

Optimalisatie vochtvoorziening onder uitgroeïende champignons

Fase 2: Hoeveelheid en tijdstip

In opdracht van en gefinancierd door
Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Uitgevoerd door
Onderzoek DLV Plant
Jos Amsing
Postbus 7001
6700 CA Wageningen

Projectnummer
PT- Projectnummer: 13073

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

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

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding en doel	5
2 Materiaal en methode	6
2.1 Behandelingen en druppelsslagen	6
2.2 Sproeihoeveelheden	7
2.3 Fysisch onderzoek	9
2.4 Praktijkbedrijf	9
2.5 Waarnemingen	10
2.6 Verwerking	10
3 Resultaten	11
3.1 Grondstoffen	11
3.2 Watergiften	11
3.3 Fysisch onderzoek dekaarde en compost	11
3.4 Vochtmeting met sensoren	14
3.5 Temperatuur en EC-meting met sensoren	18
3.6 Productie en kwaliteit	19
4 Conclusies en aanbevelingen	23
4.1 Discussie	23
4.2 Aanbevelingen	25
Bijlage 1. Ligging van de behandelingen in de cel	26
Bijlage 2. Gegevens van de grondstoffen	27
Bijlage 3a. Sproeischema proef 5 en 7	28
Bijlage 3b. Sproeischema proef 6 en 8	29

Bijlage 4. Fysisch onderzoek proef 6	30
Bijlage 5. Temperatuur substraat proef 5 t/m 8	31
Bijlage 6. Witheid champignons na pluk en na 1 week	32
Bijlage 7. Kwaliteit (visueel) champignons na 1 week	33

Samenvatting

Champignons nemen tijdens de uitgroei grote hoeveelheden water en mineralen op uit dekaarde en compost. Tijdens deze uitgroei kan het vochtgehalte van het substraat niet op pijl worden gehouden door water op de dekaarde te sproeien, omdat anders de knopontwikkeling verstoord wordt of omdat ziektes zich gaan ontwikkelen. De onttrekking van voedingsstoffen is zo groot en verloopt zo snel dat het aannemelijk is dat het vochtgehalte buiten het optimale bereik komt.

In het project “Optimalisatie vochtvoorziening onder uitgroeiende champignons” is in opdracht van champignontelers, met financiering van Productschap Tuinbouw, door DLV Plant een nieuw watergeefstelsel ontwikkeld waarmee het vochtgehalte van het substraat op niveau gehouden kan worden. Proeven in een praktijkbedrijf hebben aangetoond dat het mogelijk is reproduceerbaar hogere opbrengsten te realiseren. Door slangen bovenin de compost tijdens het vullen van de cel aan te brengen met 50 druppelpunten per m², is in 2 vluchten een meeropbrengst behaald tussen 6% en 9%. Tijdens de uitgroei van de vluchten wordt water in de compost gegeven. Het meest optimale watergeefregime is 50% meer water op de dekaarde en in de compost, in de verhouding 30 : 70. De hoeveelheid water op de dekaarde is de helft minder dan in een standaardteelt. De dekaarde is niet droger omdat een deel van het water uit de slangen ook door de dekaarde wordt opgenomen.

Kwaliteit (kleur, droge stof, verwerkingsrendement), aantal en sortering van de champignons zijn even goed als van de standaard teeltmethode. De champignons hebben een hoger stuksgewicht. Vooral dit aspect draagt bij tot de opbrengstverhoging.

Deze nieuwe watergeeftechniek kan verder geoptimaliseerd worden voor invoering in de praktijk. Belangrijk is dat het water homogeen in de compost wordt aangebracht omdat compost het water niet horizontaal transporteert. Daarnaast zijn er nog een aantal andere aspecten van technische aard die nog om een oplossing vragen. De grote rollen slangen vormen met name voor lange teeltbedden een logistiek probleem.

Het watergeven is uitgevoerd volgens een vooraf opgesteld sproeiprotocol. Automatische sturing van de watergiften door vochtsensoren in de compost, ligt binnen handbereik. Continue metingen met vochtsensoren hebben aangetoond dat de sensor in de compost nauwkeurig moet worden aangebracht. Daarvoor dient een protocol te worden ontwikkeld. Ook moet duidelijk worden wat het optimum vochtgehalte gedurende de teelt is, dus niet alleen aan het begin, maar ook tijdens de vluchten.

Fysische metingen aan het substraat hebben aangetoond dat tussen partijen compost grote verschillen in waterabsorberende eigenschappen bestaan. Om het vullen van compost en het sproeien optimaler te doen verlopen, is het wenselijk kennis te verzamelen over fysische eigenschappen compost zoals veerkracht, waterkarakteristieken, van de invloed van de grondstoffen, strolengte en mate van doorgroeiing met champignonmycelium.

1 Inleiding en doel

Het project “Optimalisatie vochtvoorziening onder uitgroeiende champignons”, is in twee fasen opgesplitst:

Fase 1. Optimale diepte en onderlinge afstand van de druppelpunten in het substraat, en
Fase 2. Hoeveelheid en tijdstip dat het water wordt ingebracht.

Fase 1 is in 2008 uitgevoerd. In vier proefteelten (proef 1 t/m 4) is vastgesteld dat een watergift met druppelslangen op 5 cm in de compost vlak voor en tijdens de vluchten de opbrengst flink (11%) kan verhogen. Uit dit en eerder onderzoek is gebleken dat het optimaal verdelen van water in de compost niet eenvoudig is. Het water verspreidt zich beperkt vanaf het punt waar water uit de slangen komt. Het zo fijn mogelijk verdelen van de “inlaatpunten” is dus belangrijk. Met vochtsensoren is continu het vochtgehalte gemeten in de dekaarde en op verschillende dieptes in de compost. De gegevens laten zien dat de manier waarop telers nu water geven niet optimaal is. Deze manier veroorzaakt pieken in vochtgehalte en zowel in de dekaarde als de compost daalt het watergehalte in de tijd.

In 2009 is vervolgens fase 2 uitgevoerd (proef 5 t/m 8). Onderzocht is of het watergeven verder verbeterd kan worden door met een fijner netwerk van druppelpunten te werken, en door te variëren in tijdstippen en hoeveelheden water. In dit verslag wordt het onderzoek van fase 2 beschreven.

Het doel van het project is om met een verbeterd watergeefstelsel een reproduceerbaar hogere opbrengst te krijgen. Een verbeterd systeem moet een nog homogener verdeling van het toegediende water bewerkstelligen. Watergeefstrategieën, continue meting van het vochtgehalte en de fysische eigenschappen van de compost moeten aan elkaar gekoppeld worden zodat later aan de hand van de compostgegevens een advies gegeven kan worden wanneer, hoeveel en hoe vaak er water gegeven moet worden.

2 Materiaal en methode

2.1 Behandelingen en druppelsslagen

Het beste resultaat in fase 1 gaf het systeem met slangen op 5 cm diepte in de compost en 10 cm afstand. In de slang zat op elke 20 cm een druppelpunt. Dit zijn 50 druppelpunten per m². Deze behandeling is daarom voor fase 2 als basis genomen.

Verder is voor fase 2 gekozen voor een watergeefstelsel in hele champignonbedden. Een proefvak bestaat uit een teeltbed van 20 m² (zie bijlage 1).

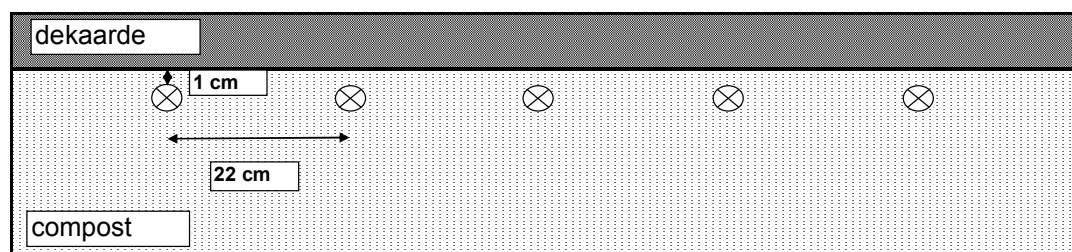
Hendrix Loon- en Landbouwbedrijf te Merselo heeft een kopvulmachine aangepast om de slangen in de compost te trekken (figuur 1).



Figuur 1: Kopvuller met inbrengmechanisme.

Figuur 2: Druppelsslagen op 22 cm afstand en 1 cm diep in compost.

Tijdens het vullen zijn 5 druppelsslagen op een onderlinge afstand van 22 cm met de kopvulmachine in de compost getrokken (figuren 2 en 3). Het was technisch niet mogelijk om ze dicht bij elkaar te vullen. Om toch een fijn netwerk van 50 druppelpunten per m² te realiseren is gekozen voor een type slang met elke 10 cm een druppelgaatje.



Figuur 3: positie van de 5 druppelsslagen in de compost

Er zijn vier proeven uitgevoerd met proefnummers 5 t/m 8. In de eerste proef liggen de slangen op 10 cm diepte in de compost. Dit is 5 cm dieper dan gepland. Dit werd veroorzaakt doordat compost de slangen te ver naar beneden duwde. Aansluitend is de vulmachine aangepast. In de volgende drie proeven, de nummers 6, 7 en 8, heeft dit geleid tot een op dat moment best haalbare diepte van 1 cm in de compost.

De druppelgaatjes zijn naar boven gericht omdat dat technisch het beste uit te voeren was. Na instemming van de begeleidingscommissie is het onderzoek voortgezet. De slangen zijn van het type RevaDrip-PC-AS van Netafim (figuur 4) . De materialen en toebehoren zijn door Revaho beschikbaar gesteld. De diameter is 16 mm. Om de 10 cm zit een gaatje met een membraan dat ervoor zorgt dat per uur 1 liter water uit elk gaatje druppelt. Na een sproeibeurt sluit het membraan zichzelf af. De vochtdosering over de lengte van de slang is zeer gelijkmatig. In tabel 1 staan de proefbehandelingen weergegeven.



Figuur 4: Druppelslang met een Dripnet-membraan op elke 10 cm

Tabel 1: Overzicht proefbehandeling

Watergift	Afstand in compost (cm)	Diepte in compost (cm)
Standaard	0	0
Slang in compost	22	1

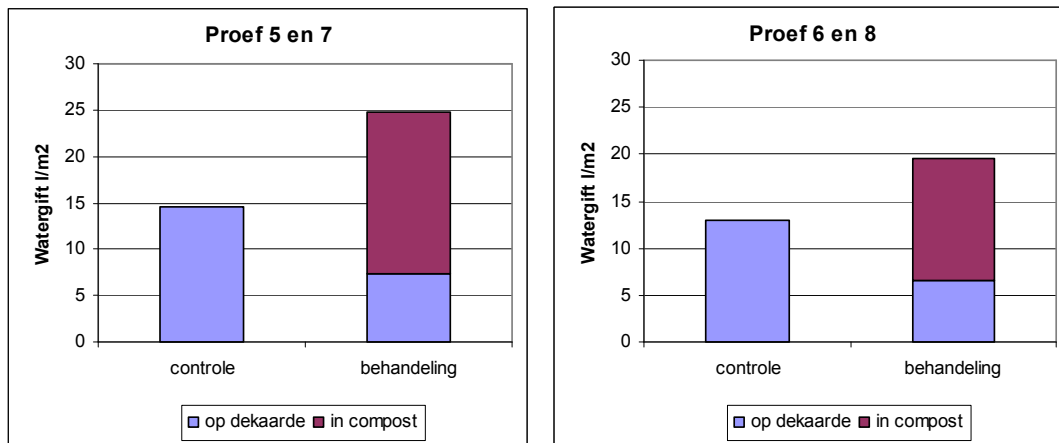
Na het vullen zijn de slangen met elkaar verbonden, eindigend in een GK-koppeling voor aansluiting op het openbaar waterleidingnet. Berekend en getest is dat met vijf slangen 95 seconden waterdruk nodig is om 1 liter water per m² bedoppervlak te doseren.

2.2 Sproeihoeveelheden

Tot het afventileren is op alle teeltbedden tussen 15 en 18 liter water per m² op de dekaarde gespreid. Tijdens de uitgroei van de knoppen zijn verschillen in sproeihoeveelheden toegepast. Er zijn 2 protocollen opgesteld:

- in proef 5 en 7 zijn de controlebedden besproeid met 15 l/m². De vakken met slangen hebben 50% (7,5 l/m²) minder op de dekaarde gekregen en 17,5 l/m² via de slangen in de compost. In totaal is dit 25 l/m² (70% meer dan de controle bedden, in de verhouding 30 dekaarde : 70 compost).

- In proef 6 en 8 zijn de controlebedden bevochtigd met 13 l/m². De vakken met slangen hebben 6,5 l/m² (50% minder) op de dekaarde gehad en 13 l/m² via de slangen in de compost. In totaal is dit 19,5 l/m² (50% meer, in de verhouding 30 dekaarde : 70 compost).



Figuur 5: Sproeihoeveelheden van de proeven in de oogstfase

In fase 1 was op de eerste plukdag begonnen met watergeven via de slangen in de compost. Het aantal druppelbeurten via de slangen was tijdens de oogstfase beperkt tot 4 à 6 keer. Mogelijk kan dit nog verder geoptimaliseerd worden omdat compost slecht water opneemt.

Om de opname te verbeteren is in fase 2 eerder in de teelt begonnen en is frequenter water gegeven. In alle proeven is begonnen met watergiften via de slangen in de compost als de knoppen uitgroeien. Dit is 4 dagen vóór de eerste pluk. Tijdens de oogstfase is 10 tot 14 keer water in de compost gedoseerd, per keer 1 maximaal 2 l water per m². Een gedetailleerde weergave van hoeveelheden en tijdstippen zijn in bijlagen 3a en 3b opgenomen.

In tabel 2 staan de sproeibehandelingen weergegeven.

Tabel 2: Overzicht sproeibehandelingen op vakken met slangen in de compost.

Proeffactor	Aantal niveaus	Beschrijving
Hoeveelheid en verdeling van water	2	70% extra in oogstfase; verdeling 30 dekaarde : 70 compost
		50% extra in oogstfase; verdeling 30 dekaarde : 70 compost

2.3 Fysisch onderzoek

Aan het begin van proef 5 en 6 zijn direct na het vullen van de cel 6 PVC-cylinders met een hoogte van 25 cm en een diameter van 11,7 cm in de teeltbedden aangebracht. De cylinders zijn gevuld met compost en dekaarde die overeenkomt voor wat betreft hoeveelheid en dikte met de machinale vulling van de cel. Aan de onderzijde was de cylinder afgedicht met een acryl vliesdoek. Na de eerste en na de tweede vlucht zijn 3 cylinders uit de teelt gehaald en fysisch onderzocht door RHP. Daar is de compostlaag gescheiden van de dekaardelaag. Beide lagen zijn ongestoord in het fysisch onderzoek genomen. De monsters werden volledig verzadigd, waarna met behulp van een pF bak de retentiecurve is bepaald (pF waarden 0,5 - 1,0 - 1,5 - 1,7 - 2,0, respectievelijk drukhoogten 3, 10, 32, 50 en 100 cm waterkolom).

Daarnaast zijn bij het vullen van de cel losse monsters dekaarde en compost genomen. De compostmonsters zijn volgens het standaard uitgebreid fysisch onderzoek voor venige substraten geanalyseerd. De dekaardemonsters zijn bij vullen van de monsterring tot een massieve klomp gekneet waarmee de monsterring volledig werd gevuld. De monsters zijn vervolgens volledig verzadigd, waarna met behulp van een pF bak de retentiecurve is bepaald (pF waarden 0,5 - 1,0 - 1,5 - 1,7 - 2,0, respectievelijk drukhoogten 3, 10, 32, 50 en 100 cm waterkolom).

De losse monsters zijn ook geanalyseerd volgens de WOK analyse. Hierbij is het materiaal tot luchtdroog gebracht waarna is vastgesteld hoe ze water opnemen uit een klein laagje water gedurende 24 uur. De zogenaamde wateropnamekarakteristiek (WOK) geeft daarmee aan hoe onder zeer droge omstandigheden materialen water opnemen en verdelen.

2.4 Praktijkbedrijf

Er zijn vanaf september 2008 tot eind maart 2009 vier proeven bij champignonkweker J. v.d. Elsen te St. Oedenrode uitgevoerd. De kwekerij bestaat uit 6 cellen met een teeltoppervlak van 200 m² per cel. In de cel staan 2 stellingen met elk 5 bedden met een lengte van 15 m en 1.34 m breed.

In een 4-weken-schema zijn champignons geteeld op bijgevoede, doorgroeide compost met het ras Sylvan A15. De compost is geproduceerd door Hooymans en de dekaarde door CNC. Er is geplukt op kwaliteit. Verdeling van de sortering is gemiddeld: 45% Fijn, 35 % Middel, 17% Reus en 3% Industrie. De totale productie van 2 vluchten is normaal 26 tot 29 kg/m². De laatste 7 tot 9 kg van de tweede vlucht zijn op kwaliteit gesneden.

2.5 Waarnemingen

Gedurende de proeven zijn diverse waarnemingen verricht.

Grondstoffen:

- ➔ Chemische analyse doorgroeide compost en dekaarde.
- ➔ Vochtcharacteristieken van compost en dekaarde op drie tijdstippen (proef 5 en 6):
 - vullen cel,
 - na de eerste vlucht en
 - na de tweede vlucht.

Tijdens de teelt:

- ➔ Met 5 sensoren van het type ECH₂O-TE, gekoppeld aan een EM50-logger van Decagon, is in alle proeven het watergehalte, temperatuur en EC gemonitord op verschillende dieptes in dekaarde en compost.
- ➔ klimaatgegevens, sproeitijdstippen en -hoeveelheden zijn verzameld.
- ➔ Geregistreerd zijn opbrengst champignons van 2 vluchten per proef.
- ➔ Kwaliteit van champignons is gemeten bij de pluk en na 1 week koelen bij 2°C.

Einde teelt:

- ➔ Aan het einde van de teelt zijn monsters genomen van compost en dekaarde voor meting van het vochtgehalte. De kwaliteit van het substraat is visueel beoordeeld.
- ➔ Gedurende het onderzoek zijn in alle proeven foto's gemaakt van de champignons.

2.6 Verwerking

De behandelingseffecten zijn met behulp van variantie-analyse getoetst. Hierbij is gebruik gemaakt van het statistische programma GENSTAT. Er is getoetst met een onbetrouwbaarheid van 5% ($P \leq 0,05$).

3 Resultaten

3.1 Grondstoffen

De teler beoordeelt de compost op basis van kleur, geur, strolengte, vochtgehalte en veerkracht. De kwaliteit van de grondstoffen is door de teler als goed beoordeeld. Hij heeft wel enkele opmerkingen gemaakt. Hij vond de compost van proef 5 en 6 aan de natte kant. Dit komt overeen met de vochtcijfers die door de compostleverancier gegeven zijn (zie bijlage 2).

De compost van proef 5 had een lange, zachte structuur, terwijl die van de proeven 6 t/m 8 juist een korte structuur hadden. Ook de compost van proef 8 was zacht.

3.2 Watergiften

De watergiften in proef 6 en 8 zijn volgens plan uitgevoerd. In proef 5 is 3 liter minder en in proef 7 is 3 liter meer dan gepland via de slangen in de compost gedoseerd.

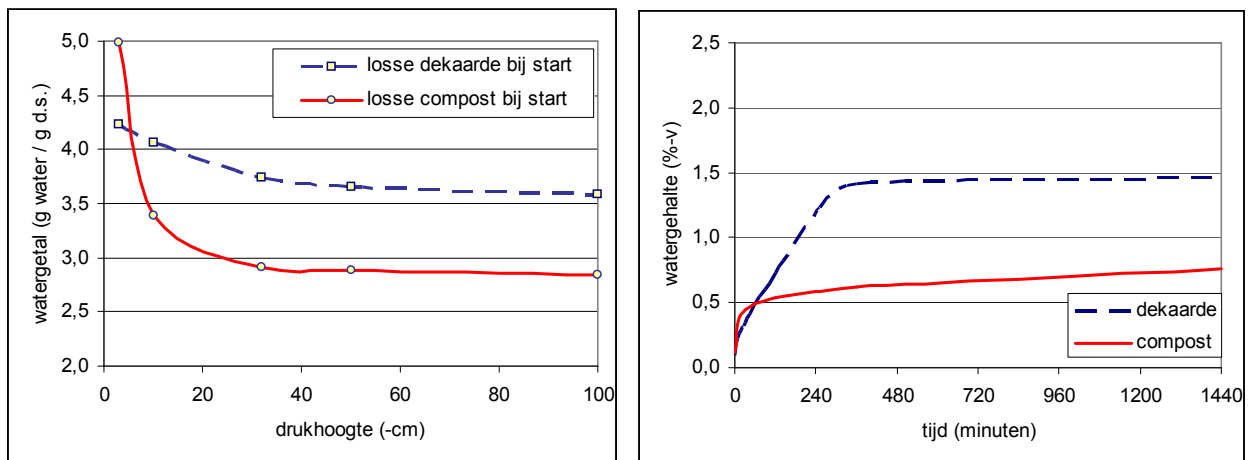
3.3 Fysisch onderzoek dekaarde en compost

3.3.1 Proef 5

De retentiecurve geeft aan hoe water wordt gebonden in het poriënsysteem, maar ook of de poriën water toelaten. In figuur 6 zijn de retentiecurven weergegeven van de losse dekaarde en compost bij het vullen van de cel. Deze zijn in het laboratorium verdicht op standaard wijze. Om vergelijking met de teelt te kunnen trekken zijn de curven uitgedrukt op watergetal (gram water per gram droge stof). Daarmee kan de verandering van de materialen door de tijd goed worden beoordeeld.

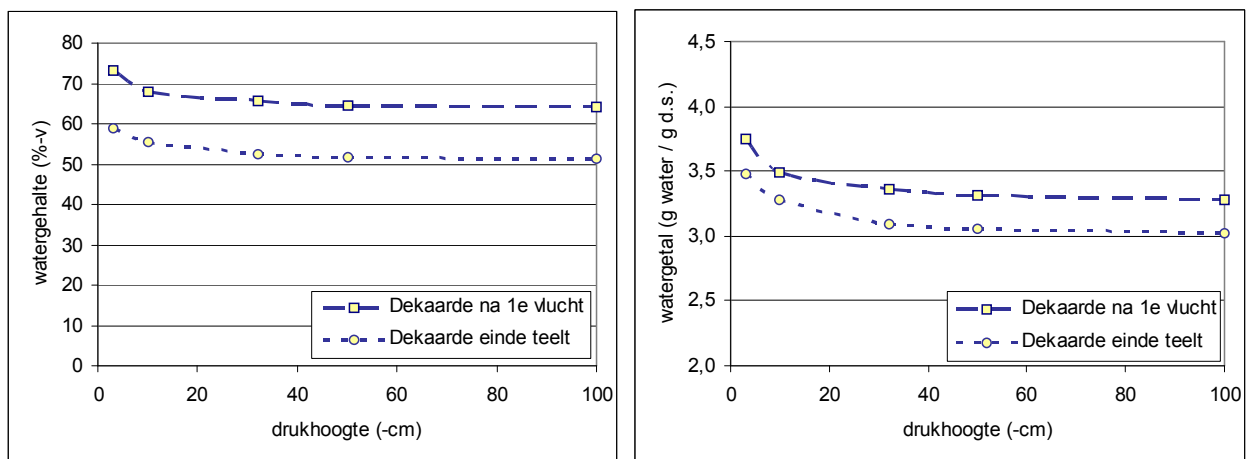
In figuur 6 is links de retentiecurve van de losse dekaarde en losse compost weergegeven. De dekaarde curve volgt een voor RHP bekende lijn. Het product wijkt niet af van 'reguliere' dekaarde. Tot de drukhoogte -50 cm wil het materiaal nog water afgeven, daarna niet meer. De compost houdt relatief veel water vast bij lage drukhoogten en laat dit snel los. Dit is op zich verklaarbaar omdat het een los product betreft waarbij het mycelium nog geen verbindende structuur tussen de strodelen heeft gemaakt. Water kan derhalve nog goed in de structuur dringen.

Rechts in figuur 6 is de wateropnamekarakteristiek (WOK) opgenomen. De dekaarde volgt ook daarbij een bekende curve. De compost pakt relatief weinig water op. In vergelijking met de metingen uit proef 6 neemt deze compost minder goed water op.



Figuur 6: Retentiecurve (links) en WOK (rechts) van dekaarde en compost bij vullen van de cel, uitgedrukt op watergetal (links) en watergehalte (rechts) proef 5.

In de volgende figuur 7 is de retentiecurve van de dekaarde gedurende de teelt opgenomen.

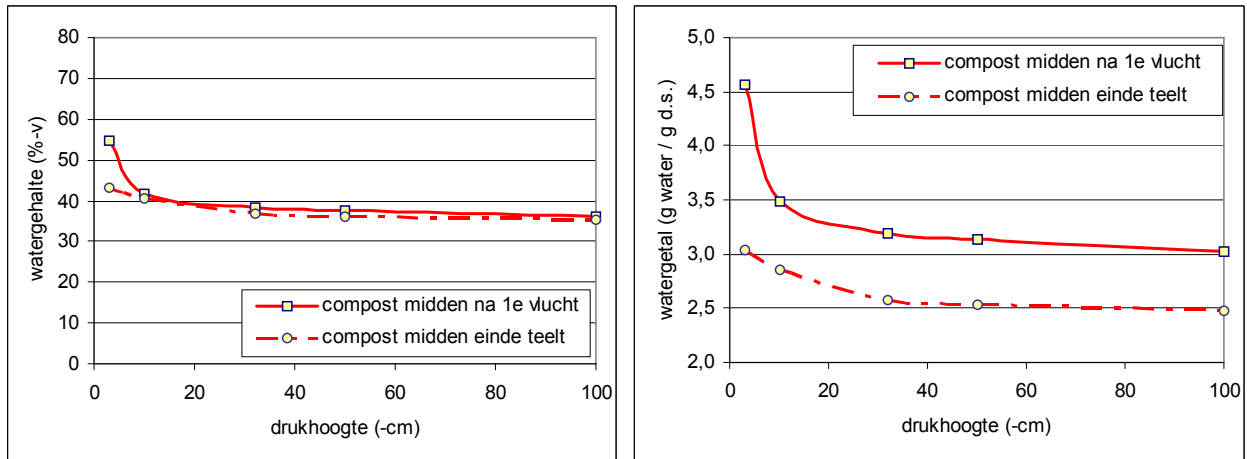


Figuur 7: Retentiecurve van de dekaarde in situ na de eerste vlucht en op het einde van de teelt, uitgedrukt op watergehalte (links) en watergetal (rechts) proef 5.

Wat duidelijk wordt is dat het waterbergend vermogen van het dekaarde pakket sterk afneemt. In de analyse worden de monsters onder water gezet. Desondanks wordt duidelijk dat het materiaal gaandeweg de teelt minder water wil opnemen of vasthouden, zelfs bij de lage drukhoogten.

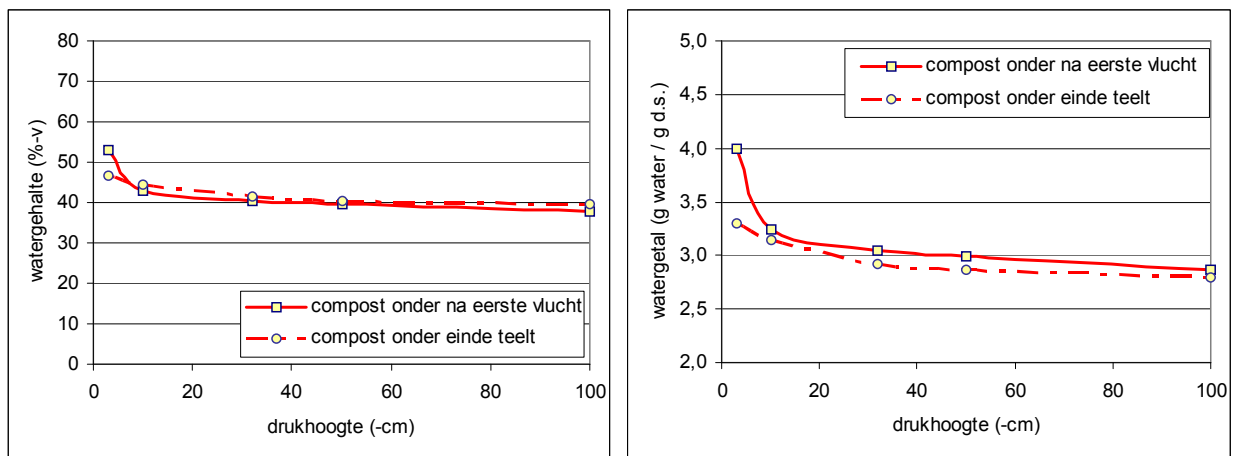
Wanneer wordt vergeleken op het watergetal, dan wordt duidelijk dat na de eerste vlucht dekaarde al zo'n 10% minder water kan vasthouden. Dit daalt nog verder naar het einde van de teelt. De daling lijkt zich echter gradueel voor te doen, de daling is bij alle drukhoogten vergelijkbaar. Het lijkt er daarmee op dat een deel van de dekaarde niet meer meedoet. Dit wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de ingroei van het mycelium in de dekaarde. Na de eerste vlucht is er minder mycelium in de dekaarde zichtbaar. Er spelen

daarom mogelijk ook andere factoren een rol op het watervasthoudend vermogen van de dekaarde tijdens de teelt.



Figuur 8: Retentiecurve van de compost in situ midden in het bed na de eerste vlucht en op het einde van de teelt, uitgedrukt op watergehalte (links) en watergetal (rechts) proef 5.

Bij de compost in de middenlaag neemt vooral het watervasthoudend vermogen bij de lage drukhoogten sterk af (figuur 8). Ook dit zal voornamelijk veroorzaakt zijn door de mycelium doorgroei. Het lager worden van het watergetal in de tijd terwijl het volumetrisch watergehalte gelijk blijft wordt waarschijnlijk veroorzaakt door inklinking van de compost.

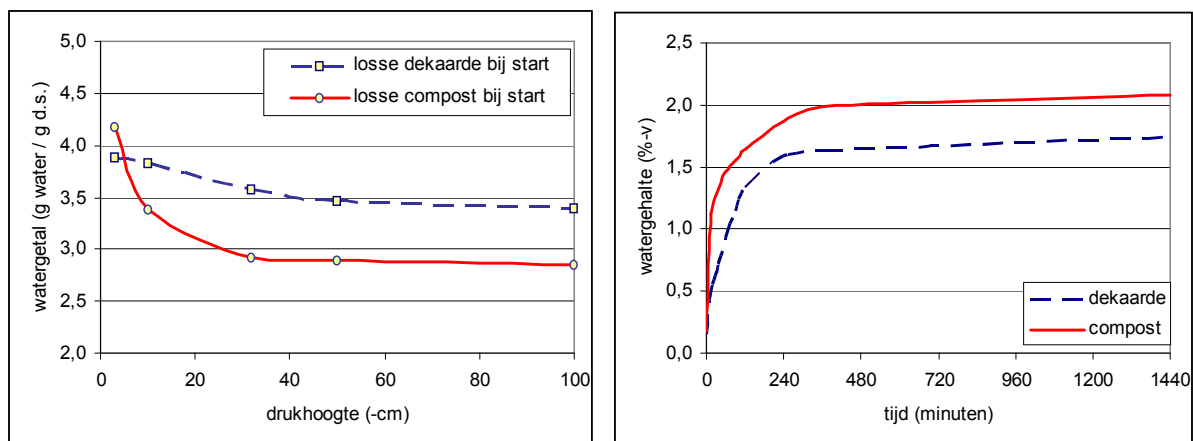


Figuur 9. Retentiecurve van de compost in situ onder in het bed na de eerste en op het einde van de teelt, uitgedrukt op watergehalte (links) en watergetal (rechts) proef 5.

In figuur 9 zijn de compostmonsters uit de onderlaag weergegeven. Uit het onderzoek bleek dat deze laag een iets hogere bulkdichtheid had dan de middenlaag. Dit heeft een duidelijke weerslag op de watervasthoudendheid, deze is vanaf het begin laag. Aan het eind van de teelt wil de onderlaag geen water meer afgeven via capillaire werking.

3.3.2 Proef 6

De resultaten in proef 6 zijn redelijk vergelijkbaar met wat er in proef 5 is gemeten (zie Bijlage 4). Een opvallende afwijking in proef 6 is dat de doorgroeide compost in de WOK analyse wel gemakkelijk water opnam (zie figuur 10). Dit effect lijkt echter niet te vertalen in de fysische gesteldheid gedurende de teelt. Daarin lijkt de doorgroei van het mycelium uiteindelijk hoofdbepalend te zijn. Het vermoeden is dat de compost bij aanvang mogelijk een minder sterke doorgroeiing had in vergelijking met de compost uit proef 6.



Figuur 10. Retentiecurve (links) en WOK (rechts) van losse dekaarde en compost bij vullen cel, uitgedrukt op watergetal (links) en watergehalte (rechts) proef 6.

3.4 Vochtmeting met sensoren

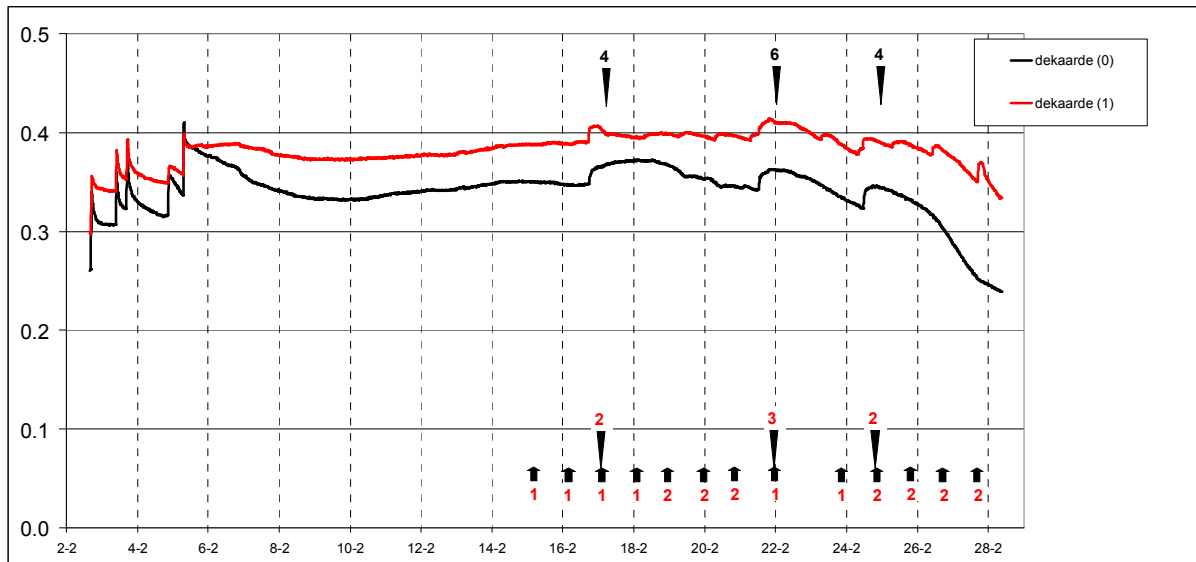
In alle proeven zijn vochtmetingen uitgevoerd met 5 sensoren op verschillende dieptes in dekaarde en compost. De controle en registratie van het vochtgehalte met dit type sensor vraagt veel aandacht. De gegevens van proef 7 en 8 zijn verwerkt in de resultaten.

3.4.1 Vochtmeting proef 7

In proef 7 zijn in het bed met slangen 3 sensoren geplaatst en in de controle 2. De sensoren zijn geplaatst in de dekaarde, 1 cm in de compost (dit is net boven de slang) en 7 cm in de compost (dit is 5 cm onder de slang). Figuur 11 en 12 tonen het verloop van het vochtgehalte gedurende de teelt. De pijltjes bovenin deze figuren geven het tijdstip van sproeien op de dekaarde en de hoeveelheid aan voor de controlevakken. Onderin deze grafieken geven de pijltjes informatie over het bevochtigen van de vakken met slangen (lange pijlen op de dekaarde, korte pijltjes via de slangen).

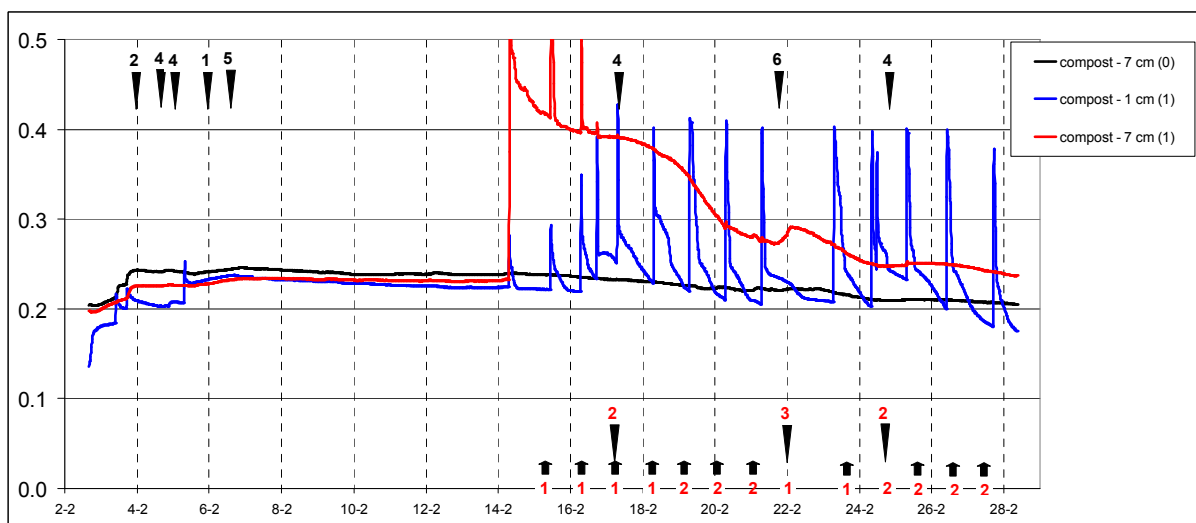
In de voorbereiding is vijfmaal en tijdens de oogstperiode is driemaal water op de dekaarde gesproeid. Tijdens de voorbereiding vertoont het vochtgehalte van de dekaarde hierdoor een stijgende lijn. Meteen na het sproeien stijgt het gehalte scherp omhoog en zakt daarna enigszins weer totdat de volgende sproeibeurt gegeven wordt. Na deze sproeifase zakt het vochtgehalte van de controle en blijft de hele teelt lager dan de behandeling met slangen in de compost. Ondanks dat de controle tijdens de oogstfase

meer water op de dekaarde heeft gehad, neemt het vochtgehalte vooral tijdens de tweede oogstweek verder af. De sproeibeurten tijdens de oogstfase hebben effect op het watergehalte in de dekaarde. Dat is bij de behandeling met druppelsslagen minder duidelijk. Dit kan verklaard worden doordat er minder water op de dekaarde wordt gegeven.



Figuur 11: Verloop van het watergehalte (v/v) in dekaarde proef 7 (0 = controle; 1 = behandeling met druppelsslagen).

In de voorbereiding verhogen de sproeibeurten enigszins het vochtgehalte van de compost. In de oogstperiode blijft het vochtgehalte van de controle compost stabiel, zakt in geringe mate. In de behandeling stijgt het vochtgehalte van de compost dichtbij de druppel slang tot grote hoogte, maar zakt ook snel weer terug (sensor – 1 cm). De sensor op 7 cm diepte reageert meteen op de eerste sproeibeurt met de slang. Daarna zakt het vochtgehalte geleidelijk, maar is nog duidelijk hoger dan van de controle op – 7 cm.



Figuur 12: Verloop van het watergehalte (v/v) in compost proef 7 (0 = controle; 1 = behandeling).

Op het einde van de teelt zijn monsters genomen van dekaarde en van compost op verschillende dieptes. Ook tussen de slangen zijn monsters van de compost genomen. In deze monsters is door droging het vochtgehalte bepaald. De gegevens tonen aan dat de vochtgehaltenes van dekaarde en compost op alle bemonsterde locaties in de behandeling duidelijk hoger liggen (tabel 3). Opvallend is verder dat de dekaarde van de behandeling natter is dan van de controle. Beiden komen overeen met het vochtsginaal van de sensoren. De compost tussen de slangen is droger.

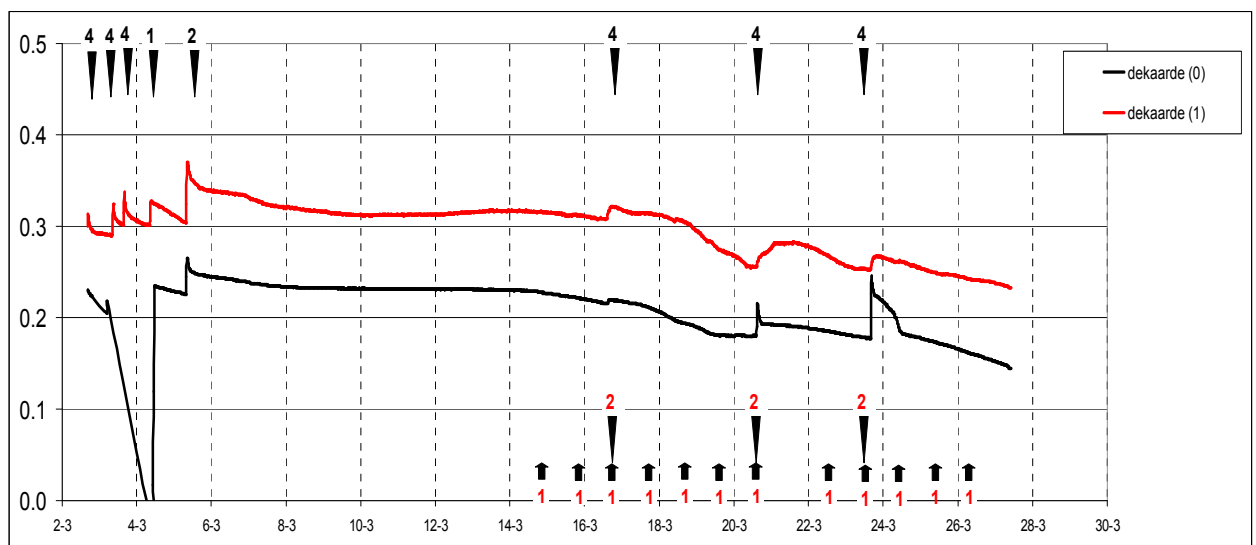
Tabel 3: Vochtgehalte (%-g/g) van dekaarde en compost einde teelt. Proef 7.

Lokatie	Behandeling			Controle
dekaarde	77			71
compost - 1 cm	70	67		61
slang	71	64		60
compost - 7 cm				65
compost onderste helft	73			

3.4.2 Vochtmeting proef 8

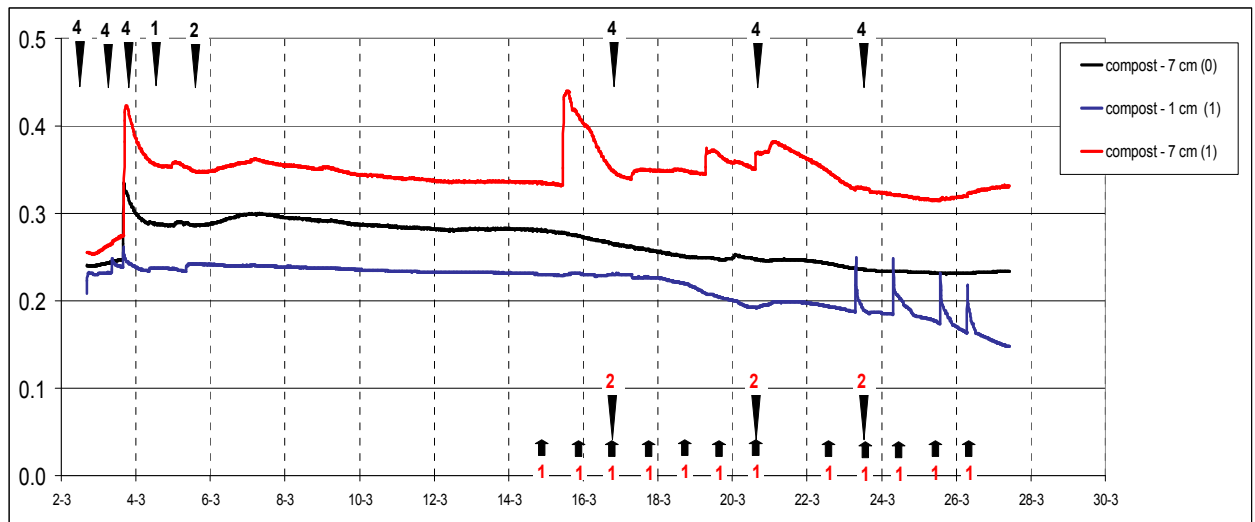
In proef 8 zijn in het bed met slangen 3 sensoren geplaatst en in de controle 2. De posities zijn hetzelfde als in proef 7. Figuur 13 en 14 tonen het verloop van het vochtgehalte gedurende de teelt.

In deze proef is op dezelfde momenten water gegeven als in proef 7. Het verloop van het vochtgehalte is ongeveer gelijk aan proef 7. Tijdens de oogstfase neemt het vochtgehalte duidelijk af. Ondanks dat er minder water op gesproeid is, geeft ook in deze proef de dekaarde van de behandeling een hoger vochtgehalte. De sproeibeurten tijdens de oogstfase hebben effect op het watergehalte in de dekaarde.



Figuur 13: Verloop van het watergehalte (v/v) in dekaarde proef 8 (0 = controle; 1 = behandeling).

In de voorbereiding verhogen de sproeibeurten het vochtgehalte van de compost duidelijker dan in proef 7. In de oogstperiode blijft het vochtgehalte van de controle compost stabiel totdat de oogst begint. Dan zakt het gehalte. De sensor dicht bij de druppelslang lijkt de watergiften niet te registreren. Pas tijdens de tweede vlucht is er een reactie op de sproeibeurten. De sensor op 7 cm diepte in de compost reageert onregelmatig op de sproeibeurten met de slang. Het vochtgehalte op deze diepte is duidelijk hoger dan in de controle compost op – 7 cm.



Figuur 14: Verloop van het watergehalte (v/v) in compost proef 8 (0 = controle; 1 = behandeling).

Op het einde van de teelt zijn eveneens monsters genomen en gedroogd. De gegevens tonen aan dat het vochtgehalte van dekaarde en compost op alle bemonsterde locaties van de behandeling hoger liggen (tabel 4). De verschillen zijn minder groot dan in proef 7. Ook in deze proef is de dekaarde van de behandeling natter dan van de controle. Beiden komen overeen met het vocht signaal van de sensoren. De compost tussen de slangen is ook hier droger. De compost op de bodem is extreem nat, vochtiger dan in proef 7.

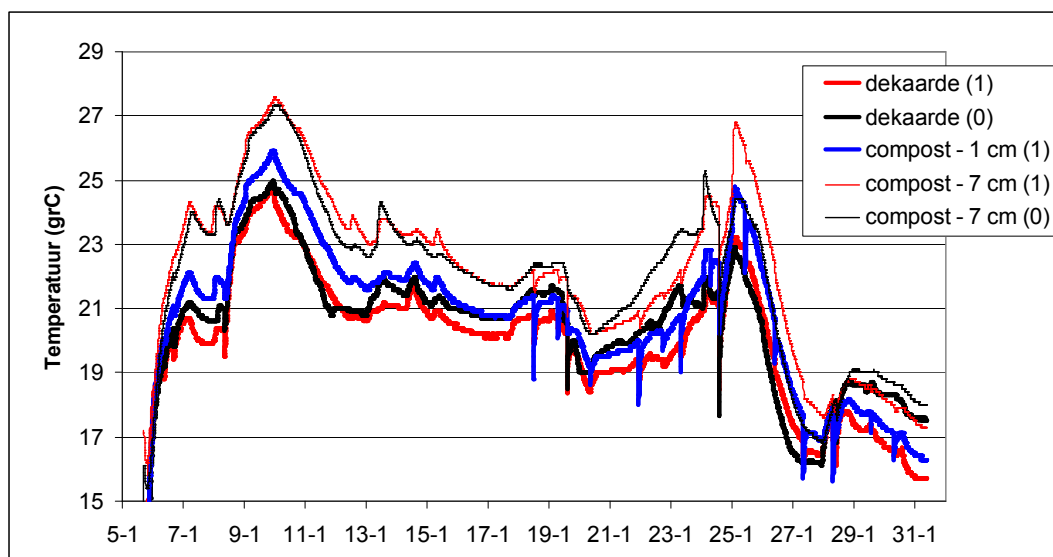
Tabel 4: Vochtgehalte (%-g/g) van dekaarde en compost einde teelt. Proef 8.

Lokatie	Behandeling		Controle
dekaarde	74	72	70
compost - 1 cm	64	60	57
slang	64	60	58
compost - 7 cm	75	70	69

3.5 Temperatuur en EC-meting met sensoren

Met het type sensor dat in compost en dekaarde gebruikt is, zijn ook de temperatuur en het EC-gehalte (zoutgehalte) gemonitord.

Het verloop van de temperatuur vertoont in alle proeven hetzelfde beeld. Als voorbeeld wordt het verloop van proef 6 getoond (figuur 15). Bijlage 5 geeft een totaaloverzicht. Zoals verwacht neemt de temperatuur dieper in het teeltbed toe. De sensor die halverwege in de dekaarde gestoken is registreert een temperatuur die tot de knopvorming circa 2°C hoger ligt dan de luchttemperatuur (niet weergegeven in de figuur). Daarna vermindert het verschil tot circa 1°C. De composttemperatuur op – 7 cm geeft de hoogste temperatuur aan. De temperatuur op 1 cm in de compost zit daar tussenin. Tussen de controle en de behandeling zijn geen temperatuurverschillen.



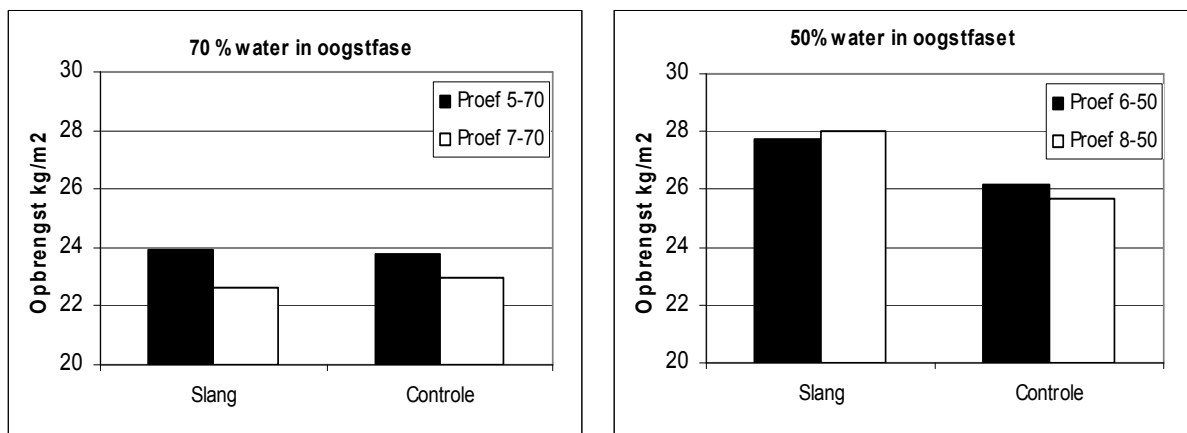
Figuur 15: Temperatuur in dekaarde en compost proef 6

De meting van de EC geeft een onverklaarbaar beeld. Uit eerder onderzoek is bekend dat de EC van de compost hoger ligt dan van de dekaarde. Het vochtgehalte heeft een grote invloed op de zoutconcentratie en daardoor ook op het EC-gehalte. Als het vochtgehalte door sproeien toeneemt, zakt over het algemeen de EC-waarde. Dit is mede afhankelijk van het type water dat gebruikt wordt. In dit onderzoek is leidingwater gebruikt. Leidingwater heeft een veel lager zoutgehalte dan de compost. Het verloop van de EC-metingen in dit onderzoek zijn vaak onverklaarbaar. De geschiktheid van dit type EC-meter dient verder getoetst indien de voedingsstoffen mede op basis van het zoutgehalte geregeld moeten worden.

3.6 Productie en kwaliteit

3.6.1 Productie na 2 vluchten

De twee sproeimethodes hebben een verschillend effect op de opbrengst. Met 70% meer water in de oogstfase (proeven 5 en 7) is de opbrengst gelijk met de controle (figuur 16). In proef 7 was op één van de bedden met slangen mummyziekte zichtbaar. Het betrof één plek met een doorsnee van 1,3 m. Dit is een teken dat het substraat te nat is. Met 50% meer water (proeven 6 en 8) is een opbrengstverhoging verkregen van respectievelijk 6% en 9%, gemiddeld 8%.



Figuur 16: Productie champignons na 2 vluchten in de proeven

Het watergeven rechtstreeks in de compost heeft alleen invloed gehad op de verdeling van de productie over de sorteringen Fijn, Middel en Reus in de proeven met 50% meer water (tabel 5). De champignons zijn iets groter van sortering en zwaarder. Tijdens de oogstperiode waren op de bedden visueel geen verschillen te zien, maar tijdens het plukken werd opgemerkt dat de champignons een hoger stuksgewicht hadden (figuur 17).

Tabel 5: Effect van watergeven op de sortering van de champignons (%) en totaal (kg/m²)

		Fijn	Middel	Reus	Industrie	Totaal
		%	%	%	%	kg/m ²
70% meer water	slang	51	28	18	3	23.3
	controle	50	28	18	4	23.4
50% meer water	slang	42	31	23	4	27.9
	controle	43	30	22	5	25.9

Het effect van de druppelslangen op de productie is niet over vlucht 1 en 2 gelijk (tabel 6). Met 70% meer water wordt in de eerste vlucht nog 2% productieverhoging behaald, maar in de tweede vlucht is er een verlaging van 3%. Met 50% meer water is de meeropbrengst in beide vlucht ongeveer gelijk (7% tot 9%).

Tabel 6: Effecten van het watergeven op de productie per vlucht (%)

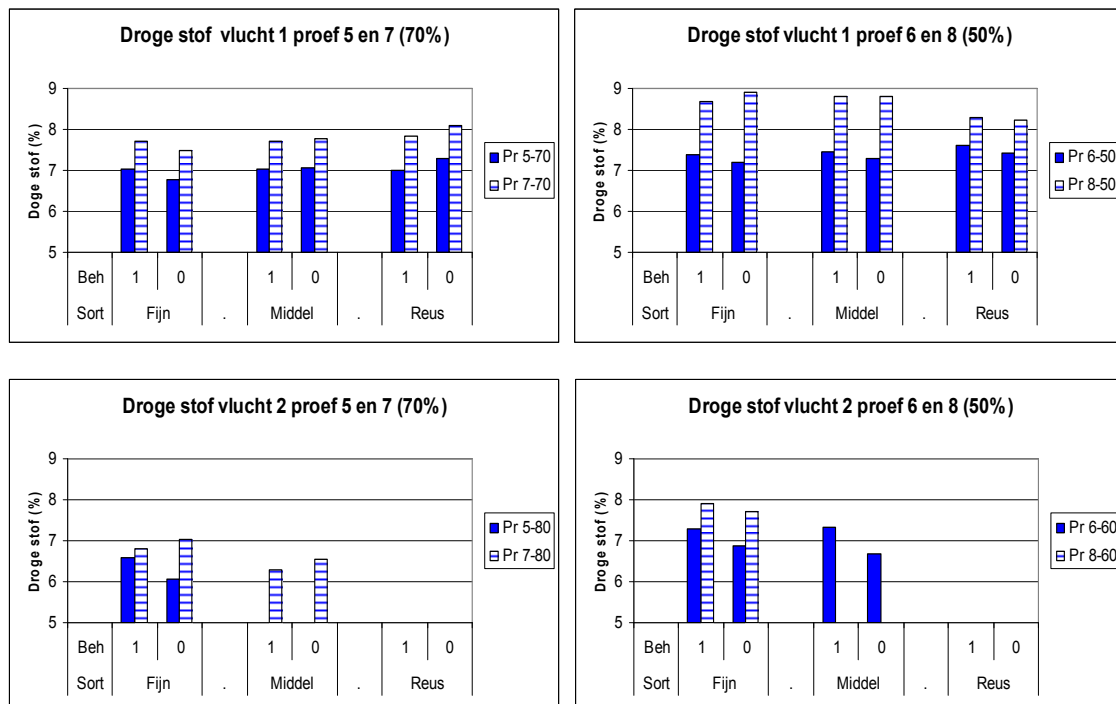
	vlucht 1	vlucht 2	Totaal
70% meer water Proef 5 + 7	2%	-3%	-1%
50% meer water Proef 6 + 8	7%	9%	8%



Figuur 17: Tweede vlucht. Links: watergift in de compost. Rechts: controle.

3.6.2 Kwaliteit

Tussen de proeven zijn duidelijke verschillen in kwaliteit. De met de hand geoogste champignons van proef 7 en vooral van proef 8 hebben een hoger droge stofgehalte dan in proef 5 en 6 (figuur 18). Daar is geen goede verklaring voor. De sproeibehandelingen hebben het droge stofgehalte van de champignons uit vlucht 1 van alle proeven niet beïnvloed.

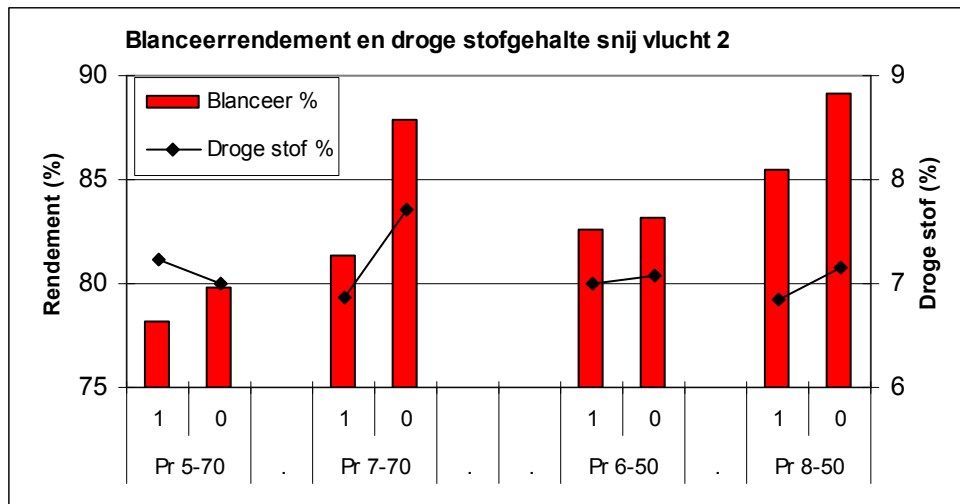


Figuur 18: Droge stofgehalte (%) van handgeoogste champignons per vlucht en sortering

Er kan pas van een betrouwbaar effect gesproken worden als het verschil groter is dan 0,3 – 0,4%. Dit geldt ook voor vlucht 2. Alleen in vlucht 2 van proef 6 is wel een effect vastgesteld. De champignons afkomstig van de bedden met slangen hebben een hoger droge stofgehalte dan de controles: Fijn 7,3% respectievelijk 6,9% en Middel 7,3% respectievelijk 6,7.

Van de machinaal geogoste champignons van de tweede vlucht is het droge stofgehalte en het blanceerrendement bepaald (figuur 19). In de proeven 5 en 7, met 70% meer water in de oogstperiode, is alleen in proef 7 een duidelijk effect. In deze proef is zowel het droge stofgehalte en het blanceerrendement van de champignons afkomstig van de bedden met slangen lager dan de controle (figuur 19).

In de proeven met 50% meer water in de oogstperiode, zijn geen betrouwbare verschillen in droge stof en blanceerrendement.



Figuur 19: Blanceerrendement en droge stofgehalten van machinaal geogoste champignons.

Van de handgeplukte champignons is de witheid gemeten en is de houdbaarheid getest door ze gedurende 7 dagen bij 3°C te bewaren (bijlage 6 en figuur 20 en 21). Zowel vóór als na deze periode is de kwaliteit visueel door een panel beoordeeld (zie bijlage 7).

Bij de oogst zijn de champignons over het algemeen stevig, wit en gesloten. De witheid van de champignons is in geen enkele proef beïnvloed door het sproeien. Enkele negatieve opmerkingen over de kwaliteit, zoals watersteel, vlekken of een grauwe kleur, komen in de hele cel voor en zijn niet door de sproeimethoden veroorzaakt. In proef 5 en 7 vertoonden de champignons enkele vlekken aan de hoedranden. Dit is vooral beïnvloed door de wijze van plukken. De eerste vlucht van proef 7 en 8 vertoonden in geringe mate watersteel en zijn iets minder wit. Ook hier is geen relatie met de watergiften.

Tijdens de houdbaarheidstest neemt de witheid af en zijn de vlekken duidelijker zichtbaar. De daling in witheid is alleen in proef 5 voor sortering Fijn van de eerste vlucht significant. Over het algemeen zijn de champignons van goede kwaliteit. De champignons van de bedden met slangen in de compost zagen er op het oog soms beter uit, maar ook het omgekeerde kwam voor.



Figuur 20: Vlucht 1 sortering Fijn meteen na de pluk. Proef 6. Linksboven en –onder: controle. Rechtsboven en –onder: bedden met slangen.



Figuur 21: Vlucht 1 sortering Fijn na 1 week bewaring. Proef 6. Linksboven en –onder: controle. Rechtsboven en –onder: bedden met slangen.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Discussie

De effecten op de productie tonen met 50% meer water in de oogstperiode in de verhouding dekaarde : compost respectievelijk 30 : 70, een reproduceerbaar beter resultaat dan de standaard watergeefmethode. De meeropbrengst is 8% en is ongeveer gelijk over de twee vluchten verdeeld.

Er is met deze sproeimethode een iets grotere hoeveelheid van sortering Middel en Reus geplukt. Tijdens het plukken viel op dat de champignons zwaarder waren. Mogelijk waren er minder knoppen gevormd, met als gevolg dat er meer ruimte ontstond om verder door te groeien.

De kwaliteit (kleur en stevigheid) van de champignons van de bedden met slangen, is bij de pluk en na de houdbaarheidstest in enkele gevallen beter t.o.v. de champignons die afkomstig zijn van de bedden waar op een standaard methode water is gespreoid. Dit effect is zwak, zodat hieraan niet te veel gewicht mag worden gegeven. Er werd een verbetering verwacht omdat het groeiproces in de dekaarde met de sproeimethode minder verstoord wordt.

Het droge stofgehalte en het blanceerrendement van het gesneden product van de tweede vlucht, waren niet door het sproeien met de slangen beïnvloed.

De sproeimethode geeft een meeropbrengst omdat het vochtgehalte van de compost op een optimaal niveau gehouden kan worden. Dat is in de proeven vastgesteld met vochtsensoren en door monsters te drogen. Compost met een vochtgehalte lager dan 60% kan niet voldoende champignons produceren. In de controlebedden komen deze gehalten voor. Naar inschatting lukt dit wel met vochtgehalten tussen circa 64% en 68%, gehalten die in de compost met slangen gemeten is. Met slangen bovenin het substraat kan het vochtgehalte binnen dit traject gehouden worden.

Door in de proeven tijdens de oogstfase 70% meer water te geven, in de verhouding dekaarde : compost respectievelijk 30 : 70, is geen verslechtering of verbetering van de opbrengst verkregen. De gemeten vochtgehalten in de compost bij de slangen (70% en hoger) is daarvoor te hoog.

Vochtsensoren in het substraat hebben nieuwe inzichten opgeleverd. Sensoren in de dekaarde reageren op het bevochtigen van de dekaarde met kortdurende pieken. Na de sproeibeurten in de voorbereiding neemt het vochtgehalte langzaam af. Dit is aannemelijk doordat er continu water uit de dekaarde verdampt. Opvallend is dat de dekaarde van de controle droger wordt dan de behandeling met slangen. Op de dekaarde met slangen is minder water op de dekaarde gespreoid. Desondanks is het omgekeerde beeld geregistreerd. De verklaring is dat het water dat uit de slang druppelt ook door de dekaarde is opgenomen. De slang ligt ongeveer 0,5 tot 1 cm in de compost. Dit is op zich een gunstig effect, omdat daardoor nog minder water óp de dekaarde gegeven hoeft te worden. Dat bespaart arbeidsuren, voorkomt ziektes in de dekaarde en achteruitgang van de kwaliteit van champignons.

De sensoren meten in de compost met slangen een hoger vochtgehalte dan in de controle. Dat komt overeen met de vochtbepaling aan monsters compost op het einde van de teelt. Het verloop van het signaal is soms grillig. Het komt heel nauw waar de sensor precies in het substraat geplaatst is, wel of niet dicht bij een druppelgaatje. Hier moeten naar de toekomst toe vaste protocollen voor opgesteld worden om een goed onderling vergelijk te hebben. Bovendien zijn de toegepaste sensoren in combinatie met de toegepaste compost en dekaarde gevoelig en vragen veel aandacht en na-controle. Geconcludeerd moet worden dat het nog niet mogelijk is om met dit type vochtsensor altijd betrouwbare metingen te genereren in de champignonteelt. Mocht dat wel mogelijk worden, dan is denkbaar dat een vocht signaal van het substraat gekoppeld wordt aan een sproei-automaat.

Tussen de slangen is de compost droger dan onder de slangen. Het water transporteert nauwelijks horizontaal. Het is daarom van belang dat voor de ontwikkeling van een bevochtigingsmethode van de compost hiermee rekening wordt gehouden. De dekaarde is wel goed in staat om het water uit de slangen in horizontale richting op te nemen.

Het automatisch sturen van het vochtgehalte op basis van vochtsensoren is mogelijk als duidelijk is binnen welke marges het vochtgehalte tijdens de teelt moet liggen. Omdat er tijdens de teelt organische stof wordt afgebroken en daardoor het asgehalte stijgt, verschuift het optimum. Wat het optimum voor elke teeltfase moet zijn dient onderzocht te worden.

Met dezelfde sensoren als waarmee het vochtgehalte is gemonitord, is een goede registratie van de temperatuur uitgevoerd. De temperatuur van het substraat is op verschillende dieptes anders. Hoe dieper in het substraat, des te hoger is de temperatuur. De temperatuur midden in de dekaarde ligt 1 à 2 °C lager dan de luchttemperatuur in de cel. Tijdens het sproeien van de dekaarde zakt de temperatuur kortstondig, mede afhankelijk van de temperatuur van het sproeiwater. In de compost is dit waarneembaar als via de slangen water wordt gegeven.

Uit het fysisch onderzoek komt duidelijk naar voren dat het doorgroeien van de dekaarde invloed heeft op de hoeveelheid water die de dekaarde opneemt en afstaat. Het lijkt erop dat doorgroeiing met mycelium slechts deels plaats vindt. Mogelijk zelfs alleen aan het oppervlak van de dekaardekluitjes. Waarnemingen bevestigen dit. Het deel dat niet wordt doorgroeid blijft onveranderd zijn eigenschap behouden om water op te nemen en af te geven.

Het fysisch onderzoek heeft ook aangetoond dat doorgroeide compost na het vullen van de cel goed water vasthoudt en het ook gemakkelijk afstaat. Het vermoeden is dat dit komt doordat de doorgroeide strodelen nog niet met myceliumdraden aan elkaar verbonden zijn, waardoor water nog door kan dringen in de compoststructuur. Later, als de compost in het bed verder doorgroeid is, kan water minder goed indringen en neemt de capillaire werking sterk af.

Beide ervaringen komen overeen met de praktijk. Uit eerdere vochtmetingen blijkt dekaarde minder water te willen aanpakken. Compost is met name in de eerste dagen na het vullen goed te bevochtigen, later wordt dit moeilijker.

Tussen de composten bij vullen van de verschillende proeven zijn opvallende verschillen in wateropnemend vermogen gemeten. Deze verschillen in eigenschappen worden in de

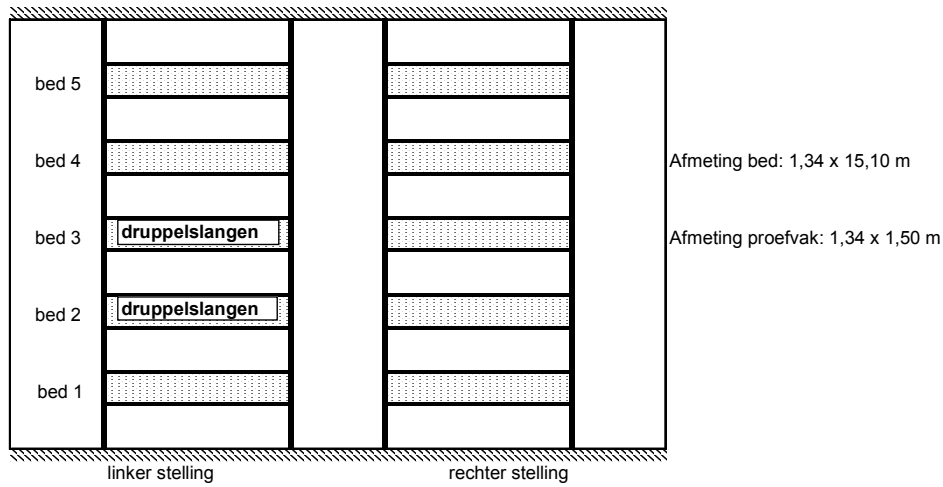
praktijk niet benut. De teler probeert het vullen van de cel optimaal uit te voeren. Hij gaat daarbij gevoelsmatig te werk. Hij maakt een inschatting van de structuur (zacht, hard), lengte strodelen, veerkracht, het vochtgehalte en let op de geur en kleur van de compost. Op basis van deze waarnemingen wordt een beslissing genomen over vulgewicht en – dikte van de compost in de bedden en over de hoeveelheid water op de dekaarde en sproeifrequentie de eerste week na het vullen. Het komt vaak voor dat daarbij fouten worden gemaakt welke resulteren in teeltproblemen met een lagere opbrengst en kwaliteit champignons. Fysische eigenschappen van de compost kunnen de teler helpen om het vullen van de cellen en het sproeien optimaler te laten verlopen.

4.2 Aanbevelingen

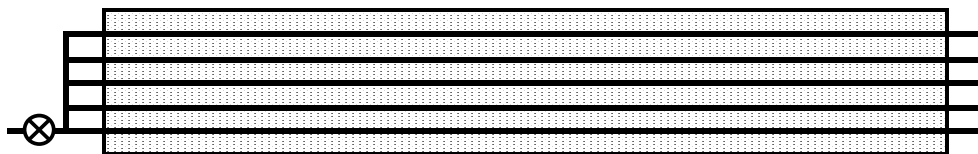
De resultaten van fase 2 zijn, evenals van fase 1, dermate perspectiefvol dat aanbevolen wordt om de teeltmethode van champignons verder te optimaliseren.

1. In dit project is met slangen water in de compost gegeven. Het blijkt goed mogelijk te zijn om reproduceerbaar hogere opbrengsten te realiseren. Voor lange teeltbedden stuit deze methoden op bezwaren omdat er grote rollen slangen de toepassing bewerkelijk maken. Aanbevolen wordt om voor grote teeltcellen een geschiktere techniek voor vochtvoorziening rechtstreeks in de compost te ontwikkelen
2. Fysisch onderzoek aan compost heeft aangetoond dat tussen batches compost flinke verschillen aanwezig kunnen zijn. Informatie over doorgroeide compost zoals lengte strodelen, veerkracht, en waterabsorberende kenmerken bieden de teler handvaten om de teeltcel optimaler te vullen en om het substraat beter op vocht te brengen. Aanbevolen wordt om fysische eigenschappen van doorgroeide composten te monitoren en te koppelen aan teeltgegevens (vullen, sproeien, productie en kwaliteit champignons).
3. Om het bevochtigen van compost en dekaarde te automatiseren dmv vochtsensoren wordt aanbevolen de toepassing van vochtsensoren nader te onderzoeken en te onderzoeken binnen welke marges het vochtgehalte van de compost gedurende de teelt moet liggen.

Bijlage 1. Ligging van de behandelingen in de cel



Vooranzicht champignoncel, met in laag 2 en 3 links de behandelingen.



Plattegrond behandelingen met 5 druppelslangen per bed in laag 2 en 3

Behandeling	positie slang in compost cm	afstand tussen slangen cm
1	1	22
controle	-	-

Behandeling

Bijlage 2. Gegevens van de grondstoffen

Compost

Fase 1				
Proef	vuldatum	vocht%	pH	N totaal
5		74,7	8,0	1,86
6				
7				
8		74,2	8,2	2,14

Fase 2				
Proef	vuldatum	vocht%	pH	N totaal
5		70,3	7,4	1,86
6				
7				
8		68,1	7,6	1,95

Fase 3				
Proef	vuldatum	vocht%	pH	N totaal
5	8-9-2008	66,2	6,2	2,4
6	5-1-2009	64,3	6,2	
7	2-2-2009	64,2	6,3	2,34
8	2-3-2009	64,7	6,3	2,28

	Beoordeling	Leverancier	Ras	Bijvoeding kg/ton	Vuldikte cm	Hoeveelheid kg/m2
5	lang, zacht, nat	Hooymans	A15	15,0	26	86
6	kort, nat	Hooymans	A15	15,0	26,5	88
7	kort, droog	Hooymans	A15	15	26,5	90
8	kort, zacht	Hooymans	A15	15,0	27	90

Dekaarde

	vuldatum	vocht%	Beoordeling	Leverancier	Type	Dikte cm
5	8-9-2008	78,2	gewoon	CNC	B nat	5
6	5-1-2009		vet	CNC	B nat +	5,2
7	2-2-2009	79,0	droog	CNC	B nat	5,2
8	2-3-2009	78,7	vet, grof, veel	CNC	B nat	5,2

Bijlage 3a. Sproeischema proef 5 en 7

Behandeling in oogstfase:

dekaarde 50% minder water;

dekaarde en compost 70% meer water; verhouding 30 dekaarde : 70 compost

Proef 5

Datum	dag	activiteit	Controle		Behandeling	
			Watergift dekaarde l/m2	Watergift slangen l/m2	Watergift dekaarde l/m2	Watergift slangen l/m2
8-sep-08	ma	vullen 2	3		3	
9-sep	di		7		7	
10-sep	wo		3		3	
11-sep	do		2		2	
12-sep	vr		3		3	
13-sep	za	afv				
14-sep	zo					
15-sep	ma					
16-sep	di					
17-sep	wo					
18-sep	do					
19-sep	vr					
20-sep	za					
21-sep	zo				1	
22-sep	ma				1	
23-sep	di		5	2,5	1	1
24-sep	wo	pluk 1			1	
25-sep	do	pluk 1			1	
26-sep	vr	pluk 1			2	
27-sep	za	pluk 1	6	3	2	2
28-sep	zo					
29-sep	ma					
30-sep	di				2	
1-okt	wo	pluk 2	4	2	2	2
2-okt	do	pluk 2			2	
3-okt	vr	pluk 2				
4-okt	za	snij 2				
Voorbereiding			18	18	15	
Oogstfase			15	7,5	15	
				50%	extra in oogst	
				67%	via slangen	
Totaal			33	40,5		

Proef 7

Datum	dag	activiteit	Controle		Behandeling	
			Watergift dekaarde l/m2	Watergift slangen l/m2	Watergift dekaarde l/m2	Watergift slangen l/m2
2-feb-09	ma	vullen 2	2		2	
3-feb	di		8		8	
4-feb	wo		1		1	
5-feb	do		5		5	
6-feb	vr					
7-feb	za	afv				
8-feb	zo					
9-feb	ma					
10-feb	di					
11-feb	wo					
12-feb	do					
13-feb	vr					
14-feb	za					1
15-feb	zo					1
16-feb	ma		4	2	1	1
17-feb	di					1
18-feb	wo	pluk 1				2
19-feb	do	pluk 1				2
20-feb	vr	pluk 1				2
21-feb	za	pluk 1	6	3	1	1
22-feb	zo					
23-feb	ma					1
24-feb	di		4	2	2	2
25-feb	wo	pluk 2				2
26-feb	do	pluk 2				2
27-feb	vr	pluk 2				2
28-feb	za	snij 2				
Voorbereiding			16	16	20	
Oogstfase			14	7	20	
				93%	extra in oogst	
				74%	via slangen	
Totaal			30	43		

Bijlage 3b. Sproeischema proef 6 en 8

Behandeling in oogstfase:

dekaarde 50% minder water;

dekaarde en compost 50% meer water; verhouding 30 dekaarde : 70 compost

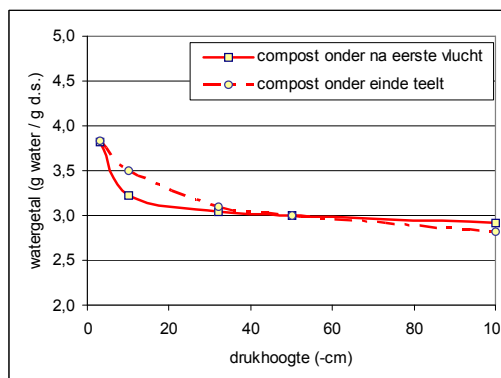
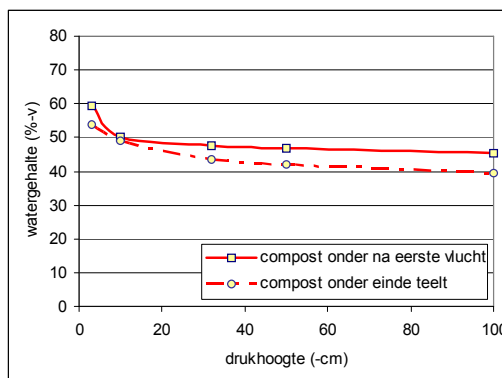
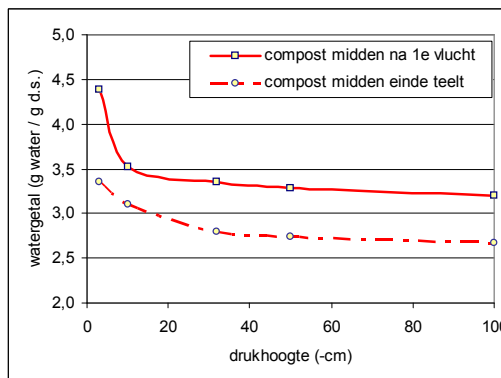
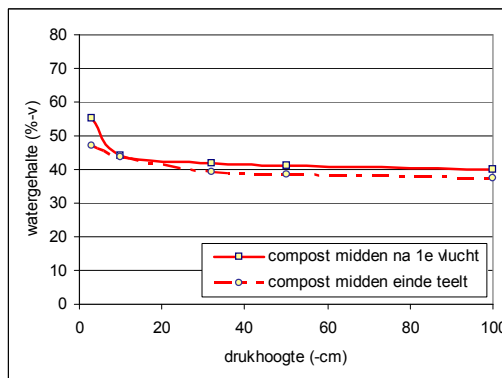
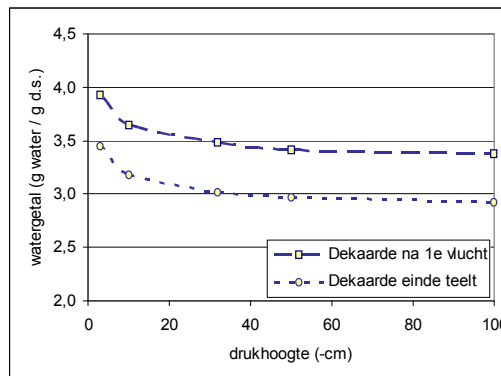
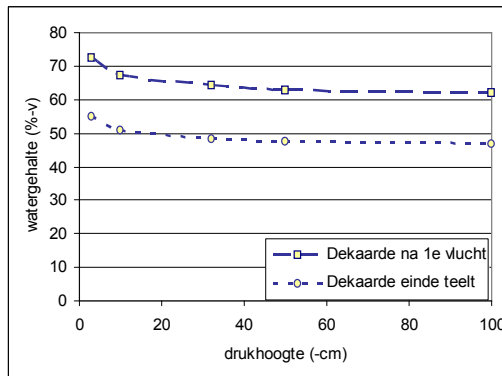
Proef 6

Datum	dag	activiteit	Behandeling	
			Watergift dekaarde l/m2	Watergift slangen l/m2
5-jan-09	ma	vullen 2	3	
6-jan	di		8	
7-jan	wo			
8-jan	do		4	
9-jan	vr			
10-jan	za	afv		
11-jan	zo			
12-jan	ma			
13-jan	di			
14-jan	wo			
15-jan	do			
16-jan	vr			
17-jan	za			1
18-jan	zo			1
19-jan	ma		4	1
20-jan	di			1
21-jan	wo	pluk 1		1
22-jan	do	pluk 1		1
23-jan	vr	pluk 1		1
24-jan	za	pluk 1	6	1
25-jan	zo			1
26-jan	ma			1
27-jan	di		4	1
28-jan	wo	pluk 2		1
29-jan	do	pluk 2		1
30-jan	vr	pluk 2		1
31-jan	za	snij 2		
1-feb		Einde teelt		
Voorbereiding			15	15
Oogstfase			14	7
				14
				50% extra in oogst
				67% via slangen
Totaal			29	36

Proef 8

Datum	dag	activiteit	Behandeling	
			Watergift dekaarde l/m2	Watergift slangen l/m2
2-mrt-09	ma	vullen 2	4	
3-mrt	di		8	
4-mrt	wo		1	
5-mrt	do		2	
6-mrt	vr			
7-mrt	za	afv		
8-mrt	zo			
9-mrt	ma			
10-mrt	di			
11-mrt	wo			
12-mrt	do			
13-mrt	vr			
14-mrt	za			1
15-mrt	zo			1
16-mrt	ma		4	1
17-mrt	di	pluk 1		1
18-mrt	wo	pluk 1		1
19-mrt	do	pluk 1		1
20-mrt	vr	pluk 1	4	1
21-mrt	za			
22-mrt	zo			1
23-mrt	ma		4	1
24-mrt	di			1
25-mrt	wo	pluk 2		1
26-mrt	do	pluk 2		1
27-mrt	vr	snij 2		
28-mrt	za	Einde teelt		
29-mrt				
Voorbereiding			15	15
Oogstfase			12	6
				12
				50% extra in oogst
				67% via slangen
Totaal			27	33

Bijlage 4. Fysisch onderzoek proef 6

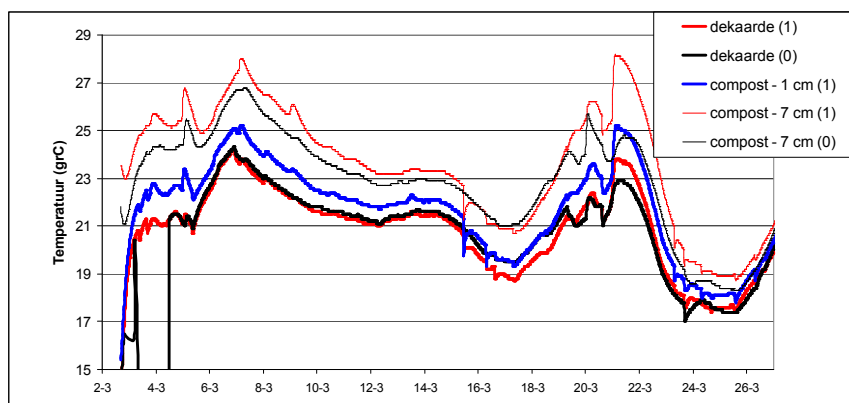
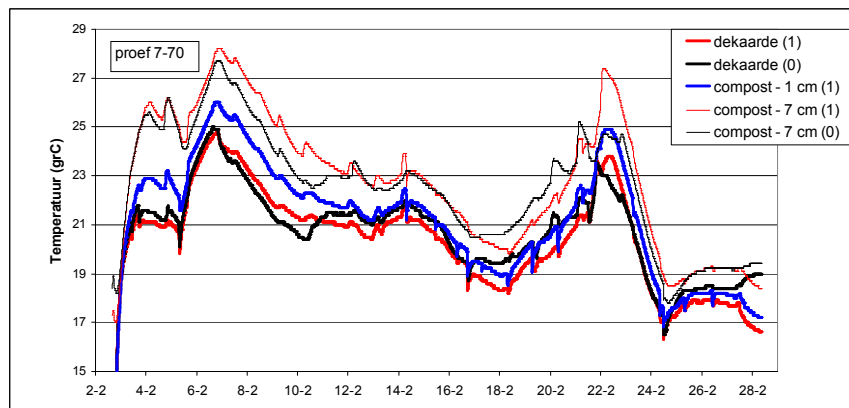
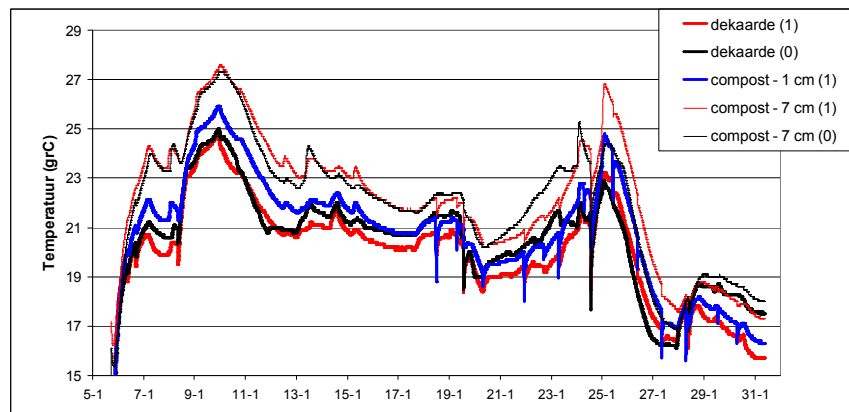
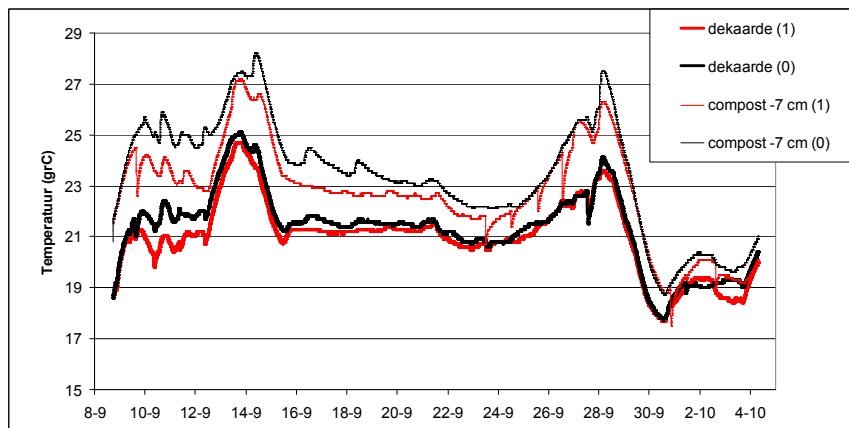


Figuur boven: Retentiecurve van de dekaarde in situ na de eerste vlucht en op het einde van de teelt, uitgedrukt op watergehalte (links) en watergetal (rechts). Proef 6.

Figuur midden: Retentiecurve van de compost in situ midden in het bed na de eerste vlucht en op het einde van de teelt, uitgedrukt op watergehalte (links) en watergetal (rechts). Proef 6.

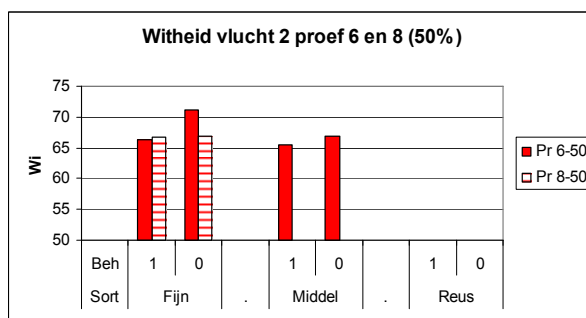
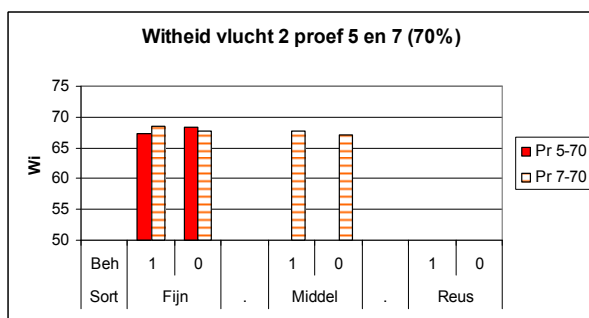
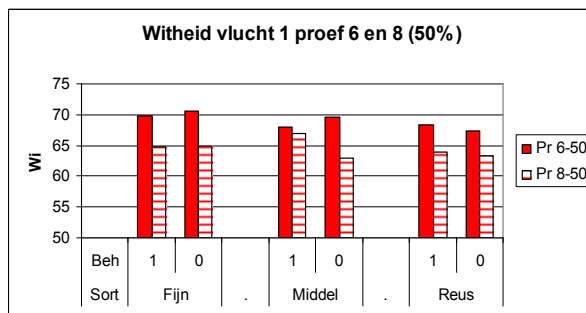
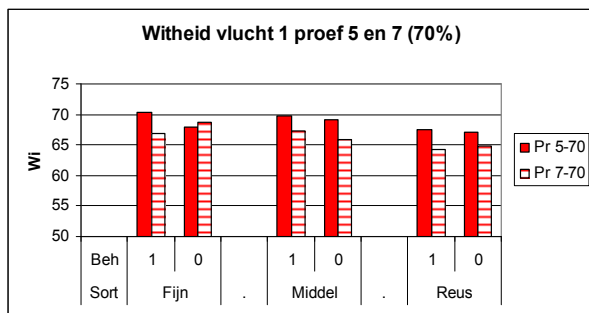
Figuur onder: Retentiecurve van de compost in situ onder in het bed na de eerste vlucht en op het einde van de teelt, uitgedrukt op watergehalte (links) en watergetal (rechts). Proef 6.

Bijlage 5. Temperatuur substraat proef 5 t/m 8

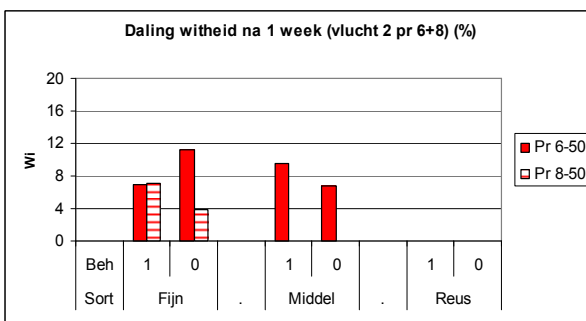
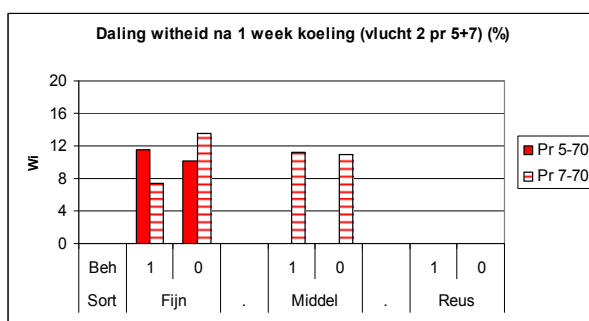
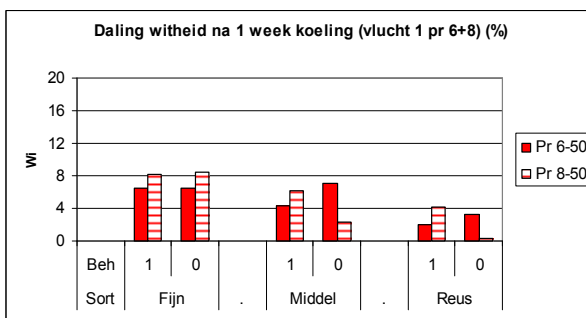
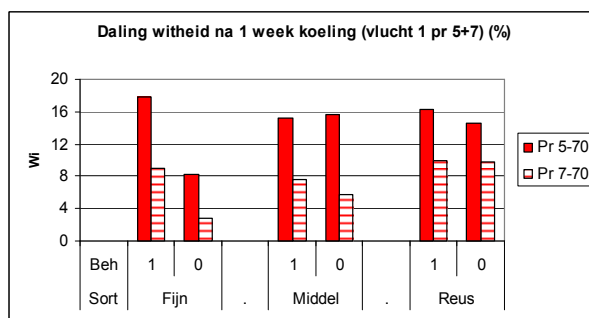


Bijlage 6. Witheid champignons na pluk en na 1 week

Witheid na de oogst



Daling van de witheid na 1 week koeling



Bijlage 7. Kwaliteit (visueel) champignons na 1 week

Sortering		
Fijn	Middel	Reus

70% meer water

proef 5

vlucht 1	slang	+	+	+
	controle	gelig	gelig, vlekken	gelig, grijs, vlekken
vlucht 2	slang	+		
	controle	+		

proef 7

vlucht 1	slang	vlekken, watersteel	vlekken	vlekken
	controle	vlekken, watersteel	+	+
vlucht 2	slang	verkleurde steel, vlekken	vlekken	
	controle	verkleurde steel	vlekken	

50% meer water

proef 6

vlucht 1	slang	+	+	vlekken
	controle	grauwer snijvlak	vlekken, grauwer snijvlak	vlekken
vlucht 2	slang	lichtbruin, vlekken	lichtbruin	
	controle	lichtbruin	lichtbruin vlekken	

proef 8

vlucht 1	slang	grijs	+	+
	controle	grijs	+	+
vlucht 2	slang	vlekken		
	controle	+		