de volgende antwoorden gegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de (bedekte) substraatteelt in kassen, tunnels en stellingen en de vollegrondsteelt.

Voor de teelt:

- Grondontsmetting (vollegrondsteelt)
- Ontsmetting van (glas)opstanden met formaldehyde (substraatteelt)
- Ruimer planten later in het seizoen en/of lichtere planten gebruiken (vollegrondsteelt)

Tijdens de teelt:

- Werkvolgorde bij bemesting en gewasbescherming, van jonge naar oude percelen rijden en/of van niet besmette percelen naar besmette percelen (vollegrondsteelt)
- 'Luchtig telen' onder bedekking (substraatteelt)
- Trossen goed doorhalen (substraatteelt)

- Altijd rotte vruchten, vruchten op de grond verwijderen (beide teelten)
- Met *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp. aangetaste vruchten/trossen verwijderen, in aparte werkgang (beide teelten)
- Gewas zoveel mogelijk droog houden (substraatteelt)
- Zorgen voor een goede groei en voldoende sterke celwanden (beide teelten)

Na de teelt:

- Gewas losrijden, verwijderen, oprooien en/of composteren (vollegrondsteelt)
- Teeltsysteem (opvangbandjes, substraatbakken etc.) en productiemiddelen (plukkarren, weegschalen etc.) goed reinigen, bv met Jet5 (beide teelten)
- Verwijderen van al het organische materiaal (gewas en substraat) uit opstanden / teeltgoten (substraatteelt)

Samenvattend

Wat betreft de omgang met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de bedrijfsvoering bestaan zowel grote verschillen als duidelijke overeenkomsten tussen bedrijven. Uit de antwoorden blijkt dat de meeste respondenten vanuit de gedachte “beter voorkomen dan genezen” omgaan met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de bedrijfsvoering. Dit door ‘schoon’ te starten met teelten en deze teelten zo lang mogelijk ‘schoon’ te houden door middel van werkvolgorde, ontsmetting van productiemiddelen en preventieve bestrijding met chemische middelen.

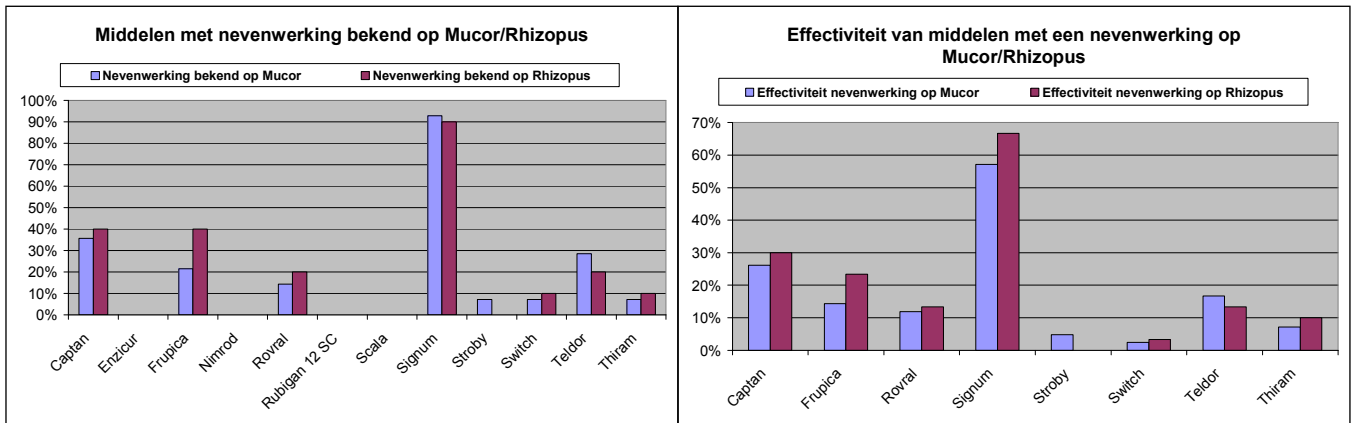
Hierbij wordt echter aangegeven dat dit geen garantie is voor het voorkomen van een *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. aantasting. Dit blijkt ook uit het feit dat er geen verband is geconstateerd tussen de bedrijven met en zonder klachten en hun bedrijfsvoering rondom *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. Bedrijven die geen maatregelen treffen geven aan geen problemen met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. te hebben, terwijl er bedrijven met klachten zijn die de nodige inspanningen leveren ter preventie van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. Meestal wordt een aantasting in verband gebracht met de op dat moment heersende (klimaat)omstandigheden in combinatie met mogelijke gevolgen voortkomend uit het achter liggen op de oogstplanning.

Over het algemeen is de ervaring dat wanneer er éénmaal een besmetting met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. is aangetroffen, deze aantasting niet eenvoudig te beheersen is. De curatieve inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen en het verscherpen van de werkhygiëne (het verwijderen van aangetaste vruchten) zijn de meest aangewende methoden om een besmetting te beheersen. Na de teelt alle gewasresten verwijderen en alle opstanden en teeltgoten goed reinigen/ontsmetten is voldoende om een nieuwe teelt ‘schoon’ te starten, volgens de respondenten.

10.4 Fungiciden en *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp.

De antwoorden op de vraag van welke fungiciden die in de aardbeienteelt zijn toegelaten een nevenwerking bekend is bij de respondenten zijn weergegeven in figuur 11.3. In deze figuur is rechts per fungicide het percentage respondenten weergegeven wat een nevenwerking kent/verondersteld van het middel. Voor *Mucor* spp. is dit het percentage van 14 respondenten die deze vraag beantwoord hebben, voor *Rhizopus* spp. is dit het percentage van 10 respondenten.

Links in de figuur is de effectiviteit van de fungiciden weergegeven op basis van de scores die de respondenten hebben gegeven aan de mate van nevenwerking van de diverse fungiciden. Hierbij was 0 geen nevenwerking en 3 een goede nevenwerking. In de tabel is de effectiviteit uitgedrukt als percentage van de maximaal haalbare score, welke voor *Mucor* spp. lag op 42 en voor *Rhizopus* spp. op 30.



Figuur 11.3: Inventarisatie nevenwerking fungiciden en de effectiviteit van de nevenwerking.

Uit figuur 11.3 blijkt dat bij 90% van de respondenten een nevenwerking van het middel Signum bekend is op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. welke in vergelijking met de andere fungiciden het meest effectief is volgens de respondenten. Aan de fungiciden Captan, Frupica, Rovral en Teldor wordt een matig effectieve nevenwerking toegedicht door de respondenten. Volgens enkele respondenten bezitten de fungiciden Stroby, Switch en Thiram een nevenwerking tegen *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. Van de fungiciden Enzicur, Nimrod, Rubigan SC 12 en Scala is bij de respondenten geen nevenwerking tegen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. bekend.

Op de vraag of de fungicide Eupareen, waarvan de toelating in 2007 is ingetrokken, een nevenwerking kende op *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. gaven 11 respondenten (85%), van de 13 respondenten die deze vraag hebben beantwoord, aan een nevenwerking te kennen van Eupareen. De effectiviteit van Eupareen wordt door de respondenten beoordeeld op 72%, hiermee is de veronderstelde nevenwerking van Eupareen gelijkwaardig aan de veronderstelde nevenwerking van Signum.

Op de vraag of de respondenten, behalve Eupareen nog andere niet meer toegelaten fungiciden met een nevenwerking kende gaf één respondent als antwoord de fungicide Benlate.

Samenvattend

De respondenten kennen de fungicide Signum de meest effectieve nevenwerking toe op *Mucor* spp en *Rhizopus* spp. Daarnaast wordt verondersteld dat de nevenwerking van het inmiddels niet meer toegelaten middel Eupareen even effectief was in vergelijking met Signum. Bij de fungiciden Captan, Frupica, Rovral en Teldor wordt een matig effectieve nevenwerking verondersteld.

11 Conclusies en discussie resultaten Enquête

Op basis van de resultaten uit de enquête zijn de volgende conclusies en constatering opgesteld.

Afzet

- 38% van de respondenten geeft aan ooit klachten over *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. te hebben ontvangen vanuit hun afzetorganisatie.
- Deze klachten kwamen voor in nagenoeg alle teelttype dus zowel in de vollegrond als op substraat en zowel in onbedekte als bedekte teelten.
- Als reden voor de problemen worden voornamelijk de op dat moment heersende (extreme) warme omstandigheden genoemd in combinatie met hoge luchtvochtigheid/regen, en/of (over)rijpe/zwakkere vruchten.

Deze antwoorden geven aan dat problemen met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de afzet gedurende het hele jaar en in elke teeltwijze voor kunnen komen. Problemen treden voornamelijk op onder bepaalde klimaat /weersomstandigheden in bepaalde perioden van het jaar. Aangezien ongeveer 4 op de 10 telers de afgelopen drie jaar een klacht hebben ontvangen dient het voorkomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. een belangrijk aandachtspunt in de bedrijfsvoering te zijn/worden.

Symptoomherkenning & symptoomontwikkeling

- In vergelijking met *Botrytis cinerea*, waarvan vrijwel alle telers de symptomen herkennen, zijn de symptomen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. minder bekend onder de telers. Ter illustratie de symptomen van beide schimmels zijn bij de beantwoording van de enquête meerdere malen met elkaar verward.
- De sporenverspreiding geschiedt voornamelijk door mensen die in het gewas werken zo is vrij algemeen aangegeven door de respondenten. Via wind, insecten, (regen)water en de sapstroom van de plant kunnen de sporen ook verspreid worden.
- Wat betreft het moment en het risico op een infectie en/of een aantasting van vruchten blijken verschillende gedachte te bestaan tussen de telers. De indruk bestaat dat een gedeelte van de telers van mening is dat de ontwikkeling van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. grotendeels overeenkomstig is aan de ontwikkeling van *Botrytis cinerea*. Aan de andere kant geeft een deel van de telers aan dat de ontwikkeling van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. niet zonder meer te vergelijken is met de ontwikkeling van *Botrytis cinerea*.

Wat betreft de sporenverspreiding, de symptoomherkenning en de ontwikkeling van het ziektebeeld bij van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. bestaan er bij de telers een minder helder beeld in vergelijking met *Botrytis cinerea*. Verspreiding van de resultaten uit het literatuuronderzoek waarbij nadruk wordt gelegd op de verschillen en overeenkomsten in de sporenverspreiding, de symptoomherkenning en de ontwikkeling van het ziektebeeld tussen *Mucor* spp./*Rhizopus* spp. lijkt zinvol om de telers hierover te informeren.

Bedrijfsvoering:

- “Beter voorkomen dan genezen” lijkt de algemene gedachte te zijn over de wijze waarop omgegaan dient te worden met *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. in de bedrijfsvoering. Wanneer een aantasting aanwezig is, is het niet eenvoudig deze te beperken is de ervaring.
- Echter 25% van de bedrijven geeft aan geen specifieke maatregelen te treffen om *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. te voorkomen en/of te beheersen
- De overige 75% van de bedrijven geeft aan in meer of mindere mate preventieve en/of curatieve maatregelen te treffen om een aantasting van *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. te voorkomen of te beheersen. Deze maatregelen worden zowel voor, tijdens als na de teelt uitgevoerd.
- Er is geen relatie gevonden tussen de verschillen in de bedrijfsvoering wat betreft het voorkomen/beheersen van *Mucor* spp./*Rhizopus* spp. en de aantasting op deze bedrijven. Er zijn bedrijven die problemen hebben gekend met een aantasting van *Mucor* spp. terwijl deze aangeven zowel preventief als curatief maatregelen te treffen ter voorkoming van een aantasting. Aan de andere kant zijn er ook bedrijven die geen aantasting hebben terwijl zij geen specifieke aandacht besteden om een aantasting te voorkomen.
- Zoals eerder genoemd wordt bij een aantasting vaak gewezen op de factor klimaat; problemen doen zich het vaakst voor onder warme, vochtige omstandigheden eventueel in combinatie met (over)rijpe, zwakke vruchten. De genomen of te nemen maatregelen lijken onder deze omstandigheden een beperkt effect te hebben.

Zoals blijkt is geen verband te leggen tussen de bedrijfsvoering en de aantasting op individuele bedrijven. Enerzijds heeft dit te maken hebben met het feit dat elke teler een eigen bedrijfsvoering heeft en daarmee in zijn ogen wel/niet voldoende maatregelen treft ter preventie van een aantasting. Anderzijds is het mogelijk dat klimatologische en/of teelttechnische oorzaken de basis zijn welke een aantasting kunnen veroorzaken, ondanks er de nodige preventieve maatregelen zijn getroffen. Wanneer problemen met *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. op individuele bedrijven toeneemt, is het van belang om de bedrijfsvoering kritisch door te nemen met collega-telers en/of een adviseur. Wanneer de problemen toenemen in de gehele keten is het zinvol om verder onderzoek te doen naar het ontstaan van de problemen in het productieproces in relatie tot het klimaat en de teelttechniek gedurende het productieproces.

Fungiciden:

- Van de huidig toegelaten fungiciden wordt aan Signum de meest effectieve nevenwerking toegedicht door telers, aan de fungiciden Captan, Frupica, Rovral en Teldor wordt een matig effectieve nevenwerking toegekend.
- Aan de fungicide Eupareen, waarvan de toelating in 2007 is ingetrokken, wordt een nevenwerking toegedicht die wat effectiviteit betreft vergelijkbaar is met Signum.
- Bij de inzet van preventieve chemische maatregelen wordt voornamelijk Signum ingezet eventueel aangevuld met Frupica of Teldor en een enkele keer Switch.
- Bij de inzet van curatieve chemische maatregelen wordt voornamelijk gebruikt gemaakt van Signum, Frupica en Teldor, eventueel aangevuld met Rovral.
- Eupareen werd voorheen veelal toegepast ter preventie en ter beheersing van een aantasting.

Van een behoorlijk aantal in de aardbeienteelt toegelaten fungiciden is bij telers een (matige, redelijke of goede) nevenwerking bekend tegen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp.

Deze middelen worden normalerwijze al ingezet voor de bestrijding van *Botrytis cinerea* of echte meeldauw. Op deze wijze wordt mogelijk verondersteld dat er tegen een eventuele *Mucor* spp. en/of *Rhizopus* spp. aantasting voldoende maatregelen zijn getroffen vanwege de nevenwerking van de ingezette fungiciden. Desondanks komen *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. aantastingen voor in diverse teelten waardoor de vraag ontstaat hoe effectief de fungiciden daadwerkelijk zijn bij de bestrijding van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Het uitvoeren van een aantal effectiviteittoetsen met de verschillende middelen kan aangeven in welke mate fungiciden kunnen bijdragen aan het beheersen een mogelijke van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. aantasting.

12 Aanbevelingen

Op basis van de informatie uit het literatuuronderzoek, de resultaten van de gehouden enquête en de hieruit opgestelde conclusies en theorieën worden de volgende aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek en kennisverspreiding rondom *Mucor* spp en *Rhizopus* spp.

Ten eerste is het van belang dat de sector voorgelicht wordt en blijft over de oorzaken, de symptomen en de beheersmaatregelen van *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. Deze rapportage kan hierbij als basis, achtergrondinformatie dienen om de kennis rondom *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. te verspreiden.

Op basis van de verzamelde informatie over de oorzaken en de mogelijke beheersmaatregelen is het aan te bevelen om bij toenemende problemen rondom *Mucor* spp. en *Rhizopus* spp. verder praktijkonderzoek uit te voeren. Een drietal onderzoeksonderwerpen voor verder praktijkonderzoek zijn:

- *Mucor* spp./*Rhizopus* spp. aantastingen in relatie tot bedrijfsvoering;
- Relatie klimaatsomstandigheden en *Mucor* spp. / *Rhizopus* spp. aantasting;
- Gewasvitaliteit in relatie tot *Mucor* spp./*Rhizopus* spp.;
- Vaststellen en vergelijken effectiviteit nevenwerking fungiciden.

Bijlage 1 Vragenlijst

Enquête “*Mucor / Rhizopus* problemen in de keten”

voorjaar 2008

Beste aardbeienteler,

Onderstaande enquête bestaat uit een vijftal onderdelen namelijk:

- Algemene vragen bedrijfskenmerken;
- Algemene vragen over *Mucor* en *Rhizopus*;
- Fungiciden en *Mucor / Rhizopus*;
- Bedrijfsvoering en *Mucor / Rhizopus*;
- Afzet en *Mucor / Rhizopus*.

In totaal omvat de enquête 23 vragen welke in ongeveer 15– 20 minuten beantwoord kunnen worden. Houdt u bij het antwoorden van de enquête er rekening mee dat een aantal vragen in het algemeen gesteld worden waarbij geen onderscheid gemaakt wordt tussen de verschillende teeltwijzen waarin aardbeien geteeld worden. Indien u bij vragen specifieke opmerkingen/ideeën heeft omtrent het onderwerp van de vraag in relatie tot bepaalde teeltsystemen dan kunt u dit bij de betreffende vraag invullen.

Succes met het invullen van deze enquête, en onze dank voor het meewerken aan deze enquête.

Algemene vragen bedrijfskenmerken:

1. Heeft u een gespecialiseerd (bv. alleen glas/ stelling / vollegrondsteelt) of een gemengd (bv. zowel tunnel / stelling en vollegrondsteelt) aardbeienbedrijf.

(aankruisen wat van toepassing is)

- ☐ Gespecialiseerd bedrijf
- ☐ Gemengd bedrijf

2. Geef hieronder aan welke teelttype inclusief arealen op uw bedrijf aardbeien worden geteeld? (aankruisen wat van toepassing is)

<u>Teelttype</u>	<u>Areaal</u>
☐ Glas – verwarmd	
☐ Glas – koud	
☐ Tunnel – verwarmd	
☐ Tunnel – koud	
☐ Stellingteelt – bedekt	
☐ Stellingteelt – onbedekt	
☐ Vollegrond – normaalteelt	
☐ Vollegrond – gekoelde teelt	
☐ Vollegrond – wandeltunnels	
☐ Anders namelijk:	
.....	

Algemene vragen over *Mucor / Rhizopus*

3. Beschrijf de ontwikkeling en symptomen van *Mucor* en *Rhizopus*, betrek s.v.p. de overeenkomsten en verschillen tussen *Mucor* en *Rhizopus* hierin?

4. Beschrijf onder welke omstandigheden *Mucor* / *Rhizopus* zich kunnen ontwikkelen, geef hierbij ook de 'meest optimale' omstandigheden bij aan

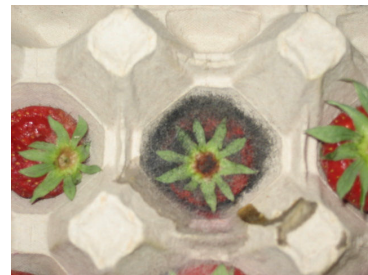
5. Herkent u de genoemde vruchtrotschimmel bij de op de foto getoonde symptomen / schadebeelden? (aankruisen wat van toepassing is)

MUCOR

- ☐ Ja
☐ Nee
☐ Weet niet

BOTRITYS

- ☐ Ja
☐ Nee
☐ Weet niet

RHIZOPUS

- ☐ Ja
☐ Nee
☐ Weet niet

6. Geef met 'Ja' aan op welke momenten in de teelt / afzet van aardbeien volgens u planten/bloemen/vruchten geïnfecteerd (= het 'besmet' raken met schimmelsporen) worden door *Mucor* of *Rhizopus*?
 Geef, indien Ja ingevuld, vervolgens met een cijfer 1-3 aan hoe groot de infectiekans is bij de betreffende fase. Waarbij 1 = kleine infectiekans, 2 = matige infectiekans, 3= grote infectiekans. (aankruisen of omcirkelen wat volgens u van toepassing is)

Is infectie mogelijk tijdens:

- de 'weggroei na planten
- de bloei
- het uitgroeien van vruchten
- het rijpen van vruchten
- de oogst / verwerking
- het transport

Infectiekans *Mucor*

- ☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3

Infectiekans *Rhizopus*

- ☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3
☐ Ja 1 2 3

- de bewaring in de koelcel ☐ Ja 1 2 3 ☐ Ja 1 2 3

7. Geef met 'Ja' aan op welke momenten in de teelt / afzet van aardbeien volgens u planten/bloemen/vruchten aangetast (= vertonen van symptomen) worden door *Mucor* of *Rhizopus*?

Geef, indien 'Ja' ingevuld, vervolgens met een cijfer 1-3 aan hoe groot de aantastingskans is bij de betreffende fase. Waarbij 1 = kleine aantastingskans, 2 = matige aantastingskans, 3 = grote aantastingskans. (aankruisen of omcirkelen wat volgens u van toepassing is)

<u>Is aantasting mogelijk tijdens:</u>	<u>Aantastingskans <i>Mucor</i></u>	<u>Aantastingskans <i>Rhizopus</i></u>
➤ de 'weggroei na planten	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ de bloei	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ het uitgroeien van vruchten	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ het rijpen van vruchten	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ de oogst / verwerking	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ het transport	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ de bewaring in de koelcel	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3

8. Geef met Ja/Nee aan op welke wijze bij *Mucor* en *Rhizopus* de sporenverspreiding volgens u plaats kan vinden? (aankruisen wat van toepassing is)

Sporenverspreiding is mogelijk:

- | | |
|--|--|
| ➤ Via insecten/vliegen | ☐ Ja ☐ Nee |
| ➤ Via wind, luchtstroming | ☐ Ja ☐ Nee |
| ➤ Via de sapstroom van de plant | ☐ Ja ☐ Nee |
| ➤ Via mensen (arbeidshandelingen) | ☐ Ja ☐ Nee |
| ➤ Via contact ('schuren') tussen bladeren/vruchten | ☐ Ja ☐ Nee |
| ➤ Anders namelijk: _____ | |

Fungiciden en *Mucor* / *Rhizopus*

9. Geef bij onderstaande opsomming van in de aardbeienteelt toegelaten gewasbeschermingsmiddelen aan of deze bij u weten (op basis van ervaring of advies) een nevenwerking heeft tegen *Mucor* en/of *Rhizopus*? Geef van de middelen waarbij u een nevenwerking kent/verwacht aan in welke mate het middel een neveneffect heeft. Waarbij 1 = beperkte nevenwerking, 2 = matige nevenwerking, 3 = goede nevenwerking. (aankruisen of omcirkelen wat van toepassing is)

<u>Fungicide</u>	<u>Nevenwerking op <i>Mucor</i></u>	<u>Nevenwerking op <i>Rhizopus</i></u>
➤ Captan	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3
➤ Enzicur	☐ Ja 1 2 3	☐ Ja 1 2 3

➤ Frupica	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Nimrod	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Rovral	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Rubigan 12 SC	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Scala	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Signum	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Strobby	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Switch	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Teldor	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3
➤ Thiram	☐ Ja	1	2	3	☐ Ja	1	2	3

10. Is bij u bekend of het middel Eupareen (toelating ingetrokken in 2007) een nevenwerking had tegen *Mucor* of *Rhizopus*? Indien Eupareen volgens u een nevenwerking bezit geeft u dan aan in welke mate het middel een nevenwerking bezat. Waarbij 1 = beperkte nevenwerking, 2 = matige nevenwerking, 3 = goede nevenwerking. (aankruisen of omcirkelen wat van toepassing is)

- Nevenwerking Eupareen op *Mucor* ☐ Nee ☐ Ja 1 2 3
- Nevenwerking Eupareen op *Rhizopus* ☐ Nee ☐ Ja 1 2 3

11. Zijn er bij u fungiciden bekend met een nevenwerking op *Mucor* of *Rhizopus* die een toelating in de aardbeienteelt hebben gehad in de periode 2002 – 2005? Zo ja, welke middelen zijn dit en in welke mate hadden deze middelen een nevenwerking tegen middelen. (aankruisen wat van toepassing is)

☐ Nee, geen fungiciden bekend met nevenwerking tegen *Mucor* of *Rhizopus*.

☐ Ja, fungiciden bekend met nevenwerking tegen *Mucor* of *Rhizopus* te weten:

➤ Naam fungicide: _____

Nevenwerking op: *Mucor* ☐ Ja ☐ Nee Mate van nevenwerking: 1 2 3

Nevenwerking op: *Rhizopus* ☐ Ja ☐ Nee Mate van nevenwerking: 1 2 3

➤ Naam fungicide: _____

Nevenwerking op: *Mucor* ☐ Ja ☐ Nee Mate van nevenwerking: 1 2 3

Nevenwerking op: *Rhizopus* ☐ Ja ☐ Nee Mate van nevenwerking: 1 2 3

Bedrijfsvoering en *Mucor* / *Rhizopus*

12. Op welke wijze gaat u om met *Mucor* / *Rhizopus* in uw bedrijfsvoering?

(aankruisen wat van toepassing is, en bijbehorende vraag beantwoorden, **meerdere antwoorden mogelijk!**)

- ☐ Geen speciale acties / aandacht wat betreft *Mucor* / *Rhizopus* in de bedrijfsvoering
(ga verder met vraag 16)
- ☐ Inzet van chemische middelen / fungiciden bij signalering van aantasting *Mucor* / *Rhizopus*, ofwel 'curatieve' bestrijding (beantwoord vraag 13)
- ☐ Preventieve inzet van chemische middelen / fungiciden om aantasting van *Mucor* / *Rhizopus* te voorkomen. (beantwoord vraag 14)
- ☐ Verscherpen van de werkhygiëne wanneer aantasting van *Mucor* / *Rhizopus* is waargenomen. (beantwoord vraag 15)
- ☐ Anders, namelijk: _____
- _____
- _____

13. Welke middelen zet uw curatief in wanneer u een *Mucor* en/of *Rhizopus* aantasting hebt waargenomen?

14. Beschrijf kort welke middelen en op welke wijze (toepassing in teeltfase, en aantal toepassingen) u chemische middelen preventief inzet om *Mucor* / *Rhizopus* te voorkomen.

15. Beschrijf kort uit welke acties het verscherpen van de werkhygiëne bestaat wanneer een *Mucor* / *Rhizopus* aantasting is waargenomen.

16. In hoeverre wordt op uw bedrijf een vooraf opgestelde oogstplanning gehanteerd? In hoeverre wordt volgens deze planning geoogst; ofwel loopt u nooit, soms, regelmatig of altijd achter op u 'oogstplanning'. (aankruisen wat van toepassing is)

- ☐ Nooit achter op oogstplanning
- ☐ Soms achter op oogstplanning
- ☐ Regelmatig achter op oogstplanning
- ☐ Altijd achter op oogstplanning
- ☐ Anders namelijk: _____

17. Worden gedurende de oogst 'slechte' vruchten ('smetterige' / overrijpe vruchten) consequent 'geoogst' en als afval van de percelen / uit de kassen verwijderd? (aankruisen wat van toepassing is)

- ☐ Nee, deze vruchten worden nooit 'geoogst'
- ☐ Nee, deze vruchten worden wel eens 'geoogst', maar niet consequent.
- ☐ Deze vruchten worden alleen 'geoogst' als bepaalde omstandigheden dit noodzakelijk maken.
- ☐ Deze vruchten worden over het algemeen 'geoogst', maar er wordt niet specifiek opgelet.
- ☐ Ja, deze vruchten worden consequent 'geoogst', er wordt (extra) aandacht aan besteed tijdens de oogst.
- ☐ Anders, namelijk: _____

Deze vraag alleen beantwoorden als u vollegrondsaardbeien teelt!

18. Beschrijf kort welke acties u uitvoert ten aanzien van schoon en hygiënisch werken voor, tijdens en na de teelt. Denk hierbij aan het ontsmetten van percelen / productiemiddelen, omgang met personeel, afvoer van gewasresten etcetera.

Acties voor de teelt: _____

Acties gedurende de teelt: _____

Acties na de teelt: _____

Deze vraag alleen beantwoorden als u glas-, tunnel- of stellingaardbeien teelt!

19. Beschrijf kort welke acties u uitvoert ten aanzien van schoon en hygiënisch werken voor, tijdens en na de teelt. Denk hierbij aan het ontsmetten van opstanden/productiemiddelen, omgang met personeel, afvoer van gewasresten etcetera.

Acties voor de teelt: _____

Acties gedurende de teelt: _____

Acties na de teelt: _____

Afzet en *Mucor* / *Rhizopus*

20. Heeft u de afgelopen jaren (2005, 2006 en/of 2007) vanuit u afzetorganisatie specifieke klachten gehad over *Mucor* / *Rhizopus* in door u aangeleverde partijen aardbeien? (aankruisen wat van toepassing is)

- ☐ Nee (ga verder met vraag 23)
- ☐ Ja (beantwoord vraag 21 & 22)

21. Geef, indien mogelijk, in onderstaand schema aan in welke jaren en in welke teeltwijze u klachten heeft ontvangen over *Mucor* en/of *Rhizopus* van uw afzetorganisatie.

<u>Teelttype</u>	<u>Klachten over <i>Mucor</i> / <i>Rhizopus</i> gehad in:</u>		
	2005	2006	2007
➤ Glas – verwarmd	☐	☐	☐
➤ Glas – koud	☐	☐	☐
➤ Tunnel – verwarmd	☐	☐	☐
➤ Tunnel – koud	☐	☐	☐
➤ Stellingteelt – bedekt	☐	☐	☐
➤ Stellingteelt – onbedekt	☐	☐	☐
Vollegrond – normaalteelt	☐	☐	☐
➤ Vollegrond – gekoelde teelt	☐	☐	☐
➤ Vollegrond – wandeltunnels	☐	☐	☐
➤ Anders namelijk:			
.....	☐	☐	☐
.....	☐	☐	☐

22. Beschrijf kort, indien mogelijk, waardoor in betreffende jaren en teeltwijze een aantasting van *Mucor* / *Rhizopus* volgens u is ontstaan in de betreffende partij aardbeien?

Overige opmerkingen/meningen wat betreft *Mucor* / *Rhizopus* in de aardbeienketen

23. Hieronder bestaat de mogelijkheid om u opmerkingen / mening over de schimmelziekten *Mucor* / *Rhizopus* in de aardbeienketen te beschrijven. Hierbij kunnen zaken aan de orde komen die niet in de enquête zijn opgenomen alsmede u idee de mogelijke schade die deze schimmelziekten kunnen veroorzaken.

Bijlage 2 Respons naar bedrijfstype en teelttype

Indeling respons naar bedrijfstype en teelttype op basis vraag 1 & 2.

RESPONDENT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAAL
Indeling naar bedrijfstype																	
Gespecialiseerd						X					X	X				X	4
Gemengd		X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X		11
Onbekend	X																1
Indeling naar teelttype																	
Substraatteelt		X	X	X		X		X			X	X					7
Vollegrondteelt													X	X	X	X	4
Beide					X		X		X	X							4
Onbekend	X																1
Indeling naar areaal teelttype (in m2)																	
Glas – verwarmd		9650	6000			5000	6400				8500	19000					54.550
Glas – koud																	0
Tunnel – verwarmd					4500												4.500
Tunnel – koud				1400	6500			450	1300								9.650
Stellingteelt – bedekt						9500		2100									11.600
Stellingteelt – onbedekt		6000	22500	7500													36.000
Vollegrond – normaalteelt							2500						8000		12000	10000	32.500
Vollegrond – gekoelde teelt					70000		15000		22500				60000	80000	80000	110000	437.500
Vollegrond – wandeltunnels														7000		20000	27.000
Anders namelijk:																	0