

Vermindering infectie door luchtionisatie

Eindrapportage Try-out

In opdracht van
Samenwerkingsverband Telers voor Ionisatie

Gefinancierd door
Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Uitgevoerd door
DLV Plant:
Patrick Dankers
Leontiene van Genuchten
C Point:
Erik Polman

Apparatuur en technische ondersteuning:
Vegatech

PT-Projectnummer:
13833

Versie:
1

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

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden veelevoudigd, 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.

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 4 |
| 1 Inleiding en doel | 5 |
| 1.1 Inleiding | 5 |
| 1.2 Doelstelling | 7 |
| 2 Materiaal en methode | 8 |
| 2.1 Testopstelling | 8 |
| 2.2 Monstername | 9 |
| 2.3 Voedingsbodem | 10 |
| 2.4 Luchtstroming | 11 |
| 2.5 Drager materiaal | 11 |
| 3 Eerste test | 14 |
| 3.1 Proefopzet eerste test | 14 |
| 3.2 Resultaten eerste test | 15 |
| 3.3 Conclusie eerste test | 19 |
| 4 Tweede test | 20 |
| 4.1 Proefopzet tweede test | 20 |
| 4.2 Resultaten tweede test | 20 |
| 4.3 Conclusie tweede test | 21 |
| 5 Derde test | 22 |
| 5.1 Proefopzet derde test | 22 |
| 5.2 Resultaten derde test | 22 |
| 5.3 Conclusie derde test | 23 |
| 6 Vierde test | 24 |
| 6.1 Proefopzet vierde test | 24 |
| 6.2 Resultaten vierde test | 25 |
| 6.2.1 Airsamples | 25 |
| 6.2.2 Swaps | 26 |
| 6.3 Conclusie vierde test | 26 |
| 7 Vijfde test | 27 |
| 7.1 Proefopzet vijfde test | 27 |
| 7.2 Resultaat vijfde test | 28 |
| 7.3 Conclusie vijfde test | 29 |
| 8 Richtlijn voor het nemen en interpreteren van airsamples | 30 |
| 8.1 Het nemen van airsamples | 30 |
| 8.2 Het beoordelen van airsamples | 30 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 9 | Protocol fase 2 | 31 |
| 10 | Conclusies en aanbevelingen | 33 |
| | Bijlage 1: Eerste test: Resultaten per schotel | 34 |
| | Bijlage 2: Eerste test: Foto's resultaten | 35 |

Samenvatting

Team Onderzoek van DLV Plant heeft, in samenwerking met Vegatech en gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, onderzoek uitgevoerd met als doel om te bepalen of ionisatie het aantal in een ruimte aanwezige schimmelsporen kan verminderen. Dit project bestaat uit 2 fases, dit rapport beperkt zich tot fase 1: de Try-out.

In deze eerste fase is een proefopstelling ontwikkeld waarin het mogelijk is om stof gecontroleerd in beweging te brengen en te houden. Hiervoor is een afgesloten kast ontwikkeld met daarin een ventilator, welke een luchtstroom forceert, en de ionisator. Bij het ioniseren ontstaat ozon. Voor ozon is een niveau van 0,06 ppm de maximale waarde waarbij volgens de ARBO-voorwaarden gedurende 6 dagen per week, gedurende 8 uur per dag gewerkt mag worden. Dit is dus de maximale waarde die ooit in de praktijk toegepast kan worden. Daarom is in deze opstelling het ozon niveau continu gemeten en is tijdens de proeven voorkomen dat deze maximale waarde is overschreven.

Omdat de geteste schimmelsporen gedragen dienen te worden door een stofdeeltje in de lucht voor verspreiding, is er gezocht naar een geschikte draagstof. Na theoretisch onderzoek bleek stof van perlite hiervoor mogelijk geschikt te zijn. Dit komt door een aantal eigenschappen van perlite: Het is goed verkrijgbaar, de kwaliteit varieert minimaal en de stof is te steriliseren.

Vervolgens zijn een 4-tal testen uitgevoerd. Bij de eerste proef bleek perlitestof inderdaad een goede draagstof te zijn en geschikt voor monsternamen met de airsamples. Gebleken is dat de uitslag van de monsters die genomen zijn door middel van een airsampler een betrouwbaar beeld geven. Monsters genomen door middel van een Swap van een oppervlak dat 30 seconden in de opstelling staat, geven geen betrouwbaar beeld. Op het moment dat ozon wordt gemeten blijkt de lucht niet 100% vrij te zijn van schimmelsporen. Er worden nog steeds schimmelsporen geconstateerd op de airsamples.

In de tweede proef bleek dat de sporendruk ook afneemt zonder te ioniseren. Voordat gestart wordt met ioniseren daalt de sporendruk al, dit is na \pm 60 minuten. Hierdoor is het ook niet mogelijk het effect van ioniseren te onderzoeken. In proef 3 is gekeken of perlite mogelijk een eigenschap heeft waardoor de sporen verdwijnen. In deze proef bleek dat de sporen prima overleven in dit stof, zelfs meer dan 24 uur. De oorzaak van het verdwijnen van de sporen zit dus niet in de draagstof. In proef 4 is daarom gekeken naar drie mogelijke oorzaken van het verdwijnen van de sporen. Er is gekeken op welke objecten in de test opstelling nog sporen aanwezig zijn na 2 uur rondblazen, wat de invloed is van het aantal monsters dat genomen wordt en wat een lagere ventilator stand voor invloed heeft. Geen van deze variabelen blijken invloed te hebben op het verdwijnen van sporen uit de luchtstroom. De swaps van oppervlakken in de proefopstellingen tonen aan dat de sporen overal in de opstelling aanwezig zijn. Het neergeslagen perlite blijft geïnfecteerd, het doel voor een eventuele 5^{de} test zal dan ook zijn om te voorkomen dat perlite neerslaat. Hiervoor zal de proefopstelling worden aangepast.

Tijdens de proeven zijn de airsamples genomen en beoordeeld volgens de richtlijn welke is beschreven in dit rapport.

1 Inleiding en doel

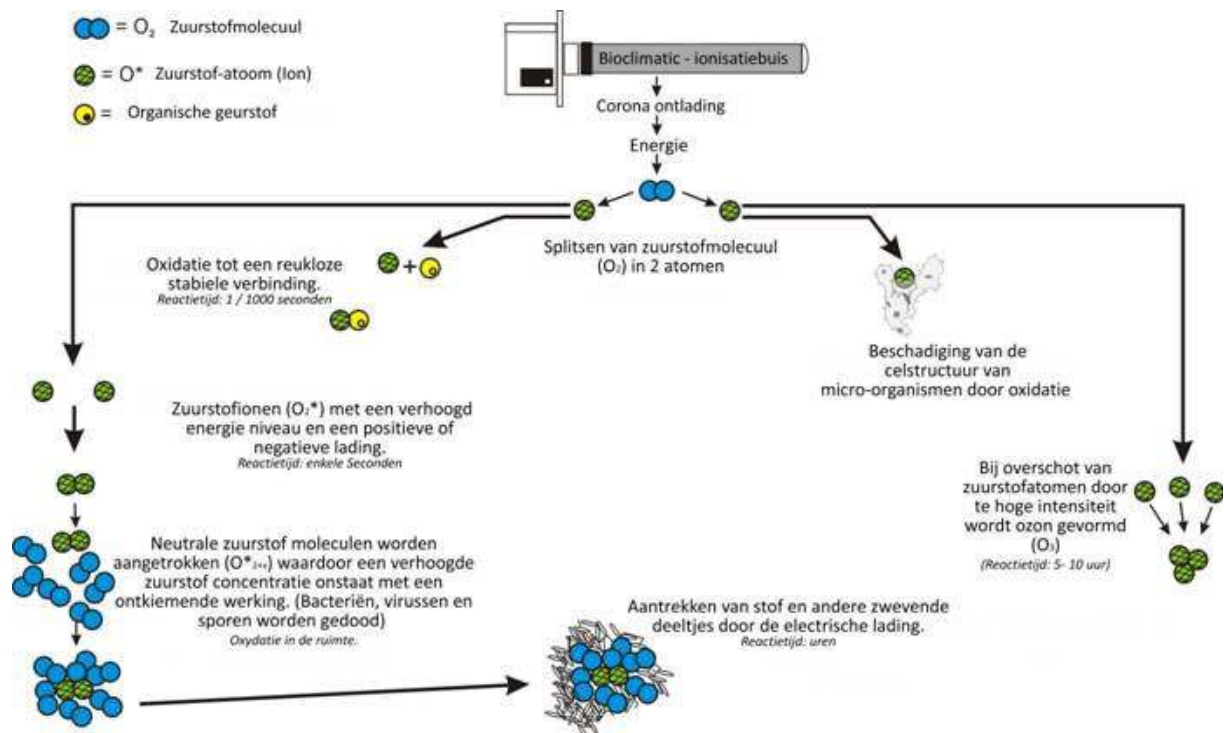
1.1 Inleiding

De paddenstoelenteelt zal op korte termijn moeten worden uitgevoerd zonder het gebruik van chemische middelen. Niet alleen uit oogpunt van voedselveiligheid, maar ook door een afnemende beschikbaarheid aan goed werkende middelen, zal de sector andere wegen moeten bewandelen om te komen tot een goede rendabele teelt. Een bewezen werkend alternatief in diverse toepassingen (ziekenhuizen, hotels, kantoren) is de toepassing van luchtionisatie als bestrijder van pathogenen als bacteriën, schimmels (beginnend mycelium) en schimmelsporen. De vraag is echter: is het mogelijk om de sporen van de vier in de champignonteelt bekendste schimmels (Droge mollen, natte mollen, groene schimmel en spinnenwebschimmel) af te doden door middel van luchtionisatie?

Ionisatie is het proces waarbij een atoom of molecuul uit ongeladen toestand een elektron kwijt raakt of er één bij krijgt en als gevolg daarvan verandert in een ion. Door middel van bipolaire ionisatie wordt de lucht op een natuurlijke manier efficiënt gezuiverd. Door het toevoegen van energie aan de lucht (activeren) worden de moleculen die zich in de buurt van de ontladingsbuis bevinden gesplitst. Een groot deel van deze moleculen zijn zuurstof (O_2). De O_2 wordt dus omgezet in losse zuurstof atomen (O_x) die of positief of negatief geladen zijn. Hierdoor wordt ook Ozon (O_3) gevormd. Ook andere atomen die langskomen, ondergaan deze splitsing. Vervuilende koolwaterstoffen, stank moleculen etc. worden dan ook omgezet in zuurstof en (voornamelijk) kooldioxide. De losse atomen zijn sterk geladen (reactief) en ze hebben een grote kracht om andere moleculen te oxideren (verbranden). Deze reactieve staat duurt dan ook kort (ca.1 msec). Hierdoor worden bacteriën, schimmelsporen en virussen effectief vernietigd.

Conform de ARBO-voorwaarden mag gedurende 6 dagen per week, gedurende 8 uur per dag gewerkt worden bij een gehalte van maximaal 0,06 ppm Ozon. Deze 0,06 ppm zal de maximale waarde zijn in de proeven.

In figuur 1 is de werking van de ionisatie schematisch weergegeven.



Figuur 1 Schematische weergave van ionisatie

Middelgrote of cluster ionen hebben een speciale functie voor de lucht-klimatisering. In contrast met de snelle vergankelijke zuurstof atomen en kleine zuurstof ionen, gaan de cluster ionen veel langer mee, zodat zij effect hebben in de hele ruimte. Zelfs nadat zij zich door bijvoorbeeld de airconditioning of lucht kanalen hebben bewogen. Ook zijn deze in staat om zich met meerdere deeltjes te binden, hierdoor vormen zich vuil agglomeraties. Deze zijn te zwaar en zakken door hun eigen gewicht naar de grond.

Een ontsmetting van lucht in de werkgang op een champignonkwekerij zou een herbesmetting op de champignonkwekerij kunnen voorkomen. De werkgang is één van de ruimtes die het meest besmet wordt met sporen. Dit wordt veroorzaakt doordat door de overdruk in de cellen de besmette lucht naar de werkgang wordt geblazen op het moment dat de celdeur wordt geopend. Omdat de cellen waarin geoogst wordt het meest openstaan en ook hier de ziektedruk het hoogst is, is het zeer waarschijnlijk dat deze sporen naar de werkgang worden geblazen. Vanuit de werkgang worden ook de voorbereidingscellen betreden, waar niet altijd genoeg overdruk op staat waardoor sporen daar relatief gemakkelijk binnen kunnen gaan. Daarbij ontstaat er door temperatuurverschillen tussen de werkgang en de teeltcel ook een luchtstroom van de koude werkgang naar het onderste bed in de warme cel. De eerste besmetting zie je dan ook vaak vooraan op het onderste bed in de cel. Dit geeft een situatie waarbij interne besmetting plaats kan vinden. Door de lucht schoon te houden van schimmelsporen, zullen wellicht ook de materialen die opgeslagen zijn in de werkgang schoon blijven. Hierdoor kunnen herbesmettingen voorkomen worden. Niettemin blijft het belangrijk dat de algemene hygiëne op de kwekerij goed moet zijn.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit project is om te bepalen of met ionisatie het aantal schimmelsporen in een ruimte kan worden verminderd. Het totale projectvoorstel bestaat uit 2 fasen. Fase 1 betreft een Try-out om te komen tot een proefprotocol voor de uitvoering van ionisatieproeven met diverse schimmels. Fase 2 betreft het uitvoeren van meerdere proeven met diverse schimmels om te bepalen of ionisatie een effectief middel is om lucht vrij te maken van schimmelsporen. In dit rapport wordt fase 1: De try-out beschreven.

Fase 1: Try-out

Om tot een goede proefopzet voor fase 2 te komen is een try-out uitgevoerd. Allereerst is bekeken bij welke stand van de ionisator (aantal buizen) een niveau van 0,02 ppm en een niveau van 0,06 ppm ozon wordt gerealiseerd. Dit bleek echter niet mogelijk te zijn omdat bij een standaard instelling in eerste instantie geen ozon wordt geproduceerd, maar alleen de lucht wordt gezuiverd, als de lucht eenmaal vrij is van vervuiling, wordt er ozon gevormd. Met een standaard instelling zal er dus in eerste instantie geen ozon ontstaan tot het moment dat de lucht zuiver is. Daarna zal de ozonconcentratie opbouwen tot het moment dat de ionisator wordt uitgeschakeld of terug geregeld. Het is wel mogelijk om de ionisator uit te zetten bij een bepaald nivo ozon. De concentratie loopt dan niet verder op. Een niveau van 0,06 ppm is de maximale waarde waarbij volgens de ARBO-voorwaarden gedurende 6 dagen per week, gedurende 8 uur per dag gewerkt mag worden. Dit is dus de maximale waarde die ooit in de praktijk aanwezig mag zijn.

Daarnaast is met infectiemateriaal van droge mol (*Verticillium fungicola* var. *fungicola*) uitgetest wat de beste manier is om de sporen in de lucht te krijgen. Hierbij zijn diverse materialen als dragermateriaal getoetst. Bij deze tests zijn enkele monsters genomen met de Airsampler (lucht) en swap-analyses (oppervlakte). Voor het interpreteren van de gegevens van deze Airsampler en swaps is een richtlijn opgesteld. Tevens is bekeken of de vier bekendste schimmels in de champignonsteelt zich kunnen ontwikkelen op de beschikbare voedingsbodems. Deze schimmels zijn:

- droge mol (*Verticillium fungicola* var. *fungicola*),
- natte mol (*Mycogone perniciosa*),
- spinnewebsschimmel (*Cladobotryum dendroides*),
- groene schimmel (*Trichoderma aggressivum*).

Om de juiste luchtcirculatie te krijgen om de sporen in de lucht te houden, is geëxperimenteerd met diverse standen van de ventilator of andere manieren om de lucht in beweging te houden.

Na afronding van deze try-out wordt een proefprotocol opgesteld voor de uiteindelijke proeven in fase 2.

2 Materiaal en methode

2.1 Testopstelling

Om de situatie uit de praktijk na te bootsen is een testopstelling (Figuur 2) gemaakt met een inhoud van $0,32 \text{ m}^3$. In deze testopstelling bevinden zich de volgende onderdelen:

1. Ventilator: In de testopstelling wordt een luchtstroom geforceerd door middel van een ventilator die buiten de ruimte is geplaatst. Deze ventilator heeft een capaciteit van 760 m^3 per uur. In de gesloten testopstelling wordt de lucht 0,66 keer per seconden rond geblazen. De ventilator is traploos regelbaar.
2. Luchtkleppen: De luchtkleppen regelen het verloop van de luchtstroom door de meetruimte. Met behulp van rookproeven is gezorgd voor een egale verdeling van de luchtstroom (zie paragraaf 3).
3. Meetpunt: Het meetpunt is afgesloten door een schuif (Figuur 3). Hierdoor kunnen de monsters makkelijk in en uit de testopstelling worden genomen zonder dat de test wordt beïnvloed.
4. Ionisator: Tegen de wand is de ionisator geplaatst met daarin 2 buizen. De ionisator is in 8 stappen regelbaar. Deze testopstelling stond in de werkruimte bij Vegatech.
5. Ingang voor dragermateriaal: Dragermateriaal wordt via het meetpunt in de opstelling gebracht. Vervolgens wordt deze hoeveelheid met de rubberen handschoenen in de luchtstroom gebracht.



Figuur 2 Testopstelling door middel van de rode pijlen is de luchtstroming weergegeven

2.2 Monsternamen

Het nemen van monsters is op twee manieren gedaan, door middel van een Airsampler en door middel van Swap-analyses.

Een Airsampler is een klein draagbaar apparaat dat actief lucht aanzuigt direct op een voedingsbodem in een petrischaal. Doordat de lucht door een plaatje met 100 egaal verdeelde gaatjes op het petrischaaltje wordt gebracht, ontstaat een patroon van 100 puntjes op de voedingsbodem. De schimmelsporen die op het moment van het nemen van een monster in de lucht aanwezig zijn, belanden in een dergelijk puntje op de petrischaal. Door deze petrischaal, volgens standaard protocol, 5 dagen bij 21°C te bewaren gaan de vitale sporen zich ontwikkelen tot een schimmelkolonie. De monsters genomen met een air sampler geven dus een indicatie over de hoeveelheid vitale sporen in de lucht. Bij het nemen van de monsters in de diverse tests heeft de Airsampler bij ieder monster gedurende 30 seconden lucht aangezogen.



Figuur 3 Gebruik van meetpunt voor monstername met de airsampler

Swaps zijn grote steriele wattenstaafjes waarmee een veeg over een oppervlakte wordt uitgevoerd om zo de daar aanwezige schimmelsporen te verzamelen. Deze Swap wordt daarna afgeveegd op een voedingsbodem in een petrischaal. Door deze petrischaal gedurende enkele dagen bij 21°C te bewaren, gaan de vitale sporen zich ontwikkelen tot een schimmelkolonie. De uitslag van een Swap monster geeft dus alleen aan of er vitale sporen aanwezig zijn en veel minder een inzicht in de hoeveelheid sporen. In de proefopstelling zijn rechts naast het punt waar de Airsampler kan worden in gebracht (Figuur 3) een horizontaal en verticaal stukje ijzer aangebracht. Op dat punt zijn tijdens de tests de Swaps op een horizontaal en verticaal oppervlak genomen.



Figuur 4 Positie airsampler en swap monster (rode cirkel) in de testopstelling

2.3 Voedingsbodem

Om te toetsen of de gekozen voedingsbodem werkelijk geschikt is om sporen van droge mol uit te laten groeien in kolonies is een champignon met droge mol rechtstreeks op een voedingsbodem gerold. Deze is na 5 dagen bij 21°C beoordeeld. De kolonies waren duidelijk zichtbaar op de voedingsbodem.



Conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat de voedingsbodem geschikt is om sporen van droge mollen te laten uitgroeien tot kolonies. De voedingsbodem is niet selectief en is volgens de fabrikant geschikt voor de 4 voorkomende schimmels (droge mollen, natte mollen, groene schimmel en spinnenwebschimmel) in de paddenstoelenteelt.

2.4 Luchtstroming

Tijdens het testen van de installatie is gevarieerd met de ventilatorsnelheid, stand van de ionisator stand en de stand van de luchtkleppen. Door middel van een aantal rookproeven is gezocht naar een egaal verdeelde luchtstroming in de gehele ruimte. Dit is bereikt met maximale ventilatorstand en de juiste hoek van de luchtkleppen. Hierbij staat de eerste schep horizontaal, en de andere 2 diagonaal met het hoogste punt richting de ionisator. Bij deze instellingen wordt de perlite (drager materiaal) goed meegezogen, en verdeeld. In de test zijn beide ionisator buizen gebruikt op maximaal vermogen.

2.5 Drager materiaal

Er zijn vier soorten dragermateriaal als optie in het onderzoek betrokken:

- Water (mist),
- Stof van perlite,
- Zaagsel van hout en
- talkpoeder.

Alle dragermaterialen zijn voorafgaand aan het infecteren steriel gemaakt zodat vervuiling met andere schimmelsporen is uitgesloten. Bij de selectie van deze materialen is gekeken naar diverse eigenschappen waaronder de mogelijkheid van een spore om zich te hechten aan het materiaal, en de mogelijkheid van het materiaal om door middel van een ventilator in beweging te worden gehouden in een kleine ruimte.

In verband met het mogelijk ontstaan van kortsluiting in de testopstelling bij het gebruik van water als dragermateriaal, is die optie niet getest. Er is een test gedaan met zaagsel en talkpoeder buiten de testopstelling. Dit om een aantal randvoorwaarden te toetsen. Het talkpoeder is geïnfecteerd door in een flacon met talkpoeder 5 met droge mollen besmette champignons te toe te voegen en vervolgens te schudden. Uiteindelijk zijn de

champignons afgeklopt en uit de flacon gehaald en is dit talkpoeder gebruikt voor een airsample. Deze voedingsbodem na 5 dagen bij 21°C beoordeeld op het aantal sporen dat is uitgegroeid tot een kolonie (Figuur 5). Dit waren er slechts 3. Talkpoeder is dus niet geschikt als dragermateriaal voor dit onderzoek.



Figuur 5 Resultaat geïnfecteerd talkpoeder

Ook het zaagsel is geïnfecteerd met droge mollen sporen door er besmette champignons doorheen te mengen. Bij het nemen van het monster met de Airsampler bleek dat het zaagsel te grof is voor de kleine gaatjes van de Airsampler. Hierdoor komt er onvoldoende dragermateriaal op de voedingsbodem (Figuur 6). Ook houtzaagsel is dus niet geschikt als dragermateriaal voor dit onderzoek.



Figuur 6 Resultaat geïnfecteerd zaagsel

Ook perlitestof is getest om te bekijken of sporen van droge mol hierop kunnen worden overgebracht en of het nemen van een airsample mogelijk is. Dit is gedaan met dezelfde testmethode die gebruikt is bij zaagsel en talkpoeder.



Hieruit kan geconcludeerd worden dat de sporen zich hechten aan het dragermateriaal en tot uitgroei komen op een voedingsbodem.

Omdat uit hiervoor beschreven testen bleek dat perlitestof het beste geschikt is, is hiermee een eerste test in de testopstelling uitgevoerd. Na het inbrengen van de perlitestof blijkt dat het zich door de hele ruimte verplaatst en goed blijft circuleren (Figuur 7). Hierdoor is het duidelijk geworden dat perlitestof in ieder geval goed in de testopstelling in beweging kan worden gehouden. Per test is 0,5 liter perlitestof ingebracht.



Figuur 7 Testopstelling met daarin perlitestof circulerend

3 Eerste test

3.1 Proefopzet eerste test

Tijdens de 1^e test is, met sporen van droge mollen geïnfecteerd, perlitestof in de testopstelling gebracht. Deze test had als doel om te testen of het dragermateriaal goed in de lucht in beweging blijft, en of het nemen van monsters met de Airsampler en met Swaps tot een juist resultaat leidt.

Er zijn diverse metingen verricht:

1. Airsample: Dragermateriaal met sporen opzuigen uit de lucht in de testopstelling om te bepalen of er infectiemateriaal aanwezig is.
2. Swaps: Toetsen van de aanwezigheid van sporen op de wanden van de testopstelling
3. Het meten van Ozon: Ozon wordt gevormd door ionisatie in schone (schimmel vrije) lucht.




Na elk monster zijn de materialen van de testopstelling ontsmet met alcohol.


De nulmeting is uitgevoerd door een aantal monsters te nemen van de proefopstelling zonder infectie. Vervolgens is er gestart met het inbrengen van, met sporen van droge mollen geïnfecteerd, dragermateriaal. Dit dragermateriaal is gedurende 20 minuten in de testopstelling gebleven. Na 10, 15 en 20 minuten een is een monster genomen met de Airsampler en een Swap. Deze monsters zouden dus besmet moeten zijn met levende sporen. Vervolgens is de ionisator aangezet op maximaal vermogen. Er zijn monsters genomen na 25 en 65 minuten, (5 en 45 minuten nadat de ionisator is ingeschakeld). Hoe later de monsters zijn genomen, hoe minder levende sporen er in de ruimte zouden moeten zijn. Na 65 minuten is de concentratie ozon gemeten.





De petrischalen met de monsters zijn bij 21°C bewaard en na 5 dagen beoordeeld en gefotografeerd.



3.2 Resultaten eerste test

Tijdens de eerste test zijn diverse foto's genomen om het resultaat visueel te maken. In de tabel die volgt, staan deze foto's vermeld met daarbij een verklarende tekst.

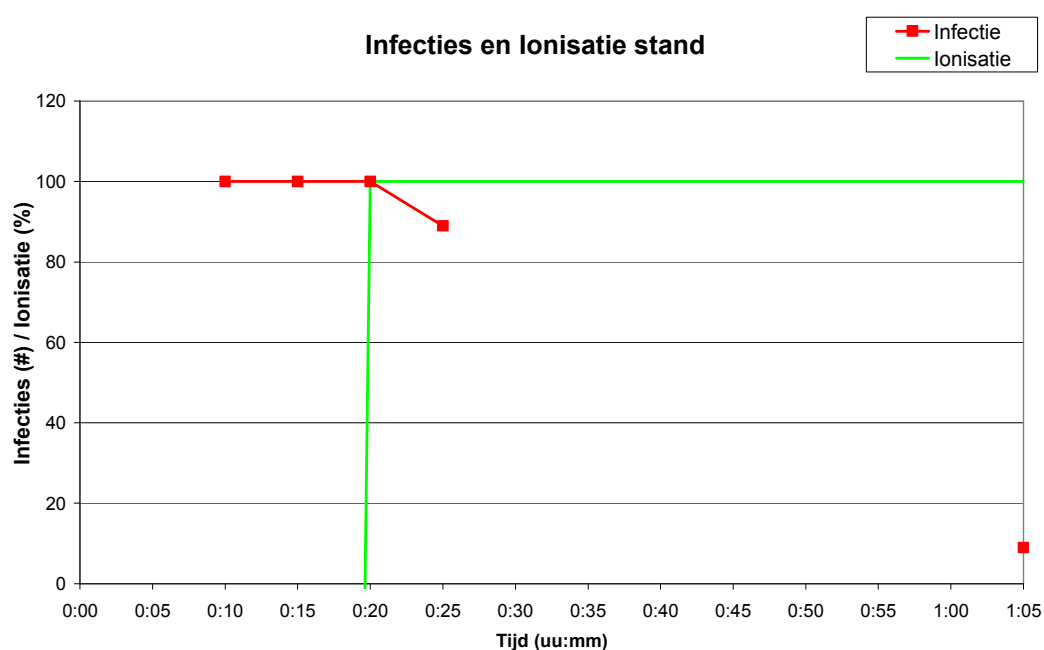
| | |
|---|--|
|  | <p>Swap verticaal schone proefopstelling: De swaps genomen van het verticale oppervlak laten ook geen schimmels zien.</p> |
|  | <p>Swap horizontaal schone proefopstelling: Horizontaal is er ook geen schimmel groei ontstaan.</p> <p>Uit de eerste 2 foto's is te concluderen dat de proefopstelling voor de start van de 1^e test vrij was van infectie.</p> |
|  | <p>Airsampler 10 minuten na infectie: Hierbij is een infectie ingebracht. Dit is gedaan door besmette champignons door de bak met drager materiaal te rollen. Dit drager materiaal is in de testopstelling gebracht. Ventilator draait maximaal. Er is gemeten na 10 minuten. Hierbij zijn meer dan 90 van den 100 punten geïnfecteerd.</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>Swap verticaal 10 minuten na infectie:</p> <p>Ook de verticale swap laat een infectie zien. Met de Swap zijn 4 punten aangebracht op de schotel. Twee van deze punten laten schimmel groei zien.</p> |
|  | <p>Swap horizontaal 10 minuten na infectie:</p> <p>Ook met de horizontale swap zijn 4 punten aangebracht op de voedingsbodem. Hier zijn ook 4 infecties te zien.</p> |
|  | <p>Airsampler na 15 minuten:</p> <p>Deze schotel is het resultaat van het nemen van een Airsample na 15 minuten maximale luchtstroming. Duidelijk te zien dat de gehele schotel geïnficeerd is (meer dan 90 van de 100 punten).</p> |
|  | <p>Airsampler na 20 minuten:</p> <p>Na 20 minuten maximale luchtstroming is een het monster genomen met de airsampler. Ook hierbij is de gehele schotel geïnficeerd (meer dan 90 punten van de 100).</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Airsampler na 5 minuten met ionisatie:</p> <p>Dit is het resultaat van een monster genomen met de Airsampler na 5 minuten ioniseren. De ventilator en ionisatie staan beiden op maximaal. De infectie druk is licht afgenomen. 89 van de 100 punten geven een infectie.</p> |
|  | <p>Swap verticaal na 5 minuten met ionisatie:</p> <p>De swap genomen van een verticaal oppervlak geeft geen infectiepunten op de voedingsbodem.</p> |
|  | <p>Swap horizontaal na 5 minuten met ionisatie:</p> <p>De swap genomen op een horizontaal oppervlak laat 1 infectiepunt van de 4 zien.</p> |
|  | <p>Airsampler na 45 minuten met ionisatie:</p> <p>Nog 9 van de 100 punten laten een uitgegroeide schimmelkolonie zien.</p> |

| | |
|--|--|
|  | <p>Swap verticaal na 45 minuten met Ionisatie: Volledig schoon.</p> |
|  | <p>Swap horizontaal na 45 minuten met Ionisatie: Volledig schoon.</p> |

Tijdens de eerste test zijn diverse monsters met de Airsampler genomen om het verloop van de infectie te volgen. In figuur 8 is het staat het aantal kolonies dat op een petrischaal is uitgegroeid in de tijd weergegeven.



Figuur 8 Verloop infecties en ionisatie stand.

In de grafiek is de stand van ioniseren zichtbaar in de groene lijn (0 = uit, 100= aan). De ionisator heeft met 2 buizen op vol vermogen gewerkt (stand 8 van 8). Tevens is het aantal kolonies dat is uitgegroeid na het nemen van een monster met de Airsampler weergegeven in de rode lijn. De rode lijn in de grafiek geeft het aantal infecties aan. Een monster dat genomen wordt met de Airsampler resulteert in 100 stippen op de voedingsbodem. Een score van 100 in de grafiek wil zeggen dat alle 100 punten zijn uitgegroeid tot een kolonie. Vanaf het moment van ioniseren daalt het aantal kolonies dat uitgroeit. Na 65 minuten (45 minuten ioniseren) vormen nog maar 8 van de 100 punten een kolonie na 5 dagen bij 21°C. Op het moment dat de ionisator 45 minuten was ingeschakeld is de concentratie Ozon gemeten. Deze concentratie varieerde tussen 0.02 ppm en 0.04 ppm ozon. Dit zou betekenen dat er weinig tot geen schimmelsporen meer in de lucht aanwezig zijn en er dus ozon ontstaat bij het ioniseren (Figuur 1). Bij de meting op 65 minuten zijn er toch nog 10 kolonies zijn gemeten.

3.3 Conclusie eerste test

Uit deze eerste test is de voorzichtige conclusie getrokken dat perlitestof geïnfecteerd met sporen van droge mol geschikt zijn voor de test. Het perlitestof blijft goed in beweging in de kast en de aanwezigheid van vitale sporen is door middel van een airsampler goed te bepalen.

De methode voor monsternamen met een swap van een oppervlak wat 1 minuut in de opstelling staat blijkt niet betrouwbaar te zijn.

Indien het ozongehalte in de testopstelling oploopt, betekend dit niet dat alle sporen zijn verdwenen. Op de monsters van de airsampler groeien nog steeds enkele kolonies uit.

4 Tweede test

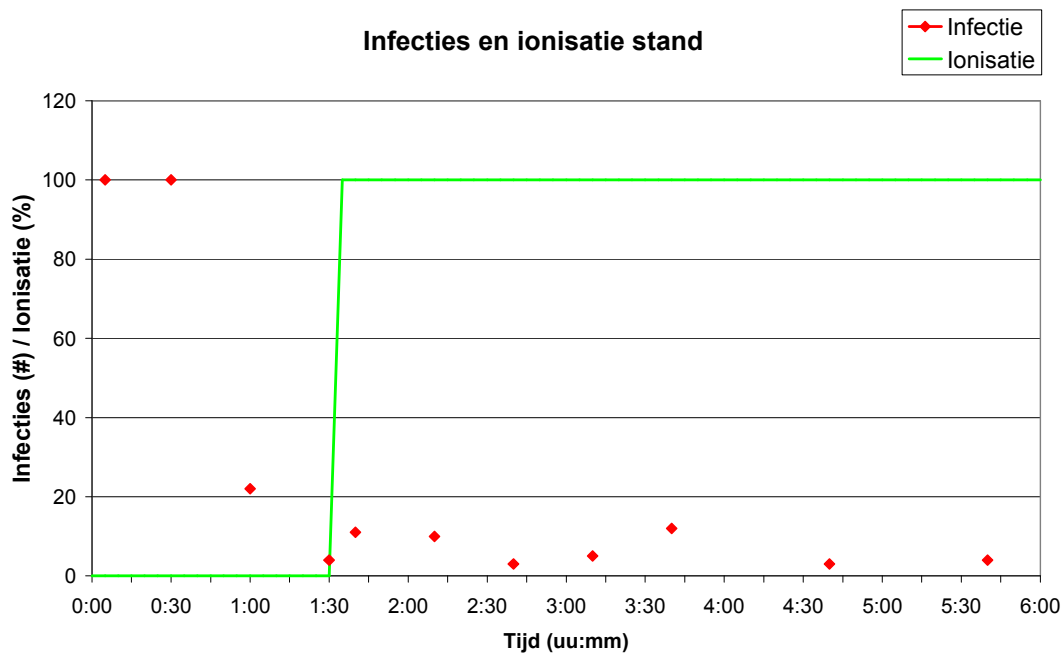
4.1 Proefopzet tweede test

Na de eerste positieve resultaten van de 1^e test is een 2^e test uitgevoerd. Deze test had als doelstelling om de instelling van de ionisator wat te verfijnen. In de testopstelling is wederom perlitestof gebruikt. Tijdens deze test heeft de ventilator wederom maximaal gestaan. Er is gekozen om te ioniseren met 1 buis op stand 5. Hierdoor is het ioniseren met kleinere stappen regelbaar. In deze test is het perlitestof op dezelfde wijze geïnfecteerd als bij de eerste test. Wederom is 0,5 liter geïnfecteerd materiaal ingebracht en is gestart met circuleren zonder ionisatie. Er zijn monsters genomen met de Airsampler op 5, 30, 60 en 90 minuten na het inbrengen van het perlitestof. Vervolgens is gestart met ioniseren en zijn monsters genomen met de Airsampler op 10, 30, 60, 90, 120 minuten en 3, 4, 6, 17, 30, 43 en 54 uur na het aanzetten van de ionisator.

De petrischaaltjes met de monsters zijn bij 21°C bewaard en na 5 dagen beoordeeld en gefotografeerd.

4.2 Resultaten tweede test

In figuur 9 zijn de resultaten weergegeven van de tweede test. In de grafiek is de stand van ioniseren zichtbaar in de groene lijn. (0 = uit, 100= aan). Bij deze proef is 1 ionisatie buis gebruikt op stand 5 van 8. Tevens is het aantal kolonies dat is uitgegroeid na het nemen van een monster met de Airsampler weergegeven in de rode lijn.



Figuur 9 Verloop van infecties en ionisatie stand

De rode lijn in de grafiek geeft het aantal infecties aan. Een monster dat genomen wordt met de airsampler resulteert in 100 stippen op de voedingsbodem. Een score van 100 in de grafiek wil zeggen dat alle 100 punten zijn uitgegroeid tot een kolonie. Tot 30 minuten circuleren, blijven er 100 kolonies gevormd worden. De infectie is dus nog volledig aanwezig. Op het moment van 60 en 90 minuten dat de perlitestof is de testopstelling wordt rondgeblazen zonder ionisatie daalt het aantal kolonies in het monster. Na 90 minuten is gestart met ioniseren. Uit de metingen blijkt dat de sporen al bijna uit de lucht zijn na 90 minuten zonder dat ionisatie heeft plaatsgevonden. Het aanzetten van de ionisator verandert niets aan die situatie. Het aantal kolonies in de monsters blijft ongeveer gelijk. De ozonconcentratie tijdens het ioniseren schommelt tussen 0.02 en 0.06 ppm.

4.3 Conclusie tweede test

Uit de resultaten van de tweede test is geconcludeerd dat de sporen wellicht al verdwijnen uit de luchtstroom of niet infectieus zijn zonder dat de ionisatie is gestart. Tevens worden de sporen die voor het aanzetten van de ionisator nog in de luchtstroom aanwezig zijn, niet verder afgedood. Uit de resultaten van test 1 en test 2 lijkt het erop dat ionisatie niet de laatste spore kan afdoden maar dat altijd een kleine hoeveelheid aanwezig blijft.

5 Derde test



5.1 Proefopzet derde test

Om te kunnen verklaren waarom de hoeveelheid (infectieuze) sporen in de testopstelling terugloopt zonder dat de ionisatie is ingeschakeld, is in de derde test bekeken of sporen van droge mollen aanwezig blijven op 'stilstaand' perlitestof. Dit om uit te sluiten dat de vitaliteit van de sporen vanzelf afneemt als ze eenmaal van de champignon zijn overgebracht op het perlitestof. Dit is getoetst door in een hoeveelheid perlitestof met droge mollen besmette champignons te mengen in een bak. Vervolgens zijn de besmette champignons verwijderd uit de dan besmette perlitestof. Uit deze besmette bak perlitestof is elk uur met een pincet een hoeveelheid perlitestof op een voedingbodem gestrooid. Er is tot 8 uur na besmetten gemeten met een interval van één uur. Daarna is nog een meting uitgevoerd 24 uur na besmetten. Het perlitestof heeft gedurende deze periode stil gelegen in de bak. De voedingsbodems zijn volgens standaard protocol gedurende 5 dagen bij 21°C bewaard waarna ze zijn beoordeeld op de aanwezigheid van schimmelgroei.

5.2 Resultaten derde test

In onderstaand overzicht zijn de waarnemingen van de derde test weergegeven.

| | |
|---|--|
|  | <p>Als start is de gesteriliseerde perlite direct op de schotel gestrooid met behulp van een pincet. Na 5 dagen is er geen enkele besmetting zichtbaar. Dit toont aan dat de perlite dus goed gesteriliseerd is.</p> |
|  | <p>Om 9:00 uur is de perlite besmet met droge mollen. Vervolgens is hiervan direct een monster genomen. De kolonies met schimmel zijn zichtbaar. Infectie is dus aanwezig.</p> |

| | |
|---|--|
|  <p>17.00 hrs</p> | <p>Om 17:00 uur (8 uur na infectie) zijn er nog altijd voldoende sporen die uitgroeien tot een kolonie.</p> |
|  <p>09.00 hrs</p> | <p>In het monster genomen op 24 uur na infectie is er nog altijd duidelijk te zien dat schimmelkolonies zijn gevormd. Het lijkt er dus op dat de sporen prima kunnen overleven op perlitestof.</p> |

5.3 Conclusie derde test

Gezien deze resultaten kunnen sporen van drogemollen dus prima minimaal 24 uur overleven op perlitestof. Het dragermateriaal is dus niet de oorzaak van het vanzelf verdwijnen van de infectie in de testopstelling voordat de ionisatie is gestart.

6 Vierde test

6.1 Proefopzet vierde test

Omdat uit een eerdere test is gebleken dat niet het dragermateriaal de oorzaak is voor het 'verdwijnen' van de vitale sporen uit de proefopstelling is een vierde test uitgevoerd. De vierde test bestaat uit 3 losse proeven met als doel:

- Bepalen waar de sporen blijven in de testopstelling.
- Wat is de invloed van het aantal monsters dat wordt genomen op de aanwezigheid van sporen in de lucht.
- Wat is de invloed van een lagere ventilator stand op de aanwezigheid van sporen in de lucht.

Proef 1: Bepalen waar de sporen blijven in de testopstelling.

Hiervoor is wederom 0,5 liter perlitestof geïnfecteerd met sporen van drogemollen. Om te bepalen waar en of de sporen zich nog in de proefopstelling bevinden is om de 30 minuten in de proefopstelling een swap genomen van neergeslagen perlite. Elke 5 minuten is er een aircsample genomen. Dit om te kijken of de sporen in de luchtstroom aanwezig blijven. Ieder half uur is er een swap genomen van de neergeslagen perlite op de bodem van de testopstelling.

Na 2 uur testen zijn er overal in de opstelling monsters genomen door middel van swaps. Hierdoor is het mogelijk te bepalen of en waar de sporen in de opstelling aanwezig zijn. Ionisator is niet gebruikt.

Proef 2: Wat is de invloed van het aantal monsters dat wordt genomen.

Hiervoor is wederom 0,5 liter perlitestof geïnfecteerd met sporen van drogemollen. Bij deze 2 uur durende test is er om de 30 minuten een aircsample en een swap monster genomen. Hierdoor is deze test vergelijkbaar met de vorige test, echter zijn hier maar 4 monsters genomen gedurende het rondblazen, bij de vorige test waren dit er 24. Door het minder aantal monsters hoeft het meetpunt minder vaak open en ontsnapt er minder stof. Daarnaast worden er door minder monsters ook minder sporen uit de proef gehaald. Na 2 uur testen zijn er overal in de opstelling monsters genomen door middel van swaps. Hierdoor is het mogelijk te bepalen of en waar de sporen in de opstelling aanwezig zijn.

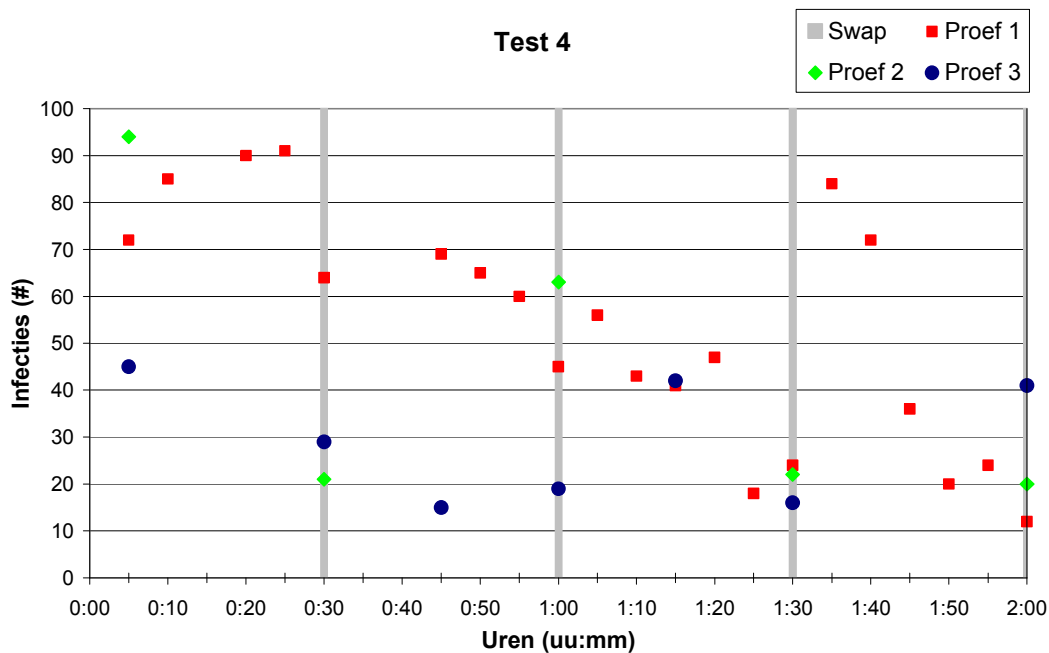
Proef 3: Wat is de invloed van een lagere ventilator stand.

Hiervoor is wederom 0,5 liter perlitestof geïnfecteerd met sporen van drogemollen. Bij deze proef is de ventilator stand terug gebracht naar 65%. Gedurende de test zijn er aircsamples genomen na 5, 30, 45, 60, 75, 90, 120 minuten. Om de 30 minuten is een swap genomen van de bodem van de opstelling. De lagere ventilator stand is gedaan met de gedachte dat door de (te sterke) luchtstroming de sporen misschien loslaten van het perlitestof en neerslaan tegen de ventilatorbladen of de wanden van de bak. Of dat het perlitestof met de vitale sporen misschien eerder uit de luchtstroom valt omdat deze anders van samenstelling zijn als perlitestof zonder sporen.

6.2 Resultaten vierde test

6.2.1 Airsamples

De resultaten van de airsamples zijn weergegeven in Figuur 10. In deze grafiek zijn van alle 3 de proeven, het aantal infecties op de petrischaal van het airsamplemonster weergegeven per tijdstip van de monstername. De grijze balken geven het moment aan waarop swaps zijn genomen van het neergeslagen perlite.



Figuur 10 Verloop van infecties en monstername met swaps

In de eerste proef, bestemd om te bepalen waar de sporen in de testopstelling blijven, neemt het aantal infecties gedurende de looptijd van de proef af. Uit het air sampler-monster die worden genomen vlak nadat een monster met een swap is genomen blijkt dat de sporendruk hierna toeneemt. Dit komt waarschijnlijk doordat de het nemen van een monster met een swap de luchtstroming verstoort en dat er neergeslagen stof opnieuw in de luchtstroming komt. Dit is duidelijk zichtbaar na 1:30 uur. De sporendruk is na deze monstername weer zeer hoog. Daarna daalt de sporendruk wederom.

De 2^e proef, bedoeld om de invloed van het aantal monsters dat genomen wordt te bepalen, laat een grotere schommeling in sporendruk zien. Echter blijft de sporendruk gedurende de proef afnemen. Uiteindelijk is de sporendruk vergelijkbaar met die in proef 1. Het aantal monsters dat wordt genomen lijkt dus niet van invloed te zijn. Vermoedelijk is de luchtstroom in deze opstelling stabielier omdat er minder vaak monster worden genomen. Hierdoor komen neergeslagen sporen niet opnieuw in de luchtstroom.

Proef 3, om te bepalen wat de invloed van een lagere ventilatorstand is, laat van begin tot einde van de looptijd van de proef een lagere sporendruk zien. Door de lagere ventilator stand slaat meer perlitestof neer, en is er dus minder infectie in de lucht. Hierbij ligt er continu een hoeveelheid stof op de bodem van de testopstelling, dat na een tijd weer wordt

aangezogen door de ventilator. Bij een lagere stand van de ventilator is de sporendruk nog niet constant genoeg om testen te kunnen gaan doen met ioniseren.

6.2.2 Swaps

In Tabel 1 staan de resultaten weergegeven van de swaps. De swaps van de testopstelling zijn genomen na 2 uur met de ventilator aan. De swaps van de neergeslagen perlite zijn gedurende de 2 uur durende proef, om de 30 minuten genomen.

Opvallend hierbij is dat alle oppervlakken in de proef vervuild zijn, met uitzondering van de luchtuitlaat. Dit zou kunnen komen doordat de luchtstroom hier zo groot is dat de sporen continu worden weg geblazen.

Tevens blijft de neergeslagen perlite op alle momenten in de proef infectieus.

Tabel 1 Resultaat swap monsters

| Locaties | Proef 1 | Proef 2 | Proef 3 |
|------------------------|---------|---------|---------|
| Plexiglas 1 | I | I | I |
| Plexiglas 2 | I | I | I |
| Achterwand 1 | I | I | I |
| Achterwand 2 | I | I | I |
| Bodem | I | I | * |
| Lucht aanzuig | I | I | I |
| Lucht uitblaas | S | S | S |
| Lucht scheppen | I | I | I |
| Neergeslagen perlite 1 | I | I | I |
| Neergeslagen perlite 2 | I | I | I |
| Neergeslagen perlite 3 | I | I | I |
| Neergeslagen perlite 4 | I | I | I |

I= infectie S= Schoon *=Monster niet bruikbaar

6.3 Conclusie vierde test

Uit de vierde test kan de conclusie worden getrokken dat zeer waarschijnlijk een deel van de infectie niet in de luchtstroom blijft, maar neerslaat met de perlite. Dit kan geconcludeerd worden uit het feit dat na het nemen van een swap (beïnvloeding van de luchtstroom en neergeslagen perlite) een airsamplere weer meer infectie aantoonde, dan voor het nemen van een swap.

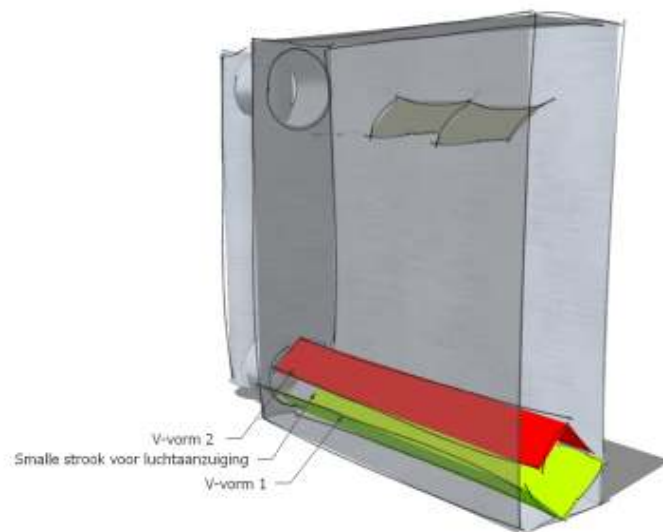
Het aantal airsamplere-monsters dat genomen wordt tijdens een test heeft geen invloed op de toe- of afname van de sporendruk. Ook bij alleen recirculeren van de lucht, zonder dat er monsters worden genomen, neemt de infectie af.

Een lagere ventilatiestand laat van begin tot einde van de looptijd van de proef een lagere sporendruk zien. Door de lagere ventilator stand slaat meer perlitestof neer, en is er dus minder infectie in de lucht. Hierbij ligt er continu een hoeveelheid stof op de bodem van de testopstelling, dat na een tijd weer wordt aangezogen door de ventilator.

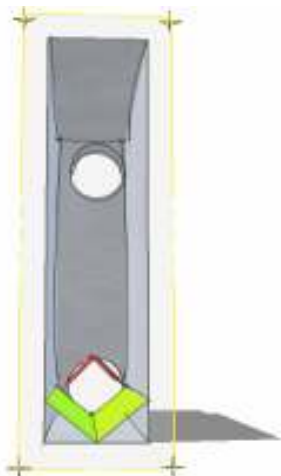
7 Vijfde test

7.1 Proefopzet vijfde test

Om te voorkomen dat perlite, en daarmee de sporen, neerslaat in de proefopstelling is er een aanpassing in de opstelling gemaakt. Hierbij is de bodem van de bak aangepast door middel van twee diagonale schotten waardoor een V-vorm ontstaat (geel in onderstaand figuur). De luchtinlaat is gehalveerd zodat de aanzuiging sterker wordt in de V-vorm. Boven deze V-vorm is een tweede V-vorm omgedraaid geplaatst (rood in onderstaand figuur). Hierdoor ontstaat over de gehele lengte aan beide zijde van de V-vorm een smalle baan waardoor het stof wordt aangezogen. Na deze aanpassing is er wederom een 2 uur durende test uitgevoerd op dezelfde wijze als test 4-proef 1 alleen zijn hierbij geen swap monsters genomen gedurende de proef, wel aan het einde van de proefperiode.



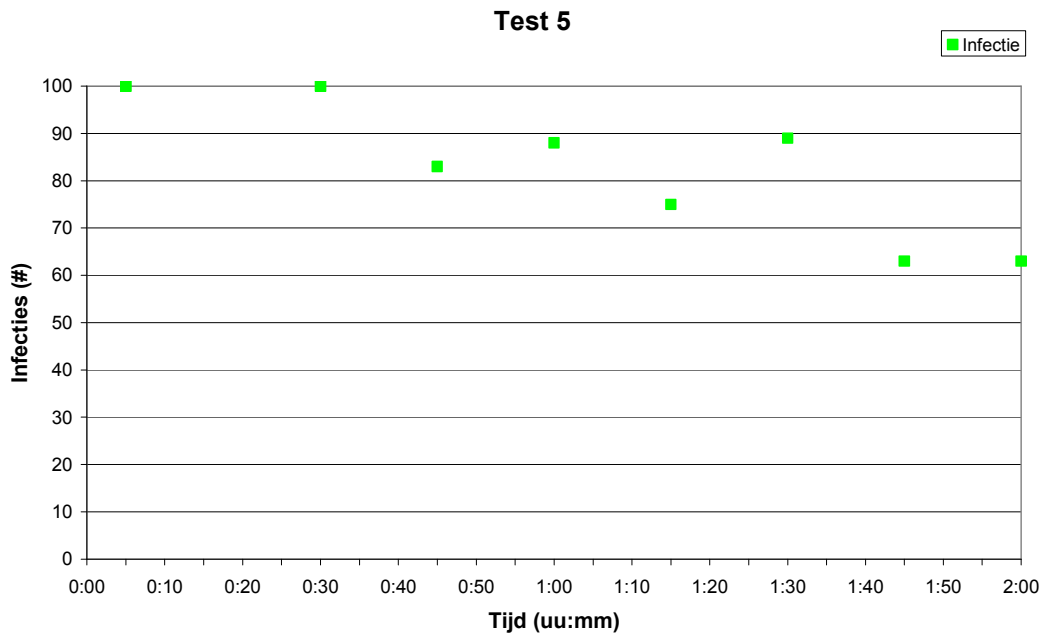
Figuur 11 Schets van de proefopstelling met daarin de aanpassingen.



Figuur 12 Doorsnede van de proefopstelling met aanpassingen van dubbele V-vorm.

7.2 Resultaat vijfde test

Uit de metingen met airsamples (Figuur 13 Tabel 2) blijkt dat er na 2 uur nog altijd 64 infecties aanwezig zijn in de lucht. De sporendruk blijft licht dalen gedurende de proef, echter veel minder snel dan voorheen. De aanpassingen in de testopstelling hebben er voor gezorgd dat er meer infectie in de lucht blijft circuleren.



Figuur 13 Verloop van infecties gedurende 2 uur

De resultaten van de swaps (Tabel 2) die aan het einde van de 2 uur durende test zijn genomen, tonen op alle plekken in de testopstelling infectie aan. Dit is dus ook een verklaring voor het afnemen van de sporendruk. Alle objecten in de opstelling worden bevuild met sporen, en sporen die eenmaal aan een object zitten zijn erg lastig weer zwevend te krijgen.

Tabel 2 Resultaat swap monsters

| Locatie | Infectie |
|----------------|----------|
| Uitblaas | Ja |
| Plexiglas 1 | Ja |
| Plexiglas 2 | Ja |
| Achterwand 1 | Ja |
| Achterwand 2 | Ja |
| Bodem | Ja |
| PVC dakgoot | Ja |
| Lucht aanzuig | Ja |
| Lucht scheppen | Ja |

7.3 Conclusie vijfde test

De aanpassing in de opstelling hebben er toe geleid dat de rondzwevende perlite langer in circulatie blijft waardoor ook de infectie langer in de lucht blijft. De sporendruk neemt minder snel af dan voorheen. Hierdoor is nu een geschikte opstelling voor verder onderzoek beschikbaar. Doordat de infectie van de monsters die door middel van een airsampler worden genomen, toch afneemt in de testopstelling, zal voor aanvang van de toekomstige proeven eerst een ijklijn worden opgesteld. Hiervoor zal minimaal 3 keer de geïnfecteerde perlite gedurende enkele uren in de testopstelling worden gecirculeerd. Hieruit zullen per half uur airsample-monster worden genomen. De gemiddelde waarde van de 3 tests zullen de ijklijn vormen. Deze ijklijn geeft de afname van infectie in de testopstelling weer zonder dat de ionisator aan staat. Het effect van ioniseren kan dus bepaald worden ten opzichte van deze ijklijn.

8 Richtlijn voor het nemen en interpreteren van airsamples

Tijdens de proeven is een richtlijn ontwikkeld voor het nemen en interpreteren van airsamples.

8.1 Het nemen van airsamples

In deze paragraaf staat het stappenplan beschreven hoe op een juiste manier een airsample genomen moet worden zodat de uitslag betrouwbaar is.

- Voor het nemen van airsamples dient het gehele apparaat ontsmet te worden met alcohol.
- Het Airsample-apparaat voorzien van een schotel met voedingsbodem. Dit dient zo steriel mogelijk te gebeuren. Hierna het apparaat dicht draaien.
- Het apparaat ingeschakeld in de te bemonsteren ruimte/lucht zetten.
- De schuif van het apparaat open zetten voor 30 seconden, daarna weer sluiten.
- Het apparaat openen, de schotel verwijderen en meteen afdekken.
- Het apparaat uitschakelen en ontsmetten voor het volgende monster.
- De monsters 5 dagen op 21°C laten uitgroeien.
- Na 5 dagen met behulp van een stift het aantal kolonies tellen.

8.2 Het beoordelen van airsamples

Voor deze proeven is uitgegaan van de in Tabel 3 beschreven klasse indeling van het aantal kolonies per schotel. Deze klasse indeling is alleen van toepassing indien de airsamples zijn genomen volgens de in paragraaf 8.1 beschreven werkwijze.

Tabel 3 Klasse indeling voor beoordeling airsamples

| Aantal kolonies | Omschrijving |
|-----------------|---|
| 0 – 10 | Lucht is schoon, geen sporendruk |
| 10 – 25 | Lucht is minimaal vervuild, minimale sporendruk |
| 25 – 50 | Lucht is matig vervuild, matige sporendruk |
| 50 – 100 | Lucht is vervuild, zware sporendruk |

9 Protocol fase 2

Om in fase 2 de proeven op een juiste manier, met betrouwbare resultaten, te kunnen herhalen is een protocol opgesteld. Dit protocol bestaat uit een stappenplan dat gevolgd moet worden om een test uit te voeren.

Protocol Ionisatie in Testopstelling.

A) Testopstelling schoonmaken (voor iedere test):

1. Zet de testopstelling op een vlakke ondergrond.
2. Zuig met een stofzuiger al het stof uit de opstelling.
3. Spuit met een tuinslang de gehele opstelling schoon met water.
4. Laat de opstelling minimaal 24 uur drogen.
5. Maak alle onderdelen schoon door middel van een schone doek en alcohol.
6. Doe de stekker van de ionisator in het stopcontact.
7. Zet de ionisator op stand 8 met beide buizen.
8. Laat de testopstelling draaien met ionisatie aan totdat nivo van 0,06ppm is bereikt (de bak is nu schoon).

B) Infecteren perlite:

1. Laat de perlite steriliseren bij een bedrijf dat hierin gespecialiseerd is.
2. Doe 0.5 liter perlite in een afsluitbare bak.
3. Voeg 5 champignons van gemiddelde grote met infectie van de gewenste schimmel toe.
4. Sluit de bak af, en schud de inhoud goed.
5. Haal vervolgens voorzichtig de champignons uit de perlite en klopt zoveel mogelijk perlite van de champignons af.
6. Meng de perlite nog een keer goed door nadat de champignons uit de perlite zijn verwijderd.

C) Inbrengen infectie in testopstelling:

1. Neem 0,5 liter geïnfecteerde perliet. Breng die door de opening naar binnen.
2. Schud al de perlite in de V-vorm. En verspreid dit door de vorm.
3. Zet vervolgens de ventilator aan op de in het proefplan beschreven stand.

D) Nemen van airsampler:

1. Haal de airsampler uit elkaar en maak alle onderdelen schoon d.m.v. een schone doek met alcohol.
2. Doe een petrischaal met de gewenste voedingsbodem op de airsampler.
3. Doe de zeefvorm op de airsampler en sluit de airsampler af met het deksel.
4. Zet de airsampler aan met de luchtinlaat (=airvalve) dicht.
5. Zet de airsampler in de opstelling op het meetpunt neer.
6. Schuif met de handschoen de luchtinlaat open
7. Sluit de luchtinlaat van de airsampler na 30 seconde af.
8. Neem de airsampler uit de opstelling.
9. Draai het deksel van de airsampler af.

10. Neem petrischaal er uit en dek deze meteen toe.

E) Uitgroei petrischaal:

1. Plak met behulp van tape de schotels per stapel aan elkaar. Zo kunnen deze niet ongewenst geopend worden.
2. Plaats de petrischaal afgesloten in een broedstoof.
3. Stel de broedstoof in op 21°C gedurende 5 dagen.
4. Beoordeel de airsamples met behulp van de richtlijnen in hoofdstuk 8.

Ontwikkeling ijklijn

Omdat uit de tests blijkt dat er altijd sporen uit de lucht verdwijnen ook zonder ionisatie, is het noodzakelijk om te achterhalen met welke snelheid sporen spontaan uit de lucht verdwijnen. Deze ijklijn zal opgesteld worden door middel van een aantal proeven, zonder ionisatie, waarbij wel airsample-monsters worden genomen.

Hiervoor wordt er een proef uitgevoerd (volgens bovenstaand protocol) in de aangepaste test opstelling waarbij gedurende 2 uur om de 15 minuten 3 afzonderlijke airsample-monsters worden genomen (3 herhalingen). Deze proef wordt 3 maal uitgevoerd. Zo ontstaan er dus per meetmoment 9 airsample-metingen (3 proeven x 3 monsters per 15 minuten). Door deze gegevens te verwerken en te analyseren door middel van statistisch berekeningen ontstaat er een ijklijn. Deze lijn geeft aan hoeveel sporen er spontaan verdwijnen uit de lucht in de testopstelling in de tijd. Aan de hand van deze lijn is het mogelijk om het effect van ioniseren te onderzoeken.

10 Conclusies en aanbevelingen




Een aantal conclusies kan worden getrokken na afronding van deze 4 testen:





- Na het schoonmaken van de bak, is deze ook echt vrij van schimmelsporen.
- Als dragermateriaal zijn de volgende stoffen niet geschikt:
 - o Water; kans op kortsluiting
 - o Talkpoeder; sporen overleven hier niet op;
 - o Houtzaagsel; te grove structuur voor monsternamen met de Airsampler.
- Perlitestof geïnfecteerd met sporen van droge mol is wel geschikt als dragermateriaal voor de test. Het perlitestof blijft goed in beweging in de kast en de aanwezigheid van vitale sporen is door middel van een Airsampler goed te bepalen.
- Het nemen van monsters van de oppervlakte met een Swap geeft geen betrouwbare resultaten.
- Indien het ozongehalte in de testopstelling oploopt, betekent dit niet dat alle sporen zijn verdwenen. Op de monsters van de Airsampler groeien dan nog steeds enkele kolonies uit.
- Sporen verdwijnen gedeeltelijk ook uit de luchtstroom zonder dat ionisatie is gestart.
- Sporen die voor het aanzetten van de ionisator nog in de luchtstroom aanwezig zijn, worden niet verder afgedood. Uit de resultaten van test 1 en test 2 kan geconcludeerd worden dat ionisatie niet de laatste spore kan afdoden maar dat altijd een kleine hoeveelheid aanwezig blijft.
- Sporen van drogemollen kunnen prima minimaal 24 uur overleven op perlitestof. Het dragermateriaal is dus niet de oorzaak van het vanzelf verdwijnen van de infectie in de testopstelling voordat de ionisatie is gestart.
- Sporen slaan met de perlite neer in de testopstelling. Als deze neergeslagen perlite wordt beïnvloed door een verandering van luchtstroom of het nemen van een swap, komen er weer meer sporen in de lucht.
- Na 2 uur circuleren met geïnfecteerd perlite stof zijn alle objecten in de opstelling geïnfecteerd met uitzondering van de luchtuitlaat.
- Het aantal monsters dat genomen wordt tijdens een proef, heeft geen invloed op de totale aanwezige sporendruk in de proefopstelling.
- De aanpassing met dubbele V in de opstelling voorkomt dat perlite neerslaat, en dat de sporendruk erg snel afneemt.
- Met de aanpassing met dubbel V is een werkbare opstelling ontstaan om het effect van ionisatie te testen.





Bijlage 1: Eerste test: Resultaten per schotel





| Ventilator altijd MAX. Ionisatie MAX | | | | | |
|--------------------------------------|---------|--|--------|---|---|
| Schotel | Monster | Omschrijving | Aantal | Schimmel groei naast de bemonsterde locatie | |
| 1 | Air | Schoon | 0 | | |
| 1 | Vert | | 0 | | |
| 1 | Hor | | 0 | 1 | |
| 2 | Air | Schoon | 0 | | |
| 2 | Vert | | 0 | 2 | |
| 2 | Hor | | 0 | 1 | |
| 3 | Air | Schoon | 0 | | |
| 3 | Vert | | 0 | | |
| 3 | Hor | | 0 | 2 | |
| 4 | Air | Ionisatie aan maximaal zonder infectie | 0 | | |
| 4 | Vert | | 0 | | |
| 4 | Hor | | 0 | | |
| 5 | Air | Infectie zonder ionisatie Meting na 10min | 100 | | 1 grijze vlek +_ 3 x 2 cm met schimmel |
| 5 | Vert | | 2 | | |
| 5 | Hor | | 4 | | |
| 6 | Air | Infectie zonder ionisatie Meting na 15min | 100 | | |
| 6 | Vert | | * | | |
| 6 | Hor | | * | | |
| 7 | Air | Infectie zonder ionisatie Meting na 20min | 100 | | Schotel zit vol 3 locaties leeg. Maar langs de rand ook vlekken. Vergelijkbaar met 5 en 6 |
| 7 | Vert | | * | | |
| 7 | Hor | | * | | |
| 8 | Air | Infectie ionisatie max. Meting na 5 minuten | 89 | | Allemaal minder ver ontwikkeld dan bij 5,6 en 7 |
| 8 | Vert | | 0 | | |
| 8 | Hor | | 1 | | |
| 9 | Air | Infectie ionisatie max. Meting na 45 minuten | 9 | | Ontwikkeling gelijk aan schaal 8 |
| 9 | Vert | | 0 | | |
| 9 | Hor | | 0 | | |
| 10 | | Mol direct op schaal | Vol | | Helemaal vol gegroeid met schimmels. Ook donkere "andere" schimmels |
| 11 | | Mol mix direct op schaal | Vol | | Vol gegroeid met schimmels ook andere schimmels, wel iets minder dan schaal 10 |

Bijlage 2: Eerste test: Foto's resultaten

| | |
|---|--|
|  | <p>Monster 1 is genomen in de schone proefopstelling. Duidelijk is dat hierbij wel stof is aangezogen op de schotel maar dat er geen schimmelkolonies zijn ontwikkeld.</p> |
|  | <p>De swaps genomen van het verticale oppervlak laten ook geen schimmel groei zien.</p> |
|  | <p>Horizontaal is er ook geen schimmel groei ontstaan.</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Hierbij is een infectie ingebracht. Dit is gedaan door besmette champignons door de bak met drager materiaal te rollen. Dit drager materiaal is in de ruimte gebracht. Ventilator draait maximaal er is gemeten na 10 minuten.</p> |
|  | <p>Ook de verticale swap laat een uitslag zien. Er zijn vier infectie aangebracht op deze schotel. 2 plekken laten schimmel groei zien.</p> |
|  | <p>Horizontale swaps laten 4 infecties zien, op 4 locaties.</p> |
|  | <p>Nummer 6 is de schotel die genomen is na 15 minuten maximale luchtstroming. Duidelijk te zien dat de gehele schotel geïnfecteerd is.</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>Nummer 7 is het monster na 20 minuten maximale luchtstroming. Nog steeds is de gehele schotel geïnfecteerd.</p> |
|  | <p>Schotel 8 is genomen na 5 minuten ioniseren, met de ventilator en ionisatie op maximaal. De infectie druk is licht afgenomen. 89 van de 100 punten is geïnfecteerd.</p> |
|  | <p>De swaps verticaal zijn volledig schoon gebleven.</p> |
|  | <p>De horizontale swap laat 1 infectie zien.</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Nummer 9 is na 45 minuten ioniseren. Slechts 9 infectie punten zijn zichtbaar.</p> |
|  | <p>De swaps van het verticale oppervlak zijn volledig schoon.</p> |
|  | <p>De swaps van het horizontale oppervlak zijn volledig schoon.</p> |
|  | <p>Hierbij is de champignon met drogemollen direct op de schotel gerold. Duidelijk te zien in de 4 strepen.</p> |



Bij deze schotel is geïnficeerd drager materiaal direct op de schotel gelegd. Ook hier is de infectie duidelijk te zien.