



Input-output Fase III

- Bijvoeden en vulgewicht

Johan Baars, Anton Sonnenberg & Pieter de Visser & Chris Blok



© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

**Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Plant Breeding**

Adres : Postbus 386, 6700 AJ Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 13 36
Fax : 0317 – 41 34 57
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Samenvatting	III
1. Inleiding; wat ging hier aan vooraf	IV
2. Opzet fase 3	V
2.1 Nauwkeurigheid NIR analyse	V
3 Resultaten	VII
3.1 Effect bijvoeden op watergehalte compost	VII
3.2 Inschatten van de NIR bepalingen	VII
3.2.1 Toevoegen van hemicellulose-rijk bijvoedmiddel	VII
3.2.2 Stikstof metingen	VIII
3.3 Effect afbraak substraatcomponenten en opbrengst	IX
3.4 Afbraak droge/organische stof versus productie champignons	IX
3.5 Afbraak (hemi) cellulose versus opbrengst champignons	IX
3.6 Afname in lignine en de ongedefinieerde fractie	X
3.7 Effect van bedtemperatuur	XI
3.8 Opbrengsten bij verschillende manieren van bijvoeden en vulgewicht	XII
3.8.1 Standaard bijvoedmiddel en vulgewicht	XII
3.9 Kwaliteit (sortering) bij verschillende vulgewichten	XIII
3.10 Schatting hoeveelheid mycelium in de compost	XIII
4 Conclusies	XIV
Bijlage 1. Overzicht van de behandelingen	XV
Bijlage 2. Check nauwkeurigheid NIR via as-gehalte compost	XVI
Bijlage 3. Temperatuurverloop compost op gekoelde en niet-gekoelde bedden	XVII
Bijlage 4. Statistische analyse	XXIII
Statistiek bedkoeling	XXIII
Opbrengst bij verschillende vulgewichten ongeacht bijvoeden	XXIV
Kwaliteit champignons bij verschillende vulgewichten	XXV



1. Samenvatting

In dit derde deel van het Input-output project zijn een aantal variaties aangebracht in de teelt die gekozen op basis van bevindingen in eerder fasen van dit project:

- Twee typen bijvoedmiddelen in twee vormen toegepast bij het vullen
 - Standaard bijvoedmiddel
 - Bijvoedmiddel rijk aan hemicellulose
- Verschillende vulgewichten van de compost (50, 65 en 80 kg/m²)
- Al of geen aansturing temperatuur compost via bedkoeling/verwarming.

Deze behandelingen zijn afzonderlijk of in combinaties toegepast.

De belangrijkste conclusies van dit project zijn:

- Met NIR analyses zijn de veranderingen in de compost tijdens de teelt goed te monitoren.
- Er is een duidelijke correlatie tussen de afbraak van droge stof/organische stof en de opbrengst aan champignons.
 - Deze correlatie loopt parallel aan de afname van cellulose en hemicellulose die voor het grootste deel de afname in organische stof bepalen.
 - Er is slechts een geringe afname in lignine en de onbekende organische fractie tijdens de productie van champignons
- Extra toegevoegde hemicellulose-rijk bijvoedmiddel bij het vullen in de vorm van poeder of pellets leidt wel tot afbraak van hemicellulose maar niet tot extra productie van champignons.
- Het sturen van de composttemperatuur met bedkoeling/verwarming heeft niet tot significante opbrengstverschillen geleid of tot kwaliteitsverschillen.
- Verschillen in vulgewicht compost (50, 65 en 80 kg/m²) leiden tot significante verschillen in opbrengst (270, 250 en 230 kg/ton compost, respectievelijk).
- De verschillen in vulgewicht leiden ook tot significante verschillen in kwaliteit (sortering) en dit kan wijzen op een gebrek aan voeding/vocht waardoor eerdere rijping plaatsvindt bij lagere vulgewichten.
- Gedurende de teelt wordt er extra mycelium gevormd (toename van ca. 40%). Na 2 vluchten zit er aan biomassa een vergelijkbare hoeveelheid mycelium in de compost als er op de bedden aan champignons wordt geproduceerd.

1. Inleiding; wat ging hier aan vooraf

Het substraat vormt ca. 40% van de productie kosten en de champignon blijkt slechts 17% van de droge stof (25% van de organische stof) te gebruiken in twee vluchten. Een goed inzicht in het gebruik van het substraat in het huidige systeem kan inzichten geven waar de limieten liggen en waar kansen om het systeem efficiënter en minder kwetsbaar te maken.

In de 2 eerdere fasen van dit project is de afbraak van het substraat gedurende de hele teeltcyclus in kaart gebracht met het doel inzicht te krijgen in dit proces en aanknopingspunten te vinden om het substraatgebruik efficiënter te maken. De belangrijkste resultaten waren:

- Er is een koolstof, water, energie en mineralen balans opgesteld voor de teelt waarbij vooral de koolstof balans goed in kaart is gebracht.
- Tussen vullen en afventileren neemt het drooggewicht van de compost nauwelijks af maar wordt met name de onderste laag compost wel natter.
- Bij de uitgroei van de eerste en de tweede vlucht is er duidelijk een afname te zien van zowel nat als drooggewicht van de compost. De afname in drooggewicht wordt voor >90% bepaald door de afname in hemicellulose en cellulose.
- Vergeleken met de samenstelling van de doorgroeide compost is na twee vluchten de hemicellulose nagenoeg op terwijl de cellulose voor ca. 40% is opgebruikt.
- De metingen op drie hoogten in de compost laat zien dat de onderste laag duidelijk minder wordt afgebroken dan de midden en bovenste laag. De verschillen zijn vooral te zien in hemicellulose-afbraak
- De trends die in de experimentele teelten bij Unifarm zijn waargenomen komen goed overeen met die van snij- en plukbedrijven.
- De afbraak in de onderste laag is niet positief te beïnvloeden door het vochtgehalte van de compost te veranderen.

In deze derde fase hebben we een aantal behandelingen gegenereerd om aanwijzingen te krijgen in welke richting je het teeltsysteem moet veranderen om tot een beter rendement te komen. Hierin zijn 2 soorten bijvoedmiddelen gebruikt (standaard en een hemicellulose-rijk bijvoedmiddel), verschillende vuldikten en al of geen bedkoeling. Combinaties van deze behandelingen zijn ook gemaakt.



2. Opzet fase 3

In de derde fase van dit project hebben we een aantal behandelingen toegepast waarbij extra hemicellulose is toegevoegd en/of extra standaard bijvoedmiddel (stikstof). De hemicellulose is als poeder of in gepelleteerde vorm (drie grootten) toegevoegd bij het vullen met doorgroeide compost. Pelletering is gedaan om de hemicellulose wat minder toegankelijker te maken en daarmee een slow release te simuleren. Daarnaast zijn er behandelingen uitgevoerd waarbij drie verschillende hoeveelheden compost zijn gevuld (50, 65 en 82.5 kg/m², het laatste vulgewicht is gebruikelijk in proefteelten) waarbij een oplopende hoeveelheid standaard bijvoedmiddel (stikstof) is toegevoegd (15, 20, 25, 30 en 35 kg/ton). Een overzicht van de behandelingen is te zien in tabel 1.

Bepalingen die zijn uitgevoerd :

- Natgewicht compost van totale kist bij vullen en na 2 vluchten
- NIR analyse op doorgroeide compost en de compost na vlucht 1 en 2.
 - pH, vochtgehalte, NDF, ADF, ADL, totale N, vluchtige N (TVN), as
- Opbrengst en sortering (kwaliteit 1 of 2) van champignons
- Versgewicht en droge stofgehalte van champignons in 2 vluchten
- Teeltwaarnemingen

In de proef zijn er totaal 42 behandelingen meegenomen (tabel 1) waarvan er voor elke behandeling 4 kisten (0.1 m²) zijn gevuld (totaal 168 kisten). Twee kisten van elke behandeling zijn opgeofferd bij het afventileren (einde vegetatieve fase/inductie generatieve fase) voor compost analyse en de andere twee kisten zijn geanalyseerd na 2 vluchten. Samen met de analyse van compost bij vullen zijn dus per behandeling 3 momenten in de teelt geanalyseerd.

De teelt is uitgevoerd met doorgroeide compost van de CNC (Sylvan A15) en standaard bijgevoed (15 kg/ton). De NIR analyses zijn uitgevoerd door Havens (Substradd).

2.1 Nauwkeurigheid NIR analyse

Om enig idee te hebben van de nauwkeurigheid van de NIR analyse zijn de as-gehalten van de verschillende monsters vergeleken. Van de kisten die champignons hebben geproduceerd, zijn zowel het vulgewicht en het asgehalte (NIR analyse) bepaald bij vullen en na 2 vluchten. Tijdens de teelt kan het asgehalte in de compost alleen veranderen door opname door de champignons en diffusie naar de dekaarde. De analyse van de dekaarde is in deze proef niet meegenomen. Het asgehalte van champignons ligt tussen 0.6 en 1.3 gram per 100 gram versgewicht. Indien we gemakshalve uitgaan van 1 g/100 g versgewicht, dan is in de best producerende kist ongeveer 31 gram as uit de compost verdwenen door opname door de champignons. De verschillen lopen uiteen van 78 gram op 549 gram as minder tot 125 gram op 705 gram meer (ofwel 86% tot 116%). Dat is wat meer dan op grond van opname door champignons verklaard kan worden. Kisten 53 en 73 wijken het sterkst af (Bijlage 1). Deze afwijkingen lijken niet veel anders te zijn dan bij een nat-chemische bepaling. De variaties worden waarschijnlijk niet alleen door de NIR meting veroorzaakt maar kunnen ook door verschillen in diffusie naar de dekaarde zijn veroorzaakt, inhomogeniteit van de compost of door onnauwkeurigheid van wegingen van de compost.

De data voor de as bepalingen zijn terug te vinden in bijlage 2.

vulgewicht Behandelingen I	80		Hemicellulose		N-Bijvoedmiddel		Monster momenten	Herhaling	Aantal kisten	compost/kist kg/kist
	Hemi	pellet mm	kg/m ²	kg/ton	kg/m ²					
1	H0	0	0	15	1.20	2	2	4	8	
2	H0	0	0	30	2.40	2	2	4	8	
3	H1	2	1	15	1.20	2	2	4	8	
4	H1	2	1	30	2.40	2	2	4	8	
5	H2	2	2	15	1.20	2	2	4	8	
6	H2	2	2	30	2.40	2	2	4	8	
7	H3	2	3	15	1.20	2	2	4	8	
8	H3	2	3	30	2.40	2	2	4	8	
9	H1	4	1	15	1.20	2	2	4	8	
10	H1	4	1	30	2.40	2	2	4	8	
11	H2	4	2	15	1.20	2	2	4	8	
12	H2	4	2	30	2.40	2	2	4	8	
13	H3	4	3	15	1.20	2	2	4	8	
14	H3	4	3	30	2.40	2	2	4	8	
15	H1	6	1	15	1.20	2	2	4	8	
16	H1	6	1	30	2.40	2	2	4	8	
17	H2	6	2	15	1.20	2	2	4	8	
18	H2	6	2	30	2.40	2	2	4	8	
19	H3	6	3	15	1.20	2	2	4	8	
20	H3	6	3	30	2.40	2	2	4	8	
							# kisten I	80		
Behandelingen II	Vuldikte	80		N-Bijvoedmiddel		Monster momenten	Herhaling	Aantal kisten		
		kg/m ²		kg/ton	kg/m ²					
21	D1	80		20	1.60	2	2	4	8	
22	D1	80		25	2.00	2	2	4	8	
23	D1	80		35	2.80	2	2	4	8	
24	D2	65		15	0.98	2	2	4	6.5	
25	D2	65		20	1.30	2	2	4	6.5	
26	D2	65		25	1.63	2	2	4	6.5	
27	D2	65		30	1.95	2	2	4	6.5	
28	D2	65		35	2.28	2	2	4	6.5	
29	D3	50		15	0.75	2	2	4	5	
30	D3	50		20	1.00	2	2	4	5	
31	D3	50		25	1.25	2	2	4	5	
32	D3	50		30	1.50	2	2	4	5	
33	D3	50		35	1.75	2	2	4	5	
							# kisten II	52		
Behandelingen III		kg/m ²	Poeder	N-Bijvoedmiddel		Monster momenten	Herhaling	Aantal kisten		
			Hemicell.	kg/m ²	kg/ton					kg/m ²
34	D1	80	1	15	1.20	2	2	4	8	
35	D1	80	2	15	1.20	2	2	4	8	
36	D1	80	3	15	1.20	2	2	4	8	
37	D2	65	0.81	15	0.98	2	2	4	6.5	
38	D2	65	1.63	15	0.98	2	2	4	6.5	
39	D2	65	2.44	15	0.98	2	2	4	6.5	
40	D3	50	0.63	15	0.75	2	2	4	5	
41	D3	50	1.25	15	0.75	2	2	4	5	
42	D3	50	1.88	15	0.75	2	2	4	5	
							# kisten III	36		

Tabel 1. Behandelingen die zijn toegepast in fase 3.

- Behandeling 1 t/m 20: Bijvoedmiddel toegevoegd waarin ca. 50% van het drooggewicht uit hemicellulose bestaat. Deze is in pellets van verschillende grootte toegevoegd (2-6 mm doorsnee). Dit is gecombineerd met normale hoeveelheid (15 kg/ton) of dubbele hoeveelheid (30 kg/ton) standaard bijvoedmiddel. Vulgewicht 8 kg/kist (80 kg/m²).
- Behandelingen 21 t/m 33: Variërende vulgewicht van de compost (80, 65 en 50 kg/m²), gecombineerd met verschillende hoeveelheid standaard bijvoedmiddel (15, 20, 25, 30 en 35 kg/ton).
- Behandelingen 34 t/m 42: Variërende vulgewicht (80, 65 en 50 kg/m²) gecombineerd met verschillende hoeveelheden hemicellulose rijk bijvoedmiddel toegevoegd als poeder.



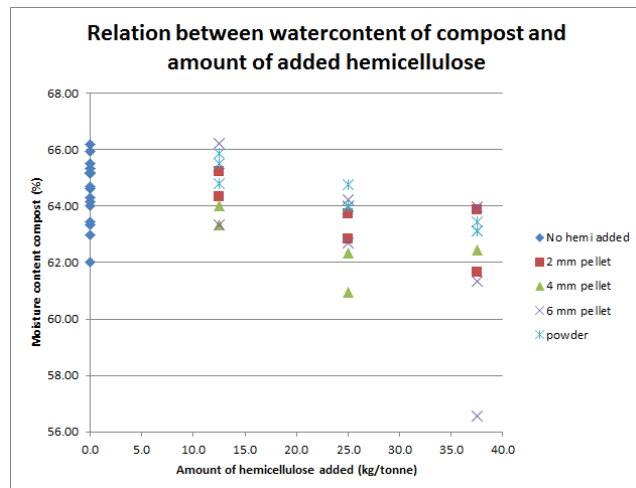
3 Resultaten

De gehalten aan diverse substraatcomponenten (hemicellulose, cellulose, lignine, ongedefinieerd organisch materiaal, as, vocht, totaal N, vluchtig N) zijn eerst uitgerekend bij vullen (13 mei), adventileren (24 mei) en einde teelt (17 juni). Daarna zijn de opbrengsten als functie van de verschillende behandelingen uitgezet.

3.1 Effect bijvoeden op watergehalte compost

Bij het extra toevoegen van bijvoedmiddelen is geen extra water gegeven. Om te zien of de toevoeging van hemicellulose-rijk bijvoedmiddel veel effect heeft op het watergehalte van de compost is het vochtgehalte (NIR meting) uitgezet tegen de hoeveelheid hemicellulose-rijk bijvoedmiddel (figuur 1). Het

Figuur 1. Relatie tussen het watergehalte van de compost en de hoeveelheid toegevoegde hemicellulose-rijk bijvoedmiddel.



lijkt alsof het vochtgehalte daalt naarmate meer hemicellulose is toegevoegd. Echter de daling valt binnen de spreiding van de vochtgehalten van de compost waaraan geen hemicellulose werd toegevoegd.

3.2 Inschatten van de NIR bepalingen

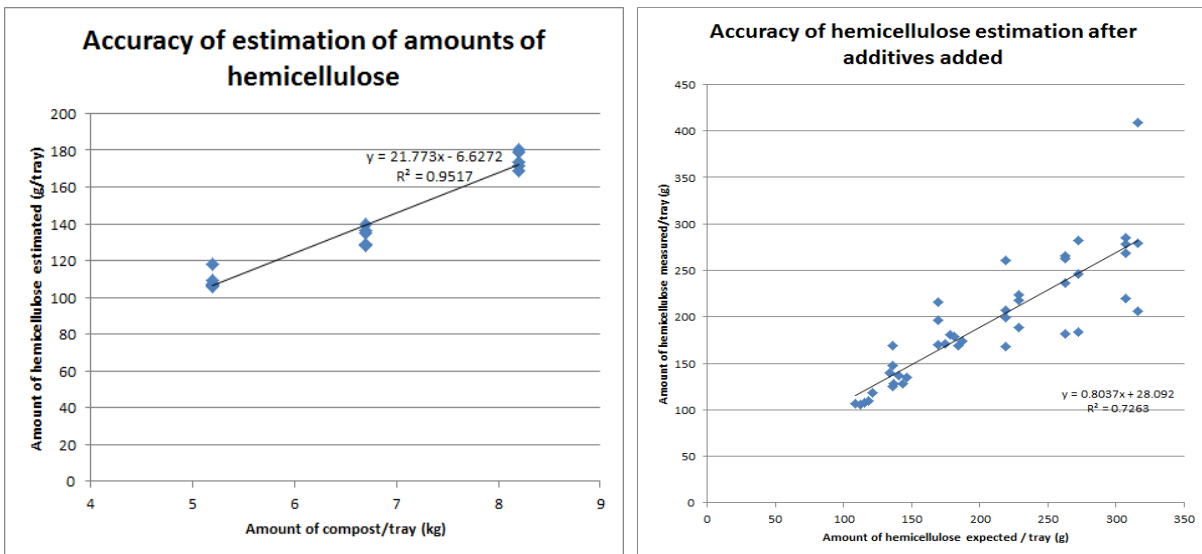
3.2.1 Toevoegen van hemicellulose-rijk bijvoedmiddel

Om een idee te krijgen van de nauwkeurigheid van de NIR analyse op het zien van veranderingen in hemicellulose-gehalte is de hoeveelheid compost per kist (vulgewicht) uitgezet tegen de NIR meting van hemicellulose (NDF-ADF). Het lineaire verband laat zien dat de NIR deze trend netjes detecteert (Figuur 2, links). Als de gemeten hemicellulose wordt uitgezet tegen de extra toegevoegde hemicellulose in de vorm van het bijvoedmiddel dan is de trend nog steeds goed te zien maar de spreiding is groter (figuur 2, rechts). Als je in de grafiek vervolgens de verschillende vormen waarin de hemicellulose is toegevoegd (poeder of korrels in verschillende grootte) uitzet tegen de gemeten hoeveelheid dan zie je dat vooral de korrels van 6 mm (de grootsten) de meeste afwijking geven. De statistische analyse laat

	Geen	Poeder	2 mm	4 mm	6 mm
Gemiddelde mate van afwijking	7	24	20	16	79
st dev	4.7	25.5	12.4	16.0	23.4
n	30	18	12	10	14

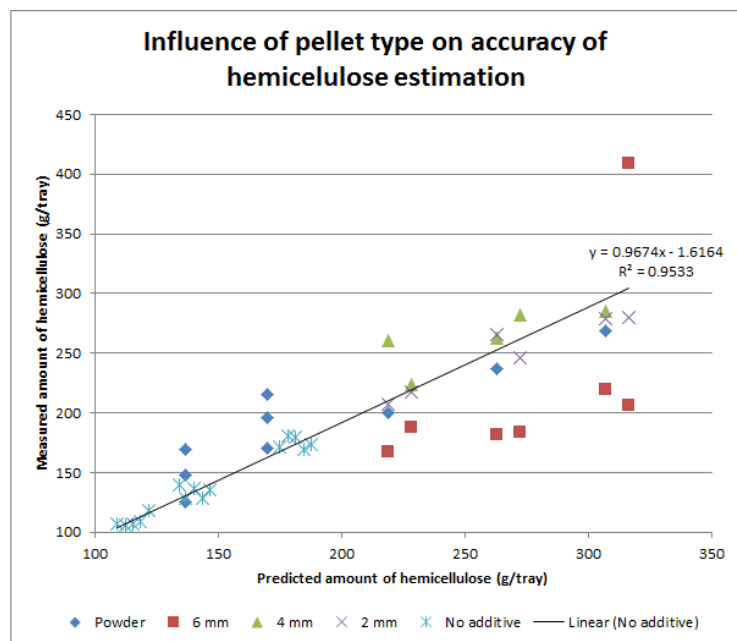
Tabel 2. Statistische analyse van de spreiding in hemicellulose gehalte bij de verschillende manieren van toevoegen van hemicellulose-rijk bijvoedmiddel.

(tabel 2) laat duidelijk zien dat de variatie bij 6 mm korrels het grootst is. Dat wijst op een inhomogenere verdeling van grotere korrels dan kleine of de poeder en dat is niet verbazingwekkend. Voor het maken van goede balansen kan deze constatering echter wel van belang zijn.



Figuur 2. Links is de gemeten hoeveelheid hemicellulose uitgezet tegen het vulgewicht van de kisten. De lineaire lijn geeft aan dat de NIR meting een goede methode is om het verloop in hemicellulose-gehalte te meten. Rechts is de hoeveelheid hemicellulose gemeten door NIR uitgezet tegen de hoeveelheid hemicellulose die is toegevoegd. Deze lijn laat wel een duidelijk toename zien maar met een grotere spreiding.

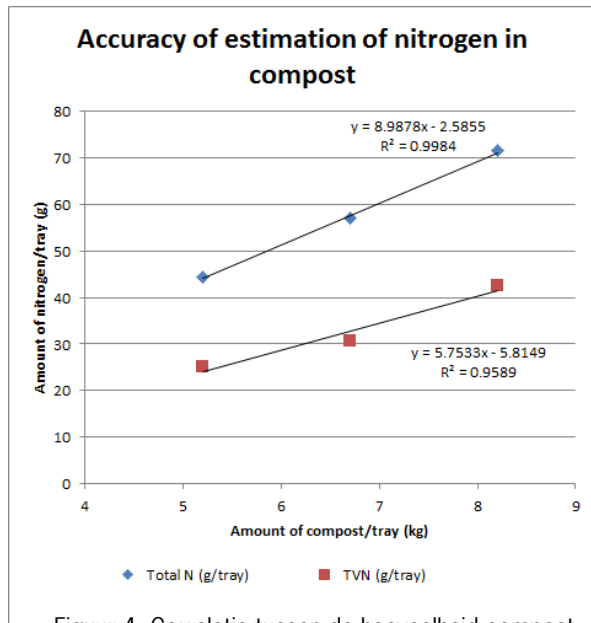
Figuur 3. Gemeten hoeveelheid hemicellulose (NIR) uitgezet tegen de hoeveelheid toegevoegde hemicellulose via het bijvoedmiddel. Hierbij zijn de verschillende vormen waarin het bijvoedmiddel is gegeven (korrels van verschillende grootte en poeder) met verschillende kleuren aangegeven. Duidelijk is te zien dat de grootste korrels de meeste spreiding geven t.o.v. de geplote lijn (gefit door de niet-bijgevoede kisten).



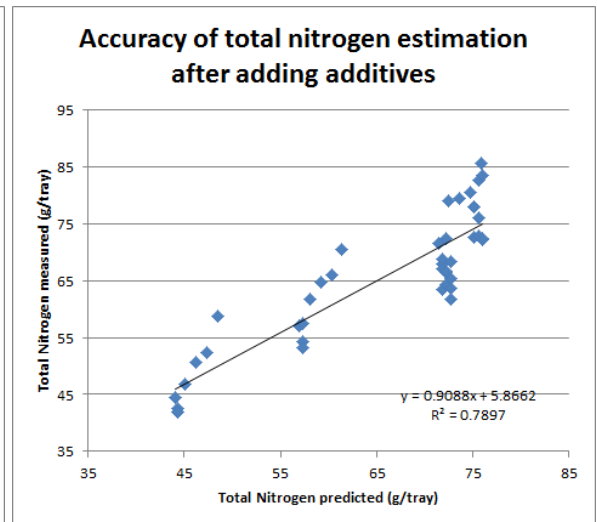
3.2.2 Stikstof metingen

Evenals voor hemicellulose is gekeken of NIR een goede schatting kan geven van de totale hoeveelheid stikstof en TVN (total volatile nitrogen) in de compost. Vervolgens is de hoeveelheid toegevoegde stikstof via de bijvoedmiddelen berekend. Deze gegevens zijn gebruikt om te voorspellen wat de totale hoeveelheid stikstof in de bijgevoede compost is en deze is uitgezet tegen de berekende hoeveelheid compost (NIR analyse). Evenals bij de hemicellulose is te zien dat de toevoegingen een grotere spreiding veroorzaken in de bepalingen (figuur 5). Dat wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door de inhomogene verdeling van de bijvoedmiddelen.

3.3 Effect afbraak substraatcomponenten en opbrengst



Figuur 4. Correlatie tussen de hoeveelheid compost compost gevuld en de meting van totale hoeveelheid stikstof en vluchtige stikstof in de niet bijgevoede compost. De regressielijn laat zien dat de NIR een correctie schatting maakt.



Figuur 5. Schatting van de accuraatheid van de stikstofmeting met de NIR methode. De totale hoeveelheid stikstof gemeten met de NIR is uitgezet tegen de geschatte hoeveelheid berekend op de toegevoegde bijvoedmiddelen. Duidelijk is er spreiding te zien die waarschijnlijk is veroorzaakt door de inhomogene verdeling van bijvoedmiddelen in de compost.

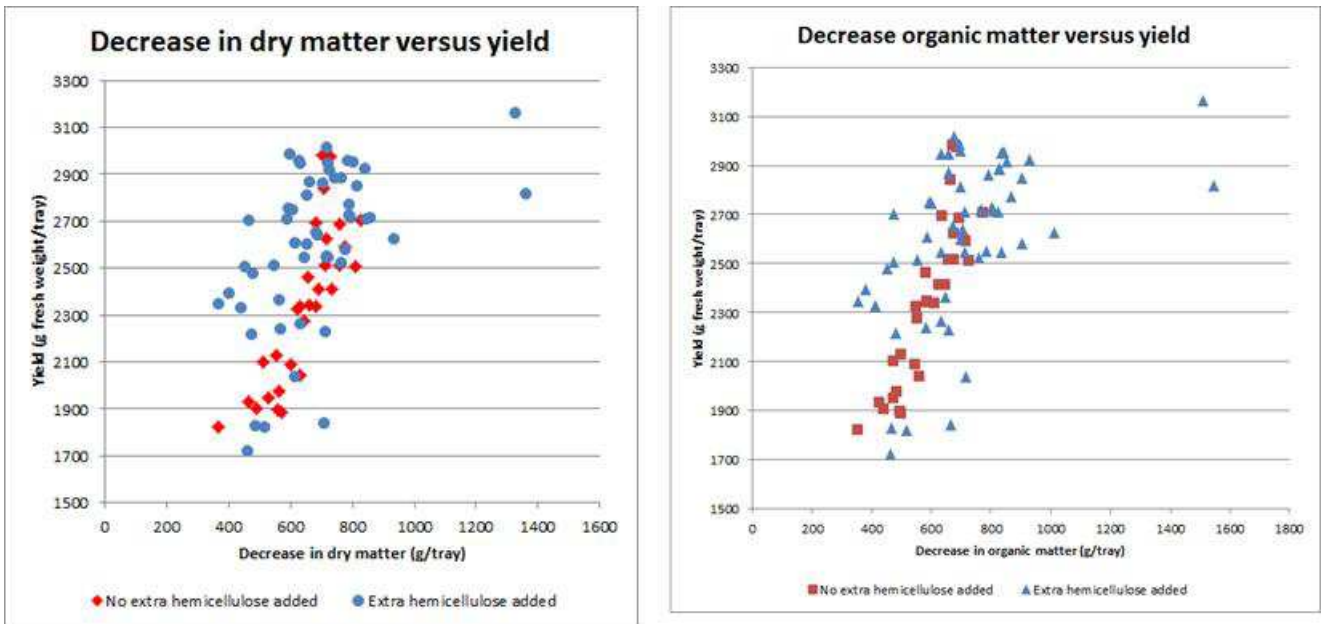
De hoeveelheid van de verschillende voedingscomponenten in de compost is met de NIR bepaald bij het vullen, bij het afventileren en na 2 vluchten. Deze is uitgedrukt als percentage van het natgewicht en het gewicht van de compost op de drie momenten in de teelt voor elke kist is gewogen. Op grond hiervan is een afname van de verschillende componenten bepaald en afgezet tegen de productie van champignons.

3.4 Afbraak droge/organische stof versus productie champignons

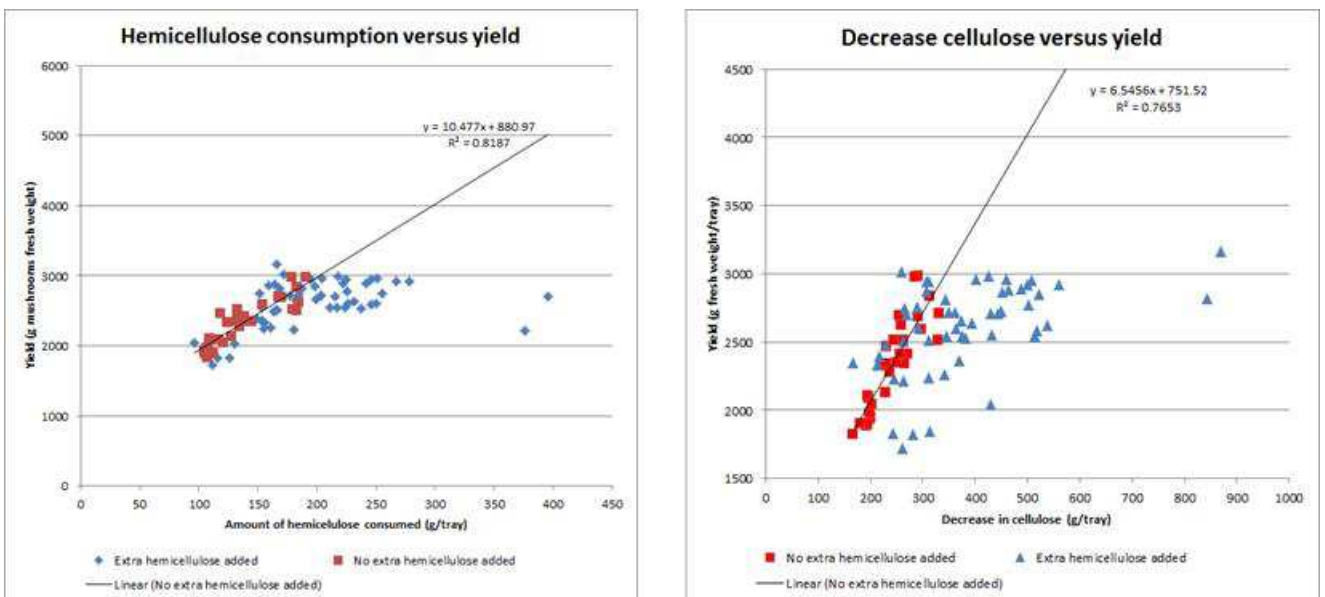
Er is een duidelijke correlatie te zien tussen de afname in droge stof en opbrengst aan champignons. Deze is het duidelijkst bij de kisten die niet zijn bijgevoed of bijgevoed met het standaard bijvoedmiddel (rode punten in figuur 6; $R^2=0.68$). Voor de kisten met een extra-hemicellulose bijvoedmiddel is de trend wel zichtbaar maar de correlatie minder duidelijk (blauwe punten in figuur 6). Voor de afname in organische stof is een vergelijkbare trend te zien.

3.5 Afbraak (hemi) cellulose versus opbrengst champignons

Voor alle behandelingen samen is de productie champignons (natgewicht) uitgezet tegen de afname (consumptie) van hemicellulose (figuur 6). De hoeveelheid hemicellulose is berekend uit NDF-ADF. Er is een goede correlatie te zien tussen de hoeveelheid hemicellulose geconsumeerd en opbrengst voor de kisten die niet zijn bijgevoed of extra bijgevoed met het standaard (N-rijke) bijvoedmiddel ($R^2=0.8$; rode punten in figuur 7, links). Bij de kisten die zijn bijgevoed met het hemicellulose-rijke bijvoedmiddel is deze correlatie er niet (blauwe punten in figuur 7, links). Twee punten wijken nogal af en kunnen te wijten zijn aan een foutieve meting of weging. Opvallend is dat de grafiek sterk afbuigt bij concentraties boven ca. 200 gram geconsumeerde hemicellulose per kist. Dat betekent dat er wel meer hemicellulose wordt geconsumeerd bij meer bijvoeden met dit middel maar dat leidt niet tot meer paddenstoelen.



Figuur 6. Correlatie tussen opbrengst en afname in droge stof (links) en organische stof (rechts). De metingen aan kisten die niet zijn bijgevoed met hemicellulose bijvoedmiddel zijn weergegeven in rood, kisten met wel hemicellulose bijvoeding zijn weergegeven in blauw.

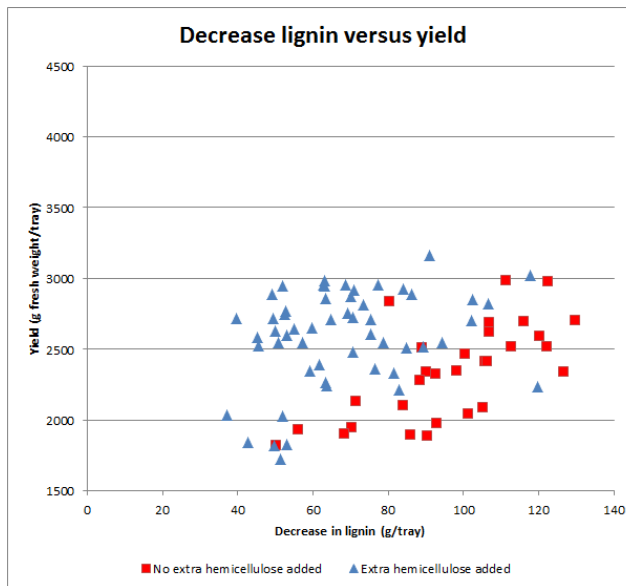


Figuur 7. Correlatie tussen opbrengst en afname (consumptie) in hemicellulose (links) en cellulose (rechts). De metingen aan kisten die niet zijn bijgevoed met hemicellulose bijvoedmiddel zijn weergegeven in rood, kisten met wel hemicellulose bijvoeding zijn weergegeven in blauw.

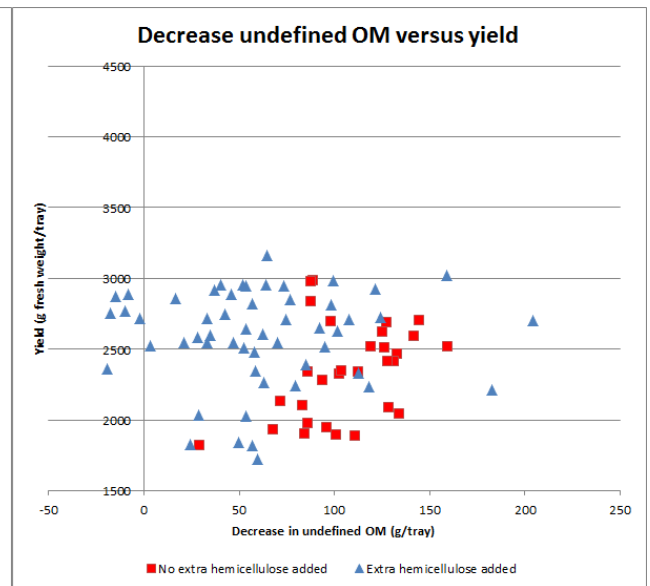
Een minder duidelijke maar wel vergelijkbare trend is te zien tussen de afname in cellulose en de productie aan champignons (figuur 7, rechts).

3.6 Afname in lignine en de ongedefinieerde fractie

Er is een geringe correlatie te zien tussen de afname in lignine en de productie aan champignons bij de kisten die niet zijn bijgevoed of die het standaard bijvoedmiddel hebben gehad (figuur 8; $R^2=0.46$). Deze correlatie is er niet bij kisten waarbij het hemicellulose rijke bijvoedmiddel is gebruikt. Opvallend is dat bij kisten van het laatste type er minder lignine wordt afgebroken dan in de niet bijgevoede of standaard bijgevoede kisten. Eerder onderzoek (Ten Have en Straatsma, 2003) heeft aangetoond dat de afbraak van lignine door champignonmycelium de



Figuur 8. Correlatie tussen verloop lignine-gehalte in de compost en de opbrengst aan champignons. De rode vierkantjes geven de kisten aan met standaard bijvoedmiddel en de blauwe driehoekjes kisten die zijn bijgevoed met hemicellulose-rijk bijvoedmiddel.



Figuur 9. Correlatie tussen verloop van de ongedefinieerde fractie in de compost en de opbrengst aan champignons. De rode vierkantjes geven de kisten aan met standaard bijvoedmiddel en de blauwe driehoekjes kisten die zijn bijgevoed met hemicellulose-rijk bijvoedmiddel.

beschikbaarheid van (hemi)cellulose voor ca. 30% verhoogt. Het kan dus zijn dat de extra beschikbaarheid van (hemi)cellulose de noodzaak voor afbraak van lignine reduceert.

Bij de afbraak van de niet-gedefinieerde organische fractie is een zelfde trend te zien maar dan wat minder duidelijk.

3.7 Effect van bedtemperatuur

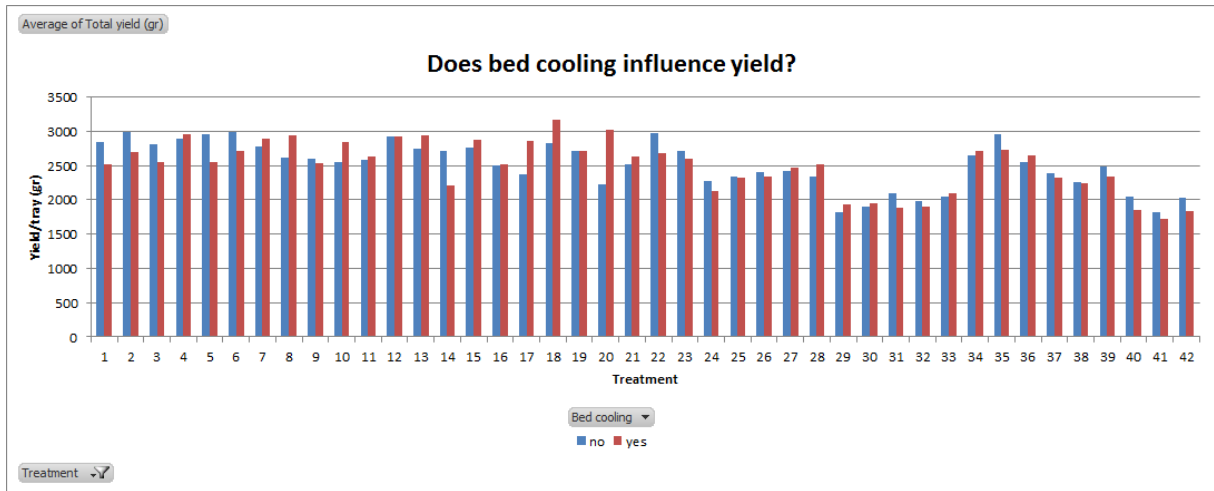
De teelt is uitgevoerd met de bedkoeling/verwarming ingeschakeld in het rechter gedeelte en links niet. Elke behandeling komt 2 keer links en twee keer rechts voor zodat ook het effect van de bedkoeling/verwarming kan worden bepaald in de tijd tussen vullen en afventileren. Aangezien daarna van elke behandeling 2 kisten zijn opgeofferd voor analyse is het effect van de temperatuur na afventileren slechts voor 1 kist per behandeling vergeleken. De bedtemperatuur tussen vullen en afventileren is ingesteld op 22 °C wen tijdens de productie op 20 °C. Vervolgens is gekeken naar het temperatuursverloop in de kisten. In een aantal kisten is met draadloze voelers gedurende de hele teeltduur de temperatuur gemeten met tijdsintervallen van 10 minuten. Hieronder is het verloop van de geregisteerde temperatuur te zien. Per behandeling is een kist op bedkoeling gezet (linkerkant van de teeltcel) of niet. Het temperatuurverloop van een aantal behandelingen is weergegeven in bijlage 3.

In het algemeen kan worden gezegd dat bij geen van de onderzochte kisten de temperatuur ver boven de 30 graden is gekomen. De enige uitzondering is kist 71 (behandeling 14), maar ook in die kist bleef de temperatuur onder de lethale 35°C. Voor teelt in kisten kan de temperatuur bij dergelijke hoeveelheden bijvoeden dus goed in de hand worden gehouden. Dat wil niet zeggen dat het in bedden ook altijd goed zal gaan.

Er zijn 21 temperatuurvoelers over de kisten verdeeld. Door de beperkte hoeveelheid voelers kan niet in alle gevallen de temperatuursverloop vergeleken worden tussen wel en niet gekoelde bedden. In de gevallen waar een vergelijk mogelijk is zie je in de gekoelde kisten een lagere compost temperatuur dan in de niet gekoelde kisten (bijlage 3). De bedkoeling heeft dus effect op de composttemperatuur. De verschillen tussen gekoeld en niet gekoeld zijn het groots in de periode tussen vullen en afventileren. Vooral 30 en 35 kg/ton standaard bijvoedmiddel geeft een hogere temperatuur. De sensor van de logger zat boven in de kist ongeveer 4-5cm onder het compost oppervlak, dus we mogen er van uit gaan dat de temperatuur van de compost onder in de kist zeker niet hoger heeft gelegen dan de weergegeven temperatuur.

Vervolgens is gekeken of de temperatuur een invloed heeft gehad op de opbrengst aan champignons. Indien de opbrengsten per behandeling worden vergeleken voor de gekoelde kist en de niet gekoelde kist, is geen duidelijke

trend waarneembaar. Opbrengst gegevens zijn geanalyseerd in een ANOVA, waarbij wel of geen bedkoeling als blokken in de analyse zijn meegenomen. ANOVA geeft aan dat er statistisch significante verschillen zijn in de opbrengsten (gerelateerd aan het vulgewicht), maar er wordt geen statistisch significant effect van bedkoeling op opbrengst gevonden in deze proef.



Figuur 10. Opbrengst (y-as) voor elke behandeling (x-as) waarbij de gekoelde (rode) met de niet gekoelde (blauwe) kisten paarsgewijs zijn vergeleken. Hierbij is te zien dat er geen grote invloed van de ingestelde bedtemperatuur is te zien op de opbrengst.

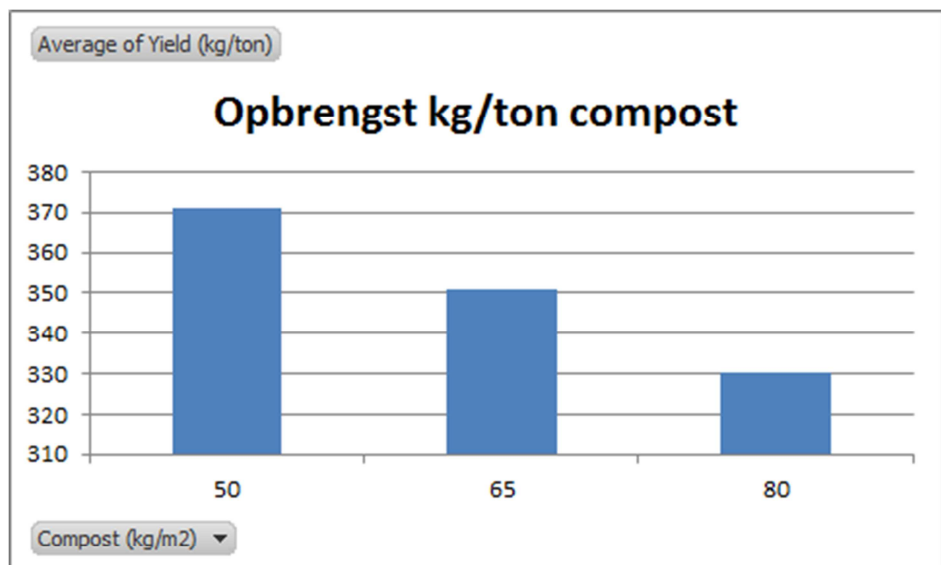
3.8 Opbrengsten bij verschillende manieren van bijvoeden en vulgewicht

In de proef zijn twee type bijvoedmiddelen gebruikt (standaard en hemicellulose-rijk) en drie vulgewichten getest (50, 65 en 80 kg/m²). In paragraaf 3.5 is al geconcludeerd dat het bijvoeden met hemicellulose-rijk bijvoedmiddel wel tot extra afbraak van hemicellulose leidt maar niet tot een opbrengstverhoging. Opbrengsten m.b.t. dit bijvoedmiddel worden hier dus niet besproken.

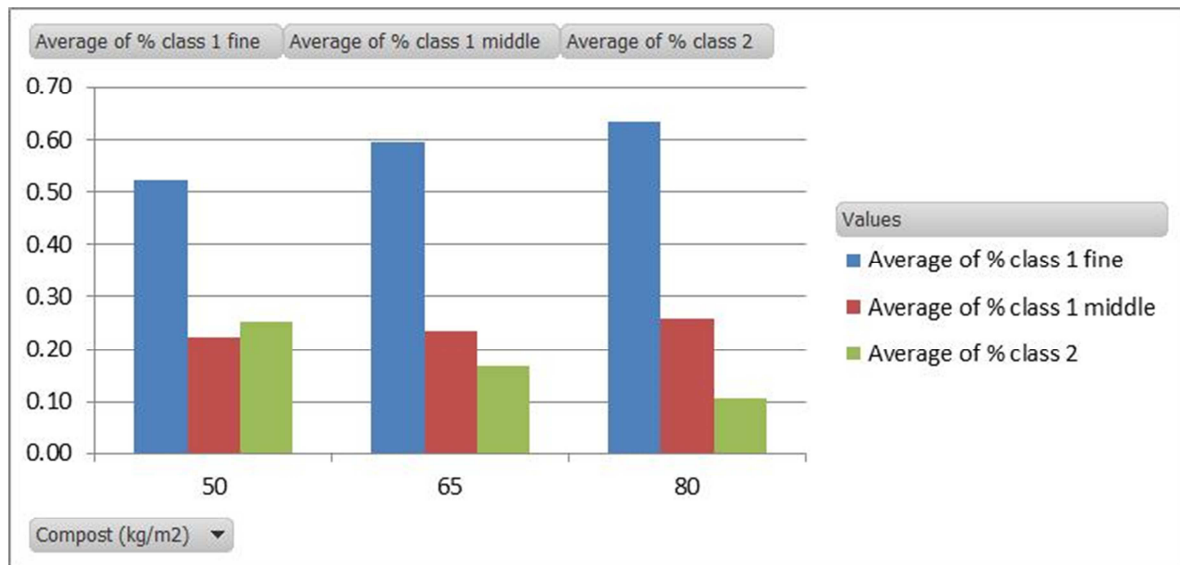
3.8.1 Standaard bijvoedmiddel en vulgewicht

In deze proef zijn drie vulgewichten gebruikt, 50, 65 en 80 kg/m². Als voor de drie verschillende vulgewichten, ongeacht type en hoeveelheid bijvoeden, de gemiddelde opbrengsten worden berekend dan zijn er duidelijk verschillen te zien (figuur 11). Deze verschillen zijn significant (bijlage 4).

Bij een vulgewicht van 80 kg compost/m² is er, onafhankelijk van de hoeveelheid bijgevoede hemicellulose, geen significant verschil in opbrengst tussen 15 of 30 kg per ton standaard bijvoedmiddel (330 en 336



Figuur 11. Opbrengst champignons in kg/ton compost voor drie verschillende vulgewichten compost. De verschillen in opbrengst zijn significant.



Figuur 12. Gemiddelde sortering champignons bij verschillende vulgewichten compost. De verschillen in percentage sortering 1 fijn en sortering 2 zijn significant verschillend voor de verschillende vulgewichten compost.

kg compost/m ²	Sortering 1		Sortering 2
	fijn	middel	
50	52%	22%	25%
65	60%	23%	17%
80	64%	26%	11%

kg/ton, respectievelijk met standaarddeviaties van 20 en 31 respectievelijk).

3.9 Kwaliteit (sortering) bij verschillende vulgewichten

Als de opbrengst wordt gesorteerd naar kwaliteit is er verschil te zien tussen de teelten met verschillend compost vulgewicht. De hoogste vulgewichten hebben een betere kwaliteit dan de laagste vulgewichten (figuur 12). Voor de sortering 1 fijn en sortering 2 zijn deze verschillen significant (bijlage 4). Gesorteerd naar hoeveelheid bijvoedmiddel laten geen significante verschillen zien wat erop wijst dat de verschillen in kwaliteit vooral wordt veroorzaakt door de verschillen in vulgewicht.

3.10 Schatting hoeveelheid mycelium in de compost

De hoeveelheid mycelium in de compost is geschat door de hoeveelheid ergosterol te bepalen in de compost. Ergosterol is een membraancomponent van schimmels en zit niet in bacteriën. Eerdere bepalingen hebben aangetoond dat hiermee een redelijke schatting van de hoeveelheid mycelium gegeven kan worden aannemende dat in doorgroeide compost vrijwel alle mycelium van de champignon afkomstig is en maar weinig van *Scytalidium*. Er is een ijklijn gemaakt met behulp van mycelium gegroeid op een vaste voedingsbodem. Dit mycelium is gedroogd en gewogen en hieruit is ergosterol geëxtraheerd en de concentratie bepaald. Op deze manier heb je een schatting hoeveel ergosterol er in mycelium zit. Deze bepaling heeft een aantal onzekerheden:

- Je weet niet of de hoeveelheid ergosterol gelijk blijft in het mycelium, ongeacht de leeftijd en het medium waarop het groeit
- Het droge stof gehalte van het mycelium in de compost is niet te bepalen. We hebben daarom voor twee waarden een berekening uitgevoerd, een voor een droge stof gehalte gelijk aan die van champignons (7.6%) en een voor het gemiddeld droge stofgehalte voor mycelium groeiend op een vaste voedingsbodem op Petrischalen (10%).

Het ergosterolgehalte geeft dus een schatting maar door te meten bij het vullen en na de tweede vlucht kun je wel vaststellen of er een verandering plaatsvindt in de hoeveelheid mycelium in de compost tijdens de productie van champignons. In de hoeveelheden ergosterolgehalte bij verschillende vulgewichten en verschillende type en hoeveelheid bijvoedmiddel zitten geen significante verschillen. Daarom zijn hier alleen de waarden bij het vullen en na 2 luchten weergegeven (tabel 3). Afhankelijk welke droge stof waarde voor het mycelium wordt genomen bevat doorgroeide compost bij het vullen 190 tot 250 kg mycelium per ton compost (gerekend met 7.6% of 10% droge stof gehalte mycelium). Na 2 vluchten bevat de compost 320 tot 420 kg mycelium. Er is dus een duidelijke toename te zien van de hoeveelheid mycelium na het vullen. In een eerdere fase van dit project is ook de hoeveelheid mycelium gemeten bij het afventileren. Destijds verliepen de ergosterol bepalingen wat problematischer maar de indruk was dat het meeste mycelium wordt gevormd voordat de champignons uitgroeien. Het lijkt er dus op dat voor de productie van champignons een vergelijkbare hoeveelheid mycelium moet worden gevormd in de compost. Een gedeelte is gevormd tijdens de doorgroeiing in fase 3 tunnels en de rest wordt gevormd in de teelt.

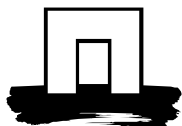
Droge stof mycelium	kg mycelium/ton compost	
	Bij vullen	Na vlucht 2
7.60%	251	421
10%	191	320

Tabel 3. Schatting voor de hoeveelheid mycelium in de compost via de ergosterol methode. De schatting is gemaakt ongeacht de vuldikte en hoeveelheid bijvoedmiddel).

4 Conclusies

De belangrijkste conclusies van dit project zijn

- Met NIR analyses zijn de veranderingen in de compost tijdens de teelt goed te monitoren.
- Er is een duidelijke correlatie tussen de afbraak van droge stof/organische stof en de opbrengst aan champignons.
 - Deze correlatie loopt parallel aan de afname van cellulose en hemicellulose die voor het grootste deel de afname in organische stof bepalen.
 - Er is een geringe afname in lignine en de onbekende organische fractie
- Extra toegevoegde hemicellulose-rijk bijvoedmiddel bij het vullen in de vorm van poeder of pellets leidt wel tot afbraak van hemicellulose maar niet tot extra productie van champignons
- Het sturen van de composttemperatuur met bedkoeling/verwarming heeft niet tot significante opbrengstverschillen geleid of tot kwaliteitsverschillen.
- Verschillen in vulgewicht compost (50, 65 en 80 kg/m²) leiden tot significante verschillen in opbrengst (270, 250 en 230 kg/ton compost, respectievelijk).
- De verschillen in vulgewicht leiden tot significante verschillen in kwaliteit (sortering) en dit kan wijzen op een gebrek aan voeding/vocht waardoor eerdere rijping plaatsvindt bij lagere vulgewichten.
- Gedurende de teelt wordt er extra mycelium gevormd (toename van ca. 40%). Na 2 vluchten zit er aan biomassa een vergelijkbare hoeveelheid mycelium in de compost als er op de bedden aan champignons wordt geproduceerd.



Bijlage 1. Overzicht van de behandelingen

vulgewicht	80		Hemicellulose		N-Bijvoedmiddel		Monster momenten	Herhaling	Aantal kisten	compost/kist
	Behandelingen I	Hemi	pellet mm	kg/m2	kg/ton	kg/m2				
1	H0	0	0	15	1.20	2	2	4	8	
2	H0	0	0	30	2.40	2	2	4	8	
3	H1	2	1	15	1.20	2	2	4	8	
4	H1	2	1	30	2.40	2	2	4	8	
5	H2	2	2	15	1.20	2	2	4	8	
6	H2	2	2	30	2.40	2	2	4	8	
7	H3	2	3	15	1.20	2	2	4	8	
8	H3	2	3	30	2.40	2	2	4	8	
9	H1	4	1	15	1.20	2	2	4	8	
10	H1	4	1	30	2.40	2	2	4	8	
11	H2	4	2	15	1.20	2	2	4	8	
12	H2	4	2	30	2.40	2	2	4	8	
13	H3	4	3	15	1.20	2	2	4	8	
14	H3	4	3	30	2.40	2	2	4	8	
15	H1	6	1	15	1.20	2	2	4	8	
16	H1	6	1	30	2.40	2	2	4	8	
17	H2	6	2	15	1.20	2	2	4	8	
18	H2	6	2	30	2.40	2	2	4	8	
19	H3	6	3	15	1.20	2	2	4	8	
20	H3	6	3	30	2.40	2	2	4	8	
								# kisten I	80	
Behandelingen II	Vuldikte	80		N-Bijvoedmiddel		Monster momenten	Herhaling	Aantal kisten		
		kg/m2		kg/ton	kg/m2					
21	D1	80		20	1.60	2	2	4	8	
22	D1	80		25	2.00	2	2	4	8	
23	D1	80		35	2.80	2	2	4	8	
24	D2	65		15	0.98	2	2	4	6.5	
25	D2	65		20	1.30	2	2	4	6.5	
26	D2	65		25	1.63	2	2	4	6.5	
27	D2	65		30	1.95	2	2	4	6.5	
28	D2	65		35	2.28	2	2	4	6.5	
29	D3	50		15	0.75	2	2	4	5	
30	D3	50		20	1.00	2	2	4	5	
31	D3	50		25	1.25	2	2	4	5	
32	D3	50		30	1.50	2	2	4	5	
33	D3	50		35	1.75	2	2	4	5	
								# kisten II	52	
Behandelingen III		kg/m2	Poeder	N-Bijvoedmiddel		Monster momenten	Herhaling	Aantal kisten		
			Hemicell.	kg/m2	kg/ton					kg/m2
34	D1	80	1	15	1.20	2	2	4	8	
35	D1	80	2	15	1.20	2	2	4	8	
36	D1	80	3	15	1.20	2	2	4	8	
37	D2	65	0.81	15	0.98	2	2	4	6.5	
38	D2	65	1.63	15	0.98	2	2	4	6.5	
39	D2	65	2.44	15	0.98	2	2	4	6.5	
40	D3	50	0.63	15	0.75	2	2	4	5	
41	D3	50	1.25	15	0.75	2	2	4	5	
42	D3	50	1.88	15	0.75	2	2	4	5	
								# kisten III	36	

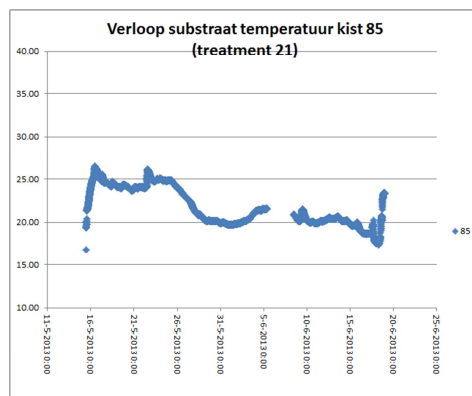
Bijlage 2. Check nauwkeurigheid NIR via as-gehalte compost

Kist	As (g/kist)		% van de as teruggevonden na 2 vluchten t.o.v. vullen	Kist	Ash (g/tray)		% van de as teruggevonden na 2 vluchten t.o.v. vullen
	Bij vullen	na 2 vluchten			Bij vullen	na 2 vluchten	
147	549	471	86%	157	613	601	98%
125	537	464	86%	137	613	602	98%
111	703	613	87%	71	876	870	99%
149	562	491	87%	57	864	858	99%
115	704	619	88%	43	809	804	99%
127	549	486	89%	7	795	793	100%
99	719	639	89%	77	864	864	100%
93	710	633	89%	167	463	463	100%
113	710	634	89%	51	876	877	100%
97	712	640	90%	159	594	595	100%
119	719	647	90%	59	855	860	101%
123	539	485	90%	75	836	842	101%
129	562	506	90%	163	463	466	101%
17	654	591	90%	55	836	845	101%
1	866	783	90%	135	731	745	102%
117	712	646	91%	153	766	783	102%
143	539	489	91%	79	855	875	102%
145	537	496	92%	151	792	811	102%
91	703	650	92%	139	594	611	103%
87	875	811	93%	9	735	770	105%
121	534	495	93%	63	809	852	105%
5	804	747	93%	27	795	841	106%
89	886	825	93%	31	764	819	107%
95	704	658	93%	29	735	801	109%
109	886	831	94%	11	764	835	109%
105	893	838	94%	155	731	799	109%
161	485	458	95%	47	760	836	110%
3	847	801	95%	35	727	804	111%
83	867	821	95%	81	789	873	111%
107	875	829	95%	101	789	881	112%
21	866	822	95%	15	727	812	112%
19	511	486	95%	61	736	824	112%
165	485	462	95%	45	746	835	112%
85	893	853	96%	49	705	796	113%
37	654	626	96%	33	703	800	114%
39	511	491	96%	41	736	837	114%
23	847	814	96%	65	746	858	115%
103	867	840	97%	67	760	889	117%
141	534	519	97%	13	703	826	117%
133	766	745	97%	69	705	831	118%
131	792	771	97%	53	629	812	129%
25	804	785	98%	73	629	814	129%

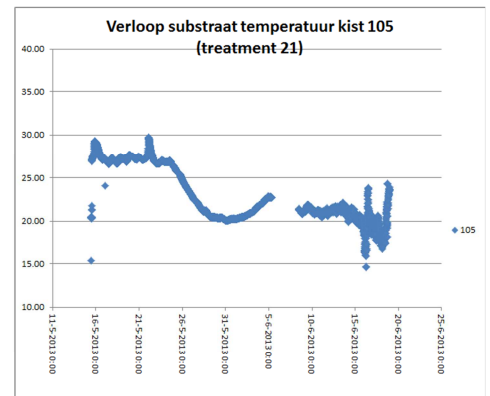


Bijlage 3. Temperatuurverloop *compost op gekoelde en niet-gekoelde bedden*

Behandeling 21 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (20 kg/ ton))

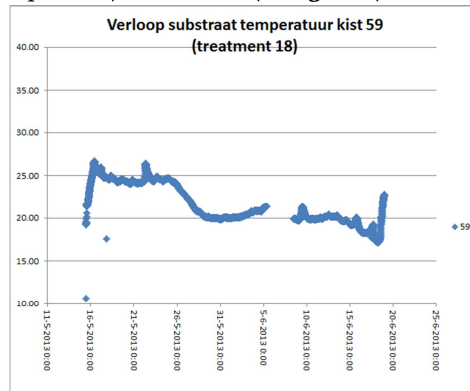


Gekoeld



Niet gekoeld

Behandeling 18 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose (2 kg/m², pellet 6) en stikstof (30 kg/ton))

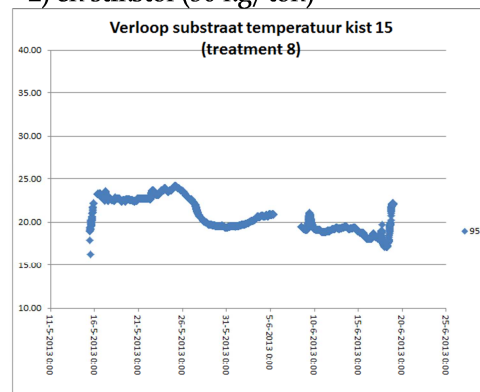


Gekoeld



Niet gekoeld

Behandeling 8 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose (3 kg/m², pellet 2) en stikstof (30 kg/ton))



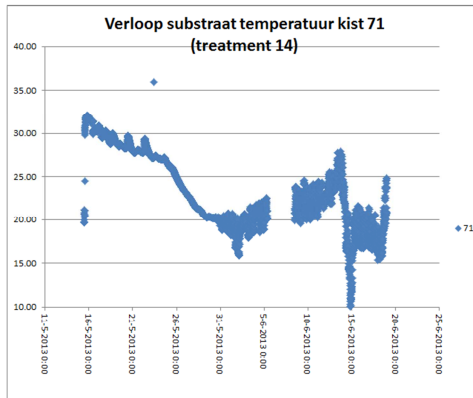
Gekoeld



Niet gekoeld

Behandeling 14 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose (3 kg/m², pellet 4) en stikstof (30 kg/ ton)

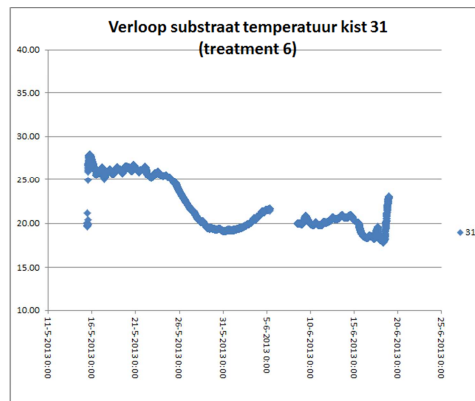
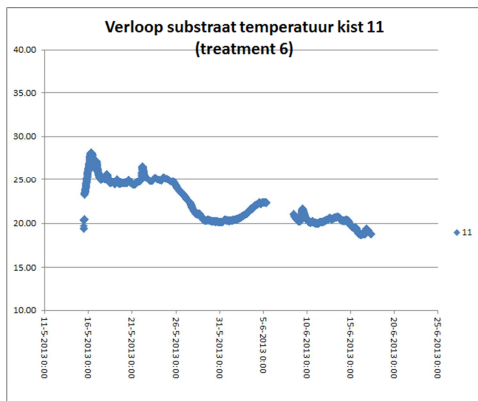
Niet geregistreerd



Gekoeld

Niet gekoeld

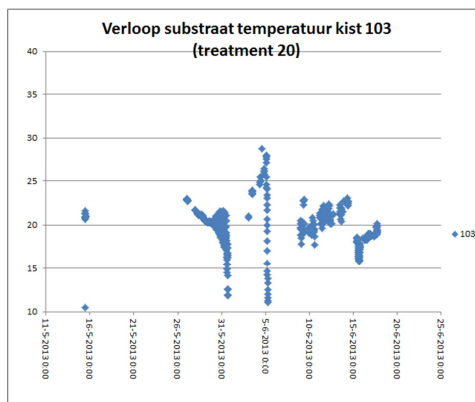
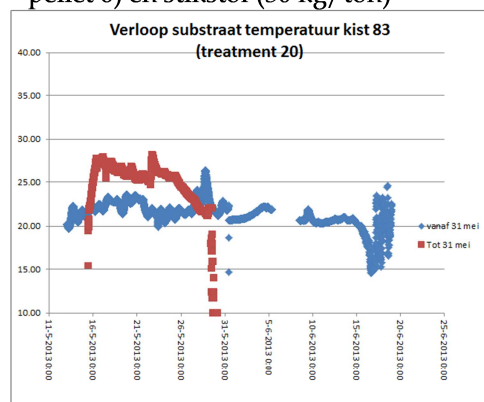
Behandeling 6 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose (2 kg/m², pellet 2) en stikstof (30 kg/ ton)



Gekoeld

Niet gekoeld

Behandeling 20 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose (3 kg/m², pellet 6) en stikstof (30 kg/ ton)

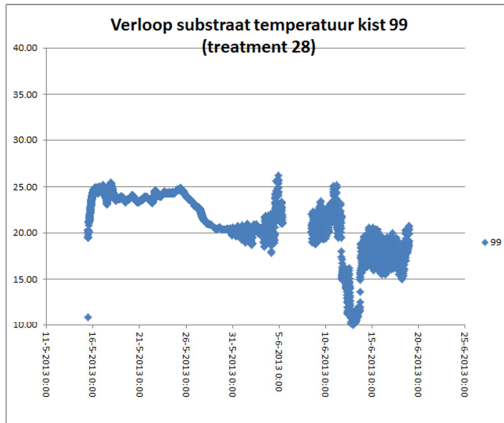


Gekoeld

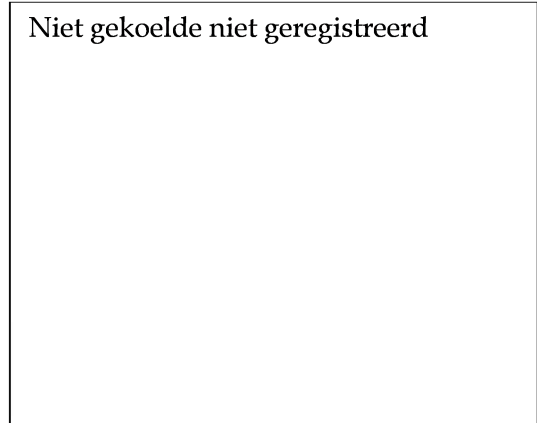
Niet gekoeld



Behandeling 28 (6.7 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (35 kg/ ton)

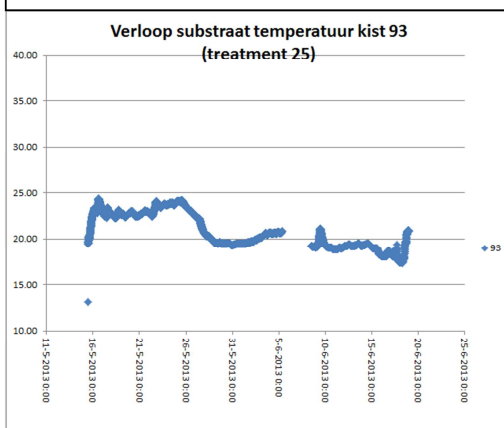


Gekoeld

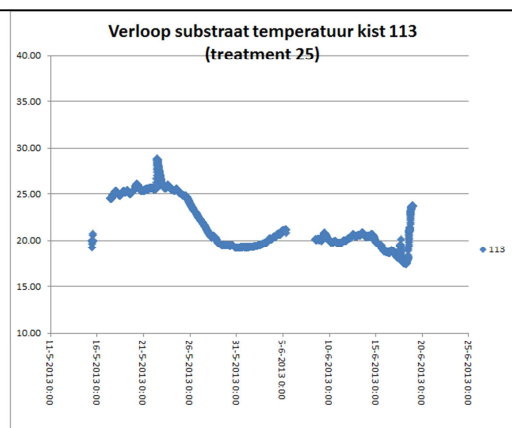


Niet gekoeld

Behandeling 25 (6.7 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (20 kg/ ton)

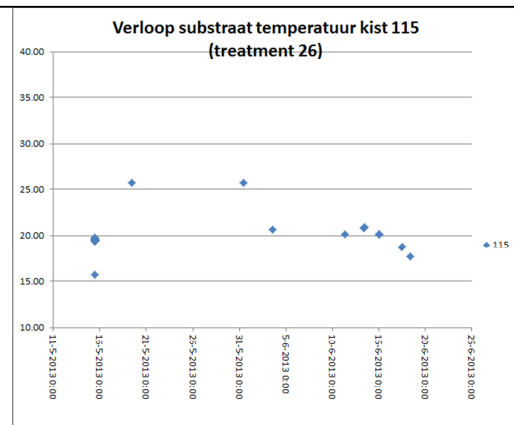


Gekoeld



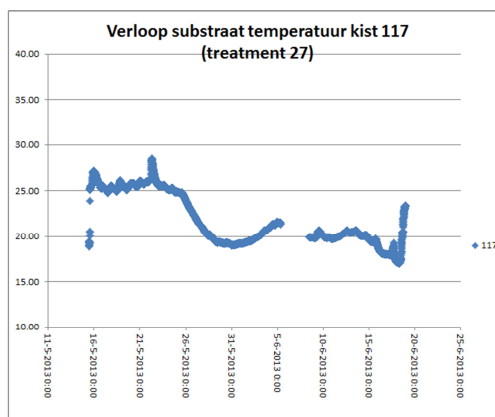
Niet gekoeld

Behandeling 26 (6.7 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (25 kg/ ton)



Behandeling 27 (6.7 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (30 kg/ ton)

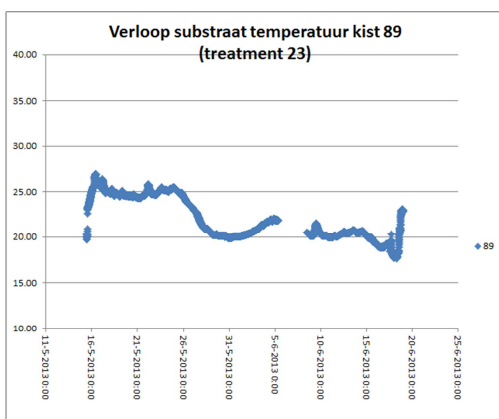
Gekoelde niet geregistreerd



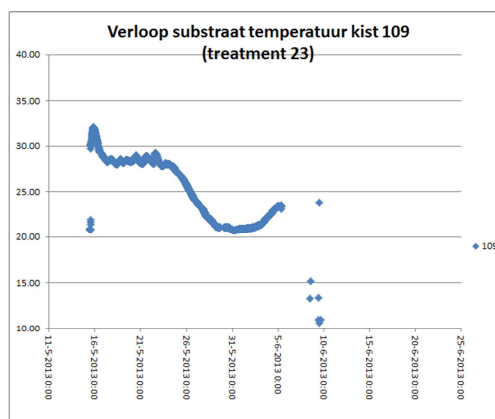
Gekoeld

Niet gekoeld

Behandeling 23 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (35 kg/ ton)



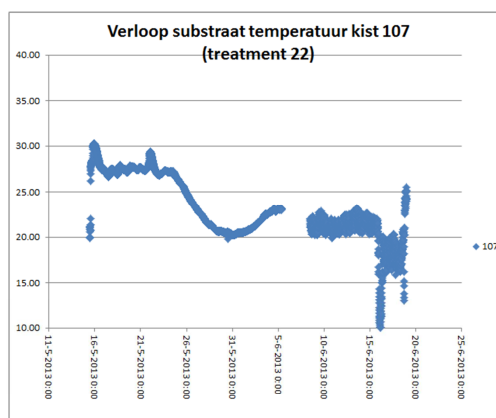
Gekoeld



Niet gekoeld

Behandeling 22 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met stikstof (25 kg/ ton)

Niet geregistreerd

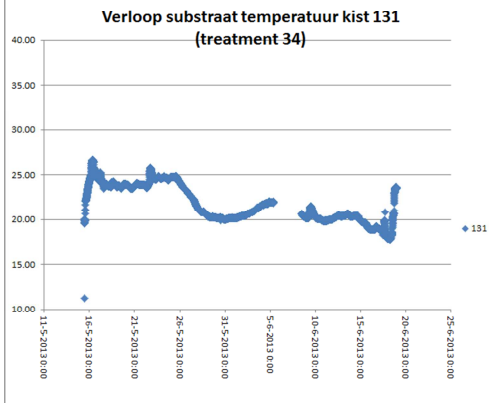


Gekoeld

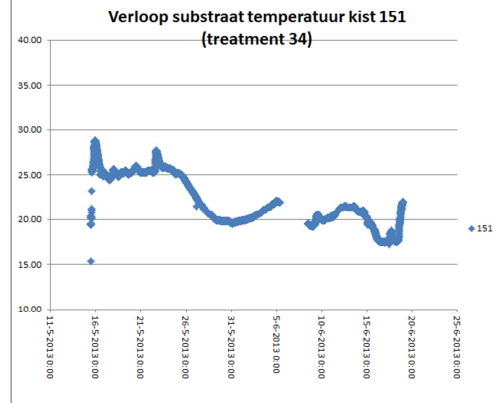
Niet gekoeld



Behandeling 34 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose poeder (1 kg/m²) en stikstof (15 kg/ton)



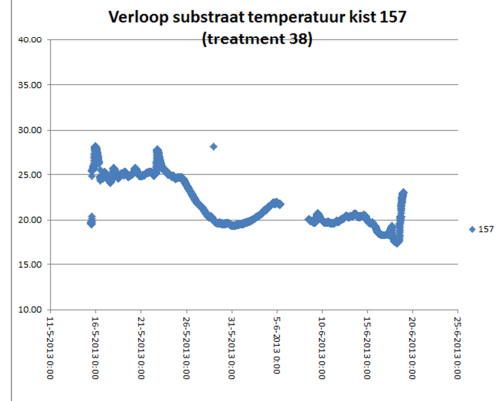
Gekoeld



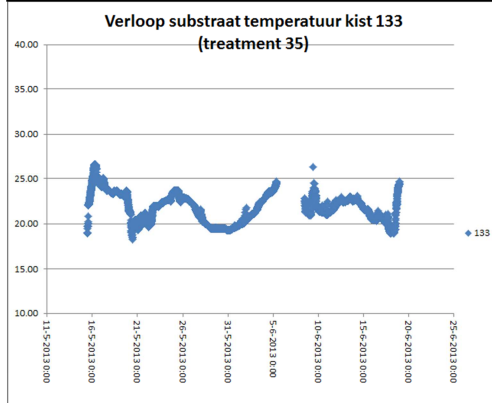
Niet gekoeld

Behandeling 38 (6.7 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose poeder (1.63 kg/m²) en stikstof (15 kg/ton)

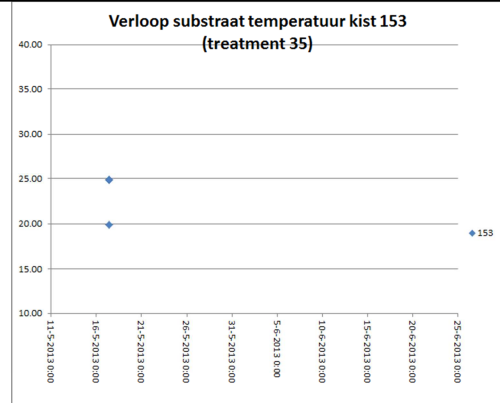
Niet gekoelde niet geregistreerd



Behandeling 35 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose poeder (2 kg/m²) en stikstof (15 kg/ton)



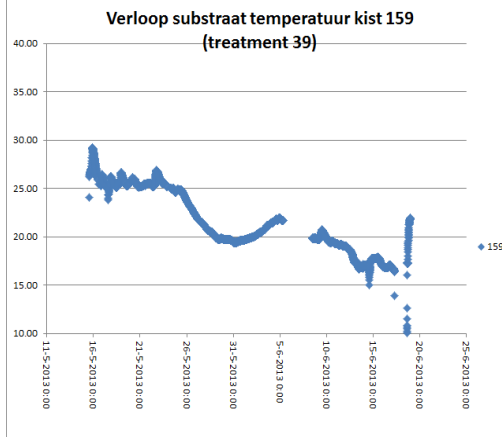
Gekoeld



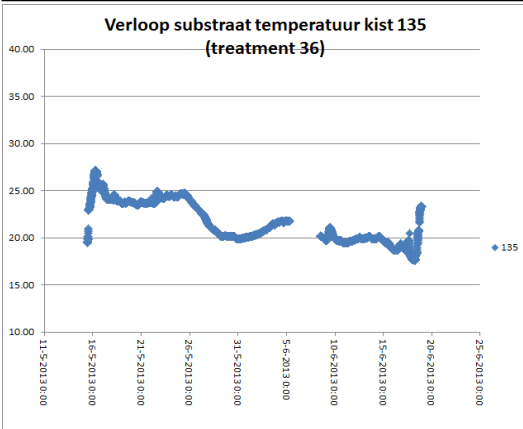
Niet gekoeld

Behandeling 39 (6.7 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose poeder (2.44 kg/m²) en stikstof (15 kg/ton)

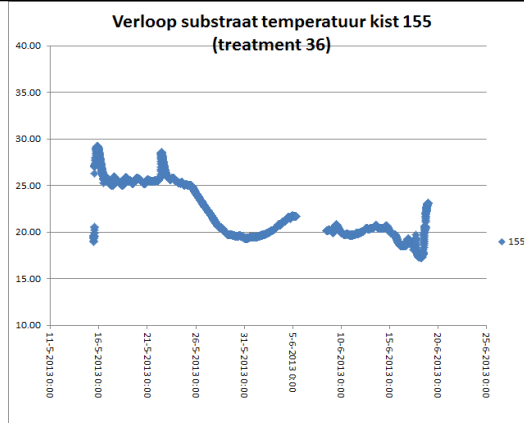
Niet gekoelde niet geregistreerd



Behandeling 36 (8.2 kg compost per kist, bijgevoed met hemicellulose poeder (3 kg/m²) en stikstof (15 kg/ton))



Gekoeld



Niet gekoeld



Bijlage 4. Statistische analyse

Statistiek bedkoeling

1. Champignons werden geoogst in kwaliteitsklassen; klasse 1 (fijn), klasse 1 (middel) en klasse 2. Er is gekeken in hoeverre bedkoeling effect heeft op de kwaliteit van de geoogste champignons. Hiervoor is een ANOVA uitgevoerd met het % class 2 van de geoogste champignons over de verschillende behandelingen met gebruik van bedkoeling als blok (wel/niet).

Analysis of variance

Variate: Yield_kg_ton

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Compost_kg_m2	2	19706.8	9853.4	19.67	<.001
Bed_cooling	1	128.1	128.1	0.26	0.614
Compost_kg_m2.Bed_cooling					
	2	765.0	382.5	0.76	0.469
Residual	78	39063.9	500.8		
Total	83	59663.7			

Information summary

All terms orthogonal, none aliased.

Message: the following units have large residuals.

units 27 -62.9 approx. s.e. 21.6
units 52 -59.3 approx. s.e. 21.6

Tables of means

Grand mean 343.235

Table of means for Compost_kg_m2

Compost_kg_m2	50	65	80
mean	371.250	350.802	332.287
rep.	16	16	52
Minimum standard error of difference			6.398
Average standard error of difference			6.903
Maximum standard error of difference			7.912
Minimum least significant difference			12.74
Average least significant difference			13.74
Maximum least significant difference			15.75

Table of means for Bed_cooling

Bed_cooling	no	yes
	344.470	342.000

Replication 42

Standard error of differences of means 4.883

Least significant difference (at 5.0%) 9.722

Table of means for Compost_kg_m2.Bed_cooling

Bed_cooling	no	yes		
Compost_kg_m2	mean	rep.	mean	rep.

50	378.245	8	364.255	8
65	352.966	8	348.638	8
80	331.463	26	333.110	26

Minimum standard error of difference	6.207
Average standard error of difference	9.715
Maximum standard error of difference	11.189

Minimum least significant difference	12.36
Average least significant difference	19.34
Maximum least significant difference	22.28

Analysis of variance

Variate: %_class_2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Compost_kg_m2	2	0.204286	0.102143	23.67	<.001
Bed_cooling	1	0.009392	0.009392	2.18	0.144
Compost_kg_m2.Bed_cooling	2	0.004468	0.002234	0.52	0.598
Residual	78	0.336601	0.004315		
Total	83	0.554748			

Information summary

All terms orthogonal, none aliased.

Tables of means

Grand mean 0.15790

Table of means for Compost_kg_m2

Compost_kg_m2	50	65	80
mean	0.25363	0.16865	0.12514
rep.	16	16	52
Minimum standard error of difference			0.01878
Average standard error of difference			0.02026
Maximum standard error of difference			0.02323
Minimum least significant difference			0.03739
Average least significant difference			0.04034
Maximum least significant difference			0.04624

Table of means for Bed_cooling

Bed_cooling	no	yes
Replication 42	0.16847	0.14733

Standard error of differences of means 0.01434

Least significant difference (at 5.0%) 0.02854

Table of means for Compost_kg_m2.Bed_cooling

Bed_cooling	no	yes		
Compost_kg_m2	mean	rep.	mean	rep.
50	0.25515	8	0.25211	8
65	0.16969	8	0.16761	8
80	0.14143	26	0.10884	26
Minimum standard error of difference			0.01822	
Average standard error of difference			0.02852	
Maximum standard error of difference			0.03285	
Minimum least significant difference			0.03627	
Average least significant difference			0.05677	
Maximum least significant difference			0.06539	

Statistische analyse opbrengst bij verschillende vulgewichten ongeacht bijvoeden

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
50 kg/m2	16	5940	371.25	439.6055
65 kg/m2	16	5612.836	350.8022	208.9281



80 kg/m² 16 5287.073 330.4421 355.3041

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	13322.32	2	6661.158	19.90707	6.41E-07	3.204317
Within Groups	15057.57	45	334.6126			
Total	28379.88	47				

Statistische analyse kwaliteit champignons bij verschillende vulgewichten

SUMMARY sortering 1 fijn

Groups	Count	Sum	Average	Variance
50 kg/m ²	16	8.36458	0.52278	0.0068
		3	6	
65 kg/m ²	16	9.55031	0.59689	0.00237
		8	5	5
80 kg/m ²	16	10.1621	0.63513	0.00306
		4	4	2

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.10440	2	0.05220	12.7986	3.98E-05	3.20431
		6	3	4		7
Within Groups	0.18354	45	0.00407			
		6	9			
Total	0.28795	47				
		3				

SUMMARY Sortering
1 middel

Groups	Count	Sum	Average	Variance
50 kg/m ²	16	3.57735	0.22358	0.00519
		6	5	4
65 kg/m ²	16	3.75131	0.23445	0.00348
		3	7	9
80 kg/m ²	16	4.15349	0.25959	0.00225
		3	3	8

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.01091	2	0.00545	1.49646	0.23485	3.20431
	6		8	4	2	7
Within Groups	0.16412	45	0.00364			
			7			
Total	0.17503	47				
	5					

SUMMARY sorting

2

Groups	Count	Sum	Average	Variance
50 kg/m2	16	4.05806	0.25362	0.00504
		2	9	4
65 kg/m2	16	2.69836	0.16864	0.00447
		9	8	5
80 kg/m2	16	1.68436	0.10527	0.00244
		7	3	1

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.17732	2	0.08866	22.2378	1.92E-07	3.20431
	1					7
Within Groups	0.17941	45	0.00398			
	1		7			
Total	0.35673	47				
	2					