



# Input/Output: hoeveelheid en volume compost in de champignonkweek

Romain Leyh en Chris Blok

Rapport GTB-1437

## Referaat

In een eerder project bleek al dat de compostlaag sterk bepaald hoeveel opbrengst behaald wordt, ondanks het toevoegen van hemicellulose als extra koolstofbron. Dit project beschrijft een proef die op twee andere wijzen laat zien op welke manier de compostlaag de belangrijkste opbrengstbepalende factor voor de champignonkweek is. De proef bestudeert het gebruik van organische voeding door het mycelium. Twee factoren zijn onderzocht: (1) Het effect van het verbreken van het mycelium op verschillende hoogten in de compostlaag. Door de compostlaag op een bepaalde hoogte te scheiden in een onder- en bovenlaag, wordt het mycelium verbroken. De veronderstelling was dat het mycelium dat in de onderlaag groeit, extra organische voeding zou vrijmaken. Het resultaat was echter dat de onderbreking de knopvorming vertraagt. (2) Het effect van extra compost bereikbaar voor mycelium in horizontale richting in plaats van verticale richting (dikkere laag). Het volume compost wordt aangeboden als een dunnere laag die doorloopt buiten het met dekaarde bedekte deel. De veronderstelling was dat het mycelium in het horizontaal bereikbare extra compost zou groeien, waardoor de opbrengst in het deel met dekaarde zou toenemen. Het resultaat was dat hoe langer de niet afgedekt compostlaag is, hoe lager de opbrengst is. Samenvattend blijkt dus dat de dikte van de compostlaag de opbrengst bepaald.

## Abstract

The conclusion of a previous experiment showed that the compost quantity was the most determining parameter for the production volume of mushrooms, despite the addition of hemi cellulose as carbon source to the compost. The present experiment focuses on the mycelium action with regard to the carbon availability in the compost. Two factors were studied: (1) The effect of breaking the mycelium at a predetermined depth in the compost layer and before the first mushrooms flush. The hypothesis was that mycelium which is no longer in contact with the mycelium in the casing material would free the carbon nutrition in the lower compost layer. This increased amount of free carbon would be beneficial during the budding. It was expected that breaking the compost layer during the growth of the mycelium would increase the amount of buds. The observed effect of breaking the mycelium is that the formation of buds is delayed in comparison with the reference. (2) The effect of distributing the compost in a longer layer which remains partly uncovered by casing material. The compost is distributed into a thin layer with 2-3 times the surface area of the reference. The casing material just covers the same surface area of the compost as in the reference. The hypothesis is that the mycelium can exploit the total extended compost layer and increase the mushroom production in correlation with the volume of compost accessible, but independent of the surface of the casing material. The observed effect is that the longer the compost layer is, the lower the production gets. In summary, the depth of the compost layer is the most determining factor for yield.

## Rapportgegevens

Rapport GTB-1437

Projectnummer: 3742165313

DOI nummer: 10.18174/415279

## Disclaimer

© 2017 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>7</b>
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Doel	7
	1.3 Aanpak	8
	1.4 Organisatie	8
<b>2</b>	<b>Materiaal en methodes</b>	<b>9</b>
	2.1 Behandelingen	9
	2.1.1 Invloed van de compostdikte in de tijd	9
	2.1.2 Invloed van horizontaal vergroot compost volume	10
	2.2 Kweek	10
	2.3 Bemonstering en monster bewaring	11
	2.3.1 Paddenstoelen	11
	2.3.2 Compost	11
	2.4 Metingen	12
	2.4.1 Compost fysiek onderzoek	12
	2.4.2 Paddenstoel en compost meststof analyse	12
	2.4.3 Lacase analyse	12
<b>3</b>	<b>Resultaten en discussie</b>	<b>15</b>
	3.1 Opbrengst	15
	3.1.1 Invloed van de duur van de onderbreking van contact tussen dekaarde en compostlaag op het knopaantal	15
	3.1.2 Invloed van horizontaal vergroot compost volume op de knopuitgroei	19
	3.2 Waterretentie kromme	21
	3.3 Meststof analyses	24
	3.4 Lacase analyse	26
<b>4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>29</b>
	4.1 Aanbevelingen	30
	<b>Literatuur</b>	<b>31</b>
	<b>Bijlage 1 Elementengehalten in paddenstoelen</b>	<b>33</b>
	<b>Bijlage 2 Elementengehalten in compost en correctie op basis van asgehalte</b>	<b>35</b>





# Samenvatting

Compost in de paddenstoelkweek is een van de grootste kostenposten voor een champignonteler. Het bepaalt de opbrengst en kwaliteit van champignons en wordt slecht gedeeltelijk gebruikt in 2 vluchten. In dit project zijn experimenten uitgevoerd om het productiesysteem beter te begrijpen: hoe worden groeiende champignons gevoed.

Het doel was driedig: (1) Nagaan of het verbreken van de myceliumlaag ertoe leidt dat de onderlaag meer koolstof kan vrijmaken uit het compost waardoor de opbrengst toeneemt. (2) Nagaan of door het aanbieden van een groter compostvolume over een horizontale afstand de opbrengst toeneemt. (3) Nagaan of een watervoerende laag onder het compost het mycelium aanzet tot het vrijmaken van meer koolstof uit het compost en daardoor de opbrengst toeneemt.

In het eerste deel wordt de compostlaag onderbroken op drie verschillende diepten onder de deklaag en gerekend vanaf de bovenzijde van de compostlaag. De diepten zijn 0, 4 en 8 cm en de onderbreking is steeds dagelijks uitgevoerd in twee perioden: 5-10 en 5-15 dagen na aanvang kweek. De hypothese was dat door een deel van het substraat op te tillen, het mycelium wordt verbroken. Het in de onderlaag achtergebleven mycelium maakt door enzymwerking koolstoffen vrij uit het compost. Deze koolstoffen zijn bij het weer aan elkaar groeien van het mycelium beschikbaar voor extra groei. Tegelijk zorgt het verbreken van het contact er ook voor dat het aantal knoppen toeneemt. Er zijn dus complexe reacties te verwachten voor wat betreft aantal knoppen, het totaalgewicht en het gewicht per paddenstoel.

In het tweede deel wordt het volume van het compost in een dunnere en langere laag aangeboden. Er zijn behandelingen met 0.2 m<sup>2</sup> (referentie) 0.4 m<sup>2</sup> en 0.8 m<sup>2</sup> gemaakt en deze drie behandelingen zijn gesplitst in vulgewichten van 20.6 kg en 30.9 kg compost (vuldichtheid 515 kg/m<sup>3</sup>). De hypothese was dat het mycelium in het extra compost zou groeien en de opbrengst in de 0.2 m<sup>2</sup> met dekaarde zou toenemen.

In het derde deel wordt een watervoerende laag onder het compost neergelegd waarin het mycelium enigszins kan uitgroeien en waardoor meer koolstof uit het compost kan worden vrij gemaakt waardoor de opbrengst toeneemt.

(1) Het resultaat van het onderbreken laat zien dat optillen van een deel van de compostlaag 6-11 dagen na aanvang kweek, geen invloed heeft op de opbrengst. Optillen van een deel van de compostlaag 6-16 dagen na aanvang kweek, vertraagt de productie van de eerste vlucht. De dekaarde optillen als het mycelium contact maakt heeft een sterke vertragend effect dat leidt tot geen significante vermindering van de opbrengst.

(2) Het resultaat van aanbieden van een groter horizontaal compost volume laat zien dat het mycelium wel groeit in het hele beschikbare extra compost volume maar dat de opbrengst hierdoor niet toeneemt. Hoe verder het mycelium horizontaal uitgroeit van onder de dekaarde, hoe lager de opbrengst is. De dikte van de compostlaag beïnvloedt de opbrengst wel; hoe dikker de compostlaag is, hoe hoger de opbrengst is.

(3) Het resultaat van het aanbrengen van een watervoerende laag onder het compost geeft een gelijke (maar niet hogere) opbrengst aan champignons waarbij de opbrengst van veel lagere kwaliteit is dan bij de referentie.

Het vrijmaken van koolstofverbindingen voor de groei van de champignons door het mycelium verloopt alleen als er een verbinding is tussen het mycelium onderin en de paddenstoel bovenop het compost. Het aanbieden van extra water leidt tot zwakke waterige champignons en dat duidt op voorrang voor de opname van water met een lagere osmotische potentiaal. Het verdient aanbeveling de proef te herhalen met in de watervoerende laag water met een EC van ongeveer 20 dS/m.



# 1 Introductie

## 1.1 Achtergrond

In de Input / Output projecten 2013-2015 (Sonnenberg A, 2015) blijkt het toevoegen van hemicellulose minder effectief dan verwacht op basis van de gehalten en het waargenomen verbruik. De hoeveelheid beschikbare compost per oppervlakte-eenheid verklaart nog steeds veel van het resultaat.

Daarom ontstond de vraag: Hoeveel compost is, op welk moment in de uitgroei van knoppen, nodig om een hoge opbrengst van voldoende kwaliteit te produceren?

Gedachten hierbij zijn:

(1) Het knoppenaantal neemt toe met de ononderbroken compostdiepte. Inderdaad zetten jonge knoppen het onderliggende mycelium in het compost aan tot afbraak van cellulose en hemicellulose. Dat doet het mycelium door het aanmaken van enzymen die vervolgens werken (zonder verdere verse aanmaak) gedurende de hele eerste en tweede vlucht. De gedachte is nu dat als de dekaarde bij de knopvorming een paar dagen op rij van het compost wordt opgetild, het onderliggende compost misschien een paar dagen voedingstoffen zal vrijmaken die niet direct worden gebruikt. Het aantal knoppen wordt bepaald door de diepte tot waar het mycelium ongebroken is ontwikkeld (dus tot diepte waarboven dekaarde en compost worden opgetild). Op het moment dat de verbindingen met de dekaarde weer worden hersteld, zal er mogelijk een redelijke voorraad voeding in het mycelium zijn opgeslagen die de assimilatievraag van het beperkt aantal knoppen ruim kan voorzien. Als dit klopt zal het aantal knoppen bij voortdurend onderbreken van de myceliumverbinding een weerslag zijn van de beperkende hoeveelheid compost, evenredig met de diepte waarop onderbroken wordt (meer knoppen bij dieper onderbreken), terwijl de knopgrootte een weerslag is van de totale diepte van het bed.

(2) Knopuitgroei neemt toe met het bereikbare volume aan compost. Als de dekaarde niet boven alle substraat ligt, zal de productie zich concentreren in het bedekte gebied maar komt de voeding ook uit het verder weg gelegen maar grotere onbedekte volume. Het vrij liggende deel is nu te gebruiken om te kijken naar de effecten van allerlei toevoegingen. Ook hier zal het aantal knoppen een weerslag zijn van de gebruikte diepte, en de groei en knopgrootte een weerslag van het volume, ongeacht of het zich verticaal of horizontaal uitstrekt.

(3) Als nevenproefje wordt in deze kweek een idee van Caroline van der Horst (C4C) uitgeprobeerd. Haar hypothese is dat de natte laag onder in het compost als een waterbuffer fungeert. Dit is uitgevoerd bij een compostlaag die maar half zo dik was als bij de referentie. Verondersteld werd dat de dunnere compostlaag snel droger wordt maar baat heeft bij de watervoerende laag. De gevormde champignons zouden dan sneller afrijpen (droogte effect) en / of zwakkere champignons geven (effect van te hoge wateropname).

## 1.2 Doel

(1) Nagaan of het verbreken van de myceliumlaag ertoe leidt dat de onderlaag meer koolstof kan vrijmaken uit het compost waardoor de opbrengst toeneemt.

(2) Nagaan of door het aanbieden van een groter compostvolume over een horizontale afstand de opbrengst toeneemt.

(3) Nagaan of een watervoerende laag onder het compost het mycelium aanzet tot het vrijmaken van meer koolstof uit het compost en daardoor de opbrengst toeneemt.

Een meer fundamentele gedachte bij de proeven is dat als:

- a. Signalen uit het substraat het aantal knoppen sturen.
- b. De aanvoersnelheid van voeding de knopgrootte beïnvloedt.

Dan moet er een biologisch evenwicht bestaan dat de juiste knopkwaliteit bepaald. Die twee groeiprocessen, feitelijk de 'sink' (aantal knoppen) en de 'source' (voeding per tijdseenheid) kennen hun eigen respons op hoeveelheid compost. Dat is wat hier wordt onderzocht.

## 1.3 Aanpak

**Experiment 1** Om de vraag te beantwoorden willen we gebruik maken van een systeem waarin we de verbinding tussen de knoppen/uitgroeïende paddenstoelen kunnen verbreken en laten herstellen.

Om dit te doen wordt een rooster in het compost aangebracht. Het rooster en het compost en dekaarde boven dit rooster kunnen hierdoor worden opgetild. Op dat moment wordt het mycelium verbroken. Als het rooster weer wordt teruggelegd kan het mycelium weer aan elkaar groeien. Door het rooster met daarop het compost elke dag even op te tillen kan voorkomen worden dat de onderste compostlaag weer een goed contact kan maken met de bovenste laag.

Het moment waarop de compostlaag voor het eerst van het compost wordt opgetild kan eveneens informatie opleveren. We verwachten dat de behoefte van de knoppen aan voedingsstoffen vanuit het compost het grootste zal zijn als ze in een paar dagen uitgroeien tot paddenstoelen. Bij jonge knoppen zal de voedingsbehoefte geringer zijn.

**Experiment 2** Een tweede gedachte is dat als de dekaarde niet boven alle compost ligt, de productie zich zal concentreren in het bedekte gebied. De voeding komt dan ook uit het verder weg gelegen maar grotere onbedekte volume. Het vrij liggende deel is te gebruiken om te kijken naar de effecten van allerlei toevoegingen. Daarbij wordt de opbrengst gemeten met 1.3 en 1.8x het volume aan compost, waarbij een dunne laag gemaakt wordt.

## 1.4 Organisatie

De proef is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Voor Wageningen Plant Research Paddenstoelen Veredeling was Johan Baars werkverdelers. Ed Hendrix heeft bij Wageningen University & Research Unifarm de kweek verzorgd, inclusief begeleiding, oogst en vele metingen. Wim van der Slikke heeft compost en paddenstoelenmonsters gedroogd. Patrick Hendrickx heeft de lacase analyse gedaan. Voor Wageningen University & Research BU Glastuinbouw heeft Romain Leyh het laboratoriumonderzoek aan de compostmonsters uitgevoerd en het verslag vorm gegeven. De meststof analyse van de compostoplossingen en de droge stof werden door Groen Agro Control uitgevoerd. Anton Sonnenberg (Paddenstoelen Veredeling) en Chris Blok (Glastuinbouw) waren betrokken bij de planning en rapportage.



## 2 Materiaal en methodes

### 2.1 Behandelingen

#### 2.1.1 Invloed van de compostdikte in de tijd

##### Beschrijving van de behandelingen

Er zijn 8 behandelingen uitgevoerd in 4 herhalingen (Tabel 1).

Tabel 1

*Behandelingen van de proef naar de invloed van de compostdiepte op het knopaantal.*

Code	Diepte onderbreken	Duur	Aantal herhalingen
Ref	Referentie, niet onderbreken	geen	4
5Dg-0Afb	Rooster op 0 cm/ boven de compostlaag	D6-D11*	4
10Dg-0 Afb	Rooster op 0 cm/ boven de compostlaag	D6-D16	4
5Dg-4Afb	Rooster op 4 cm in compostlaag	D6-D11	4
10Dg-4Afb	Rooster op 4 cm in compostlaag	D6-D16	4
5Dg-8Afb	Rooster op 8 cm in compostlaag	D6-D11	4
10Dg-8Afb	Rooster op 8 cm in compostlaag	D6-D16	4
Nattelaag	Nevenproef met een steenwol zweetlang, niet onderbreken	geen	4

\* D staat voor dag nummer vanaf de aanvang van de kweek. D6 is het begin van de ventilering.

##### Voorbereiding van de kisten

Om de invloed van de compostdiepte in de tijd te onderzoeken, wordt de verbinding tussen de paddenstoelen en hun mycelium onderbroken en later hersteld. Daarvoor wordt een rooster aangelegd op drie verschillende compostdiepten. Een touw wordt aan het rooster vastgemaakt om de boven laag te kunnen optillen.

- Direct onder de dekaarde (8 kisten).
- Op 4 cm in de compostlaag (8 kisten).
- Op 8 cm in de compostlaag (8 kisten).

28 kisten van 0.2 m<sup>2</sup> en 21.5 cm diepte worden met 17 kg compost ingevuld. Het compost wordt samengedrukt tot een dikte van 16.5 cm (85 kg/m<sup>2</sup>; dichtheid 515 kg/m<sup>3</sup>).

Voor de behandelingen met een rooster onder een 8 cm dikte compostlaag worden de 17 kg half onder en boven het rooster verdeeld. Voor de behandelingen met een rooster onder een 4 cm dikte compostlaag wordt de 17 kg in ¾:¼, onder en boven het rooster verdeeld. (Figuur 2.1)

Het compost van alle kisten wordt met een nylonnet bedekt waarop een 5 cm dikte laag wordt aangelegd bestaande uit 7.5 kg dekaarde gemengd met 175 g compost.



**Figuur 2.1** Foto en tekening van een kist met een rooster in de compostlaag.

Om de invloed van watervoerende laag te testen wordt een verzadigde steenwolmat van 8 cm dikte in 4 kisten van 0.2 m<sup>2</sup> aangelegd en daarop komt een laag van 7.76 cm en 8 kg compost (vulgewicht van 40 kg/m<sup>2</sup>, dichtheid 515 kg/m<sup>3</sup>).

Het compost van alle kisten wordt met een nylonnet bedekt waarop 7.5 kg dekaarde in een 5 cm dikke laag wordt gelegd. De dekaarde wordt daarna met 175 g compost gemengd (CAC-ing).

### 2.1.2 Invloed van horizontaal vergroot compost volume

Er zijn 4 behandelingen uitgevoerd in 4 herhalingen (Tabel 2).

Tabel 2

*Behandelingen van de proef naar de invloed van de lengte van horizontaal vergroot compost volume op de knopuitgroei.*

Code (lengte/dikte)	Oppervlakte, laag dikte en vulgewicht per kist	Aantal herhalingen
120-10cm	Kist 0.4 m <sup>2</sup> , compostdikte 10 cm (20.6 kg).	4
180-6.7cm	Kist 0.6 m <sup>2</sup> , compostdikte 6.7 cm (20.7 kg).	4
120-15cm	Kist 0.4 m <sup>2</sup> , compostdikte 15 cm (30.9 kg).	4
180-10cm	Kist 0.6 m <sup>2</sup> , compostdikte 10 cm (30.9 kg).	4

Er zijn 8 kisten met een dubbele lengte (120 cm, 0.4 m<sup>2</sup>) en 8 kisten met een driedubbele lengte (180 cm, 0.6 m<sup>2</sup>) gebruikt.

Voor de beide oppervlakten (0.4 en 0.6 m<sup>2</sup>) worden 4 kisten met 20.6 kg en 4 kisten met 30.9 kg compost gevuld. Dat zijn samen 16 kisten (2\*(4+4)). Het compost wordt steeds met een dichtheid van 515 kg/m<sup>3</sup> gevuld. De compostdikte van de 4 behandelingen wordt daarvoor aangepast.

7.5 kg dekaarde wordt per kist in een 5 cm dikke laag op een oppervlak van 0.2 m<sup>2</sup> gelegd. De dekaarde wordt daarna met 175 g compost per kist gemengd (CAC-ing). Een kunststoffolie wordt op het niet afgedekt deel van de compostlaag gelegd om evaporatie te voorkomen.

## 2.2 Kweek

Agaricus bisporus wordt in de paddenstoelkwekerij van Wageningen Unifarm gekweekt. De kweek wordt bij standaard klimaat uitgevoerd.

Voor de proef wordt van kleine kisten van 0.2, 0.4 en 0.6 m<sup>2</sup> gebruik gemaakt.

Het teeltschema is:

- D0-4 om het mycelium contact tussen het compost en de dekaarde laten maken (casing). Het compost wordt gedurende deze periode 2 keer besproeid.
- D5-15; ventileren. De behandelingen 5Dg-0Afb, 5Dg-4Afb en 5Dg-8Afb worden gedurende 5 dagen vanaf ventilering opgetild en de behandelingen 10Dg-0Afb, 10Dg-4Afb en 10Dg-8Afb worden gedurende de 10 dagen vanaf ventilering opgetild (Tabel 1).
- D14-D18; Daarna worden de afrijpende paddenstoelen elke dag geoogst gedurende maximaal 1 week. Gedurende de piek van productie worden de kisten besproeid.
- D20-D28; Tenslotte start een tweede vlucht waarvan de afrijpende paddenstoelen elke dag worden geoogst.

## 2.3 Bemonstering en monster bewaring

### 2.3.1 Paddenstoelen

De geoogst paddenstoelen worden gesorteerd in eerste en tweede klasse op basis van de diameter van de hoed (fijn 25-40 mm, middel 40-60 mm). Het aantal knoppen en het verse gewicht van afrijpende paddenstoelen wordt elke dag gedurende de eerste en tweede vlucht gemeten. De paddenstoelen worden geoogst met voorrang voor betere kwaliteit en grotere maat.

Per kist worden 250 g verse paddenstoelen apart in de koelkast bewaard voor eventuele analyse in volgende projecten.

De overige paddenstoelen worden in stukken van minder dan 2 cm geknipt en daarna op 105°C gedroogd. Uit de gewichten voor en na drogen volgt het droge stofgehalte. Het droge gewicht per kist wordt bepaald op basis van versgewicht per kist en het droge stofgehalte van het deelmonster.

De droge paddenstoelen worden per behandeling en per vlucht verzameld en bewaard voor de totale elementenanalyse.

### 2.3.2 Compost

Er worden aan het begin van de proef 6 monsters van het compost en 2 monsters van de dekaarde genomen. Deze monsters worden voor fysische metingen en voor de analyse van totaal en beschikbare elementen gebruikt.

Na het einde van de eerste vlucht wordt met de hand 1 monster per kist genomen (ongeveer 10 cm diameter en 15 cm diep). Deze monsters worden voor de 1:1,5 analyse voor beschikbare elementen gebruikt.

Aan het einde van de tweede vlucht wordt het met dekaarde afgedekte compost bij behandelingen Ref, 5Dg-0Afb, 10Dg-0Afb, 5Dg-4Afb, 5Dg-8Afb, Nattelaag, 120-10 cm en 120-15 cm binnen de kist gemengd. Van elke kist wordt 2 liter compost bemonsterd. Voor de behandelingen (120-10 cm en 120-15 cm) wordt alleen het afgedekte compost bemonsterd. De monsters van de 4 herhalingen per behandeling worden daarna in een mengmonster per behandeling verzameld. De 8 monsters/8 behandelingen worden gebruikt voor fysische metingen en een totaal elementenanalyse.

Aan het einde van de tweede vlucht wordt wel en niet met dekaarde afgedekte compost bij behandelingen 180-6.7 cm en 180-10 cm apart bemonsterd. 2\*2 liters compost uit elke herhaling wordt bemonsterd. De 2\*4 monsters per behandeling worden daarna verzameld. De 4 monsters worden gebruikt voor fysische metingen (alleen met dekaarde bedekte compost) en een totaal elementenanalyse.

Van de behandelingen 10Dg-4Afb en 10Dg-8Afb worden twee monsters aan het einde van de tweede vlucht genomen, een monster boven het rooster en een monster onder het rooster. Het compost boven en onder het rooster wordt apart gemengd. Per behandeling worden 2\*4 monsters (2 monsters per herhaling) verzameld. De 4 monsters worden gebruikt voor fysische metingen (alleen de met dekaarde bedekte compost) en een totaal elementenanalyse.

Een deel van alle compostmonsters van vóór en na de proef worden gewogen, in stukken kleiner dan 2 cm geknipt en op 105°C gedroogd en gewogen. Uit de gewichten voor en na drogen volgt het droge stofgehalte. Het droge gewicht per kist wordt bepaald op basis van versgewicht per kist en het droge stofgehalte van het deelmonster.

## 2.4 Metingen

### 2.4.1 Compost fysiek onderzoek

De droge bulkdichtheid, het droge stof gehalte en het vers gewicht worden aan het begin en aan het einde van de proef bepaald.

De droge bulkdichtheid en de waterretentie kromme worden volgens de CEN 13041 (CEN, 1999) op 6 monsters met verse compost bepaald. De droge bulkdichtheid en de waterretentie kromme worden ook op het compostmonster van de 12 behandelingen na de tweede vlucht gemeten.

Het watergehalte wordt bepaald door het drogen van de compostmonsters. De monsters zijn voor het drogen gewogen en na het drogen elk uur totdat twee opeenvolgende metingen minder dan +/- 0.1 g verschillen. De droge monsters met bekend gewicht worden gedurende 3 uren op 600°C verhit om het asgehalte en het organische stofgehalte te bepalen. Na de verassing worden de monsters in de oven afgekoeld voordat ze worden gewogen.

### 2.4.2 Paddenstoel en compost meststof analyse

Twee droge compostmonsters van voor de proef, 12 droge paddenstoelenmonsters (1 per behandeling) van na de eerste vlucht, 12 droge paddenstoelenmonsters (1 per behandeling) van na de tweede vlucht en 16 droge compostmonsters van na de proef (1 per behandelingen en 4 extra) zijn naar Groen Agro Control gestuurd. Groen Agro Control bepaalt de totaal elementenconcentratie op het droge materiaal.

### 2.4.3 Lacase analyse

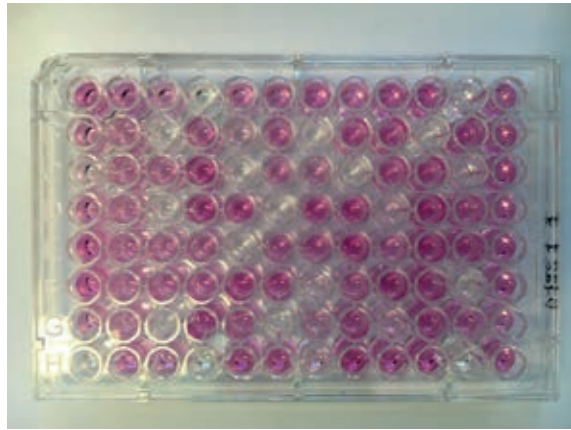
Op de kisten met extra compostvolume (120cm-, 180cm-) wordt de lacase activiteit gemeten op 20, 50, 80 en 110 cm vanaf het einde van het afgedekt oppervlak. Op deze plekken wordt 50 g van de compostlaag bemonsterd. Deze 50 g compost wordt in 100 ml water opgelost. De oplossing wordt 20 min geïncubeerd en dan gefiltreerd (1 mm zeef). Het filtraat wordt gecentrifugeerd op 15000 g gedurende 10 minuten. Het extract is dan bij -20°C bewaard.

De lacase activiteit is door spectrometrie bij 525 nm (Figuur 2.2) met syringaldazine absorptie gemeten. Een citraat-fosfaatbuffer met syringaldazine is vooraf op kamertemperatuur gebracht. De lacase activiteit is afhankelijk van de temperatuur en de pH. De pH is gesteld door de citraat-fosfaatbuffer. De oplossingen zijn op een plaatje van 72 tubes (Figuur 2.2) geplaatst. De analyses gedaan op dezelfde plaat zijn vergelijkbaar omdat de temperatuur niet afwijkt.

Het lacase extract wordt in de oplossing gemengd. Daarna begint de lacase, de syringaldazine te oxideren. De absorptie is gedurende 9 min elke 9 seconden gemeten.

De meting van de lacase is 3 keer herhaald. Er zijn 3 plaatjes ingevuld met de 15 oplossingen (4 posities op de 2 behandelingen 180cm- en 3 posities op de 2 behandelingen 120cm-) plus de blanco.

De nul absorptie (blanco) is gemeten op een lacase extract verwarmde op 100°C gedurende 5 min. De maximale gemeten absorptie is gebruikt als basis om de metingen relatief te maken.



**Figuur 2.2** Rechts: spectrometer, links: plaatjes met oplossingen.

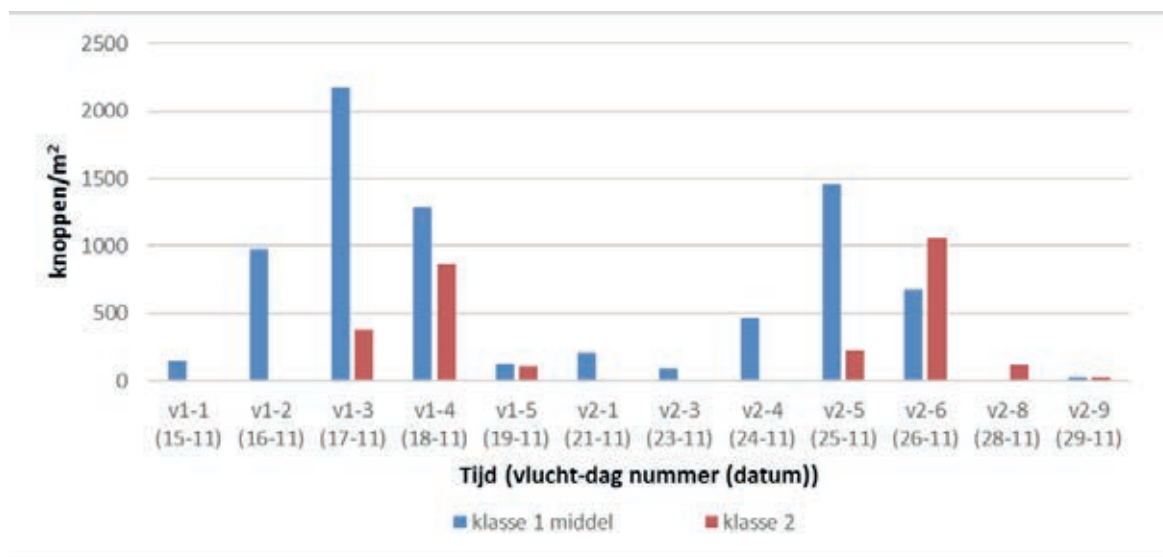




## 3 Resultaten en discussie

### 3.1 Opbrengst

Figuur 3.3 laat het aantal knoppen zien gedurende de proef. De eerste vlucht duurde van de 15/11/2016 tot de 19/11/2016. De piek van de productie was op 17/11. De tweede vlucht duurde van 21/11/2016 tot de 29/11/2016. De piek van de productie was op 25/11. De productie van klasse 2 volgt altijd een dag na de productie van klasse 1.



**Figuur 3.3** Tijdlijn van de paddenstoelkweek.

#### 3.1.1 Invloed van de duur van de onderbreking van contact tussen dekaarde en compostlaag op het knopaantal

De duur van de onderbreking tussen dekaarde en compost (Figuur 3.4) beïnvloedt het knopaantal gedurende de eerste vlucht en in mindere mate gedurende de tweede vlucht (Figuur 3.5). De diepte waarop het mycelium onderbroken wordt, beïnvloedt het knopaantal in de tweede vlucht (Figuur 3.5).

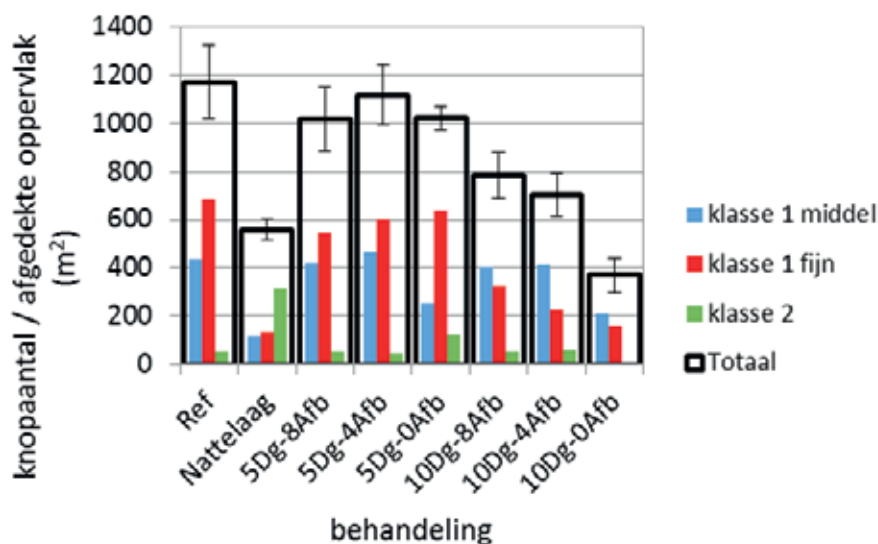
De Figuur 3.4 laat zien dat het onderbreken gedurende 10 dagen (behandelingen 10Dg-0Afb, 10Dg-4Afb en 10Dg-8Afb) het aantal kleine knoppen vermindert. Het onderbreken gedurende 5 dagen (behandelingen 5Dg-4Afb en 5Dg-8Afb en de referentie) geeft een vergelijkbaar knopaantal gedurende de eerste vlucht.

De Figuur 3.5 laat zien dat bij het onderbreken gedurende 10 dagen (behandelingen 10Dg-0Afb, 10Dg-4Afb en 10Dg-8Afb), het aantal knoppen gedurende de tweede vlucht toeneemt.

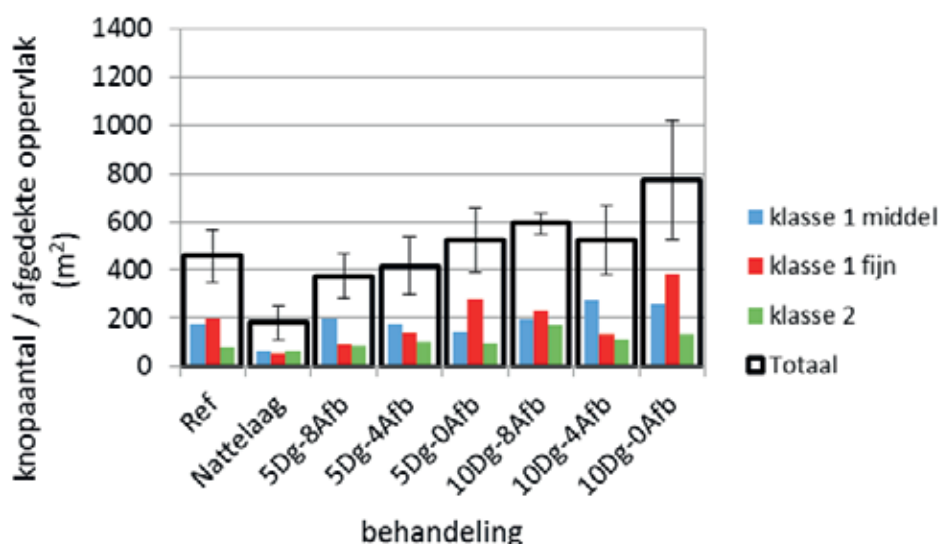
Het onderbreken van het contact op 0 cm onder de dekaarde (10Dg-0Afb) toont het duidelijkst dat onderbreken het knopaantal in de eerste vlucht vermindert en in de tweede vlucht verhoogt.

Het knopaantal van klasse 1 middel (blauw) in behandeling 5Dg-0Afb is kleiner dan de andere behandelingen 5Dg-4Afb en 5Dg-8Afb. Bij behandelingen 5Dg-0Afb en 10Dg-0Afb werden zowel de eerste en de tweede vlucht 2 dagen later geoogst.

Het onderbreken onder de dekaarde is verantwoordelijk voor een vertraging van de knopproductie.



**Figuur 3.4** Aantal knoppen gedurende de eerste vlucht per opbrengst klasse en per maat (blauw = medium knoppen klasse 1, rood = fijne knoppen klasse 1 en groen = knoppen klasse 2). De standaard deviatie is op 4 herhalingen per behandeling berekend.



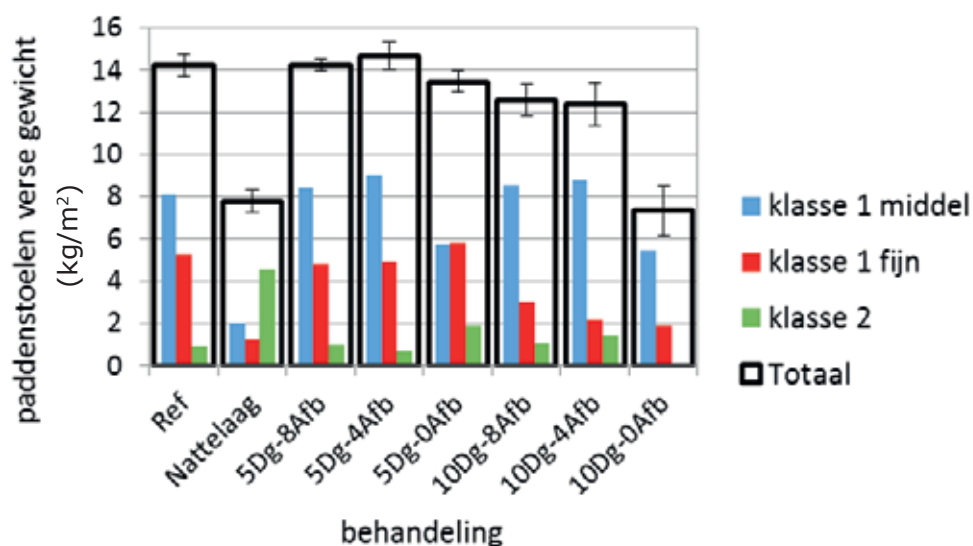
**Figuur 3.5** Aantal knoppen gedurende de tweede vlucht per opbrengst klasse en per maat (blauw = medium knoppen klasse 1, rood = fijne knoppen klasse 1 en groen = knoppen klasse 2). De standaard deviatie is op 4 herhalingen per behandeling berekend.

Als in plaats van het naar knop/aantal gekeken wordt naar het versgewicht, is de invloed van de diepte van onderbreken wat minder uitgesproken (Figuur 3.6 en Figuur 3.7).

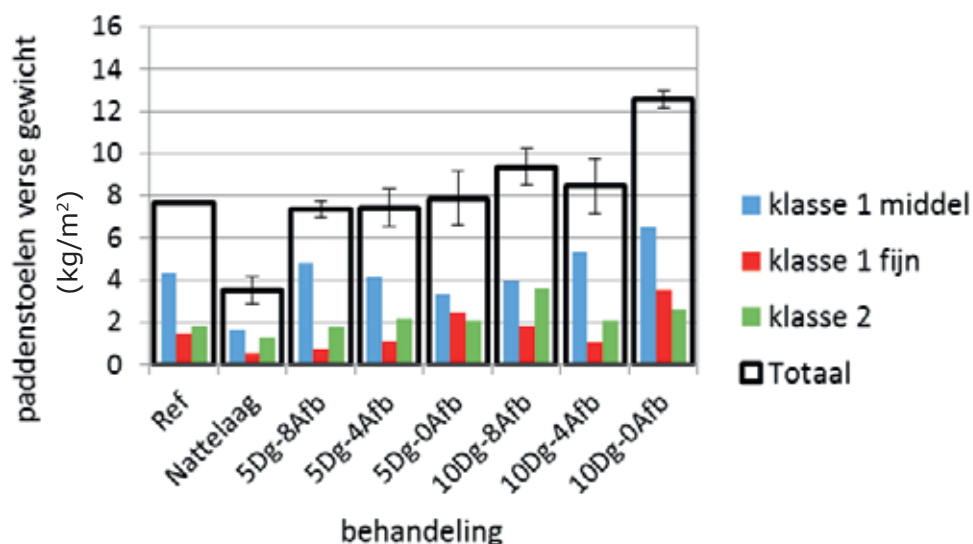
De behandeling 10Dg-0Afb laat weer het grootste verschil zien met de andere behandelingen. De opbrengst wordt gedurende de kweek vertraagd met een lagere opbrengst na de eerste vlucht en een hogere (maar niet compenserende) opbrengst na de tweede vlucht. De totaalopbrengst van de behandeling 10Dg-0Afb is kleiner maar van betere kwaliteit dan bij de andere behandelingen.

De behandelingen met 10 dagen onderbreking (10Dg-0Afb, 10Dg-4Afb en 10Dg-8Afb) hebben na de eerste vlucht een lager versgewicht opbrengst dan de Ref en de behandelingen met 5 dagen onderbreking (5Dg-) (Figuur 3.6).

De totale opbrengst van de Nattelaag is gedurende eerste vlucht vergelijkbaar met de 10Dg-0afb. Hoewel de Nattelaag meestal klasse 2 paddenstoelen en de 10Dg-0afb meestal klasse 1 middel paddenstoel opbrengt. De productie van de behandeling 10Dg-0afb neemt gedurende de tweede vlucht toe (Figuur 3.7). De productie van de andere behandelingen daalt gedurende de tweede vlucht. 10Dg-0afb opbrengst is gedurende de tweede vlucht zelfs hoger dan de referentie. 10Dg-0afb heeft gedurende de tweede vlucht van een grotere voorraad beschikbare koolstoffen en meststoffen geprofiteerd (3.3 Meststof analyses).

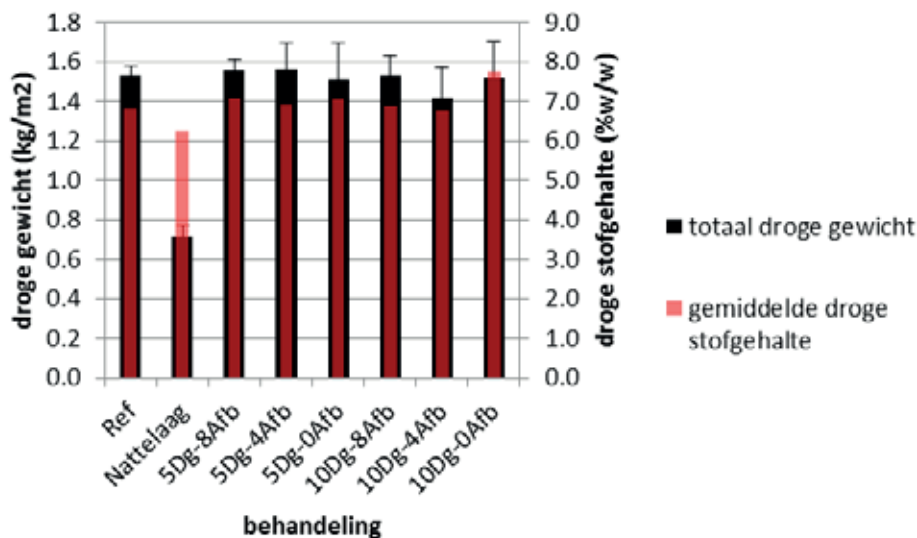


**Figuur 3.6** Vers gewicht van de paddenstoelopbrengst gedurende de eerste vlucht per klasse en maat (blauw = medium knoppen klasse 1, rood = fijne knoppen klasse 1 en groen = knoppen klasse 2). De standaard deviatie is op 4 herhalingen per behandeling berekend.



**Figuur 3.7** Vers gewicht van de paddenstoelopbrengst gedurende de tweede vlucht per klasse en per maat (blauw = medium knoppen klasse 1, rood = fijne knoppen klasse 1 en groen = knoppen klasse 2). De standaard deviatie is op 4 herhalingen per behandeling berekend.

Hoewel de behandeling Nattelaag een vergelijkbare verse opbrengst per kilogram toegevoegde compost heeft, is absolute opbrengst per oppervlakte eenheid de helft lager (Figuur 3.8). Bij de behandeling Nattelaag is de fractie van klasse 2 paddenstoelen 4 keer hoger dan bij de Referentie (Tabel 3). Het droge stofgehalte van de behandeling Nattelaag, 6.2%w/w, is lager dan bij de andere behandelingen, de referentie (Ref) is 6.8%w/w.



**Figuur 3.8** Droge stof van de paddenstoelen per behandeling.

Tabel 3

Opbrengst van verse paddenstoelen en het compostgewicht.

	Compost	Opbrengst	% klasse 2 / opbrengst
behandeling	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	%w/w
Ref	20.4	22	13
5Dg-8Afb	20.4	22	13
5Dg-4Afb	20.4	22	13
5Dg-0Afb	20.4	21	19
10Dg-8Afb	20.4	22	21
10Dg-4Afb	20.4	21	17
10Dg-0Afb	20.4	20	13
Nattelaag	11.5	11	52

Het compost boven het rooster krimpt bij onderbreken (Figuur 3.9). Het bovenste deel van het compost wordt bij onderbreken intensiever gebruikt en verdroogd daardoor sneller. Het mycelium maakt dus gebruik van het vocht in de opgetilde compostlaag. Mogelijk zou een extra watergift van bovenaf hier nuttig geweest zijn.

Het onderbreken van de compostlaag heeft meestal een vertragende invloed op de vlucht. De vertraging is groter bij geringere diepte van onderbreken. Het totale knopaantal neemt niet toe met onderbreken. De behandeling 5Dg-4Afb gedraagt zich als de referentie. Een compostlaag van 4 cm lijkt nodig en voldoet om voldoende water en voeding voor de groei tot de eerste vlucht beschikbaar te hebben.



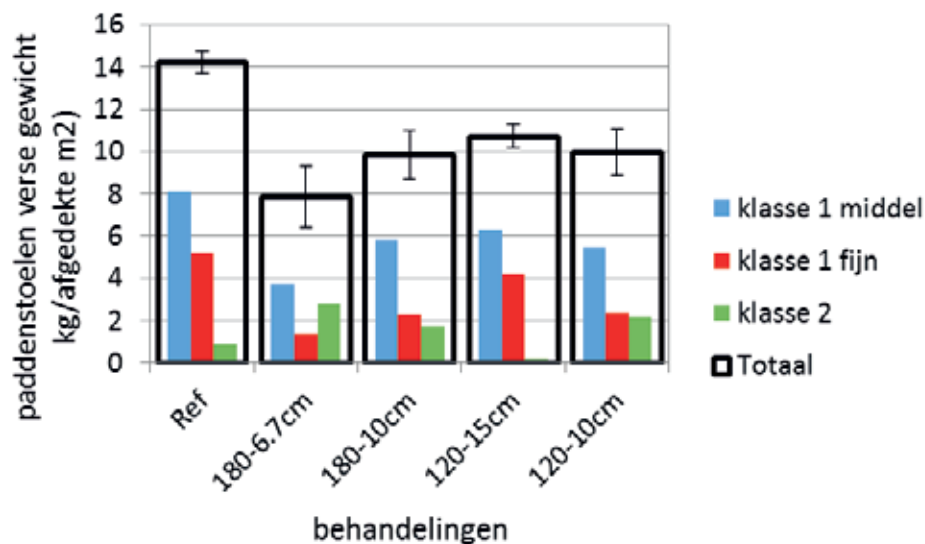
**Figuur 3.9** Compostkrimp boven het rooster. Links: boven het rooster; rechts: onder het rooster.

### 3.1.2 Invloed van horizontaal vergroot compost volume op de knopuitgroei

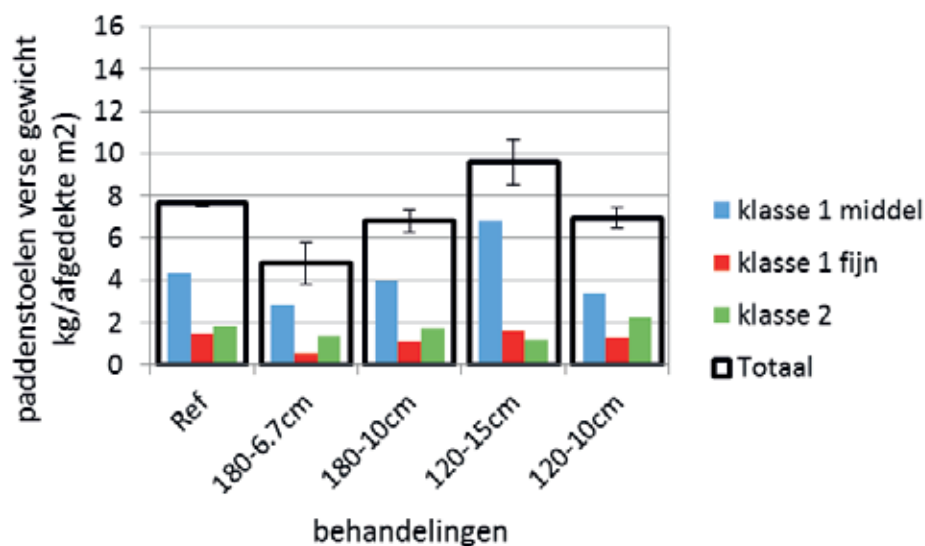
Figuur 3.10 en Figuur 3.11 tonen dat de paddenstoelproductie afneemt als een groter compostvolume horizontaal beschikbaar is. De invloed van de laagdikte is ook duidelijk. Hoe dikker de compostlaag is, hoe hoger de opbrengst wordt. De opbrengst van de behandelingen 120-10 cm, 180-6.7 cm en 180-10 cm zijn gedurende de eerste vlucht vergelijkbaar.

Het verschil tussen de behandelingen neemt nog toe na de tweede vlucht (Figuur 3.10 en Figuur 3.11). De individuele invloed van de volume en de dikte zijn niet eenvoudig te onderscheiden.

Bij de behandeling 120-15cm, wordt de opbrengst hoger (maar niet genoeg om vlucht 1 te compenseren) na de tweede vlucht. De totaalopbrengst van de behandeling 120-15 cm is kleiner maar van betere kwaliteit dan bij de andere behandelingen (Tabel 4).

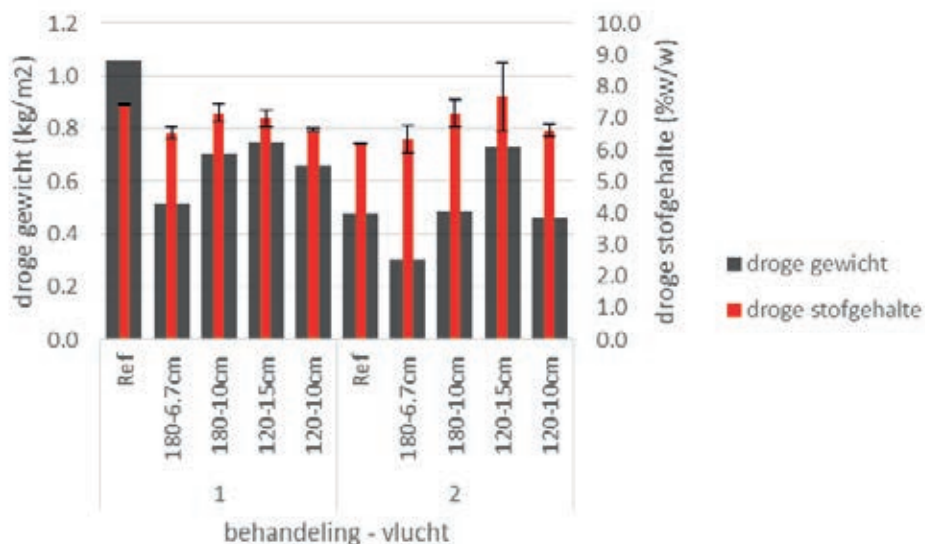


**Figuur 3.10** Vers gewicht van de paddenstoelopbrengst gedurende de eerste vlucht per klasse en maat (blauw = medium knoppen klasse 1, rood = fijne knoppen klasse 1 en groen = knoppen klasse 2). De standaard deviatie is op 4 herhalingen per behandeling berekend.



**Figuur 3.11** Vers gewicht van de paddenstoelopbrengst gedurende de eerste vlucht per klasse en maat (blauw = medium knoppen klasse 1, rood = fijne knoppen klasse 1 en groen = knoppen klasse 2). De standaard deviatie is op 4 herhalingen per behandeling berekend.

De Figuur 3.12 laat het droge stofgehalte zien. De verschillen tussen de droge stofgehalten van de behandelingen zijn niet significant in de eerste vlucht. De behandeling 120-15cm produceert in de tweede vlucht meer droge stof dan de referentie. De verschillen tussen het droge stofgehalten van de behandelingen nemen toe in de tijd. De dikte van de compostlaag heeft meer invloed op het droge stofgehalte dan de lengte van de laag.



**Figuur 3.12** Droge stof inhoud van de opbrengst gedurende de eerste en de tweede vlucht.

Tabel 4 toont dat de totale opbrengst van de behandelingen is met de compost dichtheid direct verbonden. Toch blijven de totale opbrengsten van de behandelingen 120 cm- en 180 cm- lager dan voor de referentie met 22 kg compost/m². De champignons hebben dus geen voordeel van het niet met dekaarde afgedekte compost. De kwaliteit van de productie als klasse 2 product hangt ook voornamelijk van de compostdikte af.



Tabel 4

*Opbrengst aan verse paddenstoelen afhankelijke van het compostgewicht voor de behandelingen 120 cm- en 180 cm- in vergelijking met de referentie (Ref).*

	Compost	Opbrengst	% klasse 2 / opbrengst
behandeling	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	%w/w
Ref	25	22	13
120-10cm	15	17	26
120-15cm	22	20	7
180-6.7cm	10	13	33
180-10cm	15	17	21

De compostdikte heeft dus een grote invloed op de opbrengst en kwaliteit. Die invloed van laagdikte speelt ook een rol bij het onderbreken van het mycelium. Mogelijk speelt bij de invloed van laagdikte ook het vochtgehalte nog een rol. De gevoeligheid van mycelium voor watergehalten is nog niet duidelijk.

## 3.2 Waterretentie kromme

Het compost voor de paddenstoelkweek is een grof materiaal met 85 %w/w organische stof (Figuur 3.13). De bulk compost houdt 36%v/v vocht vast.



**Figuur 3.13** Beeld van het compost voor het begin van de proef. Het compost is in dubbele ringen op een pF bak geplaatst.

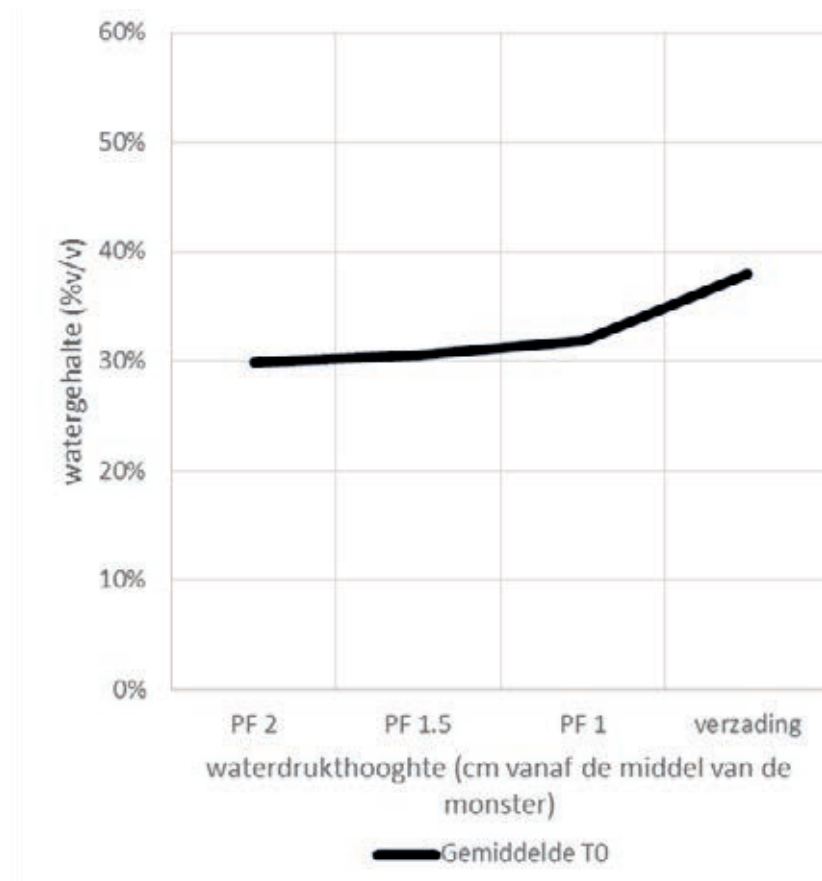
De gemiddelde droge bulkdichtheid is 3 keer hoger na de proef dan voor de proef (Tabel 5). Dit komt door de combinatie van organische stof afbraak door het mycelium, wat tot een vermindering van de porositeit leidt en de druk die in de labmeting wordt aangelegd (-10 cm waterkolom).

Tabel 5

*Droge bulkdichtheid van het compost voor en na de paddenstoelkweek volgens CEN13041.*

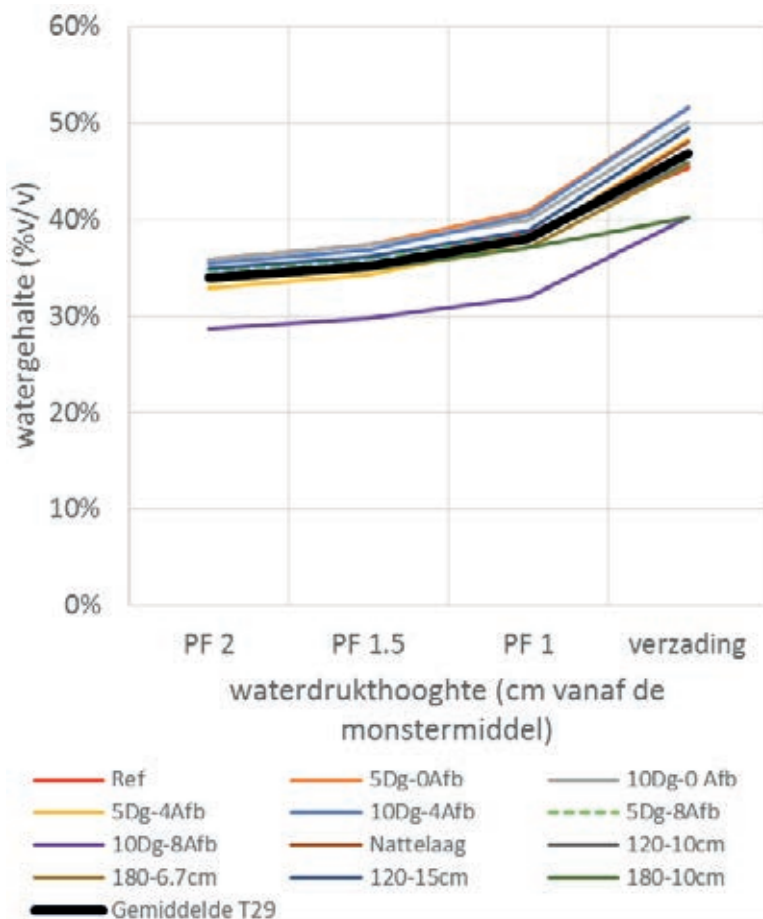
Tijd	Methode	Aantal monsters	Gemiddelde	Standard deviatie
Compost voor de kweek	Labmeting	12	94 g/l	10 g/l
Compost na de kweek	Labmeting	22	343 g/l	23 g/l

Het fysische onderzoek van het compost laat zien dat het maximale watergehalte gedurende de kweek in het compost toeneemt (Figuur 3.14 en Figuur 3.15). Ook dit is voornamelijk een gevolg van de verdichting bij het vullen van de bakken. Het watergehalte in het compost varieert maar weinig met de drukhoogte. Bij verzading is ongeveer 38%v/v in het materiaal aanwezig en bij een drukhoogte van 100 cm (pF 2) is nog 30%v/v aanwezig.



**Figuur 3.14** Waterretentiekromme van het compost vóór de proef.  $N = 12$ . Het watergehalte wordt gemeten bij 4 drukhoogten -50 (PF2), -31.6 (PF1.5), -10 (PF1), 1.5 cm waterkolom.

De vergelijking tussen de waterretentie kromme voor de kweek (Figuur 3.14) en de waterretentie kromme na de paddenstoelkweek (Figuur 3.15) laat zien dat het watergehalte gedurende de proef toeneemt met 5 tot 10%v/v.



**Figuur 3.15** Waterretentiekromme van het compost na de proef.  $N=2$ . Het watergehalte wordt gemeten bij 4 drukhoogten -50 (PF2), -31.6 (PF1.5), -10 (PF1), 1.5 cm waterkolom.

De verhoging van het watergehalte lijkt een direct gevolg van substraatafbraak. Het mycelium laat lacase en cellulase vrij, waardoor organische stoffen afbreken en de deeltjes verkleinen. Kleinere deeltjes houden meer water vast. De deeltjes vallen bij roeren gemakkelijk uit elkaar (Figuur 3.16). Het belang van de waarnemingen kan zijn dat bij een hoger vochtgehalte en een hogere materiaal dichtheid het gehalte aan luchtgevulde poriën afneemt. Dit kan een opbrengst beperkende factor voor de groei van mycelium zijn.

Figuur 3.15 toont de lagere waterretentiekromme van de behandeling 10Dg-8Afb laag. Dit lijkt het gevolg van minder afbraak door het mycelium in de onderste compostlaag. Minder afbraak van de onderste laag betekent ook minder productie.



**Figuur 3.16** Compost na de tweede vlucht, opgelost in 2x het volume aan water en gedurende 30 minuten geroerd.

### 3.3 Meststof analyses

De vergelijking tussen het meststof gehalte in de paddenstoelen na de eerste (Bijlage 1, Tabel 1) en de tweede vlucht (Bijlage 1, Tabel 2) laat zien dat de meststofconcentratie in de paddenstoelen stijgt gedurende de kweek, met andere woorden dat het minerale stofgehalte in de tweede vlucht hoger is. Dit kan het gevolg zijn van een minder hoge koolstofopname (tragere vertering) of van een lagere watertransportsnelheid in het compost bij de tweede vlucht.

De absolute opgenomen meststofhoeveelheden in de paddenstoelen na beide vluchten (Tabel 6) komt overeen met de gevonden opbrengsten. Voor alle behandelingen die 10 dagen werden onderbroken (10Dg-), is de opbrengst lager dan voor de behandelingen die 5 dagen zijn onderbroken 5Dg- (Tabel 6).

Tabel 6

*Meststof opname van de paddenstoelen over de hele kweek in mmol/m<sup>2</sup>.*

behandeling	DS	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	Kg/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>								
Ref	1.5	1918	31	90	6671	643	0.9	0.2	1.4	0.7
5Dg-0Afb	1.5	2073	33	99	6869	714	1.0	0.2	2.0	0.7
10Dg-0Afb	1.5	1946	31	96	7397	703	1.0	0.2	1.8	0.7
5Dg-4Afb	1.6	2173	36	100	6999	735	0.9	0.2	2.2	1.1
10Dg-4Afb	1.4	1961	31	89	6454	655	0.7	0.2	1.8	0.7
5Dg-8Afb	1.6	1986	31	94	7058	691	0.8	0.2	1.8	0.7
10Dg-8Afb	1.5	1975	32	94	6705	677	0.6	0.2	1.8	0.7
Nattelaag	0.7	1023	14	46	3066	340	0.4	0.1	0.9	0.4
120-10cm	1.1	1650	23	78	5275	564	0.7	0.2	1.9	0.6
180-6.7cm	0.8	1162	16	55	3641	392	0.8	0.1	1.0	0.4
120-15cm	1.5	1956	29	91	7165	673	0.7	0.2	1.8	0.8
180-10cm	1.2	1609	22	74	5382	538	0.6	0.2	1.4	0.6
Gemiddelde	1.3	1786	27	84	6057	610	0.7	0.2	1.7	0.7

Het verlies aan elementen uit het compost (Tabel 7) is berekend als het verschil in absoluut gehalte vóór (Bijlage 2, Tabel 2) en na de proef (Bijlage 2, Tabel 7). Bij deze berekening bleek dat achteraf soms meer van een element aanwezig was dan vooraf. Dat lijkt te wijzen op fouten in de metingen of de monsternamen. Er wordt daarom een correctie toegepast op basis van het asgehalte. Hierbij is er vanuit gegaan dat de absolute hoeveelheid as voor en na de teelt ongeveer gelijk zal zijn. De op deze manier berekende correctie is ongeveer 10% (Bijlage 2). Hierbij ontstaan voor natrium nog steeds onverklaarde negatieve getallen (een toename in de tijd).

De gecorrigeerde hoeveelheid uit het compost verdwenen voeding kan alleen afgevoerd zijn door uitspoelen, vervluchtiging en opname door de paddenstoelen. Als we veronderstellen dat uitspoelen en vervluchtigen kleine hoeveelheden zijn ten opzichte van de opname in de paddenstoelen dan zouden Tabel 6 en Tabel 7 ongeveer gelijk moeten zijn. Dit is enigszins het geval voor K, NO<sub>3</sub> en P, maar niet voor natrium en de sporenelementen.

Tabel 7

Meststofafname uit het compost, berekend als meststof hoeveelheid in het compost voor de proef minus de meststofhoeveelheid in het compost na de proef in mmol/m<sup>2</sup>.

	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	mmol/m <sup>2</sup>								
Ref	2103	-653	341	7790	904	-30.4	21.0	10.0	0.7
5Dg-0Afb	2405	-261	332	7957	1064	99.5	22.4	10.9	2.7
10Dg-0 Afb	2562	-243	380	10859	783	11.1	18.0	9.8	2.7
5Dg-4Afb	2032	-239	268	7302	1001	20.2	19.6	10.3	2.3
10Dg-4Afb	2034	-104	119	3774	543	48.1	11.7	7.7	1.4
5Dg-8Afb	2920	-130	433	7864	1021	74.5	26.5	12.3	2.2
10Dg-8Afb	1388	-270	187	6174	399	64.3	10.3	8.3	1.8
Nattelaag	1917	59	174	4307	468	61.9	9.2	5.0	1.2
120-10cm	3091	179	546	9170	748	137.3	18.8	8.5	2.2
180-6.7cm	969	-54	24	2249	275	46.4	4.5	3.2	0.8
120-15cm	933	-303	30	5856	611	63.1	13.8	9.1	1.9
180-10cm	789	-240	-96	3482	302	39.2	2.0	4.7	1.3

NB negatieve getallen ontstonden omdat door onbekende meetfouten de hoeveelheid zouten na de teelt hoger was dan voor de teelt. Dit is deels gecorrigeerd door de van de hoeveelheid zouten na de teelt 5-10% af te trekken. De natriumopname blijft hierbij negatief.

Voor natrium, ijzer, mangaan en zink is de opname door de paddenstoelen lager dan voor de andere meststoffen.

Tabel 8

ercentage van de meststofhoeveelheid opgenomen in de paddenstoelen ten opzichten van de hoeveelheid in het compost vóór de proef per behandeling.

	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	% mmol in de droge paddenstoel T1 +T2 /mmol in de droge compost T0								
Ref	15%	2%	3%	17%	17%	0.1%	0.2%	3%	7%
5Dg-0Afb	16%	2%	3%	18%	18%	0.1%	0.3%	4%	7%
10Dg-0 Afb	15%	2%	3%	19%	18%	0.1%	0.3%	4%	7%
5Dg-4Afb	17%	2%	3%	18%	19%	0.1%	0.2%	4%	11%
10Dg-4Afb	15%	2%	3%	17%	17%	0.1%	0.2%	4%	7%
5Dg-8Afb	15%	2%	3%	18%	18%	0.1%	0.3%	4%	7%
10Dg-8Afb	15%	2%	3%	17%	17%	0.1%	0.2%	4%	7%
Nattelaag	17%	1%	3%	17%	19%	0.1%	0.2%	4%	9%
120-10cm	21%	2%	4%	22%	24%	0.2%	0.4%	6%	10%
180-6.7cm	22%	2%	4%	23%	25%	0.3%	0.3%	5%	10%
120-15cm	17%	2%	3%	20%	19%	0.1%	0.3%	4%	8%
180-10cm	21%	2%	4%	23%	23%	0.1%	0.3%	5%	10%

In Tabel 8 staat de opname door de paddenstoelen uitgedrukt als percentage van de mesthoeveelheid in het compost voor de proef (dus Tabel 6 gedeeld door Bijlage 2 Tabel 2). De hoofdelementen K, NO<sub>3</sub> en P worden voor 15 tot 20% opgenomen, de andere elementen minder. De opname is dus relatief klein in vergelijking met de mestvoorraad in het compost.

De opnames van ijzer en mangaan zijn kleiner dan 1% omdat de aanwezige voorraden erg groot zijn maar misschien ook omdat de beschikbaarheid van ijzer en mangaan klein zijn. Of de opname te klein is kan hier niet beoordeeld worden, maar moet uit Tabel 6 blijken in vergelijking met een onafhankelijk vastgelegde standaardopname van champignon.

### 3.4 Lacase analyse

De lacase analyse is gedaan op monsters van het niet met dekaarde bedekte deel van de behandelingen 120 cm- en 180 cm-.

De Tabel 9 laat zien dat het mycelium bijna geen lacase geproduceerd heeft op een afstand groter dan 50 cm gerekend vanaf het met dekaarde afgedekte deel. Op 20 cm van dekaarde heeft de lacase heeft de meeste syringaldazine geoxydeerd (75 tot 90 relatieve transmissie). Op en vanaf 50 cm van de dekaarde is de lacase activiteit drie keer lager.

Tabel 9

*Gemiddelde lacase in de compostlaag op 4 afstanden vanaf de grens van de met dekaarde afgedekt compost.*

Behandeling	Tran 20cm	Tran 50cm	Tran 80 cm	Tran 110 cm
120-10cm	90	33	26	-
180-6.7cm	75	28	25	27
120-15cm	79	34	36	-
180-10cm	86	27	37	31

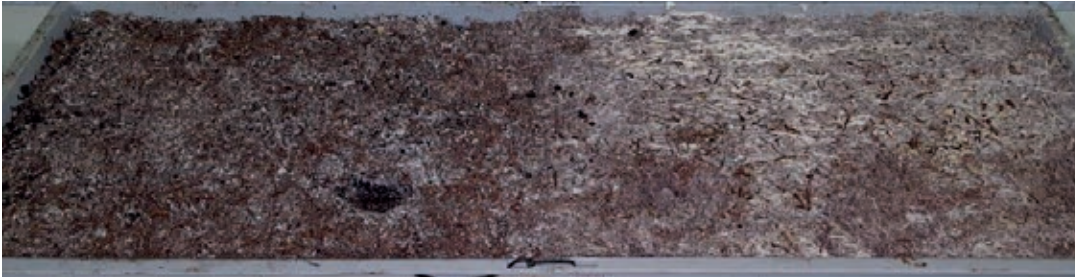
De lacasemeting is niet nauwkeurig genoeg om de verschillende behandeling statistisch nauwkeurig te vergelijken. De behandeling 180-6.7 cm heeft de minste lacase werking

Het mycelium is zichtbaar over de hele compostlaag gegroeid (Figuur 3.17 en Figuur 3.18). De lacase analyse laat zien dat het mycelium al hoewel het zichtbaar aanwezig is, niet overal evenveel lacase activiteit vertoont.



**Figuur 3.17** Beeld van een kist van de behandeling 180-10 cm na de kweek. Linkst is het afgedekte oppervlak te zien (dekaarde is hier verwijderd).





**Figuur 3.18** Beeld van een kist van de behandeling 120-10 cm na de kweek. Linkst is het afgedekte oppervlak te zien (dekaarde is hier verwijderd).



## 4 Conclusie

1. Het resultaat van het onderbreken laat zien dat optillen van een deel van de compostlaag 6-11 dagen na aanvang kweek, geen invloed heeft op de opbrengst. Optillen van een deel van de compostlaag 6-16 dagen na aanvang kweek, vertraagt de productie van de eerste vlucht. De productie neemt daarna gedurende de tweede vlucht toe maar niet genoeg om de achterstand in te halen. De dekaarde optillen als het mycelium contact maakt heeft een sterke vertragend effect dat leidt tot een vermindering van de opbrengst. Het vrijmaken van koolstofverbindingen voor de groei van de champignons door het mycelium verloopt alleen als er een verbinding is tussen het mycelium onderin en de paddenstoel bovenop het compost.
  - a. De knopvorming wordt vertraagd als het mycelium in de compostlaag wordt onderbroken op 0 cm onder de dekaarde of gedurende 10 dagen. De behandelingen 5Dg-4Afb en 5Dg-8Afb zijn vergelijkbaar met de referentie.
  - b. Bij 10Dg-0Afb neemt de productie tussen de eerste en de tweede vlucht toe omdat de opbrengst van de eerste vlucht laag is en daardoor meer voeding beschikbaar is voor de tweede vlucht.
  - c. De opbrengst na 10 dagen onderbreken van het mycelium is lager dan bij 5 dagen onderbreken.
2. Het resultaat van aanbieden van een groter horizontaal compost volume laat zien dat het mycelium wel groeit in het hele beschikbare extra compost volume maar dat de opbrengst hierdoor niet toeneemt. Hoe verder het mycelium horizontaal uitgroeit van onder de dekaarde, hoe lager de opbrengst is. De dikte van de compostlaag beïnvloedt de opbrengst wel; hoe dikker de compostlaag is, hoe hoger de opbrengst is.
  - a. Het lijkt erop dat het mycelium koolstofvoeding obligaat verticaal en niet horizontaal kan transporteren. Kweken met een deel van de compostlaag niet afgedekt vermindert de opbrengst per vierkantmeter. De invloed van de lengte van de compostlaag is onduidelijk in vergelijking met de invloed van compostlaagdikte.
  - b. Hoewel het mycelium zichtbaar in de hele horizontale laag groeit, is er geen lacase activiteit meer na 20 cm vanaf de dekaarde. Het zou kunnen dat het mycelium door de afstand van de knoppen bepaald om lacase te uitscheiden.
  - c. De opbrengst daalt minder tussen twee vluchten bij langere kisten (120 cm- 180 cm-) dan bij de referentie. Het kan zijn dat een langere kist een voordeel biedt bij meerdere vluchten maar het is waarschijnlijker dat de tweede vlucht profiteert van de koolstofbronnen die in de eerste vlucht niet volledig benut zijn.
  - d. De dikte van de compostlaag heeft de belangrijkste invloed op de opbrengst. Dunnere compostlagen verminderen de opbrengst per vierkante meter.
3. Het resultaat van het aanbrengen van een watervoerende laag onder het compost geeft een gelijke (maar niet hogere) opbrengst aan champignons waarbij de opbrengst van veel lagere kwaliteit is dan bij de referentie. Het aanbieden van extra water leidt tot zwakke waterige champignons en dat duidt op voorrang voor de opname van water met een lagere osmotische potentiaal.
  - a. De beschikbaarheid van een waterbuffer onder het compost verhoogt de opbrengst per eenheid compost maar verlaagt de kwaliteit met 4 keer meer klasse 2 opbrengst dan bij de referentie.
4. Het mycelium breekt gedurende de kweek het compost af. Dit verlaagt het luchtgehalte in de kisten. Dit zou de lagere kwaliteit van de tweede vlucht mede kunnen verklaren. Ook blijft het aannemelijk dat de gemakkelijk beschikbare koolstofbronnen uitgeput raken in de tijd.
5. De champignons gebruiken maar een klein deel van de beschikbare meststofvoorraad. Als de gemakkelijk beschikbare koolstof in het compost opraakt, verhogen de paddenstoel relatief hun meststofgehalte. Dit gaat samen met een vermindering van de opbrengst en een verhoging van het droge stofgehalte.

## 4.1 Aanbevelingen

1. De invloed van vocht in de compostlaag kan getoetst worden door in een watervoerende laag water aan te bieden met een EC 20 dS/m in plaats van met 0 dS/m zoals in deze proef. Bevloeien met EC 20 is niet zinvol omdat dan de dekaarde te zout wordt.
2. Als de laagdikte en het watergehalte belangrijk zijn, wat gebeurt er dan als op 40 cm compost geteeld wordt. Neemt de opbrengst nog af door droogte of wordt een diepte boven de 20 cm niet meer benut?
3. Nagaan bij welk vochtgehalte of beter nog, welke transportsnelheid, een compost niet meer voldoende vocht levert voor optimale opbrengst aan versgewicht.
4. Als experiment kan geprobeerd worden een op een kist van 0.4 m<sup>2</sup> te telen met 0.2 m<sup>2</sup> afgedekt met dekaarde. Na de eerste vlucht kan de afdeklaag losgemaakte en verplaatst worden naar de nog niet eerder afgedekte plek (A). Vraag is nu of de tweede vlucht meer oplevert dan wanneer de afgeneden dekaarde was geplaatst op een geïsoleerd stuk nieuwe compost (B). De voorlopige hypothese is dat vanuit de dekaarde zijdelings uitgegroeid of verbonden mycelium al voorbereidend vertering is gestart waardoor de productie op A hoger zal zijn dan op B.
5. De uitputting van de minerale voeding zou ook op basis van beschikbare voeding berekend moeten worden uit het 1:1,5 extract. Hierbij wordt aanbevolen te kijken naar de verdeling van stikstof over ammonium, ureum en nitraat, de beschikbaarheid van ijzer en mangaan en ook naar de beschikbaarheid van het pH gevoelige fosfaat.

# Literatuur

Comitee European norms ,1999, \*\*\* CEN 13041

Sonnenberg A, Baars J, Hendrickx P, Visser P De. Input-Output Fase IV.; 2015.





# Bijlage 1 Elementengehalten in paddenstoelen

De kalium- en fosforconcentratie in de paddenstoel zijn constanter dan voor de andere meststoffen. De stikstofconcentratie stijgt meer dan de concentratie van andere elementen. De concentraties van de metalen (Fe, Mn, Zn en Cu) nemen ook toe in de tijd.

De calcium-, borium- en molybdenumconcentraties zijn ook gemeten. De concentratie liggen vaak onder de bepalingsgrens (calcium 10 mmol/kg ds., borium 0.4 mmol/kg ds. en molybdenum 10 mmol/kg ds.). Daarom worden ze niet in de tabellen getoond.

De stikstofconcentratie bij 10Dg-0Afb is gedurende de eerste vlucht hoger dan bij de andere behandelingen (Tabel 1). Dit hangt samen met de lagere opbrengst van deze behandeling.

De referentie (Ref) heeft de hoogste meststofhoeveelheid opgenomen gedurende de eerste vlucht. Zijn mestconcentratie is lager omdat de mestvoorraad voor deze behandeling minder beperkt is dan bij de andere behandelingen (Tabel1).

De Nattelaag heeft ook een lagere concentratie van alle meststoffen dan de gemiddelde. De lagere concentratie hangt samen met de hogere wateropname.

De paddenstoelen bij behandelingen 120-10 cm, 180-10 cm en 120-15 cm hebben gedurende de hele proef een hogere stikstof concentratie dan het gemiddelde (Tabel 1 en Tabel 2), hoewel ze meer compost dan de referentie krijgen.

Tabel 1

*Droge stofgehalte en meststofgehalte van de paddenstoelen per behandeling na de eerste vlucht.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/kg ds								
Ref	1.1	1245	20.5	57.3	3812	407	0.5	0.1	0.9	0.3
5Dg-0Afb	1.0	1395	22	67	4080	472	0.6	0.2	1.1	0.4
10Dg-0 Afb	0.6	1241	18.7	61.9	4588	448	0.7	0.2	1.1	0.5
5Dg-4Afb	1.1	1360	23.2	61.9	4047	464	0.6	0.1	1.2	0.7
10Dg-4Afb	0.9	1418	23.1	63.2	4080	468	0.5	0.1	1.1	0.4
5Dg-8Afb	1.1	1216	19.5	56.6	4126	419	0.5	0.1	0.9	0.3
10Dg-8Afb	0.9	1230	20.4	58.2	3958	427	0.4	0.1	0.9	0.4
Nattelaag	0.5	1390	19.1	61.3	3930	455	0.5	0.1	1.0	0.4
120-10cm	0.7	1489	21.7	70.3	4158	500	0.5	0.2	1.7	0.4
180-6.7cm	0.5	1376	20.9	66.3	3988	462	0.5	0.1	0.9	0.4
120-15cm	0.7	1343	18.9	59.4	4284	446	0.5	0.1	1.0	0.4
180-10cm	0.7	1369	18.5	61.1	4030	444	0.5	0.1	1.0	0.4

De meststofconcentratie in de paddenstoelen laat gedurende de tweede vlucht een inversie van de trends zien. De gemiddelde concentratie van meeste meststoffen neemt tussen de twee vluchten toe. De concentraties in de behandelingen die 10 dagen zijn onderbroken (10Dg-) nemen minder toe dan de concentraties in de behandelingen die 5 dagen zijn onderbroken (5Dg-) of de referentie (Ref). De referentie lijkt gedurende de tweede vlucht meer beperkt door de stikstof beschikbaarheid dan de andere behandelingen (Tabel 2).

De concentratie in de paddenstoelen van de lange kisten nemen tussen de vlucht over het gemiddelde toe. De beperking in deze kisten lijkt meer te maken hebben met de compostdikte dan met de lengte van de kist. De dunnere compostlaag (120-10 cm en 180-6.7 cm) brengen gedurende de kweek minder productie met meer meststofgehalte dan hun respectief dikkere behandelingen 120-15 cm en 180-10 cm op. De opbrengst van de behandelingen 120-10 cm en 180-10 cm zijn vergelijkbaar, maar de meststofconcentratie bij 120-10 cm is hoger dan bij 180-10 cm, als de compostvoorraad kleiner bij de 120-10 cm is. De vergelijking tussen 120-10 cm en 180-10 cm laat de mestvoorraad beperking zien.

Tabel 2

*Droge stofgehalte en meststofgehalte van de paddenstoelen per behandeling na de tweede vlucht.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/kg ds								
Ref	0.5	1266	20	61.5	5560	447	0.8	0.2	1.0	0.7
5Dg-0Afb	0.6	1341	21.5	62.9	5388	476	0.7	0.2	1.7	0.7
10Dg-0 Afb	0.9	1311	21.9	64.2	5070	474	0.6	0.2	1.3	0.5
5Dg-4Afb	0.5	1469	22.3	68.3	5491	488	0.5	0.2	1.9	0.7
10Dg-4Afb	0.6	1337	20.4	63.1	5296	455	0.5	0.2	1.5	0.6
5Dg-8Afb	0.5	1409	20.6	69.3	5435	499	0.5	0.2	1.8	0.8
10Dg-8Afb	0.6	1386	21	66.4	5043	466	0.4	0.2	1.5	0.5
Nattelaag	0.2	1524	18.7	73.2	5136	524	0.5	0.2	1.8	0.9
120-10cm	0.5	1454	19.4	69.5	5513	509	0.7	0.2	1.7	0.8
180-6.7cm	0.3	1517	19	69.5	5304	517	1.7	0.2	1.7	0.7
120-15cm	0.7	1301	20.3	64.2	5416	464	0.5	0.2	1.5	0.6
180-10cm	0.5	1334	18.2	63.2	5257	467	0.5	0.2	1.5	0.7

## Bijlage 2 Elementengehalten in compost en correctie op basis van asgehalte

De Tabel 1 tot 3 voorstellen de relatief en absoluut gehalten van meststof in het compost vóór en na de kweek. Als gezien neemt het relatief mestgehalte in de tijd toe. De vermindering van het organische stof gehalte in de droge stoof is verantwoordelijk voor de relatieve mestgehaltetoeename. Om de absoluut mestgehalte als gelijk te houden, is de relatief mestgehverhoging van de minerale stofgehalte (asgehalte). De berekening van de correctie is in Tabel 5 te vinden. De Tabel 6 en 7 voorstellen de gecorrigeerd relatief en absoluut mestgehalte in het compost na de kweek.

**Tabel 1**

*Droge stofgehalte en relatieve meststofgehalte van het compost per behandeling vóór de proef.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/kg ds								
Ref	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
5Dg-0Afb	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
10Dg-0 Afb	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
5Dg-4Afb	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
10Dg-4Afb	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
5Dg-8Afb	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
10Dg-8Afb	24	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
Nattelaag	11	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
120-10cm	14	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
180-6.7cm	10	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
120-15cm	22	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4
180-10cm	14	544	81	135	1632	164	29.8	3.6	2.1	0.4

Tabel 2

*Droge stofgehalte en absoluut meststofgehalte van het compost per behandeling vóór de proef.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>								
Ref	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
5Dg-0Afb	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
10Dg-0 Afb	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
5Dg-4Afb	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
10Dg-4Afb	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
5Dg-8Afb	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
10Dg-8Afb	24	12920	1927	3206	38759	3883	707.7	85.5	49.9	10.0
Nattelaag	11	6080	907	1509	18239	1827	333.0	40.2	23.5	4.7
120-10cm	14	7828	1168	1943	23483	2353	428.8	51.8	30.2	6.1
180-6.7cm	10	5244	782	1301	15731	1576	287.3	34.7	20.2	4.1
120-15cm	22	11742	1752	2914	35225	3529	643.2	77.7	45.3	9.1
180-10cm	14	7828	1168	1943	23483	2353	428.8	51.8	30.2	6.1

Tabel 3

*Droge stofgehalte en relatieve meststofgehalte van het compost per behandeling na de proef.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/kg ds								
Ref	21	570	136	151	1632	157	38.9	3.4	2.1	0.5
5Dg-0Afb	20	567	118	155	1661	152	32.8	3.4	2.1	0.4
10Dg-0 Afb	21	568	119	155	1530	170	38.2	3.7	2.2	0.4
5Dg-4Afb	21	578	115	156	1670	153	36.5	3.5	2.1	0.4
10Dg-4Afb	22	517	96	147	1660	159	31.3	3.5	2	0.4
5Dg-8Afb	20	559	115	155	1727	160	35.4	3.3	2.1	0.4
10Dg-8Afb	21	536	108	159	1630	152	34.1	3.9	2	0.4
Nattelaag	10	496	101	159	1660	162	32.3	3.7	2.2	0.4
120-10cm	11	546	114	161	1650	185	33.6	3.8	2.5	0.5
180-6.7cm	8	552	108	165	1741	168	31.1	3.9	2.2	0.4
120-15cm	19	626	119	167	1701	169	33.6	3.7	2.1	0.4
180-10cm	13	580	116	168	1648	169	32.1	4.1	2.1	0.4

Tabel 4 Laat de meststof hoeveelheid verandering zien waar het compost niet afgedekt met dekaard is. Waar er geen dekaard is, is het mycelium niet bezig met voeding afnemen. Er wordt gezien dat zonder correctie de berekend hoeveelheid verhoogt in de tijd.

Tabel 4

Meststof verandering uit de niet afgedekt compost berekend als meststof hoeveelheid in het compost vóór de proef minus de meststofhoeveelheid in het compost na de proef in mmol/m<sup>2</sup>.

	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	mmol/m <sup>2</sup>								
Niet afgedekte 180-6.7cm	-246	-442	-1836	-280	-954	-140	-7	1	-4
Niet afgedekte 180-10cm	-241	-317	-3876	-149	3202	68	65	5	3

Als het relatief minerale stofgehalte van het compost neemt van gemiddelde 10% in de tijd door het mycelium opname van organische stof toe (Tabel 5), moet het relatief stofgehalte in het compost na de kweek door 10% worden verminderd. Deze correctie nodig is om een afname te kunnen berekenen.

Tabel 5

Berekening van de toename van mineraal stofgehalte in de droge stof (absoluut asgehalte T2 / absoluut asgehalte T0).

	%w/w		kg/m <sup>2</sup>		kg/m <sup>2</sup>		%
	T0	T2	T0	T2	T0	T2	
Ref	38.6%	40.3%	24.5	21.1	9.4	8.5	90%
5Dg-0Afb	38.6%	42.8%	24.5	20.2	9.4	8.7	92%
10Dg-0 Afb	38.6%	40.2%	24.5	20.7	9.4	8.3	88%
5Dg-4Afb	38.6%	40.1%	24.5	21.1	9.4	8.4	89%
10Dg-4Afb	38.6%	41.7%	24.5	21.9	9.4	9.1	96%
5Dg-8Afb	38.6%	41.0%	24.5	20.3	9.4	8.3	88%
10Dg-8Afb	38.6%	41.7%	24.5	21.2	9.4	8.8	94%
Nattelaag	38.6%	38.8%	11.5	9.8	4.4	3.8	86%
120-10cm	38.6%	42.9%	14.8	10.8	5.7	4.6	81%
180-6.7cm	38.6%	42.0%	9.9	8.4	3.8	3.5	92%
120-15cm	38.6%	41.9%	22.2	18.8	8.6	7.9	92%
180-10cm	38.6%	41.7%	14.8	12.9	5.7	5.4	94%

Tabel 6

*Droge stofgehalte en gecorrigeerd relatieve meststofgehalte van het compost per behandeling na de proef.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/kg ds								
Ref	21	513	122	136	1469	141	35	3.1	1.9	0.4
5Dg-0Afb	20	520	108	142	1524	139	30	3.1	1.9	0.4
10Dg-0 Afb	21	500	105	137	1348	150	34	3.3	1.9	0.4
5Dg-4Afb	21	517	103	140	1493	137	33	3.1	1.9	0.4
10Dg-4Afb	22	498	93	141	1601	153	30	3.4	1.9	0.4
5Dg-8Afb	20	493	101	137	1522	141	31	2.9	1.9	0.4
10Dg-8Afb	21	501	101	149	1524	142	32	3.6	1.9	0.4
Nattelaag	10	424	86	136	1420	139	28	3.2	1.9	0.4
120-10cm	11	440	92	130	1331	149	27	3.1	2.0	0.4
180-6.7cm	8	508	99	152	1604	155	29	3.6	2.0	0.4
120-15cm	19	575	109	153	1562	155	31	3.4	1.9	0.4
180-10cm	13	545	109	158	1549	159	30	3.9	2.0	0.4

Tabel 7

*Droge stofgehalte en gecorrigeerd absoluut meststofgehalte van het compost per behandeling na de proef.*

behandeling	Droge stofgehalte	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/m <sup>2</sup>	mmol/kg ds								
Ref	21	10816	2581	2865	30969	2979	738.2	64.5	39.8	9.3
5Dg-0Afb	20	10515	2188	2874	30802	2819	608.2	63.1	38.9	7.3
10Dg-0 Afb	21	10358	2170	2826	27900	3100	696.6	67.5	40.1	7.3
5Dg-4Afb	21	10887	2166	2938	31457	2882	687.5	65.9	39.6	7.7
10Dg-4Afb	22	10885	2032	3087	34985	3340	659.6	73.8	42.2	8.6
5Dg-8Afb	20	10000	2057	2773	30894	2862	633.3	59.0	37.6	7.8
10Dg-8Afb	21	11531	2197	3019	32585	3484	643.4	75.2	41.6	8.2
Nattelaag	10	4163	848	1335	13933	1360	271.1	31.1	18.5	3.5
120-10cm	11	4736	989	1397	14313	1605	291.5	33.0	21.7	3.9
180-6.7cm	8	4275	836	1278	13482	1301	240.8	30.2	17.0	3.2
120-15cm	19	10808	2055	2883	29369	2918	580.1	63.9	36.3	7.1
180-10cm	13	7039	1408	2039	20001	2051	389.6	49.8	25.5	4.8

Tabel 8

Meststofopname uit het compost berekend als meststof hoeveelheid in het compost voor de proef minus de meststofhoeveelheid in het compost na de proef in mmol/m<sup>2</sup>.

	K	Na	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	Cu
	% gemeten opname mmol/ berekend opname mmol								
Ref	91%	-5%	26%	86%	71%	-3%	1%	14%	94%
5Dg-0Afb	86%	-13%	30%	86%	67%	1%	1%	18%	28%
10Dg-0 Afb	76%	-13%	25%	68%	90%	9%	1%	19%	26%
5Dg-4Afb	107%	-15%	37%	96%	73%	4%	1%	21%	46%
10Dg-4Afb	96%	-30%	75%	171%	121%	1%	2%	23%	48%
5Dg-8Afb	68%	-24%	22%	90%	68%	1%	1%	15%	32%
10Dg-8Afb	142%	-12%	50%	109%	170%	1%	2%	21%	37%
Nattelaag	53%	23%	27%	71%	73%	1%	1%	17%	32%
120-10cm	53%	13%	14%	58%	75%	0%	1%	22%	28%
180-6.7cm	120%	-30%	233%	162%	143%	2%	2%	31%	50%
120-15cm	210%	-10%	300%	122%	110%	1%	1%	20%	39%
180-10cm	204%	-9%	-76%	155%	179%	2%	8%	29%	50%



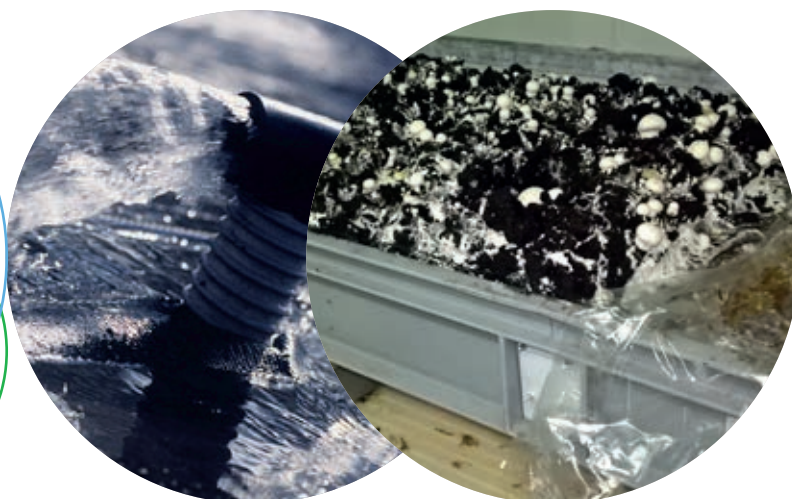








To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wageningenur.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenur.nl/glastuinbouw)

Glastuinbouw Rapport GTB-1437

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en WUR hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort WUR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.