

Energiestromen en doodstomen in de champignonteelt

PT projectnummer 14901 02

Deelrapport 2: Doodstomen

DLV Plant

Postbus 6207

5960 AE Horst

Expeditiestraat 16 a

5961 PX Horst

T 077 398 75 00

F 077 398 66 82

E info@dlvplant.nl

www.dlvplant.nl

Gefinancierd door

Productschap Tuinbouw

Postbus 280

2700 AG Zoetermeer

PT projectnummer 14901 02

Energiestromen en doodstomen (2013)



Begeleid door

Stuurgroep S&Z Paddenstoelenteelt

In de Stuurgroep S&Z Paddenstoelenteelt werken de LTO Vakgroep Paddenstoelen, Productschap Tuinbouw, Ministerie van EZ, RVO en paddenstoelentelers samen aan dit convenant.



Uitgevoerd door

DLV Plant Mushrooms

Expeditiestraat 16a

5961 PX Horst

Erik Polman

December 2015

Inhoudsopgave

| | | |
|--------------------------------------|-----------|----|
| Samenvatting | 3 | |
| 1 Inleiding | 4 | |
| 1.1 Inleiding en historie | 4 | |
| 1.2 Huidige praktijksituaties | 4 | |
| 2 Proefopzet | 6 | |
| 2.1 Hygiëne / sporendruk | 6 | |
| 2.2 Temperatuurverschillen | 7 | |
| 2.3 Energiebehoefte | 7 | |
| 3 Resultaten | 8 | |
| 3.1 Hygiëne / sporendruk | 8 | |
| 3.2 Temperatuurverschillen | 8 | |
| 3.3 Energieverbruik | 9 | |
| 4 Conclusies | 10 | |
| 4.1 Sporendruk | 10 | |
| 4.2 Temperatuurverschillen | 10 | |
| 4.3 Energiebehoefte | 11 | |
| 5 Aanbevelingen | 14 | |
| 6 Bijlagen | 15 | |
| 6.1.1 Bijlage 1: Sporendruk meting | | 15 |
| 6.1.2 Bijlage 2: Sporen koloniën | | 15 |
| 6.1.3 Bijlage 3: Doodstoom grafieken | | 16 |
| 6.1.4 Bijlage 4: Doodstoom matrix | | 18 |

Samenvatting

Vanuit het verleden wordt nog steeds een officiële doodstoomtijd van 8 uur geadviseerd voor teeltcellen op 70 °C. De verscheidenheid aan hoe men in de praktijk doodstoomd is echter erg groot. Wat de daaraan verbonden kosten en risico's zijn, zijn eigenlijk nooit goed in beeld gebracht.

Steeds meer worden cellen bij lagere temperatuur of leeg gestoomd om kosten te besparen. De risico's op infectie lijken bij 6 uur 65 °C nog volledig gegarandeerd. Bij leeg stomen wordt de nauwkeurigheid van schoonmaken en eventueel ontsmetten belangrijker om het infectierisico rondom het bedrijf te verlagen. De risico's voor de besmetting naar de omgeving zijn niet gemeten. Stomen op zich geeft in ieder geval een betere afdoding dan alleen schoonmaken en ontsmetten. Ontsmetten heeft ook alleen zin indien het goed is schoongemaakt.

Er is bij de infectiedruk alleen gekeken naar algemene sporendruk. Niet naar bepaalde ziekte verwekkende schimmelinfecties. Deze zijn nl. lastig en kostbaar om te detecteren. Een vervolgonderzoek zou daarin meer uitsluitsel kunnen geven.

Het energieverbruik daalt met gemiddeld 13 % bij vol stomen van 70 naar 65 °C. De proces tijd daalt enkele uren. Het energieverbruik daalt zelfs met bijna 60 % indien leeg gestoomd wordt bij 60 °C gedurende 6 uur. De conclusie uit deelrapport 1 is dat voor het doodstomen op de 5 gemonitorde bedrijven gemiddeld 150 m³ gas per teeltronde/100 m² ofwel 56 % van het gasverbruik nodig is.

De temperatuurverschillen in de cel zijn op bepaalde plaatsen niet gemeten, omdat voelers op een vaste plaats in de cel gemonteerd zijn. Dit zal dus op bedrijfsniveau beter handmatig gecontroleerd moeten worden. Wel is er een duidelijk lagere temperatuur gemeten op 5 cm boven de vloer. Dit is bij een luchttemperatuur van 65 - 70 °C zo'n 4 - 5 °C lager. Wordt echter de riolering dicht gezet kan dit verschil terug gebracht worden tot 2 °C.

De ventilatorstand varieert behoorlijk tussen de kwekers onderling. Echter een stand, 10 % boven de stand tijdens knopvorming is minimaal aan te bevelen om een goede verdeling van stoom over de cel te verkrijgen. Er zijn geen significante verschillen gemeten in energieverbruik bij verschillende ventilatorstanden boven deze norm. Andere factoren zoals seizoen, composthoeveelheid, en type en onderhoud ketel zijn daarop ook van invloed.

De effecten van de diverse doodstoom varianten en hun invloed op het water/energieverbruik van de stoomketel en de sporendruk in de cellen is in een matrix samengevat. Deze matrix is in deze deelrapportage beschreven en als bijlage 4 toegevoegd.

1 Inleiding

1.1 Inleiding en historie

De verscheidenheid aan hoe men in de praktijk dood stoomt is erg groot. Wat de daaraan verbonden kosten en risico's zijn, zijn eigenlijk nooit goed in beeld gebracht.

Uit het verleden (jaren '70 en '80) geldt nog steeds het advies om dood te stomen op 70 °C, dit gedurende 8 uur compost temperatuur. Het gehele proces van opwarmen, op temperatuur houden en weer (een deel) afkoelen kost dan vaak 24 uur. De gebruikte tijd en compost temperatuur combinatie komt uit de tijd dat afstervingsziekte nog met enige regelmaat in Nederland voor kwam. Hiervan werd duidelijk dat deze manier van doodstomen nodig was om die ziekte te bestrijden. Alle overige ziekten en plagen konden bij deze combinatie ook worden afgedood. Bij welke combinatie was niet altijd even duidelijk. Hoewel men wel wist dat, zeker op laboratorium schaal lagere temperaturen of kortere tijden voldoende moesten zijn. Omdat afstervingsziekte een erg grote schade kon veroorzaken werd dus als advies de 70 °C compost temperatuur gedurende 8 uur aangehouden.

Tegenwoordig komt afstervingsziekte in Nederland niet meer voor. De laatste keer was begin jaren '90. Dit heeft een rechtstreeks verband met het algemeen gebruik van doorgroeide compost in Nederland sinds die tijd en de toegenomen kennis betreffende hygiëne en het voorkomen van ziekten en plagen. Door de kortere teeltschema's die daarmee samen hangen en de overgang op een groot aantal bedrijven naar 2 in plaats van 3 vluchten, is in sommige periodes van het jaar de infectiedruk klein. Ook door betere kennis van ziekten en plagen en het voorkomen van infecties is de infectiedruk soms kleiner dan in het verleden. Kwekers kiezen daarom lang niet altijd meer voor de ouderwetse dure en langdurige manier van doodstomen.

1.2 Huidige praktijksituaties

In veel gevallen wordt tegenwoordig een lagere temperatuur aangehouden. Dit varieert in een enkel geval van 50 °C, maar meestal tussen de 60 en 65 °C compost temperatuur. Een vaste tijdsduur wordt daarbij niet standaard aangehouden. Meestal wordt dit gedaan totdat men moet gaan afkoelen voor het leeg maken. Dit houdt in de praktijk in tussen de 1 en 10 uur op de aangegeven temperatuur. Soms wordt wel tot 70 °C composttemperatuur opgewarmd, maar ook hier geldt dat het aantal uur vaak bepaald wordt door het moment van leegmaken. Dit ligt dan vaak tussen de 0.5 en 4 uur op die van oorsprong standaard temperatuur. De kweker neemt dus bewust een risico dat mogelijk niet alles wordt afgedood. Hoe groot dit risico is, is ook niet duidelijk.

De ventilatorstand die daarbij wordt gehanteerd ligt tussen de 45 en 80%. In de meeste gevallen is dit een constante waarde tijdens het gehele proces van opwarmen en handhaven op de maximum temperatuur. Een enkele kweker heeft "een goed gevoel" bij opwarmen op een relatief lage ventilatorstand. Indien de gewenste temperatuur is bereikt, wordt deze opgevoerd naar 80 of 100 %.

Een ander warmt juist op, op een hoge ventilatorstand (70-100%). Bij het bereiken van de maximum luchttemperatuur gaat deze naar 45-60 %. Indien na een aantal uur de stoom uitgezet wordt, daalt de luchttemperatuur nauwelijks en blijkt de composttemperatuur nog enigszins te stijgen. Ook hiervan wordt gebruik gemaakt om een langere, tijd – temperatuur combinatie te creëren.

Een groep telers stoomt de cel echter pas dood nadat de cel is leeg getrokken en schoon gemaakt. Hierdoor zal de opwarm tijd veel korter kunnen zijn en de energiekosten dus veel lager. Filosofie van de kweker hierbij is dat men niet of nauwelijks iets hoeft af te doden als er toch geen infecties zijn. Of men heeft in ieder geval een schone infectievrije teeltcel voor de nieuwe teelt ronde. Indien er wel infecties zijn, en er zit een langere tijdsduur tussen leegmaken en vullen waarbij men vermoedt dat er weer infecties plaats kunnen vinden, is er ook een kleine groep kwekers die vol dood stoomt (op willekeurige tijd en temperatuur combinatie) en vlak voor het vullen nog “na stoomt” op 60 °C. Verspreiding van infecties tijdens het leeg maken wordt hierdoor min of meer voorkomen en men begint in ieder geval schoon aan de nieuwe teelt.

Naast de risico's die een lagere temperatuur of kortere tijd of leeg stomen met zich meebrengen staan hier tegenover de lagere kosten voor energie. Hoeveel lager is tot op heden nog niet gekwantificeerd. Ook kan er een invloed zijn van de gebruikte ventilatorstand op het gasverbruik bij een verder gelijk blijvende manier van dood stomen. Daarbij is het echter ook van belang om te kijken naar de temperatuur in verschillende delen van de cel, met name naar de temperatuur van of net boven de vloer. Een korter en lager dood stoom regime heeft misschien meer risico's, indien de vloer nog minder opgewarmd wordt. Grotere teeltcellen (tegenwoordig op snijbedrijven tot 2000 m²) kunnen echter ook mogelijk meer verschillen in temperatuur opleveren. Door centraal of vooraan met 1 invoer van stoom te werken is het maar de vraag of een gelijkmatige temperatuurverdeling gehaald wordt. Zeker indien lager of korter wordt gestoomd kan dit extra risico opleveren. Praktijk is echter dat met name grote snijbedrijven nauwelijks stomen.

Een aantal kwekers heeft “een goed gevoel” bij het feit dat de afvoer van de riolering dicht gezet wordt tijdens het dood stoom proces. Gedachte hierbij is dat het condens water warm is en dat daardoor de vloer beter / sneller opwarmt. Ook zouden infecties in de scheuren in de vloer daarbij beter kunnen worden afgedood? Of dit zo is, is nog maar de vraag.

In het buitenland is het stomen op die bedrijven waar men de mogelijkheid heeft nog steeds vrij algemeen in gebruik volgens de geldende tijd en temperatuur combinatie. Er zijn echter ook een groot aantal bedrijven die geen mogelijkheid hebben om te stomen. Goed schoonmaken en ontsmetten is voor hen de enige optie.

Al met al genoeg redenen om de verschillende manieren van stomen onder de loep te nemen en daarbij de risico's en kosten in beeld te krijgen. Doel hierbij is niet om de sector een bepaalde manier van doodstomen te adviseren, maar hen te informeren wat de risico's en kosten zijn van een bepaalde handelswijze rondom het stomen.

2 Proefopzet

Voornamelijk uit gesprekken met telers en uit artikelen uit het verleden betreffende dit item uit de teelt, zijn er een aantal facetten naar voren gekomen die men graag onderzocht wilde hebben. Hieronder wordt uiteen gezet hoe en wat daarbij beoordeeld en onderzocht moest worden.

2.1 Hygiëne / sporendruk

Op een aantal bedrijven worden middels swap metingen (oppervlaktes) en Air sampler (lucht) metingen de algemene infectiedruk bepaald. Dit gebeurt op een aantal momenten. Logischerwijze kan niet op elk bedrijf van een teeltcel op elk moment monsters worden genomen. Dit zal ook blijken uit onderstaande opsomming. Maar door op verschillende bedrijven en bij verschillende cellen monsters te nemen kan toch een goed beeld worden verkregen van de sporendruk op verschillende momenten.

- In of aan het eind van de laatste te plukken / snijden vlucht.
- Direct na het leegmaken zonder dood stomen.
- Direct na leegmaken met stomen (bij verschillende methoden van stomen).
- Na schoonmaken zonder stomen.
- Na schoonmaken met stomen (bij verschillende methoden van stomen).
- Na schoonmaken en ontsmetten (zonder stomen).
- Na stomen, schoonmaken en ontsmetten.
- In de lege cel vlak voor vullen.

Indien er monsters genomen zijn, is dit altijd gebeurd op vaste plaatsen en volgens vaste methode. Met een Air sampler wordt gedurende 30 sec lucht over een petrischaal met algemeen agar voor schimmelsporen getrokken. Dit wordt in drievoud gedaan in de teeltcel en buiten op 5 m van de gemeten cel. Het oorspronkelijk aantal sporen in de vaste hoeveelheid lucht kan na 4-5 dagen als koloniën worden geteld. Om sporen te meten op oppervlakken worden swaps genomen. Hiertoe worden steriele wattenstaafjes over oppervlakken gestreken en daarna over de voedingsbodem in de petrischalen uitgesmeerd. Deze swaps worden genomen van de vloer, eventueel ook van scheur in de vloer, van de binnenzijde van de werkgang deur, van het net (2e bed of van net aan achterzijde cel indien ze daar allen liggen), stellingpoot 2e bed 3e stelling links. Door het gebruik van de swaps worden de aanwezige schimmelsporen uitgesmeerd over de agar (zie foto bijlage 1). Het aantal sporen is dan net zoals bij de air sampler afzonderlijk te tellen. Indien de koloniën na 4 dagen toch niet meer afzonderlijk te tellen zijn, wordt dit beoordeeld als "vol". Indien er resten compost gevonden worden, wordt hiervan wat in petrischaal gelegd om uit te laten groeien (zie foto bijlage 2). Indien mogelijk zal er aangegeven worden welke sporen van welke schimmels er worden gevonden. Meestal zal worden uitgegaan van een algemene sporendruk, omdat determinatie van de verschillende ziekten en plagen met deze methode lastig en of kostbaar is.

Er wordt dus alleen beoordeeld op aanwezigheid van schimmelsporen. Het is niet het doel van dit onderzoek en ook praktisch binnen de doelstelling niet mogelijk om andere specifieke ziekten en plagen te beoordelen na diverse behandelingen. Bijvoorbeeld afdoden van vliegen, muggen, mijten en larven middels doodstomen (of ontsmetten).

2.2 Temperatuurverschillen

Bij een aantal teelten zijn er 2 van de 4 voelers uit de compost genomen en 5 -10 cm boven de vloer gehangen, vrij van de stelling. Dit om te beoordelen wat daar de temperatuur is in vergelijking met de luchttemperatuur die standaard wordt gemeten. De standaard luchttemperatuur wordt gemeten in het midden van de cel boven het 2e of 3e bed. Dit in ieder geval aan een zijde waar geen luchtslurf hangt.

Daarnaast is ook in een aantal gevallen de riolering dicht gezet bij aanvang van het stomen. Idee hier achter is dat middels het condenswater de vloer beter opwarmt. Ook eventuele scheuren in de vloer zullen dan sneller een hogere temperatuur hebben en een theoretisch betere af doding geven. Echter in de praktijk kan alleen de temperatuur vlak boven de vloer gemeten worden bij afsluiten van de riolering en zonder afsluiten. Dan kan worden gekeken of er verschillen zijn. Wel kunnen er specifiek sporenmonsters worden genomen van achter gebleven vuil in de scheuren.

Er zijn geen metingen verricht in grote cellen om verschillen in temperatuur voor en achter in de cel op te sporen. De kabels van voelers zijn meestal niet zodanig te verplaatsen dat op andere plaatsen kan worden gemeten.

Snijbedrijven hebben over het algemeen een kort (4 weken) schema. Korte schema's hebben bijna automatisch een lagere infectiedruk. Vol en / of leeg stomen past ook vaak niet in dit korte teeltschema. Daarom worden grote cellen van snij bedrijven meestal niet dood gestoomd. Schoonmaken en ontsmetten wordt door deze bedrijven als een goede optie ervaren.

De stoom wordt bijna altijd op 1 plaats de cel ingeblazen. Dit is bij cellen met de unit vooraan de cel, zowel als bij de unit midden op de cel. Uitzondering zijn extreem lange cellen en eventueel cellen met 4 rijen stellingen. Daar ziet men vaker 2 inblaas punten voor stoom. Dit om een betere stoomverdeling te krijgen. Het wordt echter nauwelijks toegepast. Dit terwijl de voorzieningen en mogelijkheden daartoe in Nederland wel altijd aanwezig zijn.

2.3 Energiebehoefte

De begin en eindwaarde van de watermeter werd genoteerd van het doodstoom proces. Belangrijk daarbij is dat er geen stoom verbruik is in dezelfde periode voor bevochtigen. Hiertoe zijn watermeters aangebracht bij een aantal bedrijven in de toevoerleiding van het water van de stoomketel. Bij de proeven is geen dwingende invloed uitgeoefend op de manier van doodstomen. Dit is aan de kweker zelf over gelaten. Dit was ook lastig te beïnvloeden, ook omdat men meestal gebonden was aan een bepaalde tijd waarbinnen het proces plaats moest vinden. Teelschema's laten immers niet altijd alle mogelijkheden toe. De kweker bepaalde dan het voor hem meest verwachte gunstige resultaat.

De resultaten van de hoeveelheid water zijn middels een vaste omrekeningsfactor (0,1046) naar m³ gas omgezet.

3 Resultaten

3.1 Hygiëne / sporendruk

Op een aantal bedrijven zijn onder verschillende omstandigheden schimmelsporen gemeten. Het bleek in de meeste gevallen niet mogelijk om te achterhalen welke sporen aanwezig waren. Vandaar dat in onderstaande tabel alleen de algemene sporendruk weergegeven is.

Tabel 1. Schimmelspoormeting op verschillende momenten en verschillende methoden van doodstomen.

| Schimmelspoormetingen | aantal metingen | sporendruk lucht cel gemidd. 3 samples | sporendruk swaps cel | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|---|----------------------|------|----------|------|--------------|
| | | | Vloer | Deur | Stelling | Net | Rest compost |
| Buiten | 10 | 10-39 | | | | | |
| Laatste oogst dag | 10 | 49 | vol | vol | > 15 | > 5 | vol |
| Na leegmaken zonder stomen | 6 | 42 | vol | > 20 | vol | > 15 | vol |
| Na leegmaken min 6 uur 70 °C | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na leegmaken min 6 uur 65 °C | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na leegmaken min 6 uur 60 °C | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Na schoonmaken zonder stomen | 6 | 6 | 4 | 12 | 18 | 11 | vol |
| Na schoonmaken en ontsmetten | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 7 | vol |
| Na stomen, schoonmaken en ontsmetten | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| In lege cel, vlak voor vullen | 7 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | >2 |

In de tabel zijn een aantal metingen samen gevoegd, bijv. 6 uur 65 °C en 8 uur 65 °C. Ook bijv. 5 uur 62 °C en 6 uur 60 °C. Dit om e.e.a. overzichtelijk te maken.

De sporendruk van de buitensituatie varieert sterk en is daarom als een bereik weergegeven. Deze wordt erg beïnvloed door de situatie op en rondom het bedrijf, maar is ook erg afhankelijk van het weer. Het is een indicatie en maakt een vergelijking met de situatie in de cel mogelijk op de laatste oogst dag of direct na leegmaken zonder stomen.

Het is niet het doel van dit onderzoek en ook praktisch binnen de doelstelling niet mogelijk om andere specifieke ziekten en plagen te beoordelen. Bijvoorbeeld afdoden van vliegen, muggen, mijten en larven middels doodstomen (of ontsmetten).

Belangrijk is dat de metingen direct na het doodstoom proces of andere bedoelde handelingen zijn verricht om de juiste gegevens te verkrijgen.

3.2 Temperatuurverschillen

Bij navraag bij kwekers blijkt dat de meeste kwekers zelf al hebben gecontroleerd of de temperatuurverschillen bij grote cellen (snijbedrijven) binnen hun eigen gevoelsmatige grenzen vallen. Hieruit blijkt dat de compostvoelers meestal binnen 2 °C verschil liggen. Dit bij zowel leeg als vol stomen. Wel ziet men dat sommige voelers wat achterlopen bij het opwarmen, maar indien een aantal uur een temperatuur wordt aangehouden, dat de verschillen niet groot zijn, nl binnen 2 °C liggen.

Er zijn wel metingen gedaan met betrekking tot temperatuur vlak boven de vloer. Hiertoe zijn 1 of 2 van de compostvoelers op 5 cm boven de vloer gehangen. In ieder geval op die plaats waar ook de voeler van de ruimte temperatuur hangt. Daarnaast is ook in een aantal gevallen de riolering dicht gezet bij aanvang van het stomen. Idee hier achter is dat middels het condenswater de vloer beter opwarmt. Ook eventuele scheuren in de vloer zullen dan sneller een hogere temperatuur hebben. Hiertoe wordt de temperatuur vlak boven de vloer gemeten bij afsluiten van de riolering en zonder afsluiten. Dan kan worden gekeken of er verschillen zijn.

Er is gemeten dat de temperatuur boven de vloer zo'n 5 graden achterblijft bij een luchttemperatuur van 70 °C. Bij vergelijkbare proeven met afsluiten van de riolering blijkt dit 2 – 3 graden te zijn (zie doodstoomgrafieken bijlage 3).

3.3 Energieverbruik

In onderstaande tabel wordt de hoeveelheid water aangegeven per 100 m2 teeltoppervlak, wat gerelateerd is aan het energieverbruik voor doodstomen.

Tabel 2. Liters water bij doodstomen voor het toerekenen van energie.

| Doodstomen vol | waterverbruik stoomketel per 100 m2 teeltoppervlak | ventilatorstand |
|------------------------|--|-----------------|
| minimaal 6 uur 70 °C | 1500-2120 | variabel |
| minimaal 6 uur 65 °C | 1331-1814 | variabel |
| minimaal 6 uur 60 °C | 1302-1725 | variabel |
| Doodstomen leeg | | |
| minimaal 6 uur 70 °C | 946-1102 | variabel |
| minimaal 6 uur 65 °C | 814-988 | variabel |
| minimaal 6 uur 60 °C | 617-902 | variabel |

Bij ventilatorstand is overal variabel ingevuld. De ventilatorstand is op de bedrijven verschillend en kan oplopen, gelijk blijven, of bij bereiken van de gewenste temperatuur lager gezet zijn. De gegevens (waterverbruik) zijn uitsluitend van cellen met een maximale grootte van 350 m2. Van grotere cellen zijn zoals eerder aangegeven te weinig meetgegevens voor een betrouwbare waarde.

Er is ook gekeken naar de invloed van verschillende ventilatorstanden op één bedrijf bij gelijk blijvende tijd- temperatuur combinatie. Het aantal metingen hiertoe was beperkt en de uitkomsten gaven geen duidelijkheid of een bepaalde ventilatorstand zuiniger zou kunnen zijn. Dit o.a. door andere invloedfactoren zoals verschil in composthoeveelheid, seizoen, al op druk zijn van de stoomketel, etc. (zie verder uitleg in hoofdstuk 4.3). Deze hebben gezamenlijk een grotere invloed dan alleen de ventilatorstand.

4 Conclusies

4.1 Sporendruk

De buiten sporendruk verschilde erg per bedrijf. Dit was van gemiddeld 10 tot gemiddeld 39 sporen. Verklaring hiervoor kan gevonden worden in het feit dat op een aantal bedrijven met name in de winter is gemeten. Ook is bekend dat bij droog, zonnig weer de sporendruk hoger is dan in de regen. Er wordt van uit gegaan dat deze meting geen invloed heeft op de verdere resultaten van het stomen zelf.

Op de laatste oogst dag worden altijd een groot aantal sporen gevonden. Dit zijn meestal geen ziekten verwekkers. Deze worden ook nauwelijks door de lucht verspreid, maar d.m.v. de mens, insecten, stof en water. Vandaar dat alleen conclusies getrokken worden over het aantal sporen in totaal en niet meer specifiek naar ziekteverwekkers. Conclusies worden dus getrokken uit het feit of men schimmelsporen afdood of niet.

Het enkel leegmaken van de cel heeft nauwelijks invloed op het aantal sporen, wat ook logisch lijkt. Het schoonmaken zelf heeft al een reductie van 85 % van de sporen van 42 naar 6 sporen. Het ontsmetten daarna heeft weer een reductie tot gemiddeld 1 spore. Uit de swaps blijkt echter dat er toch nog een behoorlijk aantal sporen aanwezig is. Het blijkt dat goed schoonmaken belangrijk is. Op resten compost blijven veel sporen aanwezig. De geldende regel dat alleen erg goed schoonmaken in combinatie met ontsmetten positief is. Matig schoonmaken en ontsmetten geeft ook maar een erg matig resultaat.

Doodstomen daarentegen geeft wel een goede, volledige af doding. Tot 6 uur 65 °C wordt gemiddeld minder dan 0.5 spore gevonden. Vanaf 60 °C of lager worden meer sporen gevonden, met name op de vloer. Het bleek lastig om een goede indruk te krijgen van sporen in scheuren. Meet men dan het vloeroppervlak of beoordeelt men resten compost? Resultaten zijn allen onder de kolom sporendruk vloer gezet. Ook resten compost zijn niet altijd volledig afgedood. Het lijkt dus dat minder dan 6 uur op 60 °C risicovoller wordt.

De cel vlak voor vullen geeft in enkele gevallen een paar sporen. De redenen hiervoor kunnen zijn een niet volledige afdoding middels stomen, schoonmaken en ontsmetten. Maar ook kan het leegmaken en schoonmaken zelf infecties opleveren. Indien machines, gereedschap, kleding en schoeisel van personeel niet schoon is, kunnen er weer infecties optreden. Ook met het klaarzetten van de hulpmiddelen, vliegen vangplaten en lampen, het vervangen van filters in de unit of overdrukopeningen, kunnen er weer infecties binnen gebracht worden. Hierdoor kan de licht verhoogde infectiedruk worden verklaard.

4.2 Temperatuurverschillen

Het lijkt erop dat kwekers zelf na moeten gaan of er in de cel temperatuurverschillen voorkomen. Indien men echter een keer luchtverdelingsmetingen laat doen en er zijn nauwelijks verschillen zal dat ook in de cel met doodstomen zo zijn. De vloer blijft echter altijd wat kouder. Dit zal ook gelden voor de naaste omgeving van de uitlaat opening. Bij stomen op 60 °C. vindt men de eerste sporen na de hittebehandeling. Bij hogere temperatuur lijkt er geen gevaar.

Uit de grafieken van bijlage 3 blijkt dat de luchttemperatuur vlak boven de vloer op 5 cm gemiddeld zo'n 2 °C onder de standaard luchttemperatuur blijft. Dit is echter gemeten indien men de riolering afsluit.

Laat men het condenswater gewoon via de riolering continue weglopen dan wordt er een temperatuurverlaging van 3-5 °C gemeten. Mogelijk dat hier ook de ventilatorstand een invloed op heeft. Dit is echter niet gecontroleerd. Conclusie kan zijn dat indien men dicht bij de kritische grens komt van 60 °C het belangrijker is om de riolering dicht te zetten. Bij een extreme meting van kortstondig stomen tot 75 °C luchttemperatuur, bleef de luchttemperatuur vlak boven de vloer maar liefst 7 °C achter. Conclusie: hoe hoger men dood stoomt des te groter het verschil met de vloer zal blijven.

Er is geen inzicht verkregen middels metingen in welke gevallen er meer dan 1 inlaatpunt van stoom gebruikt is.

4.3 Energiebehoefte

De verschillen die gemeten zijn in water hoeveelheid, in relatie tot de ventilatorstand waren zodanig dat daar geen conclusies uit getrokken kunnen worden. Waarschijnlijk zijn andere invloeden dan samen groter dan de invloed van de ventilatorstand. De factoren die dus ook van invloed zijn op verschillen in het energieverbruik per 100 m² celoppervlak tussen verschillende bedrijven en op één bedrijf:

- Is de stoomketel al op temperatuur voordat het dood stoom proces en daarbij de meting start. (Het duurt 30-60 min voordat stoomketel op druk is)
- Er is een verschil in vul dikte, dus verschil in kg compost / m²
- Er is een verschil in vochtgehalte van de compost (droge compost warmt makkelijker op).
- Verschillen onderling tussen de stoomketels op de gemeten kwekerijen.
- Seizoensinvloeden, en daarmee dus verschil in uitstroom van energie naar de omgeving.
- Rendement van de stoomketels onderling. Tevens onderhoud daarvan m.b.t. aanwezigheid van hoeveelheid ketelsteen en spuien.
- Exacte tijd en temperatuurcombinatie in de herhaling van de proef op andere ventilatorstand.

Vandaar dat er geen conclusies getrokken kunnen worden welke ventilatorstand het meest economisch is om het proces te laten plaatsvinden. Een stand 10 % boven de minimumstand (zoals die bij knopvorming wordt gebruikt) is echter gewenst om de stoom goed te verdelen.

De energiebehoefte is dus vergeleken bij verschillende mogelijke variabelen, gegroepeerd naar ongeveer 6 uur 70 °C, resp. 65 °C en 60 °C, zowel vol als zonder compost. De 8 uur 70 °C (vol) als oorspronkelijk advies, wordt in de praktijk nauwelijks meer toegepast.

Bij de gemeten bedrijven met een maximale grote van 350 m² per cel komt bij een vaste doodstoom methode ook al een behoorlijk verschil in meetresultaten voor. Dit wordt door bovenstaande redenen veroorzaakt. Indien het minimum en maximum aantal liters van de methode minimaal 6 uur 70 °C vol op 100% wordt geïndexeerd komt de hoeveelheid energie bij de minst kostbare gemeten methode van minimaal 6 uur 60 °C leeg uit op 41-42 % van de energiebehoefte. E.e.a. wordt in onderstaande tabel inzichtelijk gemaakt. Voor 6 uur 70 °C vol is gekozen als waarde index =100, omdat deze het dichtst bij het oorspronkelijke advies ligt van 8

uur 70 °C. Hierdoor kan de energie afname bij de diverse vormen van stomen het best worden vergeleken met het oorspronkelijke advies.

Tabel 3. Energieverbruik en indexering van energieverbruik bij verschillende manieren van doodstomen. Minimaal 6 uur 70 °C vol = 100%.

| Doodstomen vol | liters water per 100 m2 | % water t.o.v. 6 uur 70 °C | Energie in m3 gas per 100 m2 |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| minimaal 6 uur 70 °C | 1500-2120 | 100-100 | 157-222 |
| minimaal 6 uur 65 °C | 1331-1814 | 89-85 | 139-190 |
| minimaal 6 uur 60 °C | 1302-1725 | 87- 81 | 136-180 |
| Doodstomen leeg | | | |
| minimaal 6 uur 70 °C | 946-1102 | 63- 51 | 99-115 |
| minimaal 6 uur 65 °C | 814-988 | 54- 46 | 85-103 |
| minimaal 6 uur 60 °C | 617-902 | 41- 42 | 65-94 |

Met doodstomen van 70 naar 60 °C vol kan dus 13-19 % water en dus energie worden uitgespaard, maar ook 3-5 uur procestijd.

Met leeg doodstomen op 60 °C kan 58 – 59 % water en dus energie worden bespaard t.o.v. de oorspronkelijke 6 uur 70 °C vol stomen. Tevens bespaar je hiermee 8-12 uur procestijd.

Samenvattend:

In onderstaande Doodstoommatrix (zie ook bijlage 4) zijn de resultaten weergegeven van de gemeten doodstoom varianten, het water c.q. energieverbruik en de sporendruk in de teeltcel. Tevens zijn enkele belangrijke aandachtspunten aangegeven.

Conclusie is dat er veilig gestoomd kan worden bij 6 uur 65 °C. De teelt cel is dan in ieder geval infectievrij. Of dit met of zonder compost gebeurt is afhankelijk van de ziekte en infectiedruk op het bedrijf. De keuze of dit met compost of leeg gebeurt is aan de teler. Hierbij kan ook meespelen: de lengte van het teeltschema of mogelijke wettelijke eisen.

Indien er op bedrijfsniveau gecontroleerd is dat er nauwelijks temperatuur verschillen zijn in de teelt cel, kan deze 65 °C mogelijk met enkele graden zakken. Bij 6 uur 60 °C wordt nl maar in enkele gevallen sporen gemeten.

Het energieverbruik kan veilig met 13 % (vol) of 50 % (leeg) worden verlaagd door op 6 uur 65 °C, t.o.v. 6 uur vol op 70 °C te stomen.

Tabel 4. Doodstoom matrix.

| Doodstoommatrix | liters water /100 m2 teeltopp. | energie m3 gas /100 m2 teeltopp. | % energieverbruik t.o.v. maximum | gemidd. sporendruk 3 lucht samples | gemidd. sporendruk 4 swaps |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Doodstoom varianten vol | | | | | |
| minimaal 6 uur compost 70 °C | 1500-2120 = gemidd. 1810 | 189 | 100% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur compost 65 °C | 1331-1814 = gemidd. 1573 | 165 | 87% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur compost 60 °C | 1302-1725 = gemidd. 1514 | 158 | 84% | 1 | 1 |
| Doodstoom varianten leeg | | | | | |
| minimaal 6 uur lucht 70 °C | 946-1102 = gemidd. 1024 | 107 | 57% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur lucht 65 °C | 814-988 = gemidd. 901 | 94 | 50% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur lucht 60 °C | 617-902 = gemidd. 760 | 80 | 42% | 1 | 1 |
| Niet doodstomen | | | | | |
| niet schoonmaken | 0 | 0 | 0% | 42 | vol |
| schoonmaken | 0 | 0 | 0% | 6 | 15 |
| schoonmaken en ontsmetten | 0 | 0 | 0% | 1 | 3 |

Overige aandachtspunten en aanbevelingen:

Ventilatorstand minimaal 10 % hoger dan stand bij knopvorming

Hanteer een wachttijd (liefst meerdere uren) alvorens het afkoelen te starten.

Mogelijk sporendruk meten bij 55 °C 6 uur. Wat is dan afname van aantal sporen?

5 Aanbevelingen

Teelt

- Een tijd en temperatuurcombinatie van 6 uur 65 °C geeft zeker een voldoende af doding van sporen. Of hierbij gekozen wordt voor leeg of vol stomen hangt af van de algemene ziekten en infectiedruk op het bedrijf. Hoe groter deze is, des te eerder zal er tot vol doodstomen moeten worden overgegaan.
- Indien er na controlemetingen minimale temperatuurverschillen (minder dan 2 °C) voorkomen, kan men 6 uur 60 °C aanhouden.
- Het afsluiten van de riolering tijdens het stomen geeft een kleiner temperatuurverschil tussen vloer en luchttemperatuur. Dus een verlaging van het infectierisico.
- Goed schoonmaken is met name belangrijk indien niet volgens de aangegeven norm wordt gestoomd, of indien leeg wordt gestoomd.
- Bij niet stomen geldt ook: Ontsmetten is alleen effectief indien eerst goed wordt schoongemaakt.
- Goede hygiëne voor het vullen is belangrijk en noodzakelijk om her infectie te voorkomen.
- De kweker zal op zijn eigen bedrijf moeten achterhalen of er verschillen zitten in temperatuur in de cel bij het doodstomen. Dit bij de te gebruiken ventilatorstand.
- De ventilatorstand tijdens stomen dient minimaal 10 % hoger te zijn dan de stand bij knopvorming.

Algemeen

- Indien er meer specifiek op bepaalde ziekteverwekkers kan worden onderzocht zou de tijd temperatuur combinatie mogelijk nog verder omlaag kunnen.

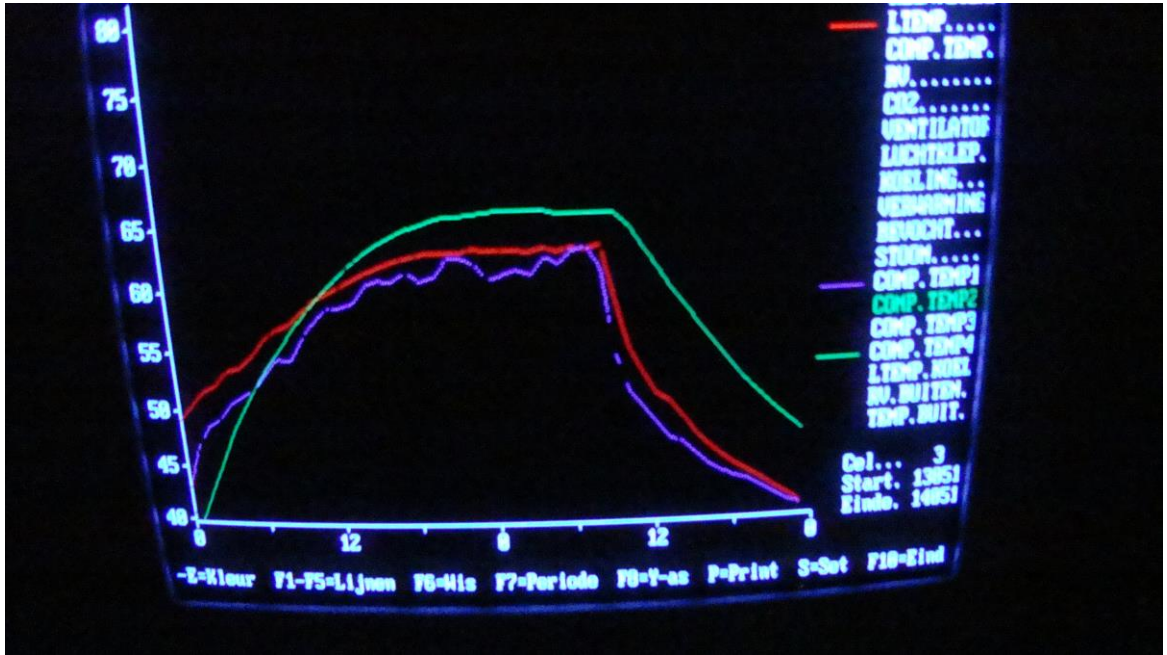
6 Bijlagen

6.1.1 Bijlage 1: Sporendruk meting



6.1.2 Bijlage 2: Sporen koloniën





6.1.4 Bijlage 4: Doodstoom matrix

| Doodstoommatrix | liters water /100 m2 teeltopp. | energie m3 gas /100 m2 teeltopp. | % energieverbruik t.o.v. maximum | gemidd. sporendruk 3 lucht samples | gemidd. sporendruk 4 swaps |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Doodstoom varianten vol | | | | | |
| minimaal 6 uur compost 70 °C | 1500-2120 = gemidd. 1810 | 189 | 100% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur compost 65 °C | 1331-1814 = gemidd. 1573 | 165 | 87% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur compost 60 °C | 1302-1725 = gemidd. 1514 | 158 | 84% | 1 | 1 |
| Doodstoom varianten leeg | | | | | |
| minimaal 6 uur lucht 70 °C | 946-1102 = gemidd. 1024 | 107 | 57% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur lucht 65 °C | 814-988 = gemidd. 901 | 94 | 50% | 0 | 0 |
| minimaal 6 uur lucht 60 °C | 617-902 = gemidd. 760 | 80 | 42% | 1 | 1 |
| Niet doodstomen | | | | | |
| niet schoonmaken | 0 | 0 | 0% | 42 | vol |
| schoonmaken | 0 | 0 | 0% | 6 | 15 |
| schoonmaken en ontsmetten | 0 | 0 | 0% | 1 | 3 |

Overige aandachtspunten en aanbevelingen:

Ventilatorstand minimaal 10 % hoger dan stand bij knopvorming

Hanteer een wachttijd (liefst meerdere uren) alvorens het afkoelen te starten.

Mogelijk sporendruk meten bij 55 °C 6 uur. Wat is dan afname van aantal sporen?