



# Bronnenonderzoek *Leucocoprinus birnbaumii*

Fase A

Daniël Ludeking<sup>1</sup>, Roel Hamelink<sup>1</sup>, Johan Baars<sup>2</sup> <sup>1</sup> Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk <sup>2</sup> Plant Research International, Wageningen



## Referaat

Bij de teelt van potplanten wordt op vaak onverklaarbare wijze een plotseling groei van schimmelpuis of vruchtlichamen en paddenstoelen in het substraat waargenomen. De overmatige groei van schimmelpuis wordt veroorzaakt door de goudgele plooiparasol, *Leucocoprinus birnbaumii*. Ook andere soorten uit het genus worden waargenomen gedurende de teelt. De schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* behoort tot de familie *Agaricaceae*. Tot deze grote familie behoren ook de bekende champignon (*Agaricus bisporus*) en inktzwammen (*Coprinus* soorten). In dit onderzoek is een bronnenonderzoek uitgevoerd op praktijkbedrijven waarbij de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* in drainwater, in grondresten bij de oppotmachine en in jong plantmateriaal werd aangetoond.

In de literatuur zijn er aanknopingspunten gevonden voor het ontwikkelen van niet-chemische beheersstrategieën van de schimmel. Bijvoorbeeld sturing met CO<sub>2</sub> om de groei en de vorming van primordia van paddenstoelen te remmen. Ook kunnen isolaten van biologische bestrijders uit de praktijk en isolaten uit de champignonteelt van *Trichoderma* soorten worden getest op hun onderdrukkend effect tegen *L. birnbaumii*. Hierbij kan tevens gebruik worden gemaakt van bacteriële antagonisten.

## Abstract

During the cultivation of pot plants a rapid development of yellow mycelial growth and fruiting bodies can appear in the substrate. This explosive development of fungal mycelium is caused by the fungus *Leucocoprinus birnbaumii*. Also other species of this genus can occur in the substrate. This fungus belongs to the genus of *Agaricaceae*. The well-known fungi *Agaricus bisporus* and *Coprinus spp.* belong to this genus as well. During this research there has been searched for inoculum sources of this fungi at commercial greenhouses. The fungus, *Leucocoprinus birnbaumii* was detected in water, on the potting machine and in young plant material. From literature new leads were found that can be used in developing pesticide free control strategies. For example, testing the potential effect of CO<sub>2</sub> to inhibit the growth and development of primordia. Towards biological control agents, bacterial control agents could be interesting. Together with isolates of *Trichoderma* species from commercial greenhouses and from the cultivation of mushrooms.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, business unit Wageningen UR Glastuinbouw (hierna: "Wageningen UR Glastuinbouw"). Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO. DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

## Wageningen UR Glastuinbouw

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

# Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Leucocoprinus birnbaumii	7
	1.1 Beschrijving en levenswijze	8
	1.2 Waardplanten	9
	1.3 Schade	10
	1.4 Bestrijding en hygiëne	10
2	Bronnenonderzoek naar <b>Leucocoprinus birnbaumii</b> in de praktijk	11
	2.1 Opzet	11
	2.2 Voorkweek submonsters	12
	2.3 Situatie bij telers	12
	2.3.1 Teler 1	12
	2.3.2 Teler 2	12
	2.3.3 Teler 3	13
	2.4 Resultaten bemonstering	13
	2.4.1 Teler 1, bedrijf 1, Phalaenopsis	13
	2.4.2 Teler 1, bedrijf 2, Phalaenopsis	14
	2.4.3 Teler 2, Succulenten	14
	2.4.4 Teler 3, Succulenten en cacti	14
	2.5 Analyse van 50 substraatmonsters van verschillende herkomsten en leveranciers door RHP	15
	2.6 Conclusies bronnenonderzoek	16
3	Voorstellen voor aanpak Leucocoprinus birnbaumii naar aanleiding van bestaande kennis	17
	3.1 Teelt van champignon	17
	3.2 Ziekten bij de paddenstoelenteelt en potentie voor de toepassing tegen L. birnbaumii	17
	3.2.1 Insecten en mijten	17
	3.2.2 Virusziekten	17
	3.2.3 Bacteriën	18
	3.2.4 Schimmels	18
	3.3 CO <sub>2</sub>	19
	3.4 Licht	20
	3.5 Vocht en temperatuur	20
	3.6 Andere factoren	20
4	Aanbevelingen en aanknopingspunten voor fase B	21
5	Literatuur	23



# Samenvatting

Bij de teelt van potplanten wordt op vaak onverklaarbare wijze een plotseling groei van schimmelpuis of vruchtlichamen en paddenstoelen waargenomen. De in het teeltmedium gebruikte materialen, waaronder gemalen boomschors zijn niet steriel of hebben een tropische herkomst (kokos). In het substraat zijn daarom van nature schimmels en andere organismen aanwezig. De teelt van potplanten heeft vooral te maken met de overmatige groei van de schimmel de goudgele plooiparasol, *Leucocoprinus birnbaumii*. Ook andere soorten uit het genus worden waargenomen gedurende de teelt. Vaak komen de schimmels in onvoorspelbare vluchten die niet afhankelijk lijken te zijn van weer, instralingsniveau of andere omgevingsfactoren.

De schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* behoort tot het genus *Leucocoprinus* en de familie *Agaricaceae*. Tot deze grote familie behoren ook de bekende champignon (*Agaricus bisporus*) en inktzwammen (*Coprinus*). Vooral de goudgele plooiparasol zoals de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* genoemd wordt, komt het meeste voor bij potplanten. Ook de roze/paarse lilakorrelige plooiparasol *Leucocoprinus lilacinogranulosus* of de bruinige spikkelplooiparasol (*Leucocoprinus brebissonii*) wordt regelmatig waargenomen op substraten in potten.

Uit het bronnenonderzoek blijkt dat de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* in het drainwater, in substraat bij de oppotmachine en in jong plantmateriaal werd aangetoond. De Stichting RHP heeft 50 substraatmonsters van verschillende herkomsten (oa. kokosproducten, tuinturf en witveen) en leveranciers onderzocht met een DNA test op de aanwezigheid van *Leucocoprinus* spp. en specifiek op *Leucocoprinus birnbaumii*. Alleen het monster van de potgrond met een zichtbare aanwezigheid van de schimmel reageerde positief. In de andere monsters werd, zelfs na een extra incubatieperiode bij laboratoriumtemperatuur, geen *Leucocoprinus* aangetroffen. Bij een lage besmettingsgraad van het substraat is de detectiekans heel klein en niet-zichtbare infecties blijven met deze moleculaire methode lastig op te sporen. Hierdoor zijn er geen uitspraken te doen of de onderzochte monsters ook daadwerkelijk vrij waren van sporen of dat de sporendruk zich onder de detectiegrens bevond.

Aanbevelingen om besmetting op het bedrijf tegen te gaan zijn onder meer het uitvoeren van een ingangscntrole van substraten, regelmatig reinigen van gebruikte (oppot)machines en ander materieel, en toepassen van waterontsmetting.

In de literatuur zijn er aanknopingspunten gevonden voor het ontwikkelen van niet-chemische beheersstrategieën van de schimmel in de teelt van succulenten, potplanten en Phalaenopsis. Bijvoorbeeld sturing met CO<sub>2</sub> om de groei en de vorming van primordia van paddenstoelen te remmen. Ook kunnen isolaten van biologische bestrijders uit de praktijk en isolaten uit de champignonteelt van *Trichoderma* soorten worden getest op hun onderdrukkend effect tegen *L. birnbaumii*. Hierbij kan tevens gebruik worden gemaakt van bacteriële antagonisten.



# 1 *Leucocoprinus birnbaumii*

Bij de teelt van potplanten wordt op vaak onverklaarbare wijze een plotseling groei van schimmelpuis of vruchtlichamen en paddenstoelen waargenomen. De in het teeltmedium gebruikte materialen, waaronder gemalen boomschors zijn niet steriel of hebben een tropische herkomst (kokos). In het substraat zijn daarom van nature schimmels en andere organismen aanwezig. De teelt van potplanten heeft vooral te maken met de overmatige groei van de schimmel de goudgele plooiparasol, *Leucocoprinus birnbaumii*. Ook andere soorten uit het geslacht worden waargenomen gedurende de teelt. Vaak komen de schimmels in onvoorspelbare vluchten voor die niet afhankelijk lijken te zijn van weer, instralingsniveau of andere omgevingsfactoren.



Figuur 1.1: Duizenden primordia van *Leucocoprinus birnbaumii* in de pot van Aloë. (Foto Wageningen UR Glastuinbouw)

Figuur 1.2: Paddenstoel (vruchtlichaam van *L. birnbaumii*) bij Aloë (Foto Wageningen UR Glastuinbouw)

De schade die telers van groene planten, succulenten en orchideeën kunnen ondervinden door aanwezigheid van deze schimmel is groot. *Phalaenopsis* wordt geteeld in doorzichtige potten, dit betekent dat er eenvoudig is waar te nemen wat er in de pot gebeurt. Bij een aantasting door de schimmel ontstaan schimmelpuis en primordia en paddenstoelen. Primordia zijn de gele bolletjes tussen het substraat ofwel klompjes schimmeldraden (mycelium) waaruit zich een paddenstoel kan ontwikkelen (Figuur 1.1. en 1.2). Ook voor de consument is de schimmelgroei zichtbaar. Dit heeft in de praktijk klachten uit handel of van de eindafnemer als gevolg. De schade is bij *Phalaenopsis* vooral cosmetisch van aard, de planten zijn vitaal, maar de afsplitsing van nieuwe bladparen kan wel iets trager verlopen. Daarnaast wordt bij andere potplantenteelten, vooral succulenten en groene potplanten groeiremming waargenomen. De schimmel kapselt het substraat in, doordat de schimmeldraden, het mycelium, het substraat overgroeit en inkapselt, waardoor het substraat geen vocht meer vasthoudt (Figuur 1.3. en 1.4). Het gevolg is dat het substraat gedeeltelijk of geheel hydrofoob (waterafstotend) wordt en minder vocht vast kan houden, waardoor de wortels van de planten minder water kunnen opnemen. Vooral bij de teelt van succulenten ligt daar het grote probleem. Na een lange periode van droge condities neemt het substraat geen of nauwelijks vocht meer op wat kan leiden tot enorme groeistagnatie en waardoor de teeltduur verlengd wordt. Doordat er nauwelijks of geen directe interactie met de plant is, wordt de schimmel niet als ziekteverwekkende schimmel beschouwd.

De schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* behoort tot het genus *Leucocoprinus* en de familie *Agaricaceae*. Tot deze grote familie behoren ook de bekende champignon (*Agaricus bisporus*) en inktzwammen (*Coprinus*). Vooral de goudgele plooiparasol zoals de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* genoemd wordt, komt het meeste voor bij potplanten. Ook de roze/paarse lilakorrelige plooiparasol *Leucocoprinus lilacinogranulosus* of de bruinige Spikkelplooiparasol (*Leucocoprinus brebissonii*) wordt regelmatig waargenomen op substraten in potten.



Figuur 1.3. en 1.4: Dicht net van mycelium waar waterdruppels opbliven staan. Medium is waterafstotend (Aloë) (Foto Wageningen UR Glastuinbouw)

## 1.1 Beschrijving en levenswijze

De schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer behoort taxonomisch tot de Basidiomyceten. De Basidiomyceten vormen samen met de Ascomyceten de hogere schimmels. Van de Basidiomyceten zijn ongeveer 30.000 soorten beschreven. Onder de Basidiomyceten vallen ook de schimmels die als vruchtlichaam een paddenstoel vormen (Agaricales). Deze vruchtlichamen zijn seksuele reproductieorganen waarin doorgaans enorme aantallen sporen worden gevormd. Deze groep van schimmels speelt een enorme rol in de afbraak van organisch materiaal de meeste soorten leven net als *Leucocoprinus* van organische stof zoals bladresten of afgestorven hout.

*Leucocoprinus* is saprofytisch, dat wil zeggen dat de schimmel leeft van dood organisch materiaal en heeft geen levende waardplant nodig om zijn levenscyclus te voltooien. De schimmel groeit onder warme condities en de paddenstoelen kunnen zich plotseling alleen of in groepjes openbaren. Niet alleen in de kas wordt *L. birnbaumii* waargenomen, in warme klimaatzones worden de paddenstoelen van de schimmel waargenomen in tuinen of bossen. De paddenstoelen worden dan vaak waargenomen in een verstoorde bodem (bijvoorbeeld aan de kant van een looppad of randrij). De schimmel groeit dan in de diepere strooisellaag en verteert daar lignine en cellulose.



Fig. 54. *Leucocoprinus brebissonii*.

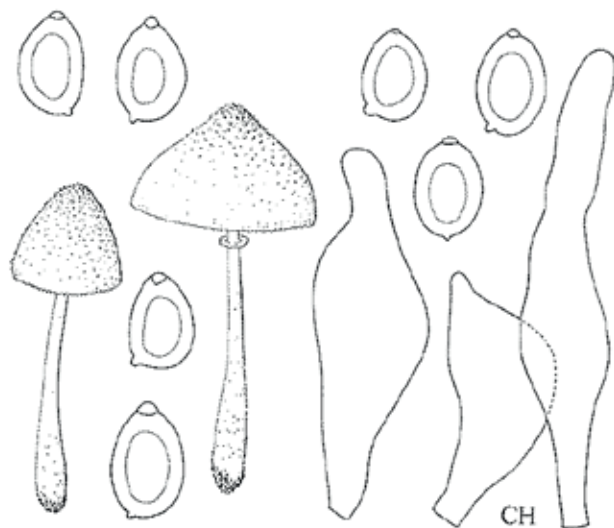
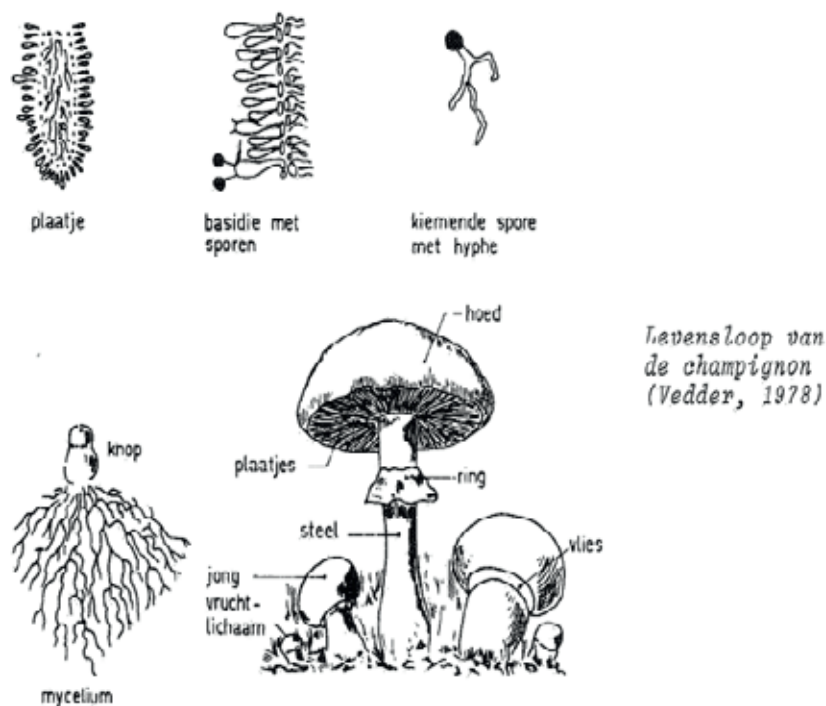


Fig. 52. *Leucocoprinus birnbaumii*.

Figuur 1. Figuur 1.5. en 1.6: Botanische tekeningen van *L. birnbaumii* en *L. brebissonii*. (Flora agaricina Neerlandica, Veilinga)



De steel van de paddenstoel kan tot 10 cm lang worden en 1-5 mm dik. De basis van de steel is opgezwollen en vaak enkele millimeters dikker dan de steel zelf. Op de steel is een kleine ring te zien die ook weer kan verdwijnen. De hoed kan 2-6 cm groot worden. Vaak ontvouwt de hoed zich in verschillende vormen. Eerst enigszins in een punt, klokvormig, in een later stadium rond en vlak. Kenmerkend is dat het centrum van de hoed vaak donkerder van kleur is. Het totale oppervlak van de hoed is korrelig, rafelig en stoffig van uiterlijk. De paddenstoel is smaak- en geurloos. De paddenstoel kan niet worden gegeten en kan ernstige darmklachten en diarree veroorzaken. *Leucocoprinus birnbaumii* heeft een onmiskenbare zwavelgele kleur (de kleurstoffen zijn zeer specifiek en worden Birnbaumin A en B genoemd, Bartsch *et al.* 1995). De sporenprint is wit. Sporen zelf zijn ovaal, met een dikke wand en een kiempore. Oorspronkelijk komt deze schimmel uit de tropen, maar is inmiddels wereldwijd gedistribueerd. Hoewel niet bewezen, is het aannemelijk dat dit met plantmateriaal en grond heeft plaats gevonden (Vellinga, 2001).



Figuur 1.5: Levenscyclus van een champignon (Vedder 1978)

De schimmel kan zich geslachtelijk en ongeslachtelijk vermeerderen. Dat wil zeggen delen van het mycelium kunnen verspreid worden met bijvoorbeeld gronddeeltjes of plantmateriaal en in een nieuw substraat uitgroeien. Ook kan de schimmel zich via sporen verspreiden. In het schema in Figuur 1.5. hierboven wordt deze route beschreven. In de praktijk wordt de route via sporen niet waargenomen. Telers geven aan dat ze deze vorm van verspreiding in het gewas niet kennen. De schimmel komt vaak wel in haarden voor maar er vindt geen of nauwelijks verspreiding plaats vanuit die haarden. Relaties tussen besmettingen in het gewas zijn vaak te verklaren door plantingen, werkzaamheden of sorteringen en lijken niet via sporen overdracht plaats te vinden.

## 1.2 Waardplanten

Van een waardplant is bij deze schimmel eigenlijk geen sprake; de schimmel heeft weinig tot geen interactie met de plant. Hij komt voor bij: *Zamioculcas*, Aloë, cactussoorten, *Bromeliaceae* en andere succulenten en epiphyten, maar ook bij *Ficus* worden regelmatig paddenstoelen van *L. birnbaumii* waargenomen. De problemen in de Nederlandse tuinbouw zijn voornamelijk bekend van de teelt van *Phalaenopsis* en succulenten. *Phalaenopsis* wordt in een doorzichtige pot geteeld waardoor de schimmel duidelijk zichtbaar aanwezig is. Bij de teelt van *Phalaenopsis* en succulenten zijn de klimaatomstandigheden mogelijk ideaal voor de ontwikkeling van de schimmel.

## 1.3 Schade

De schimmel zorgt voor een verminderde waterhoudende capaciteit van het substraat en waardoor er groeistagnatie optreedt. Vooral de teeltwijze van succulenten met een onregelmatige watergift en een sterk indrogend substraat zorgen voor de enorme problemen. Bij Phalaenopsis wordt de schade vooral veroorzaakt door het cosmetische effect als gevolg de vorming van primordia (schimmelbolletjes). De bolletjes worden in de boomschors gevormd en zijn zichtbaar voor de consument. Planten worden daardoor onverkoopbaar. Voor Phalaenopsis geldt dat als gevolg van de vorming van het mycelium een vertraagde groei een bijkomend effect is. Echter ook bij deze teelt van Phalaenopsis kan een relatie tussen de vertraagde bladafplitsing en de aanwezigheid van de schimmel worden gevonden. De afsplitsing van bladeren is een maat voor de groei en is bovendien een indicator voor het aantal te vormen bloemtakken. Hoe meer bladafplitsing hoe meer bloemtakken. Gezien de levenswijze van de orchideeën die met hun specialistische wortelgestel in mindere mate afhankelijk zijn van het medium waarin de teelt plaats vindt, kan worden aangenomen dat de teelten die wel sterk afhankelijk zijn van de vochtopname via de wortels in het substraat een nog grotere groeistagnatie zullen tonen.

## 1.4 Bestrijding en hygiëne

Er worden in de literatuur over *L. birnbaumii* geen effectieve middelen genoemd om deze schimmel te bestrijden. Middelen zoals Topsin (thiofanaat methyl) en Daconil (chloorthalonil) werden in de praktijk wel ingezet om de schimmelontwikkeling te beperken. In het voorgaande onderzoek uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw (Ludeking 2011) zijn op petrischaal niveau goede resultaten gevonden met het middel Ortiva (azoxystrobine). Dit breed werkende schimmelmiddel wordt nu door de telers gebruikt om de schimmel onder controle te houden in de teelt. Middelen worden zowel curatief als preventief ingezet.

Hygiënemaatregelen die nu in praktijk worden uitgevoerd zijn: screening van plantmateriaal bij binnenkomst op de aanwezigheid van de schimmel, selectie van jonge planten voordat ze worden opgepot, markering en opruimen van aangetaste partijen en ontsmetting van teelttafels na de teelt.

## 2 Bronnenonderzoek naar *Leucocoprinus birnbaumii* in de praktijk

### 2.1 Opzet

De telers hebben aangegeven het belangrijk te vinden om te weten waar de bron van de problemen met deze schimmel liggen. Voor zowel telers die de symptomen kennen, als telers die nog niet in aanraking zijn gekomen met *Leucocoprinus birnbaumii* geldt, dat ze willen weten waar de schimmel vandaan komt. Daarom ligt de focus in eerste instantie op het opsporen van de bronnen en het in kaart brengen van risicovolle verspreidingspunten op de praktijkbedrijven. In de eerste fase van het onderzoek is een bronnenonderzoek uitgevoerd zowel op teeltbedrijven als in substraten van verschillende herkomsten en leveranciers. Stichting RHP heeft 50 substraatmonsters onderzocht op de aanwezigheid van *Leucocoprinus spp.* Voor de diagnose is een specifieke DNA-toets ingezet welke in 2012 is ontwikkeld door Groen Agro Control in opdracht van de Stichting RHP.

Er zijn 3 telers geselecteerd, één bedrijf dat Phalaenopsis teelt (op twee locaties), een bedrijf dat gespecialiseerd is in de teelt van succulenten en vooral Aloë-achtigen en een derde bedrijf dat ook succulenten teelt maar ook cacti. Op de bedrijven zijn op uiteenlopende plaatsen monsters genomen, op verdachte plaatsten of plaatsen die aanleiding gaven voor een monster. Per bedrijf zijn monsters genomen van:

#### 1. Water

- Uitgangswater, (1 jerrycan van 25 liter)
- Drainwater, (1 jerrycan van 25 liter)
- Ontsmet water (indien ontsmetter aanwezig, 1 jerrycan van 25 liter)

De watermonsters zijn geconcentreerd en sub-bemonsterd. Het sub-monster is bij Groen Agro Control ter analyse aangeboden. De monsters zijn direct getoetst met een moleculaire en specifieke toets om te testen op de aanwezigheid van *Leucocoprinus spp.* en *L. birnbaumii*.

#### 2. Uitgangsmateriaal (planten)

- Uitgangsmateriaal (zaailingen, stekken of jonge planten)

Het materiaal wordt visueel onderzocht en het monster met daarin de eventueel aanwezige schimmels worden eerst middels een voorkweek (biologisch) worden vermeerderd. Daarna zal worden sub-bemonsterd. Het sub-monster is bij Groen Agro Control ter analyse aangeboden. De monsters zijn direct getoetst met een moleculaire en specifieke toets om te testen op de aanwezigheid van *Leucocoprinus spp.* en *L. birnbaumii*.

#### 3. Substraat, grond en andere bronnen

- Substraat van jong plantmateriaal (zaailingen, stekken of jonge planten)
- Substraatresten op tafels.
- Substraatresten op vloeren/onder tafels.
- Monster uit substraat bunker of voorraad, mogelijk ook monster uit de omgeving van de potgrondvoorraad.
- Teler vragen en contra monster van de substraatleverancier van een verdachte partij.
- Eventueel andere verdachte zones, zoals oppotmachines, gebruikt fust, etc.

De monsters zijn verzameld van verdachte plekken of plekken met een grote kans op detectie van de schimmel. Er is per monster minimaal 1 liter grond/substraat worden verzameld. De eventueel aanwezige schimmels worden eerst in de grond/substraatmonsters middels een voorkweek biologisch vermeerderd. Daarna zal de grond worden sub-bemonsterd en bij Groen Agro Control worden geanalyseerd.

## 2.2 Voorkeek submonsters

De voorkeek van de monsters is uitgevoerd op het laboratorium in van Wageningen UR Bleiswijk. De genomen monsters zijn overgedaan in een "bamibak". De witte bak is afgesloten met een heldere deksel. De bakjes zijn zonder direct daglicht weggezet bij kamertemperatuur. De bakjes zijn rechtop weggezet op de korte kant van de bakjes. Het substraat in de bakjes is bevochtigd voordat de bakjes werden gesloten. Na een maand zonder beroering is het materiaal sub-bemonsterd en ingestuurd voor analyse. Het sub monster is random genomen uit de kweekbakjes.

Watermonster van 25 liter zijn gedurende een langere periode onder gekoelde condities bewaard en geconcentreerd. Het concentraat (250 ml) is ingestuurd ter analyse naar Groen Agro Control.

## 2.3 Situatie bij telers

### 2.3.1 Teler 1

Op dit bedrijf worden orchideeën geteeld. Voornamelijk Phalaenopsis, maar ook andere soorten. De teelt vindt plaats op twee locaties die niet aan elkaar grenzen. Er is in de afgelopen jaren continu aantasting aanwezig. Gele bolletjes (primordia) worden in de doorzichtige potten waargenomen. Er wordt regelmatig een bestrijdingsmiddel tegen schimmels ingezet tegen de schimmel, het middel wordt dan (preventief) via de regenleiding meegegeven. Opmerkelijk is dat er een zware aantasting is waargenomen in één potmaat (13 cm) die zijn opgepot op een specifieke oppotmachine. De planten met een andere potmaat (12 cm) zijn op een andere machine opgepot en tonen geen waarneembare aantasting. Op het bedrijf is een ontsmetter aanwezig.

Sinds de monsterring zijn door de teler de volgende aanpassingen gedaan: Er wordt door middel van een hygiëneprotocol gewerkt en de machines en andere apparatuur worden met een bepaalde regelmaat schoongemaakt met chloor. Daarmee zijn voorlopig de problemen opgelost.

### 2.3.2 Teler 2

Ook bij dit bedrijf, waar verschillende succulenten worden geteeld, speelt het probleem met *Leucocoprinus spp.* al langer, de schimmel is al wel 10 jaar aanwezig op het bedrijf. De teler ervaart dit echter niet als een probleem en ziet geen directe schade als gevolg van de aanwezigheid van de schimmel. Bestreden wordt de schimmel niet, paddenstoelen worden wel direct verwijderd als ze tevoorschijn komen. Er is op het bedrijf een ontsmettingsinstallatie (UV ontsmetter) aanwezig. Op het bedrijf komen verschillende soorten voor, zowel de zwavelgele *L. birnbaumii* als ook de witte variant met het donkere topje (*L. brebissoni*). In dit geval komt de gele soort voor op een partij die in september 2011 is opgepot en de witte soort in een partij die in wk 1 van 2012 zijn opgepot. Beide plantingen zijn op het zelfde substraat opgekweekt. Duidelijk is dat de paddenstoelen zichtbaar worden nadat er water is gegeven. De teler ziet een duidelijk verband tussen de vorming van de paddenstoelen en watergift. Vaak ontwikkelen de paddenstoelen zich kort daarna, staan een korte periode en verdwijnen dan weer snel. Er worden geen middelen gebruikt tegen de schimmel op dit bedrijf.

Er zijn naar aanleiding van de bemonsterring nog vragen gesteld aan de teler:

1. Ten aanzien van de monsters: Wie levert jullie stek en heb je een idee welk medium er gebruikt wordt om de plantjes in op te potten en te zaaien. 60% is eigen stek productie. Overige wordt ingekocht in Nederland, Spanje, Italië en USA. Medium is zeer divers meestal standaard stekgrond mengsel is (veenmosveen, cocopeat, fractie 0).
2. Uit welke hoofdbestanddelen kunnen jullie media bestaan? Cocopeat, perlite, cocofibre, bark, cocochips, black peat en irish peat.
3. Wat is jullie strategie bij schoonmaak en onderhoud van de oppotmachines?
4. 2x p/jaar onderhoudsbeurt door leverancier oppotmachine. Dagelijks (tijdens productie) wordt de aangekoekte grond verwijderd.

- Er zijn bij jullie twee soorten waargenomen de witte (purperen) plooiaddenstoelen in de Ahortia en de gele in de Aloë peglarea. De planten worden door andere leveranciers geleverd.
- Gebruiken jullie ook middelen om de schimmel te bestrijden? Nee, de schimmel heeft voor ons geen negatieve invloed op de groei en besteden daar weinig aandacht aan. Bij bepaalde klimaat omstandigheden in combinatie met watergeven. Komt er zo nu een dan een gele of witte paddenstoel.

### 2.3.3 Teler 3

Vergeleken bij de twee eerdere bedrijven is dit bedrijf relatief kleinschalig. Er wordt slootwater gebruikt op het moment van bemonsteren voor de teelt (bassin was zo goed als leeg) en het recirculatie water wordt niet ontsmet. Er worden diverse soorten cactussen en succulenten geteeld. De planten worden geteeld op tafels. Voor bemonstering is gebruik gemaakt van een bestrijdingsmiddel tegen schimmels (3-4 weken voor bemonstering). Dit middel is niet specifiek ingezet tegen *Leucocoprinus spp.*

Er zijn naar aanleiding van de bemonstering nog vragen gesteld aan de teler:

- Zaaien jullie zelf? Zo niet: Wie levert jullie stek en heb je een idee welk medium er gebruikt wordt om de plantjes in op te potten en te zaaien?
- We zaaien niet zelf en hebben diverse leveranciers. Ik ben niet op de hoogte van al de substraten die gebruikt worden. Er wordt ook plantmateriaal van andere kwekers gekocht.
- Kan er aangegeven worden welke bestanddelen in de grond aanwezig zijn? Iers medium, Baltisch veenmosveen medium en perliet
- Wat is jullie strategie bij schoonmaak en onderhoud van de oppotmachines?
- De oppot machine wordt 1 maal per jaar helemaal schoon gemaakt (met stoffer) en er wordt dan onderhoud gepleegd.
- Gebruiken jullie ook middelen om de schimmel te bestrijden? De schimmel inzake dit onderzoek wordt niet bestreden.

## 2.4 Resultaten bemonstering

### 2.4.1 Teler 1, bedrijf 1, Phalaenopsis

Bedrijf	Beschrijving van het monster	Leucocoprinus spp.	L. birnbaumii
Teler 1, bedrijf 1	Onder tafel met zieke planten, menasel van substraat, alen en vuil	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Oppotmachine	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Afval op arond, menasel: van vuil drooer dan onder tafel langs pad	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Afval op arond, menasel: van vuil drooer dan onder tafel langs pad	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Stekmateriaal plantenleverancier	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Oppotmachine, vuil van oppotmachine, wortels, foam substraat etc.	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Onder tafel met zieke planten, menasel van substraat, alen en vuil	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Oppotmachine, vuil van oppotmachine, wortels, foam substraat etc.	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Onder tafel met zieke planten, menasel van substraat, alen en vuil	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Stekmateriaal plantenleverancier	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Afval op arond, menasel: van vuil drooer dan onder tafel langs pad	-	-
Teler 1, bedrijf 1	Stekmateriaal plantenleverancier	-	-

## 2.4.2 Teler 1, bedrijf 2, Phalaenopsis

Bedrijf	Beschrijving van het monster	Leucocoprinus spp.	L. birnbaumii
Teler 1, bedrijf 2	Afdeling 1 onder tafels, mengsel van substraat, algen en ander vuil	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Afdeling 1 onder tafels, mengsel van substraat, algen en ander vuil	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Contra monster P0441737 82	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Contra monster P0441737 26	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Contra monster P0441737 79	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Vers substraat, big bag	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Afdeling 1 onder tafels, mengsel van substraat, algen en ander vuil	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Vers substraat, big bag	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Stekmateriaal afd 22	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Stekmateriaal afd 22	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Contra monster P0441737 21	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Vers substraat, big bag	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Uitgangswater	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Ontsmet water	-	-
Teler 1, bedrijf 2	Vuil drainwater	-	-

## 2.4.3 Teler 2, Succulenten

Bedrijf	Beschrijving van het monster	Leucocoprinus spp.	L. birnbaumii
Teler 2	Substraat + ziekte	-	-
Teler 2	Aloe stek (niet afkomstig van het bedrijf)	+	+
Teler 2	Oppotmachine op grond laagbouw	-	-
Teler 2	Oppotmachine op grond laagbouw	+	+
Teler 2	Vers substraat	-	-
Teler 2	Vers substraat	-	-
Teler 2	Substraat + ziekte (positieve controle)	-	-
Teler 2	Oppotmachine 2 nieuwbouw	-	-
Teler 2	Oppotmachine 2 nieuwbouw	-	-
Teler 2	Oppotmachine 2 nieuwbouw	-	-
Teler 2	Crassula hobbit	-	-
Teler 2	Substraat + ziekte (positieve controle)	+	+
Teler 2	Ontsmet water, direct uit ontsmettingsinstallatie (JM)	-	-
Teler 2	Drainwater uit put buiten, laagbouw	+	+
Teler 2	Ontsmetwater, retour kas is wel in contact geweest met het gewas	+	-

## 2.4.4 Teler 3, Succulenten en cacti

Bedrijf	Beschrijving van het monster	Leucocoprinus spp.	L. birnbaumii
Teler 3	Oppotmachine	-	-
Teler 3	Bigbag Kokos	-	-
Teler 3	Afval onder tafel	-	-
Teler 3	Afval onder tafel	-	-
Teler 3	Bigbag Kokos	-	-
Teler 3	Oppotmachine	+	+
Teler 3	Vers substraat	-	-
Teler 3	Vers substraat	-	-
Teler 3	Vers substraat	-	-
Teler 3	Grond onder tafel	-	-
Teler 3	Grond onder tafel	-	-
Teler 3	Oppotmachine	+	+
Teler 3	Substraat + ziekte (positieve controle)	+	-
Teler 3	Substraat + ziekte (positieve controle)	+	-
Teler 3	Bigbag Kokos	-	-
Teler 3	Stekmateriaal	-	-
Teler 3	Drainwater	-	-
Teler 3	Bassinwater	-	-

## 2.5 Analyse van 50 substraatmonsters van verschillende herkomsten en leveranciers door RHP



### STICHTING RHP

Aan : Daniël Ludeking (WUR-Glastuinbouw)  
 Onderwerp : RHP Screening grondstoffen op *Leucocoprinus* spp.  
 Van : Hans Verhagen  
 Datum : 22 April 2013

De schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* veroorzaakt sinds een aantal jaren soms problemen in de teelt van potplanten. De schimmel manifesteert zich op verschillende wijzen in teelten en was tot voor kort niet goed detecteerbaar tot het moment dat hij zich zichtbaar manifesteerde in teelten. Om meer grip te krijgen op deze schimmel heeft RHP in 2012 een DNA test laten ontwikkelen ten voor *Leucocoprinus birnbaumii*. Met deze test kunnen o.a. substraten en grondstoffen, maar ook andere situaties worden gedagnosticeerd op de aanwezigheid van o.a. sporen of myceliumdelen van de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* specifiek of van de familie *Leucocoprinus* spp.

Met de ontwikkelde DNA-test heeft RHP in 2012-2013 een screening gedaan in grondstoffen welke in Nederland worden aangewend voor de productie van potgronden en substraten.

Daarvoor zijn een 50 tal monsters verzameld bij diverse potgrond- en grondstofbedrijven. Hierbij werd gefocust op kokosproducten omdat deze van tropische origine zijn, hetgeen ten principale dezelfde origine van de schimmel is. Binnen dit product zijn bewust verschillende landen van herkomst bemonsterd. Als controle is er één monster potgrond meegenomen uit een teelt waarin de schimmel zichtbaar voorkwam.

De monsters zijn getoetst met de DNA test. Omdat de pak kans bij een minimale besmetting mogelijk heel klein is zijn alle materialen gedurende een half jaar geïncubeerd bij laboratoriumtemperatuur. Monsters die een beeld gaven dat aanwijzing tot *Leucocoprinus* gaf zijn opnieuw aangeboden voor de DNA-test. Dit gold uiteindelijk alleen voor het monster van de besmette potgrond.

Product	Land van herkomst	Aantal monsters	Aanwezigheid <i>Leucocoprinus birnbaumii</i> of <i>Leucocoprinus</i> spp. o.b.v. de DNA-test	Aanwezigheid <i>Leucocoprinus birnbaumii</i> of <i>Leucocoprinus</i> spp. na incubatie
Kokosgruis	India	22	Nee	Nee
Kokoschips	India	3	Nee	Nee
Kokosvezel	India	3	Nee	Nee
Kokosgruis	Sri Lanka	10	Nee	Nee
Kokoschips	Sri Lanka	2	Nee	Nee
Kokosvezel	Sri Lanka	2	Nee	Nee
Kokosproducten	n.v.t.	2	Nee	Nee
Tuinturf	Duitsland	2	Nee	Nee
Witveen	Baltisch	3	Nee	Nee
Groencompost	Nederland	1	Nee	Nee
Houtvezel	Duitsland	1	Nee	Nee
Schors	Frankrijk	1	Nee	Nee
Potgrond uit teelt met zichtbaar aanwezige schimmel*	Nederland	1	Ja	Ja

In geen van de onderzochte monsters is *Leucocoprinus birnbaumii* of *Leucocoprinus* spp. aangetoond. Ook na incubatie is er geen *Leucocoprinus* op de monsters aangetroffen.



## 2.6 Conclusies bronnenonderzoek

Uit de resultaten van de bemonstering op diverse plaatsen in de verschillende teeltbedrijven naar de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* kunnen een aantal conclusies worden getrokken. Deze monsters zijn geanalyseerd door Groen Agro Control.

1. De schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* is gedetecteerd in geconcentreerd drainwater. Daarmee kan geconcludeerd worden dat water een mogelijke bron van verspreiding kan zijn. Om verspreiding via water te voorkomen is het aan te raden het water te ontsmetten alvorens het opnieuw te gebruiken.
2. Bij één bedrijf was het uitgangsmateriaal (stekken) geïnfecteerd. Op basis van deze waarneming is het aan te bevelen om een ingangscontrolle te doen op het geleverde uitgangs-, halfwas- en stekmateriaal. Het materiaal dat binnenkomt van de leverancier moet vervolgens met zorg worden behandeld.
3. Op twee bedrijven is de schimmel *Leucocoprinus* een aantal keren in meerdere monsters teruggevonden in of op oppotmachines. Daaruit kan worden geconcludeerd dat substraatresten bij de oppotmachine een bron van besmetting kunnen zijn. Het is daarom aan te bevelen om de oppotmachine regelmatig te reinigen en te ontsmetten. Bij één bedrijf (twee locaties) werd met de DNA test geen *Leucocoprinus* teruggevonden in het substraatmonster bij de oppotmachine. Op dit bedrijf was er echter wel een relatie tussen een specifieke oppotmachine en een aangetaste partij met afwijkende potmaat die op die oppotmachine was opgepot.
4. In contramonsters van de telers en uit bigbags gevuld met kokos, boomschors of ander substraat werd geen *Leucocoprinus* aangetoond.

De Stichting RHP heeft 50 substraatmonsters van verschillende herkomsten en leveranciers onderzocht met een DNA test op de aanwezigheid van *Leucocoprinus* spp. en specifiek op *Leucocoprinus birnbaumii*.

1. Alleen het monster van de potgrond met een zichtbare aanwezigheid van de schimmel reageerde positief. In de andere monsters afkomstig van onder meer kokosproducten, tuinturf en witveen werden, zelfs na een extra incubatieperiode bij laboratoriumtemperatuur, geen *Leucocoprinus* aangetroffen. Bij een lage besmettingsgraad van het substraat is de detectiekans heel klein en niet-zichtbare infecties blijven met deze moleculaire methode lastig op te sporen. Hierdoor zijn er geen uitspraken te doen of de onderzochte monsters ook daadwerkelijk vrij waren van sporen of dat de sporendruk zich onder de detectiegrens bevond.



## **3 Voorstellen voor aanpak *Leucocoprinus birnbaumii* naar aanleiding van bestaande kennis**

### **3.1 Teelt van champignon**

De literatuur over de biologie van de schimmelsoort *Leucocoprinus birnbaumii* is zeer beperkt. Er zijn taxonomische beschrijvingen en beschrijvingen over de morfologie en determinatiekenmerken van de schimmel. Echter over voeding, omstandigheden voor optimale groei en over de levenscyclus van de paddenstoel is geen specifieke kennis voor handen. De schimmel wordt een enkele keer genoemd in oude literatuur met beschrijvingen van het voorkomen van de paddenstoel in hortussen of tuinen in warme gebieden. In relatie tot een potplantenteelt in een kas is er geen kennis beschikbaar over de schimmel. Om inzicht te krijgen in de biologie van de schimmel is gekeken naar literatuur van een verwant en een zeer veel bestudeerde paddenstoel de champignon *Agaricus bisporus*. In relatie tot deze kennis zijn er aanknopingspunten om vervolgonderzoek te doen, om met behulp van teeltaanpassingen of biologische bestrijding een oplossing te bieden voor dit probleem in de Nederlandse potplanten teelt.

### **3.2 Ziekten bij de paddenstoelenteelt en potentie voor de toepassing tegen *L. birnbaumii***

Bij de teelt van champignon (*Agaricus bisporus*), oesterzwam (*Pleurotus ostreatus*) en Shii-take (*Lentinula edodes*) is veel onderzoek gedaan naar de omstandigheden waaronder de vruchtlichamen worden gevormd en is er veel bekend over biologische antagonisten die de ontwikkeling van de paddenstoel verstoren of de vorming van een paddenstoel tegen gaan. De teeltoomstandigheden en de kwaliteit van de compost is bepalend voor de groei en ontwikkeling van antagonisten. Biologische antagonisten kunnen mogelijk een rol spelen bij de beheersing voor *Leucocoprinus birnbaumii* en als alternatief dienen voor chemische toepassingen die nu in de praktijk worden toegepast. Daarom is een overzicht gemaakt van de mogelijke biologische bestrijders die voorkomen in de paddenstoelenteelt en wellicht potentie bieden om *L. birnbaumii* te beheersen. Voorwaarde is dat de schimmel de paddenstoelvorming kan voorkomen. Het is nog beter dat het mycelium en de primordia worden aangepakt zodat de schade als gevolg van het overgroeien van het substraat door het mycelium wordt voorkomen en daarmee tevens de ontwikkeling van andere structuren in de levensloop van de paddenstoel worden tegengegaan.

#### **3.2.1 Insecten en mijten**

Larven van insecten (champignonvliegen, *Sciara* en galmuggen) leven vooral in de hoed van de champignon. Ook voor verschillende soorten mijten geldt dat deze voornamelijk schade veroorzaken aan de hoed en daarmee de uiterlijke kenmerken van de champignon beïnvloeden. Er wordt wel aan het mycelium gegeten, maar dat is van onvoldoende impact om de primordia en vruchtlichaamvorming tegen te gaan. Ten aanzien van insecten en mijten zijn er weinig aanknopingspunten om *Leucocoprinus birnbaumii* te behandelen.

#### **3.2.2 Virusziekten**

In de champignonteelt komt een virusziekte voor die de afstervingsziekte wordt genoemd. Deze ziekte zorgt voor verstoring van de groei van het mycelium, zodat grote delen van het champignonbed leeg blijven en daar omheen verschijnen wel paddenstoelen met een aangetaste of misvormde hoed, soms aangetast door secundair bacterierot.

De ziekte is mogelijk bruikbaar tegen *Leucocoprinus birnbaumii* maar heeft als nadeel dat de ziekte zeer zeldzaam is en daarnaast is het waarschijnlijk zeer lastig om een virusconcentraat te verkrijgen, te kweken vooral ook te inoculeren. Een virus als mogelijk kandidaat voor een biologische bestrijding tegen *Leucocoprinus birnbaumii* ligt niet voor de hand.

### 3.2.3 Bacteriën

Er zijn verschillende bacterie ziekten die een rol spelen bij de champignonteelt. *Pseudomonas tolaasii*, deze bacterievlekkenziekte veroorzaakt op de hoed en de steel van de paddenstoel oranje gele tot bruine vlekken. Verder is er een *Pseudomonas*-soort die intracellulair in het mycelium kan groeien. De paddenstoelvorming komt daarbij wel gewoon opgang maar de paddenstoelen zijn misvormd. De bacterie *Janthinobacterium agaricidamnosum* sp. nov. zorgt voor een natte verrotting van de paddenstoelen (Lincoln, 1999), net als de bacterie *Burkholderia gladioli* pv. *agaricola*. Bij deze laatste ziekte kan de hele champignon bij een hoge temperatuur (28 °C) in 2 dagen verdwijnen wanneer deze wordt geïnoculeerd met een van deze twee bacteriën. (Lincoln et al. 1999). De bacteriën behoren tot de Pseudomonaden en natrot bacteriën en grijpen in op de vrucht. Vooral bij de teelt van orchidee spelen bacteriën een rol. Mogelijk dat bacteriën die rotte plekken op paddenstoelen kunnen vormen ook onder bepaalde conditie een probleem kunnen vormen voor het gewas. Daarbij is het feit dat de bacteriën pas een aangrijpingspunt hebben op het moment dat er paddenstoelen ontstaan is te laat voor goede mogelijkheden om de problemen op te lossen met *L. birnbaumii*.

### 3.2.4 Schimmels

Er zijn veel *Verticillium*-soorten die worden genoemd als pathogeen voor champignon. De bekendste is de schimmel *Verticillium fungicola*, die zorgt voor zogenaamde “droge mollen”. Er worden wel champignons gevormd, maar met een misvormde hoed en steel. De aangetaste paddenstoelen “verstenen”, blijven droog en worden niet week en rot. Echter vanwege het feit dat de schimmel pas ingrijpt in het laatste stadium ligt een toepassing tegen *L. birnbaumii* niet voor de hand.



Figuur 3.1: Droge mollen. (Foto [www.plantenziekte.nl](http://www.plantenziekte.nl), Hans van der Pelt)

Ook de schimmel *Cladobotryum dendroides* veroorzaakt gelijksoortige symptomen als *Verticillium*, waarbij vooral de paddenstoelen zelf worden aangetast.

Een ander groot probleem bij de champignonteelt zijn zogenaamde “natte mollen”. Dit symptoom, waarbij de champignons vormeloze bollen worden die schimmelpilus overgroeid zijn, wordt veroorzaakt door *Mycogone perniciososa*. Bij een ernstige aantasting komt er geen goede champignon boven. De schimmel veroorzaakt daarbij een sterke geur. Echter ook in dit geval grijpt de antagonist pas in als de schimmel al vruchtlichamen heeft gevormd. Dus ook de schimmel die natte mollen veroorzaakt heeft weinig kans om te leiden tot een oplossing voor de problematiek.

*Trichoderma*-soorten veroorzaken een champignon-ziekte die groene schimmel of green mold wordt. De ziekte werd tot in de tachtiger jaren gezien als een minimaal probleem en een indicator voor slechte kwaliteit van de compost en matige hygiëne. In de jaren negentig is er een isolaat opgekomen dat de champignonteelt ernstig heeft bedreigd, waarbij een slechte hygiëne of matige kwaliteit van de compost niet meer opgevoerd konden worden als argument voor de groene schimmel aantasting. De stam was vele malen agressiever dan de tot dan toe uit champignoncompost geïsoleerde

soorten *T. koningii* en *T. virides*. De agressieve vorm van de ziekte wordt veroorzaakt door *Trichoderma aggressivum* sp. nov. en *T. aggressivum* f. *europaeum* f. nov. Ook van andere soorten zoals *Trichoderma hamatum*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. citrinoviride*, *T. crassum* of *T. spirale* komen voor in compost en kunnen de symptomen in meer of mindere mate veroorzaken (Kredics, 2010).

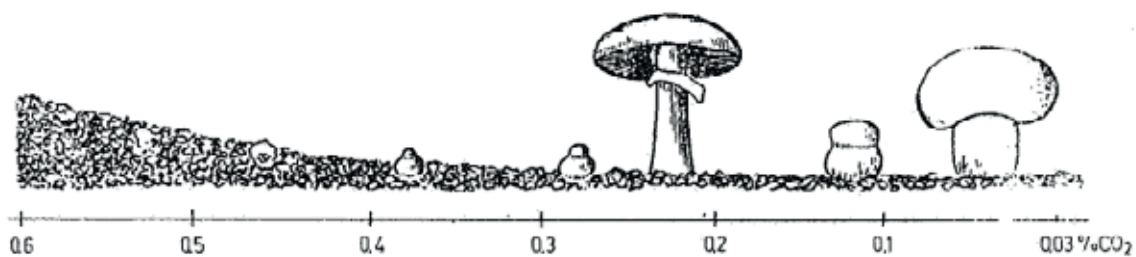
*Trichoderma* kan mogelijk interessant zijn als beheersmaatregel om een (snelle) ontwikkeling van *L. birnbaumii* tegen te gaan en kan mogelijkheden bieden als biologische bestrijder, omdat de schimmel goed gedijt onder de gelijke condities als de schimmel. *Trichoderma* kan zeer snel groeien en kan concurreren om plaats en nutriënten met andere schimmels, *Trichoderma* produceert metabolieten met toxische eigenschappen voor andere schimmels. Belangrijk ten opzichte van eerder genoemde plagen en antagonisten is, dat *Trichoderma* in staat is de groei van het mycelium in champignoncompost te remmen.

Bij een opkweekbedrijf (geen deelnemer aan het bronnenonderzoek) zijn planten verzameld met verschillende soorten aan *Leucocoprinus*-gelijkende schimmels. Ook bij dit bedrijf zijn deze schimmels gediagnosticeerd als *Leucocoprinus* spp. en *L. birnbaumii*. Er is uit het verzamelde materiaal ook een *Trichoderma* soort geïsoleerd.

Ook oesterzwammen (*Pleurotus ostreatus*) zijn gevoelig voor deze schimmel. Gezien de bestaande kennis en mogelijkheden ten aanzien van toepasbaarheid en kweekbaarheid van *Trichoderma*, is deze schimmel een goede kandidaat om in vervolgonderzoek te bestuderen. Wat het effect is van verschillende *Trichoderma* soorten op de groei en de ontwikkeling van het mycelium en de aanleg van primordia bij *L. birnbaumii*.

### 3.3 CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> speelt een enorme rol bij de teelt van champignons bij de vorming van mycelium, primordia ('knoppen') en paddenstoelen. Het toedienen van het gas en het afventileren van het gas worden gebruikt om de teelt te sturen, primordia te laten ontwikkelen en vluchten champignons te laten ontstaan. Zelfs de vorm van de paddenstoel kan worden bepaald aan de hand van de CO<sub>2</sub> dosering of het moment van ventileren.



Figuur 3.1: Percentage CO<sub>2</sub> op het doorgroeien van de compost, de ontwikkeling van 'knoppen' en paddenstoelen (Vedder, 1978)

Bij de teelt van champignons wordt voor het doorgroeien met het mycelium van de compost zo'n 3000 ppm CO<sub>2</sub> gedoseerd (normaal is 0,03% of zo'n 300 ppm in de buitenlucht). Na 14 tot 17 dagen zal in kleine stapjes de CO<sub>2</sub> dosering worden vermindert om knopvorming op gang te brengen en daarmee de schimmel paddenstoelen te laten produceren. Ook de temperatuur (koeling) speelt daarbij een rol (24 °C doorgroei en 17 °C voor knopvorming). Bij de teelt van *Phalaenopsis* wordt tussen de 800 en 1200 ppm CO<sub>2</sub> gedoseerd. Daarnaast wordt bij de *Phalaenopsis* ook een koelstap voor de bloei inductie gedaan. Mogelijk dat beide stappen een rol spelen bij de enorme hoeveelheden primordia die worden gevormd bij *Phalaenopsis*. Echter bij Succulenten is over het algemeen geen sprake van een koude behandeling. Echter zijn succulenten over het algemeen wel net als *Phalaenopsis* CAM planten en kan er ook gedurende de nacht CO<sub>2</sub> worden gedoseerd.

CO<sub>2</sub> kan zoals blijkt uit bovenstaande tekst een rol spelen bij myceliumgroei van paddenstoelen en bij de vorming van primordia. Dit geldt niet alleen voor champignon maar ook voor een andere consumptiepaddenstoel zoals de oesterzwam.

Dit maakt CO<sub>2</sub> een interessante factor om verder te onderzoeken. Geeft CO<sub>2</sub> een stimulans aan de groei van de paddenstoel en aan de vorming van gele bolletjes in de potten van *Phalaenopsis*? Bij eerder onderzoek is er gekeken naar kweekmethodes. Ook daar valt op dat als de kweekbakjes niet helemaal gesloten zijn er zeker geen primordia worden gevormd. Mogelijk is CO<sub>2</sub> één van de belangrijke factoren bij het wel of niet ontstaan van primordia. De effecten van CO<sub>2</sub> op de ontwikkeling van de schimmel kunnen nader worden onderzocht in het vervolgonderzoek in fase B om daar uitsluitsel over te geven.

### 3.4 Licht

Ook ten aanzien van licht zijn er in de literatuur aanwijzingen te vinden over de ontwikkeling van primordia. Primordia van de schimmel *Coprinus stercorarius* worden door blauw licht geïnitieerd (een golflengte 460 nm geeft de meeste primordia, terwijl een golflengte van 420 nm er geen of nauwelijks primordia worden gevormd. (Ellis, 1999). Ook bij de productie van oesterzwammen is licht een belangrijke factor voor de inductie van paddenstoelen. Een hoeveelheid van 100 lux voor een paar uur per dag is voldoende om het knoppen te induceren. Ondanks dat licht en het spectrum een primordia vorming kan induceren is in een kas een moeilijk te sturen factor. Er is veel licht van het totale spectrum aanwezig. Filteren van bepaalde kleuren of golflengtes uit het daglicht is geen reële optie. Daarom liggen hier geen verdere aanknopingspunten voor onderzoek.

### 3.5 Vocht en temperatuur

Zowel vocht als temperatuur zijn van enorm belang voor schimmels. Vocht is een zeer bepalende factor. In het onderzoek dat eerder is uitgevoerd is er gekeken naar de effecten van vocht op de onderdrukking van primordia. Vocht is nodig voor de groei van de schimmel, maar ook van de planten. Oplossing voor de beheersing van *Leucocoprinus birnbaumii* zal op het gebied van vocht niet worden gevonden. Dit geldt ook voor de factor pH. Voor *L. birnbaumii* suboptimale pH waarden zijn ook voor de plant niet bevorderlijk.

Dit zelfde geldt min of meer ook voor temperaturen. Echter daar liggen meer aanknopingspunten (zie ook §3.3). Het is bekend dat een paar graden een effect kunnen hebben op het wel of niet ontwikkelen van de primordia bij champignon. Deze kennis ontbreekt voor *L. birnbaumii*.

### 3.6 Andere factoren

Shiitake vormt primordia als gevolg van electrostaticiteit. De knopvorming wordt door elektrische lading in de lucht gestimuleerd. Op basis van de bestaande ervaringen met *L. birnbaumii* ligt het niet voor de hand om aan te nemen dat deze factor een rol kan spelen in de beheersing van de ontwikkeling van de schimmel.

Lignine is nodig voor de vegetatieve groei van de schimmel. Bij het omschakelen van de schimmel van vegetatief naar generatief schakelt de schimmel om qua dieet. Bij de vorming van primordia en vruchtlichamen (paddenstoelen) wordt door de schimmel veel cellulose gevraagd. Voor de teeltmedia van *Phalaenopsis* worden vele bestanddelen gemengd. Voornamelijk boomschors, maar ook kokos fracties en andere stoffen worden doorgemengd om de ideale vochthuishouding te creëren voor de groei van de orchidee. Maar ook media voor succulenten bevatten fracties kokos en steeds minder veen. Ten opzichte van veen zit in “jonge” organische stoffen zoals compost, boomschors en ook in kokos veel meer cellulose. Cellulose is voor de plantengroei niet belangrijk.

De afhankelijkheid van de paddenstoel van cellulose biedt aanknopingspunten voor vervolgonderzoek in fase B. Mogelijk zijn er in de samenstelling van het substraat aanpassingen te maken of kan er geëxperimenteerd worden met stoffen die cellulase, het enzym dat door de schimmel (en ook plant pathogene) wordt geproduceerd om cellulose af te breken, te inhibiteren (stil te leggen).

## 4 Aanbevelingen en aanknopingspunten voor fase B

Naar aanleiding van de verzamelde kennis en de opgedane ervaringen in het bronnenonderzoek kunnen de volgende aanknopingspunten voor vervolg in fase B worden geformuleerd.

- Uit het bronnenonderzoek blijkt dat de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* in het drainwater, de oppotmachine en in jong plantmateriaal is aan te tonen. Ingangsccontrole van materiaal, reinigen van de gebruikte machines en ander materieel en waterontsmetting is daarbij aan te bevelen.
- In het uitgangsmateriaal is de schimmel niet aangetoond. Echter er zijn aanknopingspunten te bedenken waardoor de schimmel onder kas condities zich wel snel kunnen ontwikkelen op de gebruikte substraten. Mogelijk kunnen andere samenstellingen van het substraat, gelijke eigenschappen voor de groei genereren, maar de groei en ontwikkeling van de schimmel reduceren.
- Het toepassen van CO<sub>2</sub> kan de groei en de vorming van primordia van paddenstoelen stimuleren. Het is daarom belangrijk om het verband tussen CO<sub>2</sub> en *Leucocoprinus birnbaumii* in kaart te brengen. Mogelijk kan door het toedienen van minder CO<sub>2</sub> of meer CO<sub>2</sub> zorgen voor de beheersing van de enorme groei van de schimmel in het substraat. In relatie tot CO<sub>2</sub> kan er gekeken worden naar de effecten van temperatuur op de ontwikkeling van de primordia.
- Isolaten uit de praktijk en isolaten uit de champignonteelt van *Trichoderma spp.* kunnen worden getest op hun onderdrukkend effect tegen *L. birnbaumii* bij de teelt van succulenten, orchidee en andere potplanten. Eventueel kan dit ook worden gedaan voor bacteriële antagonisten.



## 5 Literatuur

Abubaker, K. S., 2010.

Cell wall degrading enzymes and interaction between *Trichoderma Aggressivum* and *Agaricus Bisporus*.

Baars, J. J. P. 2011.

Snuffelen aan *Trichoderma*. Paddestoelen: onafhankelijk vakblad voor Nederland en België, 2011.

Bartsch, A., Bross, M., Spitteller, P., Spitteller, M., & Steglich, W., 2005.

Birnbaumin A and B: Two

Unusual 1-Hydroxyindole Pigments from the "Flower Pot Parasol" *Leucocoprinus birnbaumii*. *Angewandte Chemie International Edition*, 44(19), 2957-2959.

Dieleman-Van Zaayen, A., 1972.

Mushroom virus disease in the Netherlands; symptoms, etiology, electron microscopy, spread and control.

Wageningen, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Proefschr. LH Wageningen, 130.

Dieleman-Van Zaayen, A. & J. van de Geijn, 1975.

Ziekten en plagen van champignons; d1.1.1; afstervingsziekte, een virusziekte van champignons, onderzoek; d1.1.2; afstervingsziekte in de praktijk. *Bedrijfsontwikkeling*, 6(12)1031-1038.

Dieleman-van Zaayen, A. & J. van de Geijn, 1976a.

Ziekten en plagen van champignons; d1.2.1; bacterieziekten, literatuur en onderzoek; d1.2.2; bacterieziekten in de praktijk. *Bedrijfsontwikkeling*, 7(3)213-219.

Dieleman-van Zaayen, A. & J. van de Geijn, 1976b.

Ziekten en plagen van champignons; dl. 3.1; schimmelziekten, literatuur en onderzoek; d1.3.2; schimmelziekten in de praktijk. *Bedrijfsontwikkeling*, 7(12)933-943.

Lincoln, S. P., Fermor, T. R., & Tindall, B. J., 1999.

*Janthinobacterium agaricidamnorum* sp. nov., a soft rot pathogen of *Agaricus bisporus*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 49(4), 1577-1589.

Ludeking, D., & Paternotte, P., 2011.

Bestrijding en beheersing van overmatige groei van de schimmel *Leucocoprinus birnbaumii* bij de teelt van *Phalaenopsis*. Rapport GTB-1109.

Pieterse, Z., 2005.

*Mycogone pernicioso*, a pathogen of *Agaricus bisporus* (Doctoral dissertation, University of Pretoria).

Potočnik, I., Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B., & Stepanović, M., 2008.

Morphological and pathogenic characteristics of the fungus *Cladobotryum dendroides*, the causal agent of cobweb disease of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* in Serbia. *Pesticidi i fitomedicina*, 23(3), 175-181.

Samuels, G. J., Dodd, S. L., Gams, W., Castlebury, L. A., & Petrini, O., 2002.

*Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia*, 94(1), 146-170.

Vedder, P.J.C., 1978.

Moderne champignonteelt. Culemborg, Educaboek. 418 blz.

Vellinga, E. C., 2004.

Ecology and Distribution of Lepiotaceous Fungi (Agaricaceae) A Review. *Nova Hedwigia*, 78(3-4), 3-4.

Zaayen, A. van & J. van de Geijn, 1978.

Ziekten en plagen van champignons; 4 plagen; literatuur, onderzoek en in

Nederlandse champignonbedrijven waargenomen (schadelijke) dieren; voorkomen en bestrijden van plagen in de praktijk. *Bedrijfsontwikkeling*, 9(12)1123-1133.

Zijlstra, C., Weerdt, M. D., Baar, J., & Baars, J. J. P. Bestrijding van droge mollen bij champignon via monitoring.











