

Circulaire groeimedia 2021, biostimulanten

Een standaard bio-assay om de werking van biostimulanten te beoordelen (actie 4)

Chris Blok, Marta Streminska, Ariyati Persijn, Nina Oud, Khanh Pham en Antonella Cristina



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Referaat

Dit onderzoek is onderdeel van de Publiek Private Samenwerking, 'Total use van organische reststromen: groeimedia, grondverbeteraars, veenvervanging en koolstofopslag'. Er is een groot aanbod van biostimulanten in de tuinbouwmarkt, waarbij het moeilijk is met metingen de geclaimde effecten te controleren en vergelijken. In een voorgaand onderzoek in 2021 is een basistest met bijbehorend protocol geformuleerd (Blok *et al.*, 2022). Dit protocol is gevolgd in dit onderzoek, waarbij 3 groeimedia (gefreesd witveen, biochar en groencompost) en drie microbiële biostimulanten (Biovin, CompetePlus en Biopak) zijn getest. De groei van het gewas *Eustoma/Lisanthus* reageert negatief op het innemen van 0.5-3%v/v biochar maar minder negatief op het innemen van 5-10%v/v biochar. De groei reageert positief op een toevoeging van 5-10%v/v compost. Het toevoegen van de biostimulanten is positief voor de combinatie Biovin 5%v/v compost en Biopak 5%v/v compost. De groei in CompetePlus wordt gehinderd door 5%v/v biochar en compost. Alle toevoegingen van een biochar compost mengsel leiden direct tot een duidelijk ander microbiom en dit verschil blijft bestaan tot einde van de teelt. Het toevoegen van biostimulanten heeft, en dan met name voor Biovin, herkenbare invloed bij aanvang van de teelt, maar het verschil verdwijnt later in de teelt.

Abstract

This research is part of the Public-Private Partnership, 'Total use of organic waste streams: growing media, soil improvers, peat replacement and carbon storage'. There is a wide range of biostimulants in the horticultural market, where it is difficult to control and compare the claimed effects with measurements. In a previous study in 2021, a basic test with accompanying protocol was formulated (Blok *et al.*, 2022). This protocol is used in this study, in which 3 growing media (milled white peat, biochar and green waste compost) and three microbial biostimulants (Biovin, CompetePlus and Biopak) were tested. The growth of the *Eustoma/Lisanthus* crop reacts negatively to mixes with 0.5-3%v/v biochar but less negatively to mixes with 5-10%v/v biochar. Growth responds positively to an addition of 5-10% v/v compost. The addition of the biostimulants is positive for the combinations Biovin 5%v/v compost and Biopak 5%v/v compost. Growth in CompetePlus is hindered by 10%v/v biochar and compost. All additions of a biochar compost mixture result in a distinctly different microbiome and this difference persists until the end of cultivation. The addition of biostimulants has a recognizable influence at the start of the cultivation, especially for Biovin, but the difference disappears later in the cultivation.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1378

Projectnummer: 3742305800 / LWV 20.34

DOI: <https://doi.org/10.18174/684854/>

Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdrage van:



Disclaimer

© 2025 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Businessunit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, wur.nl/plant-research

Kamer van Koophandel-nr.: 09098104 | BTW-nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research 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, Businessunit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

wur.nl/glastuinbouw

Postbus 644, 6700 AP Wageningen

Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen

T +31 (0)317 48 60 01

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

Samenvatting	5	
1	Introductie	7
1.1	Achtergrond	7
1.2	Doelstelling	7
1.3	Aanpak	8
1.4	Organisatie	8
2	Methoden en materialen	9
2.1	Keuze plantensoort	9
2.2	Keuze van het groeimedium	9
2.2.1	Biochar	9
2.2.2	Groencompost	9
2.2.3	Witveen	9
2.3	Microbiële biostimulanten	11
2.3.1	Biovin® (o.a. Streptomyces)	11
2.3.2	CompetePlus (Trichoderma)	11
2.3.3	Biopak (Bacillus)	11
2.4	Behandelingen	12
2.5	Fertigatiesysteem	13
2.6	Plattegrond	14
2.7	Teeltopzet	14
2.8	Waarnemingen	15
3	Resultaten	16
3.1	Lengte, verse en droge biomassa en bloemknoppen	16
3.2	Microbiële analyses	20
3.2.1	Analyse op bacteriemetingen	20
3.2.2	Analyse op schimmelmetingen	23
4	Bespreking en conclusies	27
4.1	Bespreking	27
4.2	Conclusies	28
Literatuur		29
Bijlage 1	Lisianthus basisvoeding	30
Bijlage 2	Biostimulanten	31
Bijlage 3	Extra PCA analyses	32
Bijlage 4	Gerealiseerde voeding	34

Samenvatting

Dit onderzoek is onderdeel van de Publiek Private Samenwerking, 'Total use van organische reststromen: groeimedia, grondverbetersaars, veenvervanging en koolstofopslag'. Het project wordt gefinancierd door de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en de deelnemende bedrijven. Deze bedrijven zijn de reststroom verwerkende bedrijven Attero, Den Ouden, Mavitec en Terra Fiber en de potgrond producenten Jiffy, Kekkilä-BvB en Pokon Naturado. De betrokken onderzoeksbedrijven zijn TNO Energie Technieken en Wageningen University & Research, business unit Glastuinbouw.

Het project is opgezet om de overgang van niet-hernieuwbare grondstoffen (fossiel veen) naar hernieuwbare grondstoffen een impuls te geven. Daarbij ligt de focus op korte termijn grootschalig toepasbare grondstoffen, gedefinieerd als opschaalbaar tot meer dan 100.000 m³/jaar. Deze grens is getrokken omdat een schaal van 100.000 m³/jaar het mogelijk maakt voor potgrondbedrijven te investeren in gerichte opstellingen voor technische voorbewerking.

Deze proef is onderdeel Werkpakket 2, waarin Biochar en houtige snoeiresten als alternatief voor veen in potgrondmengsels werden onderzocht in combinatie met biostimulanten. De keuze voor biochar, groencompost en biostimulanten is gebaseerd op de al in praktijk zichtbare effecten van een toename in gebruik van minder stabiele hernieuwbare grondstoffen. De lagere stabiliteit van potgrondmengsels leidt tot een hogere microbiële activiteit (meer afbraak) en het vastleggen van stikstof. Indirect trekt dit ook meer insecten aan, waarvan de larven groot worden door het eten van micro-organismen. Biochar is daarbij juist erg stabiel terwijl groencompost rijk is aan micro-organismen.

Het doel was het bepalen van het effect van:

- Biochar, groencompost en drie microbiële biostimulanten op boven- en ondergrondse groei.
- Biochar, groencompost en drie microbiële biostimulanten op de samenstelling van micro-organismen in het groeimedium.

Dit is uitgevoerd in een kleinschalig teeltproef met Lisianthus (*Eustoma*) van 28 juni tot 23 augustus 2021. Hierbij is een eerder ontwikkeld protocol voor het meten van microbiële activiteit gevolgd. De microbiële biostimulanten waren Biovin (met Streptomyceten en bacteriën), CompetePlus (met o.a. Trichodermas), en Biopak (met Bacillus). Zie ook Bijlage 2, Microbiële samenstelling van de producten.

De groei van het gewas *Eustoma*/Lisanthus reageert negatief op het inmengen van 0.5-3%v/v biochar maar minder negatief op het inmengen van 5-10%v/v biochar. De groei reageert positief op een toevoeging van 5-10%v/v compost. Het toevoegen van de biostimulanten is positief voor de combinatie Biovin 5%v/v compost en Biopak 5%v/v compost. De groei in CompetePlus wordt gehinderd door 5%v/v biochar en compost. Alle toevoegingen van een biochar compost mengsel leiden direct tot een duidelijk ander microbioom en dit verschil blijft bestaan tot einde van de teelt. Het toevoegen van biostimulanten heeft, en dan met name voor Biovin, herkenbare invloed bij aanvang van de teelt, maar het verschil verdwijnt later in de teelt.

1 Introductie

1.1 Achtergrond

Het hier beschreven onderzoek is onderdeel van een Publiek Private Samenwerking, Total use van organische reststromen: groeimedia, grondverbeteraars, veenvervanging en koolstofopslag, bekend onder nummer LWV 20.34. Het project wordt gefinancierd door de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en de deelnemende reststroom verwerkende bedrijven Attero, Den Ouden, Mavitec en Terra Fiber en potgrond producenten Jiffy, Kekkilä-BvB en Pokon Naturado. De betrokken onderzoeksbedrijven waren TNO Energie Technieken en Wageningen University & Research, business unit Glastuinbouw.

Het project is opgezet om de overgang van niet-hernieuwbare grondstoffen (fossiel veen) naar hernieuwbare grondstoffen een impuls te geven. Daarbij ligt de focus op op korte termijn grootschalig toepasbare grondstoffen, gedefinieerd als opschaalbaar tot meer dan 100.000 m³/jaar. Deze grens is getrokken omdat een schaal van 100.000 m³/jaar het mogelijk maakt voor potgondbedrijven te investeren in gerichte opstellingen voor technische voorbewerking.

Deze proef is onderdeel Werkpakket 2, waarin Biochar en houtige snoeiresten als alternatief voor veen in potgrondmengsels werden onderzocht in combinatie met biostimulanten. De keuze voor biochar, groencompost en biostimulanten is gebaseerd op de al in praktijk zichtbare effecten van een toename in gebruik van minder stabiele hernieuwbare grondstoffen. De lagere stabiliteit van potgrondmengsels leidt tot een hogere microbiële activiteit (meer afbraak) en het vastleggen van stikstof. Indirect trekt dit ook meer insecten aan, waarvan de larven groot worden door het eten van micro-organismen. Biochar is daarbij juist erg stabiel, terwijl groencompost rijk is aan micro-organismen.

Voor de proef zijn microbiële biostimulanten van Plant Health Cure (PHC) gebruikt. PHC is sinds januari 2021 onderdeel van partner Den Ouden. PHC ontwikkelt bodemschimmels, bodembacteriën en plantaardige meststof producten die het bodemleven en plantweerbaarheid kunnen stimuleren. Een algemene onzekere factor bij het toepassen van microbiële biostimulanten is dat deze bij toepassen in een groeimedium soms onbedoeld snel uitsterven in de nieuwe microbiële omgeving. Gehoopt wordt dat de combinatie met biochar of groencompost deze middelen beter werkzaam kan maken. De biochar of groencompost zou dan als drager ("carrier") voor de biostimulanten kunnen dienen (Glodowski, 2014).

1.2 Doelstelling

Het doel van deze proef is een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van mengsels van biochar en geselecteerde compost met aandacht voor het verbeteren van de werking van geselecteerde biostimulanten. Er werd binnen deze proef gekeken naar:

- Het effect van de drie microbiële biostimulanten van PHC op boven- en ondergrondse groei.
- Het effect van biochar, compost en de drie microbiële biostimulanten op de samenstelling van micro-organismen in het groeimedium.

1.3 Aanpak

In een kleinschalig teeltproef is het effect van drie microbiële biostimulant producten op groei en ontwikkeling van Lisianthus (*Eustoma*) vergeleken op verschillende mengsels van veen, biochar en groencompost. De microbiële biostimulanten waren:

- Biovin, een product op basis van restanten tijdens het pressen van druiven dat diverse bodemschimmels, Streptomyceten en bacteriën bevat.
- CompetePlus, met o.a. Trichoderma.
- Biopak met Bacillus (Bijlage 2, Microbiële samenstelling van de producten).

Het experiment is gedurende 8 weken uitgevoerd (één Lisianthus groeicyclus) in een proefkas van Wageningen University & Research Business unit Glastuinbouw in Bleiswijk.

1.4 Organisatie

De proef is uitgevoerd door het team Gewasgezondheid (tegenwoordig Root Zone Dynamics) binnen Wageningen University & Research in Bleiswijk. Chris Blok, projectleider Wortelmedia en plantvoeding, leidde het project. Marta Streminska, onderzoekster microbiële ecologie, droeg samen met Khanh Pham bij met microbiële kennis. De proef is praktisch uitgevoerd door technisch onderzoekers Ariyati Persijn en Nina Oud en later nabewerkt door Antonella Cristina. Het tuinpersoneel onder leiding van Marcel van de Graaf hield zich bezig met de teelt technische aspecten, zoals gelijkmatige watergift.

2 Methoden en materialen

2.1 Keuze plantensoort

Lisianthus stekken (cultivar Rosita White) werden gebruikt voor de proef.

2.2 Keuze van het groeimedium

Er is gekozen voor het maken van mengsels met 3 verschillende grondstoffen; biochar, groencompost en witveen. De grondstoffen werden geanalyseerd op beschikbare nutriënten met de 1:1.5 analyse en op totaal aanwezige nutriënten met een destructieve totaal analyse. Beide analyses zijn uitgevoerd door een extern lab (Eurofins) (Tabel 1 en 2).

2.2.1 Biochar

Biochar is een houtskoolstofachtige stof. Het is een product dat ontstaat tijdens verhitting tot hoge temperaturen onder zuurstofloze omstandigheden. Dit proces heet pyrolyse. Deze biochar is geproduceerd door Den Ouden en is gemaakt van naaldhoutchips en werd verhit tot 550-650 °C.

2.2.2 Groencompost

Groencompost bestaat uit organisch plantaardig materiaal, dat is afgebroken door micro-organismen. Deze compost is geproduceerd door Den Ouden. Als basis zijn groene reststromen uit landschapsbeheer gebruikt, voornamelijk snoeihout, gras uit bermen en natuurgebieden en blad. De verhouding hout, gras en blad wordt geoptimaliseerd met het oog op de te bereiken kwaliteit. Hierbij wordt gelet op de kenmerken van de inputmaterialen, zoals organische stof, nutriënten en respiratie waardes. Het duurt circa 8 weken om deze (RHP-)compost te maken. Na 8 weken rijpt de compost uit in een depot.

2.2.3 Witveen

Het veen in deze proef is gefreesd, onbemest en onbekalkt witveen van Kekkilä-Bas van Buren.

Tabel 1 *Overzicht de 1:1.5 analyses nutriënten van biochar, compost en witveen.*

Groeimedium		Biochar	Compost	Witveen
pH		9,5	7,6	4,1
EC	dS/m	0,3	2,4	0,1
NH ₄	mmol/l	0,0	0,0	0,3
K	mmol/l	2,3	16,1	0,0
Na	mmol/l	0,0	3,1	0,2
Ca	mmol/l	0,1	1,2	0,1
Mg	mmol/l	0,0	0,6	0,0
Si	mmol/l	0,0	0,4	0,0
NO ₃	mmol/l	0,0	3,6	0,1
Cl	mmol/l	0,0	10,9	0,4
SO ₄	mmol/l	0,0	0,7	0,0
HCO ₃	mmol/l	2,1	2,1	0,0
PO ₄	mmol/l	0,0	0,2	0,0
Fe	µmol/l	0,7	16,6	2,2
Mn	µmol/l	0,0	1,4	0,4
Zn	µmol/l	0,0	1,0	0,1
B	µmol/l	0,0	53,0	0,0
Cu	µmol/l	0,0	0,6	0,3
Mo	µmol/l	0,0	0,8	0,0
Kationensom	meq/L	0,3	2,3	0,0
Anionensom	meq/L	0,2	1,7	0,1
EC berekend	dS/m	0,2	2,0	0,0

Tabel 2 *Overzicht van de Totaal analyses nutriënten van biochar, compost en witveen.*

Groeimedium		Biochar	Compost	Witveen
DS	%w/w	79,3	50,5	45,8
K	mmol/kg ds	53,3	164,0	0,0
Na	mmol/kg ds	0,0	26,2	0,0
Ca	mmol/kg ds	145,0	413,0	114,0
Mg	mmol/kg ds	28,2	111,0	33,0
N-tot	mmol/kg ds	138,0	692,0	887,0
SO ₄	mmol/kg ds	0,0	53,0	41,0
PO ₄	mmol/kg ds	9,1	62,0	8,0
Fe	mmol/kg ds	1,5	117,0	27,7
Mn	mmol/kg ds	9,6	6,0	0,7
Zn	mmol/kg ds	0,4	0,0	0,2
B	mmol/kg ds	0,9	1,7	0,0
Mo	µmol/kg ds	0,0	13,1	0,0
Cu	µmol/kg ds	68,4	346,0	30,0
Kationensom	meq/kg	399,7	1238,2	294,0
Anionensom	meq/kg	147,1	860,0	977,0

2.3 Microbiële biostimulanten

Drie verschillende microbiële biostimulanten van Plant Health Cure zijn in deze proef opgenomen.

2.3.1 Biovin® (o.a. Streptomyces)

Biovin® poeder (Plant Health Cure) wordt verkregen uit de restanten na het persen van druiven (most). Door humificatie (de vertering van organische stof) van deze druivenrestanten bevat het product organische plantennutriënten, organische voeding voor micro-organismen en micro-organismen. Het product is gebaseerd op 100% gehumificeerde druivenmost en bevat diverse bodemschimmels tot een niveau van $10^6/g$, Streptomyces met $10^6/g$ en bacteriën met $10^8/g$ (mogelijk +/- 15%) (Bijlage 2).

De aanbevolen dosering voor containerteelt met 3 kg/m^3 is gevolgd. Dit is omgerekend 3 gram product per L groeimedium. Het product werd oplost in bassin water (mix van hemelwater en door omgekeerde osmose behandeld grondwater) en vervolgens door het groeimedium gemengd (een toename van 10%-v/v van het potje). Het groeimedium werd daarna op 40%-v/v vocht gebracht. Dit doormengen en op vocht niveau brengen werd 14 dagen voor beplanting gedaan, zodat de micro-organismen uit de Biovin actief konden worden.

Biovin kan gemonitord worden op de algemene aanwezigheid van Streptomyces (als de juiste qPCR sets om dit te meten zijn aangeschaft). Na toedienen is het verschil met al in het groeimedium aanwezige Streptomyces niet meetbaar.

2.3.2 CompetePlus (Trichoderma)

CompetePlus (Plant Health Cure) bevat diverse micro-organismen met Trichoderma, Azotobacter en Bacillus soorten. Een dosering van 2 kg/ha werd gevolgd, wat neerkomt op 0.2 gram per m^2 . De CompetePlus werd opgelost in bassin water, door het groeimedium gemengd (een toename van 10%-v/v van het potje). Het groeimedium werd daarna op 40%-v/v vocht gebracht. Dit doormengen en op vocht niveau brengen werd 14 dagen voor beplanting gedaan, zodat de gewenste micro-organismen in de CompetePlus actief konden worden. We waren vooral geïnteresseerd in het volgen van de Trichoderma in het groeimedium. De gedachte was dat Bacillus afhankelijk is van de plant en hierdoor moeite heeft om te overleven gedurende de 14 dagen voor beplanting. Trichoderma heeft deze afhankelijkheid niet. Het idee is dat Trichoderma uit de Compete Plus in deze tijd vooral actief kan worden in het groeimedium om zo het effect van Trichoderma op de plant en bodemleven te maximaliseren.

2.3.3 Biopak (Bacillus)

Biopak (Plant Health Cure) is een biostimulant met verschillende Bacillus soorten (Bijlage 2). Voor overleving van Bacillus is de plant nodig. Deze biostimulant werd vlak voor beplanting aan de groeimediummengsels toegevoegd. Een dosering van 2 kg/ha werd aangehouden, wat net zoals bij CompetePlus neer komt op 0.2 gram per m^2 .

Zonder te zeggen dat dit ook geldt voor Biopak, is al bekend dat Bacillus bewezen effectief is tegen biotische stress door ziekteverwekkers zoals meeldauw en Pythium (Punja *et al.*, 2019). Daarnaast hebben sommige bacillussoorten ook invloed op plantgroei, door o.a. beïnvloeding van fosfor beschikbaarheid (Garcia-Lopez en Delgado, 2016).

2.4 Behandelingen

De proef bestond uit 17 behandelingen (Tabel 3) met 3 verschillende grondstoffen en 3 biostimulant producten.

Behandelingen 1 t/m 8 waren behandelingen zonder biostimulant toevoeging. Behandelingen 1 en 2 bestonden uit de controle behandelingen zonder en respectievelijk met plant, beiden met 100% witveen als groeimedium. De dubbele controles dienen als indicatie voor de samenstelling van schimmel- en bacteriëngemeenschappen. Behandelingen 3 t/m 5 bevatten 1, 3 of 10%-v/v biochar in combinatie met 99, 97 of 90%-v/v witveen. Behandelingen 6 t/m 8 bevatten 1, 3 of 10%-v/v compost in combinatie met 99, 97 of 90%-v/v witveen.

Behandelingen 9 t/m 17 waren de behandelingen waar één van de biostimulant producten aan was toegevoegd. Elke biostimulant product kwam in 3 behandelingen voor. Alle 3 behandelingen hadden dezelfde concentratie biostimulant product, maar verschilden in de samenstelling van het groeimediummengsel: 0.5, 1.5 of 5%-v/v biochar en 0.5, 1.5 of 5%-v/v compost, aangevuld tot 100% met 99, 97 of 90%-v/v witveen. Behandeling 9 t/m 11 bevatten het product Biovin. Behandelingen 12 t/m 14 bevatten het product CompetePlus en behandelingen 15 t/m 17 het product Biopak.

Tabel 3 *Overzicht van de verschillende behandelingen.*

Nr behandeling	Biostimulant	Biochar %v/v	Compost %v/v	Veen %v/v
1	Controle zonder plant	0		100
2	Controle met plant	0		100
3		1		99
4		3		97
5		10		90
6			1	99
7			3	97
8			10	90
9	Biovin	0.5	0.5	99
10	Biovin	1.5	1.5	97
11	Biovin	5	5	90
12	CompetePlus	0.5	0.5	99
13	CompetePlus	1.5	1.5	97
14	CompetePlus	5	5	90
15	BioPak	0.5	0.5	99
16	BioPak	1.5	1.5	97
17	BioPak	5	5	90

Met behulp van het Root Zone Dynamics (WUR) mixing model (Systematische aanpak voor het mengen van hernieuwbare materialen voor substraat - WUR) werd extra kalk, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NPK en ijzer toegevoegd aan het groeimediummengsel van elke behandeling. Alle 17 groeimediummengsels zijn op 40%-v/v weggezet op kamertemperatuur voor 14 dagen zodat alle 17 behandelingen voor de start van de kasproef een zo gelijk mogelijke behandeling kregen en voor behandelingen 9 t/m 14 de gewenste micro-organismen in de biostimulant producten actief konden worden. De zakken van de groeimediummengsels waren van tevoren geperforeerd ter voorkoming van zuurstofloze omstandigheden. De behandelingen met Biovin en CompetePlus zijn aan het begin van deze 14 dagen aan de groeimediummengsels toegevoegd. Bij de behandelingen 15 t/m 17 is vlak voor beplanting Biopak toegevoegd door 5%-v/v oplossing toe te voegen en vervolgens door het groeimedium te mengen. Alle groeimediummengsel zijn op 45%-v/v vocht gebracht tijdens beplanting met Lisianthus.

2.5 Fertigatiesysteem

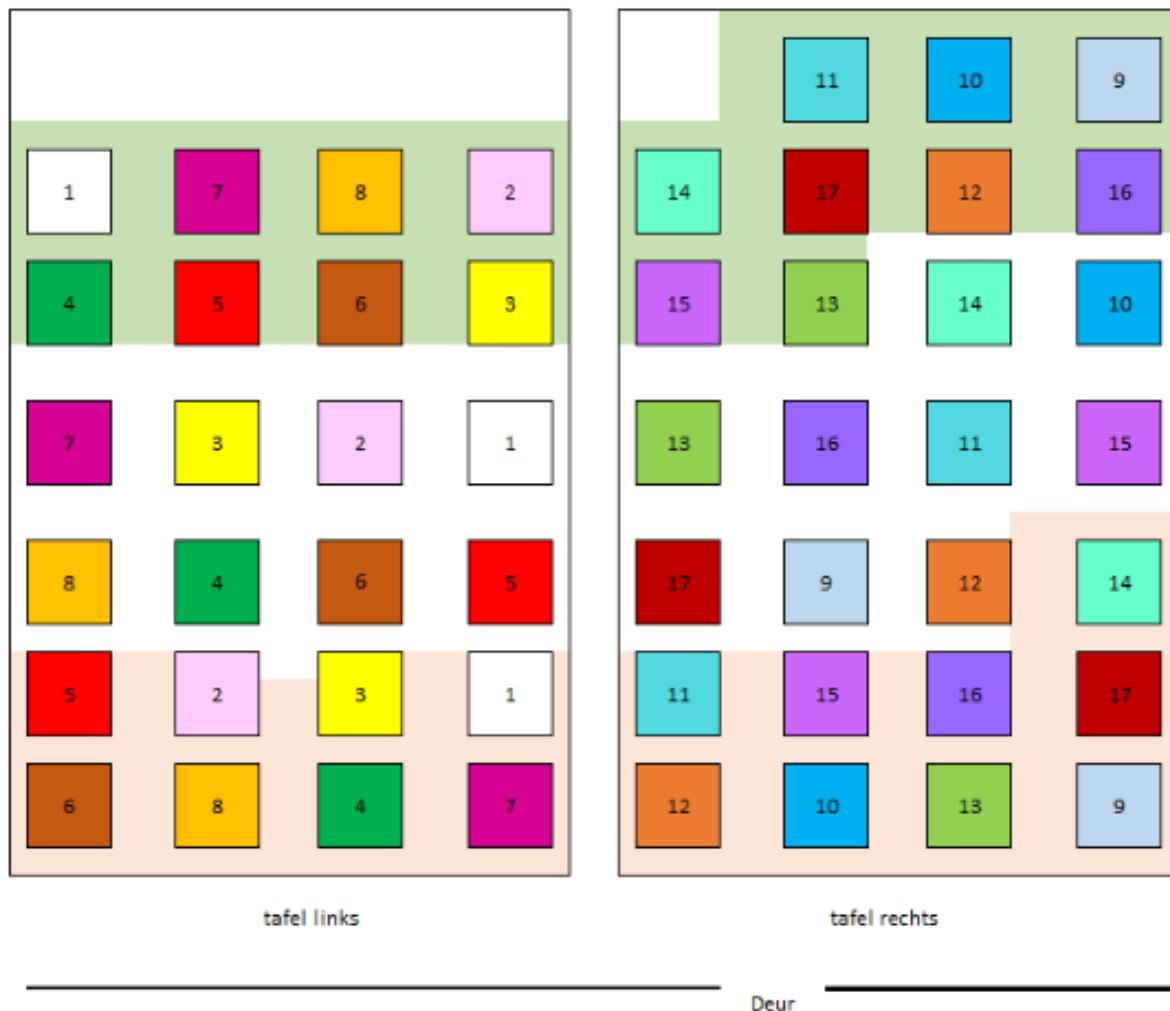
Nadat alle potten gevuld waren met het groeimedium, werden Lisianthus stekken cultivar Rosita White geplant. Irrigatie werd gedaan door handmatig sproeien van standaard Lisianthus-voeding (Bijlage 1, Figuur 1) van boven de planten totdat ze net verzadigd waren.



Figuur 1 Links gevulde maar nog niet geplante potten met op de achtergrond de trays met pluggen zoals geleverd door de plantenkweker. Rechts de potten enkele dagen na planten en het toedienen van water en voeding met de broes.

2.6 Plattegrond

De behandelingen werden random in blokken verdeeld over twee eb en vloedtafels in afdeling 1.03 (airco-kas, Figuur 2). Elke behandeling komt in 3 herhalingen voor. Op de linker tafel stonden de behandelingen zonder biostimulant (behandelingen 1 t/m 8) en op de rechter tafel de behandelingen met biostimulant (behandelingen 9 t/m 17). Elke tafel bestond uit 3 blokken, waarin één herhaling van elke behandeling stond.



Figuur 2 Overzicht positie van behandelingen in kas. De nummers corresponderen met de nummers van de behandelingen in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** De linker tafel is voor behandelingen zonder biostimulanten en rechter tafel voor behandelingen met biostimulanten. Elke herhaling komt voor in een apart blok (aangegeven met groen, wit en oranje achtergrond kleur op de tafel).

2.7 Teeltopzet

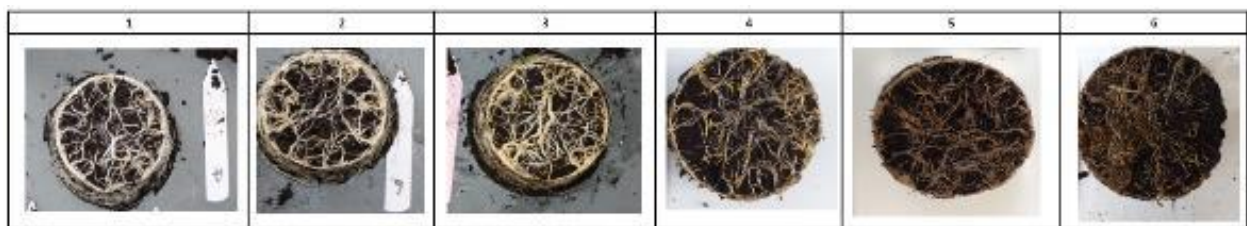
Voor het experiment werden in totaal 306 Lisianthus stekken gebruikt (cultivar Rosita White). Elke stek in een apart potje met 400 ml groeimedium. De planten ondergingen 17 behandelingen (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** voor een overzicht) met 3 herhalingen per behandeling en 6 planten per herhaling (zie Figuur 2). Om het effect van de positie te minimaliseren werden planten met biostimulanten behandelingen op een andere tafel gezet dan de behandelingen zonder biostimulanten. De positie van

herhalingen van de diverse behandelingen was willekeurig per blok verdeeld op iedere tafel. De plantdichtheid is 33 planten per m².

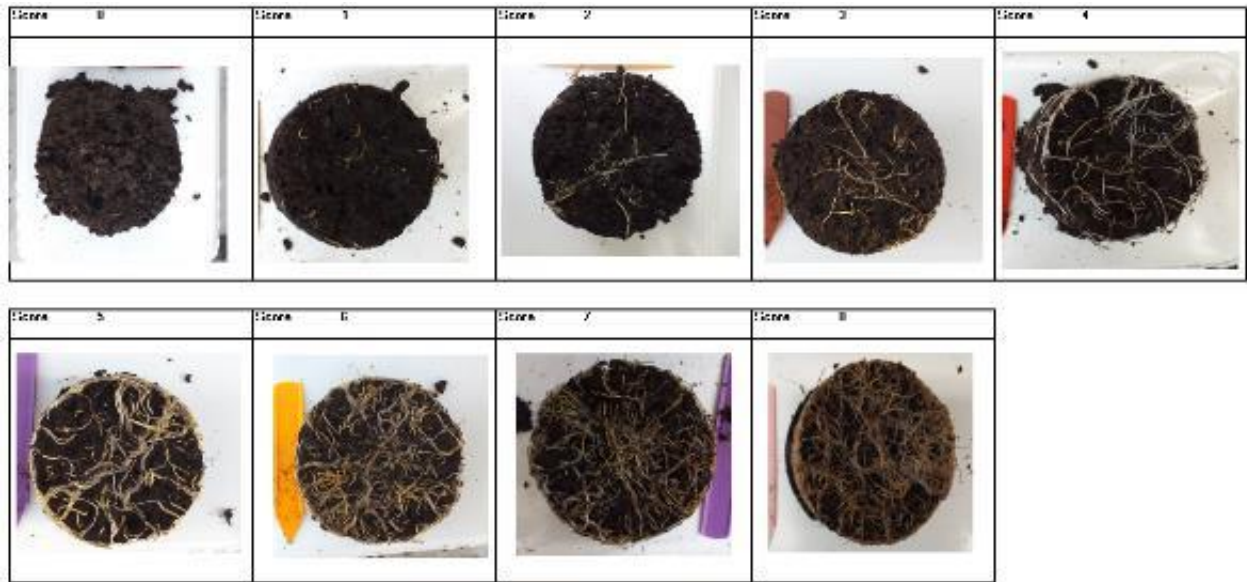
Vanwege de beperkte ruimte op de tafels zijn er geen randplanten gebruikt en daarom is een tochtscherm van doorzichtig plastic geïnstalleerd rond de tafel met een hoogte van initieel 20 cm en dit werd later verhoogd tot zo'n 30 cm toen de planten groeiden tot boven de hoogte van het tochtscherm. Om een gelijkwaardige start te krijgen voor alle planten werden in het begin alle potten gevuld met groeimedium volgens de behandeling. Vervolgens werden Lisianthus stekken in de potten gepland op 28 juni en geoogst op 23 augustus 2021.

2.8 Waarnemingen

De ontwikkeling van de samenstelling van schimmel en bacteriegemeenschappen in het groeimedium van de controle planten en behandelingen 9-17 werd bepaald door middel van qPCR analyse op de tijdstippen 0, 1, 5 en 8 weken na planten. In het monster van het groeimedium van de biochar en controle behandelingen met plant werd een marker toegevoegd omdat bleek dat de extractie-efficiëntie al door betrekkelijk lage gehalten biochar, behoorlijk verlaagd werd, d.w.z. interfereert met de meting (Jin, 2010). Op het einde van het experiment werden de lengte, versgewicht, drooggewicht, aantal bloemknoppen (zowel dicht als open), aantal open bloemen en beworteling gemeten. Beworteling werd bepaald door het scoren van kleur (Figuur 3) en het wortelbedekte oppervlakte (Figuur 4). Dit werd uitgevoerd door drie waarnemers. Na de beoordelingen werden de scores van de individuele waarnemers gestandaardiseerd zodat de gemiddelde waardering en spreiding van de beoordelingen gelijk werden. Daarna werden de beoordelingen verwerkt met een ANOVA.



Figuur 3 Overzicht van de scoringskaart gebruikt voor wortelkleur (schaal loopt van 1 (wit) tot en met 6 (donkerbruin)).



Figuur 4 *Overzicht van de scoringskaart gebruikt voor wortel bedekte oppervlakte (schaal loopt van 0 (geen wortels) tot en met 8 (bijna volledig bedekt)).*

3 Resultaten

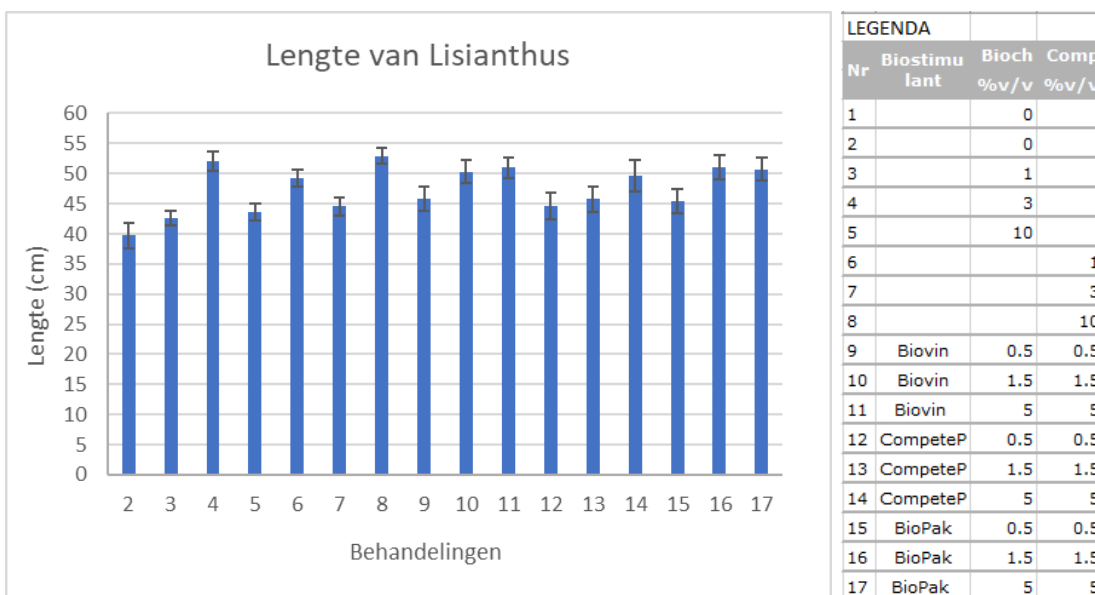
De ontwikkeling van de Lisianthus stekken gedurende proef zijn te zien in Figuur 5.



Figuur 5 Van links naar rechts een overzicht van de plantontwikkeling in de teelt. Links enkele dagen na planten (28-06), midden na 2 weken en rechts bij de oogst (23-08-2021).

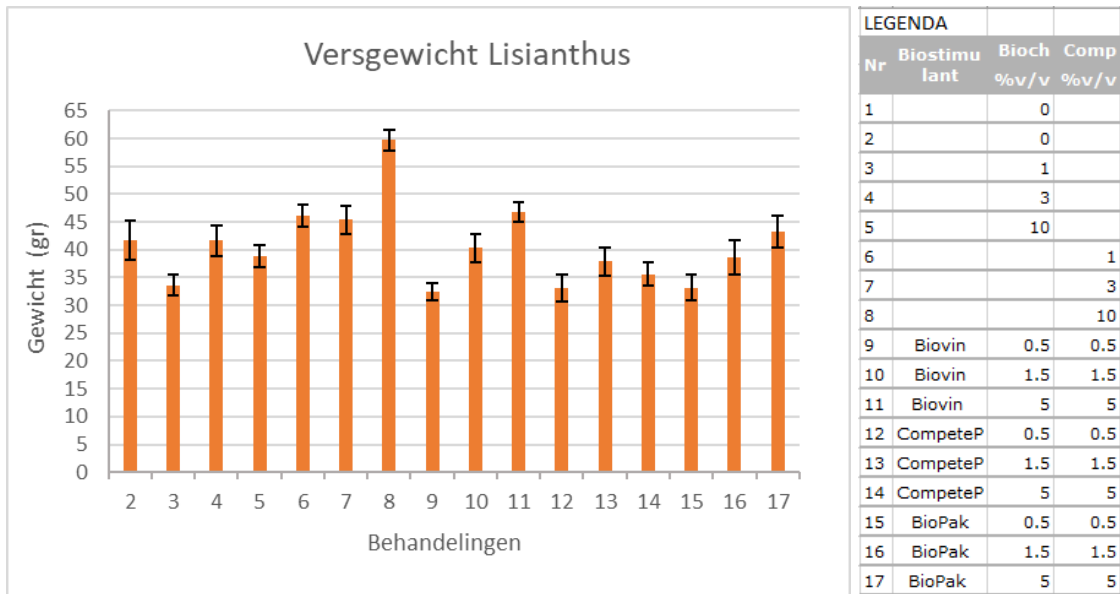
3.1 Lengte, verse en droge biomassa en bloemknoppen

In de controle behandeling met 100% veen (behandeling 2) bleven de planten het kleinst (Figuur 6). Voor de behandelingen met biostimulant (behandelingen 9 t/m 17) gaven de met groeimediammengsel met biochar/compost/veen 5/5/90%-v/v langere planten (behandelingen 11, 14 en 17) vergeleken met de planten die meer veen in het groeimediam hadden.



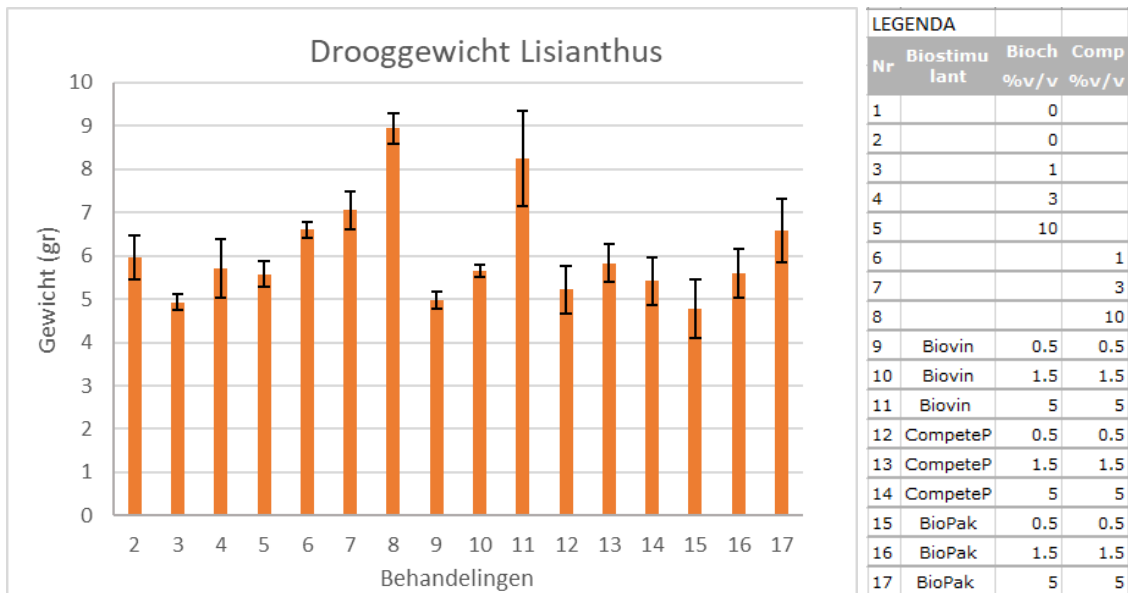
Figuur 6 Lengte van de planten voor de verschillende behandelingen tijdens de eindoogst.

De versgewichten van de behandelingen met biostimulant (behandelingen 9 t/m 17) lijken iets lager te liggen dan zonder biostimulant. Per biostimulant neemt het versgewicht iets toe in de groeimedia met het laagste veen %-v/v (behandelingen 11, 14 en 17) (Figuur 7).



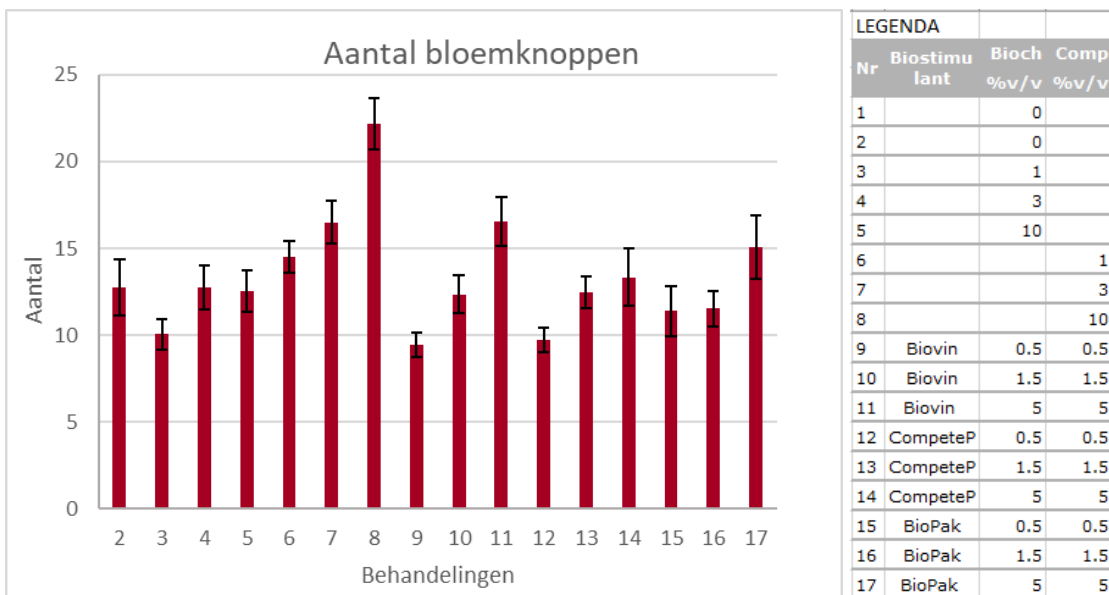
Figuur 7 Versgewicht van de planten voor de verschillende behandelingen tijdens de eindogst.

De trend in drooggewicht komt redelijk overeen met de versgewichten. De behandelingen met biostimulant (behandelingen 9 t/m 17) lijken iets lager te liggen dan zonder biostimulant (uitgezonderd behandeling 11). Voor de behandelingen met Biovin (behandelingen 9 t/m 11) en Biopak (behandelingen 14 t/m 17) ligt het droog gewicht hoger in de planten van de groeimedia met het laagste veen %-v/v (behandelingen 11 en 17) (Figuur 8).

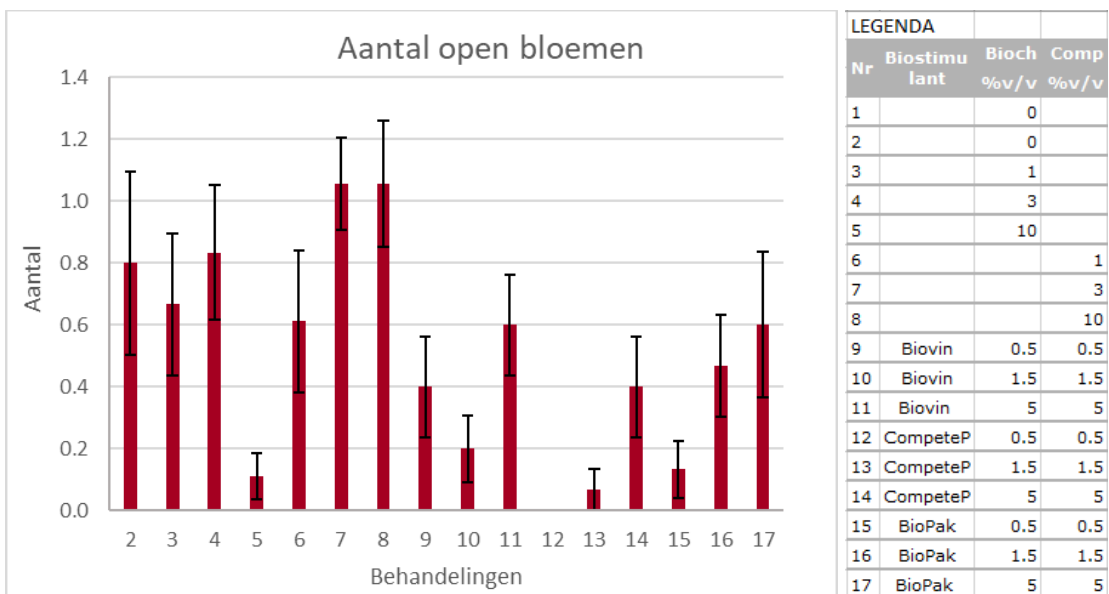


Figuur 8 Drooggewicht van de planten voor de verschillende behandelingen tijdens de eindogst.

Het aantal bloemknoppen bij de eind oogst op 23 augustus, laat zien dat de hoogste doseringen compost de groei niet zowel vegetatief (Figuur 7 en 8) als generatief positief beïnvloeden (Figuur 9). Het aantal open bloemen is wel waargenomen maar toont voorsnog onverklaarbare spreiding in combinatie met een veel variatie per herhaling (Figuur 10).

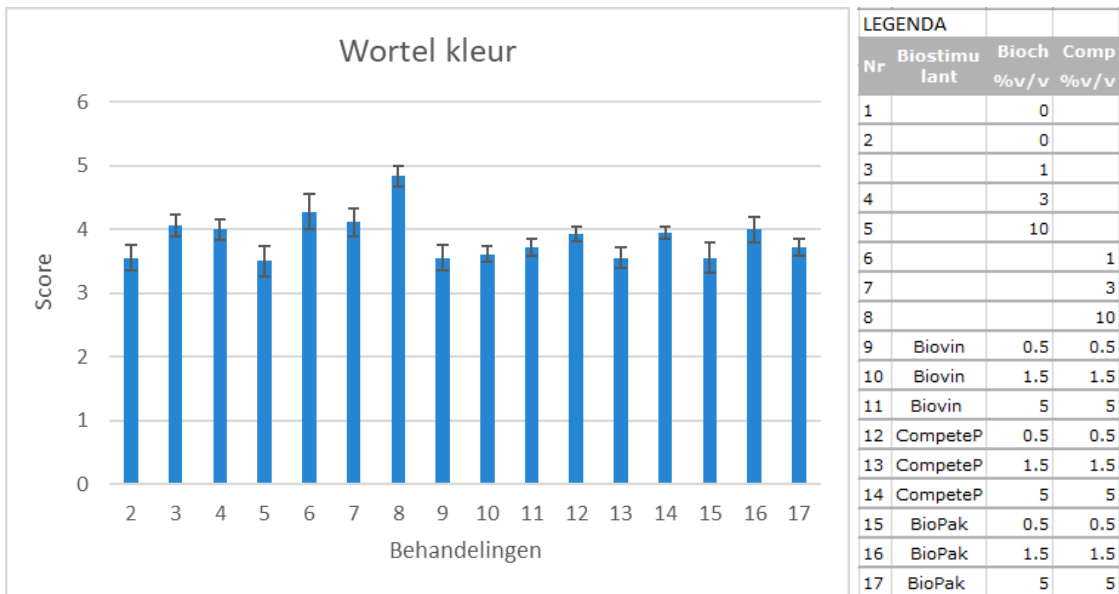


Figuur 9 Aantal bloemenknoppen van de planten voor de verschillende behandelingen tijdens de eind oogst.



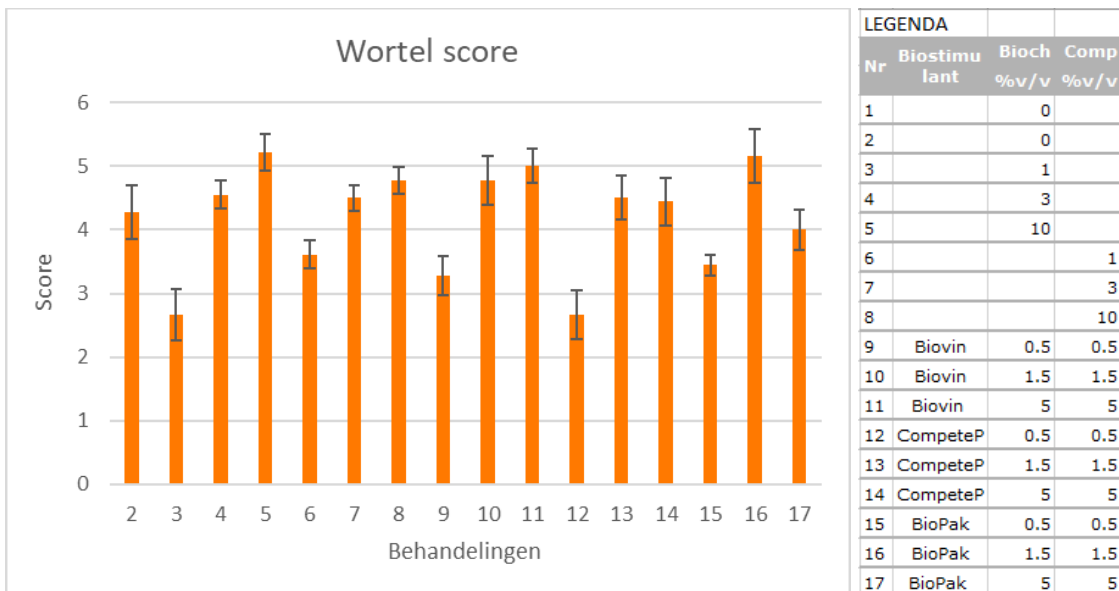
Figuur 10 Aantal open bloemen van de planten voor de verschillende behandelingen tijdens de eind oogst.

De wortelkleur correleert vaag met de verschillen in drooggewicht maar geeft veel kleinere verschillen dan het drooggewicht (Figuur 11). De waarneming maakt geen verder conclusies mogelijk.



Figuur 11 De wortel kleur van de verschillende behandelingen tijdens de eindogst. De schaal loopt van 1 (wit) tot en met 6 (donkerbruin).

De wortelscore is een schatting van het totaal bedekte oppervlak dus een maat voor de totale hoeveelheid wortels (waargenomen aan de buitenkant van de wortelkluit). Dit levert interessante verschillen op. Compost, maar meer nog de biochar heeft een positieve invloed op de totale beworteling (Figuur 12).

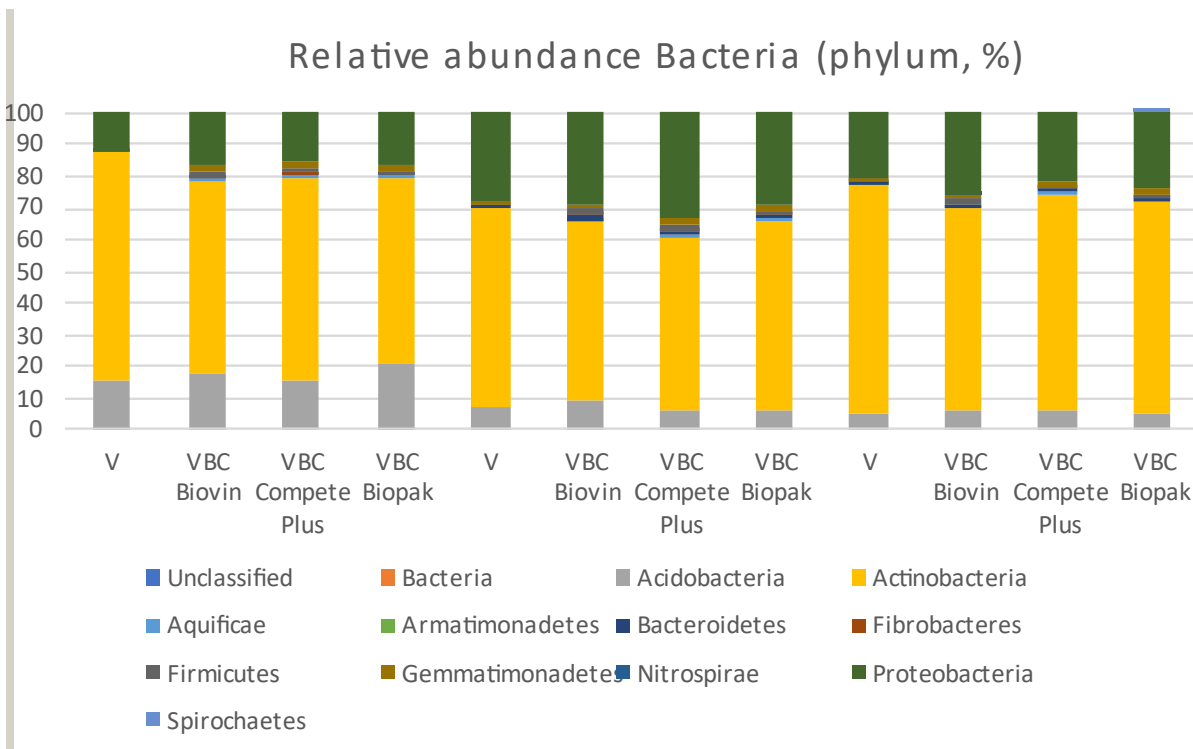


Figuur 12 De mate van beworteling door het groeimedium in de pot van de verschillende behandelingen tijdens de eindogst. De schaal loopt van 0 (geen wortels) tot en met 8 (bijna volledig bedekt).

3.2 Microbiële analyses

De next generation sequencing (NGS) is geanalyseerd op verschillende niveaus van verwantschap. Voor bacteriën is geanalyseerd op niveau van fyllum, klasse en geslacht. Voor schimmels is geanalyseerd op niveau van fyllum en geslacht. De uitkomsten worden gepresenteerd in Engelstalige dias. Steeds wordt eerst een NGS-staafgrafiek getoond met daarin de relatieve aanwezigheid van DNA van verschillende groepen, dus het percentage DNA van de groep aanwezig, waarbij de absolute hoeveelheid aanwezig onbekend is. Daarna volgt steeds een PCA-grafiek (principle components analyse). Om deze te begrijpen moet de lezer zich voorstellen dat voor elke twee gemeten groepen een grafiek gemaakt kan worden met op de ene as soort A en op de andere as soort B (met stippen voor elke behandeling van groeimedium en biostimulant). Als er 50 microbiële groepen zijn gemeten kunnen zo $50 \times 49 = 2450$ grafieken gemaakt worden. Gelukkig kan een computer een grafiek met 50 assen maken en vervolgens uitrekenen welke grafiek met twee assen het grootste gemeten verschil tussen de behandelingen laat zien. In die grafiek staat op de assen nog informatie waarbij het verschil tussen een punt en het punt (0,0) losweg overeenkomt met het belang van de punten voor een eventuele verklaring. Verder zijn er nog ovals om de bij elkaar horende puntenwolken getrokken wat het 95% betrouwbaarheidsgebied aangeeft. Als twee gebieden elkaar niet raken is het verschil statistisch betrouwbaar. Tenslotte is er nog een ovaal handmatig toegevoegd om een statistisch verschil dat is bewezen in een andere combinatie van de 2450 of zo grafieken ook hier zichtbaar te maken (NB; de rand van dit gebied is dus niet berekend).

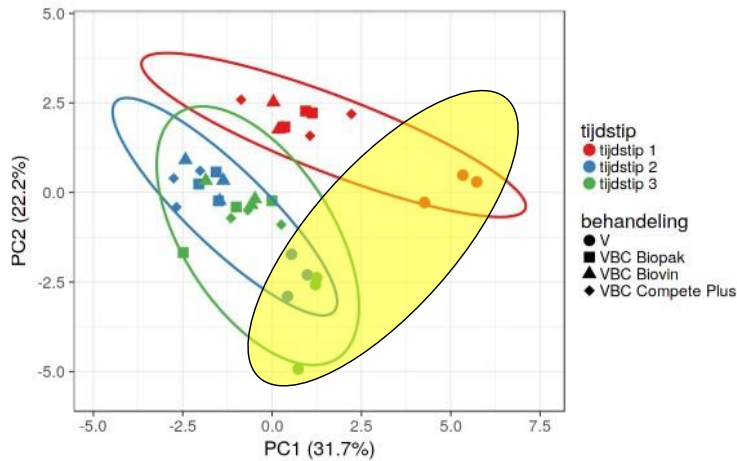
3.2.1 Analyse op bacteriemetingen



Figuur 13 NGS-grafiek van de relatieve aanwezigheid van bacteriën op fyllum niveau. Er worden twee groeimediatebehandelingen getoond (veen (V) en veen/biochar/compost (VBC)). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biovin, Compete Plus en Biopak). Deze vier behandelingen worden getoond voor van links naar rechts drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).

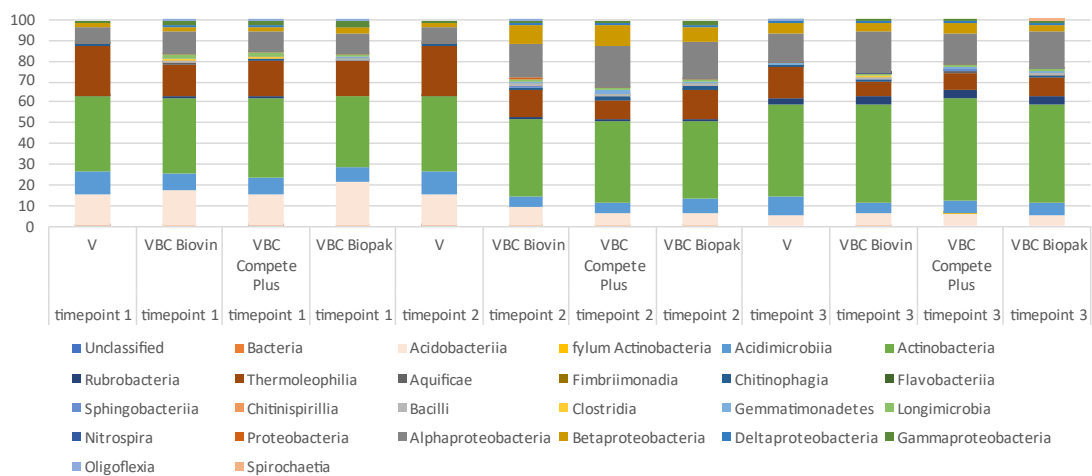
Figuur 13 toont dat de Actinobacteria in alle gevallen sterk aanwezig zijn. De Acidobacteria zijn meer aanwezig op T1. De Proteobacteria zijn met name op T2 wat meer aanwezig, vooral bij inzet van Compete Plus.

De PCA weergave in Figuur 14 toont dat het microbiom tussen T1 en T2 van elkaar verschilt terwijl het microbiom op T3 door de grotere spreiding niet te onderscheiden is van T1 of T2. Wel is er een verschil tussen het microbiom in veen en in de mengsels veen/biochar/compost.



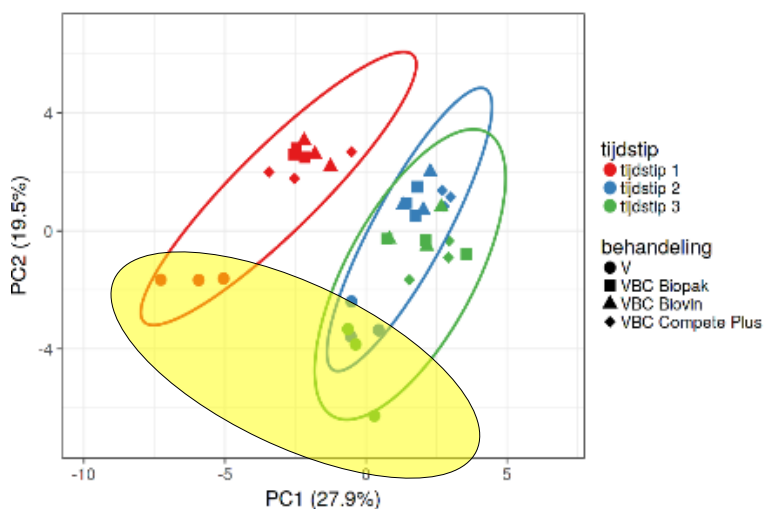
Figuur 14 PCA plot van een NGS-analyse van bacteriën op fylum niveau. Er worden twee groeimediatbehandelingen getoond, veen (V, rond/zwart) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant/zwart; driehoek/zwart en ruit/zwart). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten, respectievelijk rond/rood, rond/blauw en rond/groen). Het gele gebied is handmatig toegevoegd om een statistisch verschil dat is bewezen in een andere grafiek ook hier zichtbaar te maken (NB; de rand van dit gebied is dus niet berekend).

Als we de analyse op klasse niveau uitvoeren levert dat Figuren 15 en 16 op. Net als bij de analyse op fylumniveau domineren de Actinobacteria in alle gevallen, zijn Acidobacteria meer aanwezig op T1 en zijn Proteobacteria met name op T2 wat meer aanwezig, vooral bij inzet van Compete Plus.



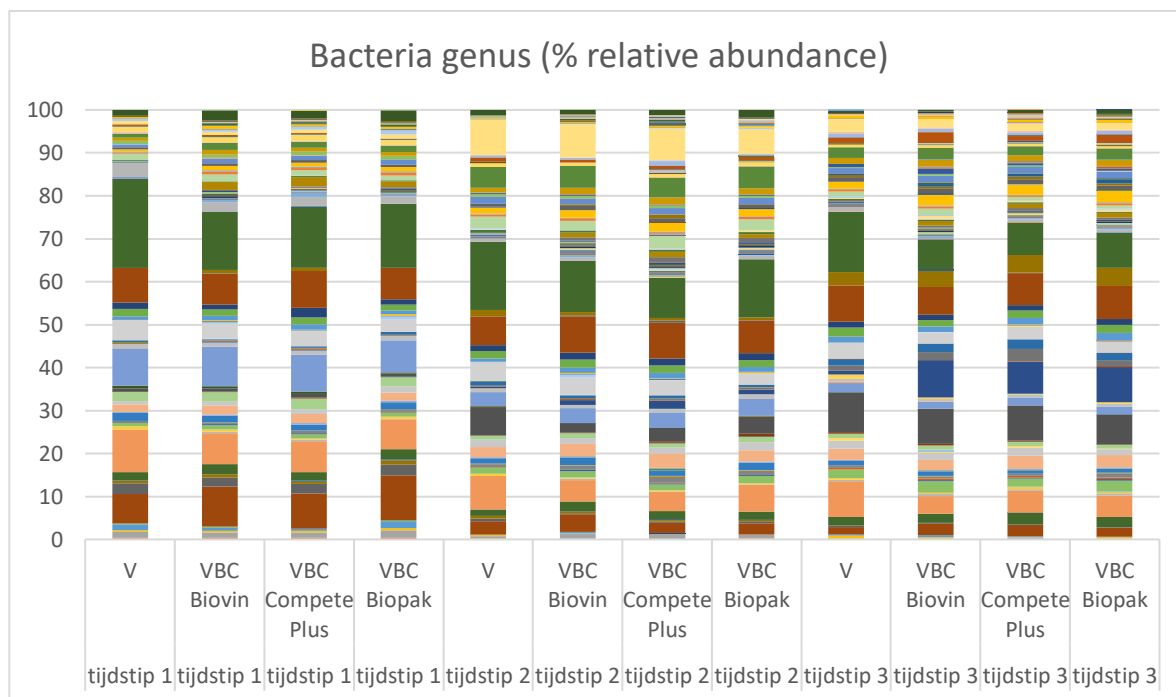
Figuur 15 NGS-grafiek van de relatieve aanwezigheid van bacteriën op klasse niveau. Er worden twee groeimediatbehandelingen getoond (veen (V) en veen/biochar/compost (VBC)). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biovin, Compete Plus en Biopak). Deze vier behandelingen worden getoond voor van links naar rechts drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).

De PCA weergave in Figuur 16 toont dat het microbiom op T1 afwijkt van het microbiom op tijdstippen T2 en T3. Er is dus een ontwikkeling in de tijd. T2 en T3 zijn niet van elkaar te onderscheiden. Wel is er een verschil tussen het microbiom in veen en in de mengsels veen/biochar/compost.

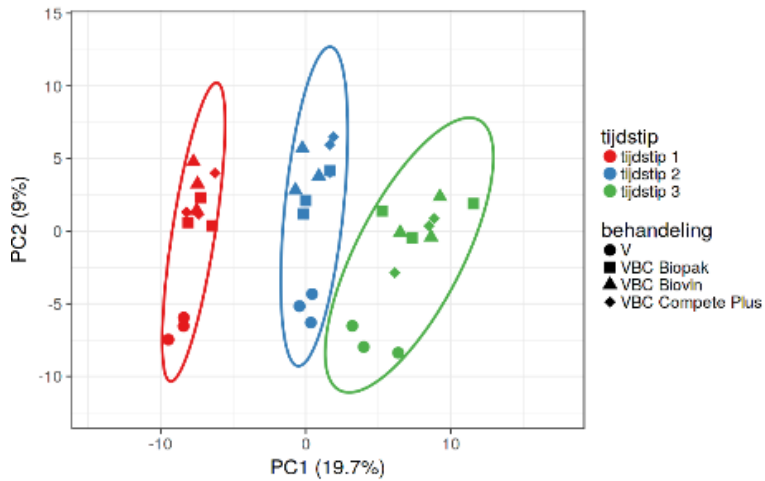


Figuur 16 PCA plot van een NGS-analyse van bacteriën op klasse niveau. Er worden twee groeimediatebehandelingen getoond, veen (V, rond/zwart) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant/zwart; driehoek/zwart en ruit/zwart). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten, respectievelijk rond/rood, rond/blauw en rond/groen). Het gele gebied is handmatig toegevoegd om een statistisch verschil dat is bewezen in een andere grafiek ook hier zichtbaar te maken (NB; de rand van dit gebied is dus niet berekend).

Tenslotte is er een analyse op geslachtsniveau uitgevoerd (Figuur 17 en 18). De stapeling van geslachten wordt nu behoorlijk moeilijk leesbaar door het grote aantal gemeten geslachten (deze zijn hier niet meer als naam toegevoegd).



Figuur 17 NGS-grafiek van de relatieve aanwezigheid van bacteriën op geslachtsniveau. Er worden twee groeimediatebehandelingen getoond (veen (V) en veen/biochar/compost (VBC)). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biovin, Compete Plus en Biopak). Deze vier behandelingen worden getoond voor van links naar rechts drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).



Figuur 18 PCA plot van een NGS-analyse van bacteriën op geslachtsniveau. Er worden twee groeimediatbehandelingen getoond, veen (V, rond/zwart) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant/zwart; driehoek/zwart en ruit/zwart). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten, respectievelijk rond/rood, rond/blauw en rond/groen). Het gele gebied is handmatig toegevoegd om een statistisch verschil dat is bewezen in een andere grafiek ook hier zichtbaar te maken (NB; de rand van dit gebied is dus niet berekend).

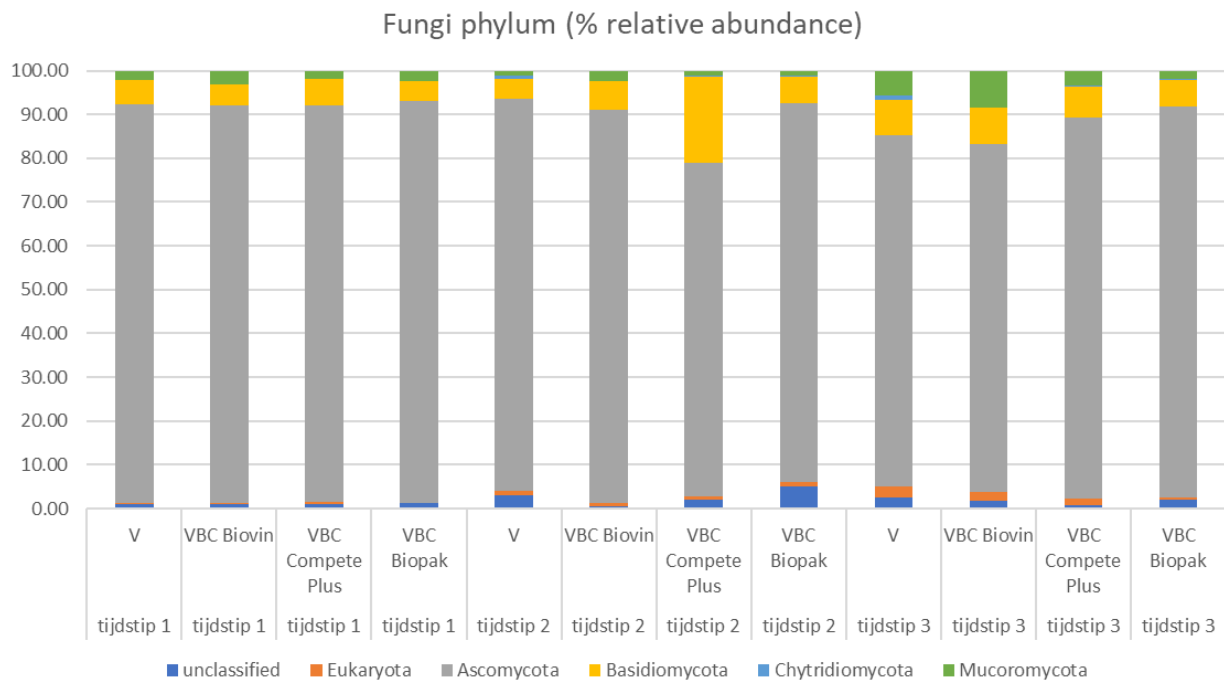
De PCA weergave in Figuur 18 toont dat de microbiomen op T1, T2 en T3 van elkaar afwijken. Er is dus een duidelijke ontwikkeling in de tijd. Ook is er nog steeds een verschil tussen het microbioom in veen en in de mengsels veen/biochar/compost.

Zoals uitgelegd aan het begin van dit hoofdstuk kunnen er op basis van de metingen nog vele honderden andere grafieken gemaakt worden. Enkele daarvan worden in Bijlage 3 getoond om duidelijk te maken dat het verschil veen/biochar-compost-veen op elk tijdstip bestaat terwijl op geen tijdstip een verschil tussen de gebruikte biostimulanten is te zien.

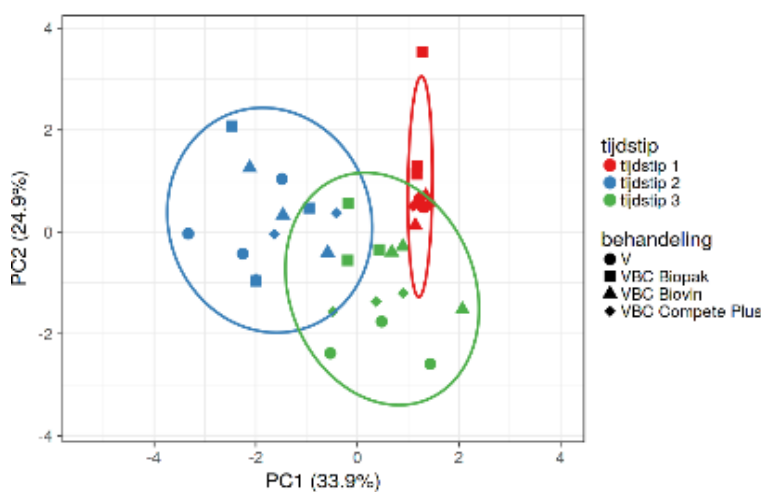
3.2.2 Analyse op schimmelmetingen

Net als bij bacteriën kunnen schimmels op verschillende verwantschapsniveaus getoetst worden. Omdat het aantal schimmels beperkter is dan bij bacteriën, volgt een analyse op niveau van fyllum en geslacht.

Op fyllumniveau kan alleen gezegd worden dat Ascomycota overheersen in alle mengsels en mogelijk door het veen worden meegebracht en in leven gehouden (Figuur 19). De PCA plot in Figuur 20 toont een verschil in schimmelbioom tussen T1 en T2 maar geen verschil tussen T2 en T1 of T3. Dat lijkt te komen door een grotere spreiding in het microbioom op T3.

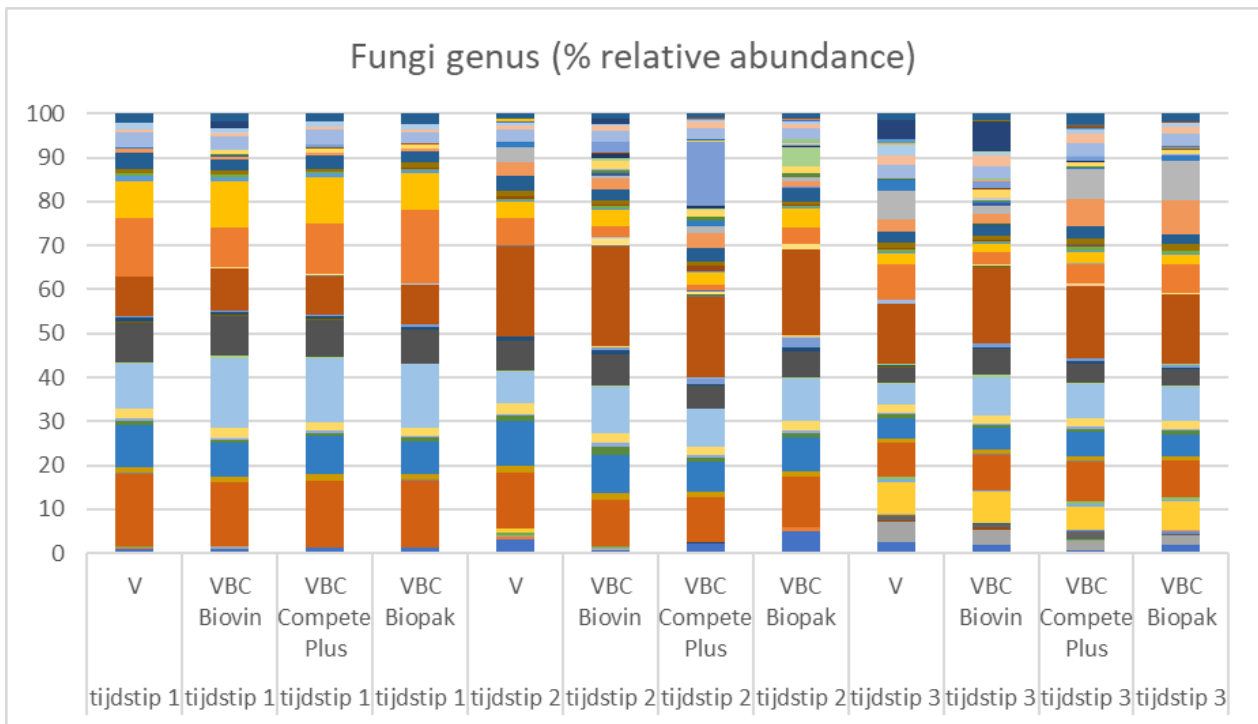


Figuur 19 NGS-grafiek van de relatieve aanwezigheid van schimmels op fyllumniveau. Er worden twee groeimediatbehandelingen getoond (veen (V) en veen/biochar/compost (VBC)). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biovin, Compete Plus en Biopak). Deze vier behandelingen worden getoond voor van links naar rechts drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).

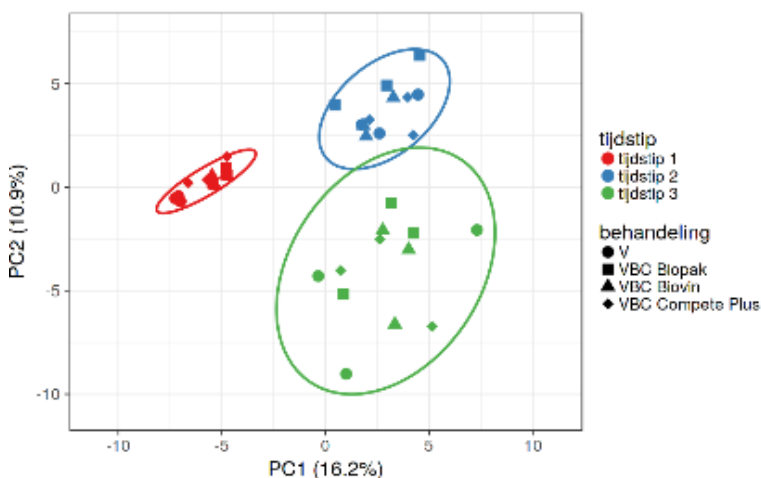


Figuur 20 PCA plot van een NGS-analyse van schimmels op fyllumniveau. Er worden twee groeimediatbehandelingen getoond, veen (V, rond) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant, driehoek en ruit). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten, respectievelijk rood, blauw en groen).

Als de schimmels op geslachtsniveau geanalyseerd worden, neemt het aantal onderscheiden geslachten weer sterk toe (namen niet getoond, Figuur 21). In de PCA-analyse blijkt er wel een verschil te zijn tussen de tijdstippen T1, T2 en T3 (eerlijk gezegd overlappen T2 en T3 nog maar de overlap is erg klein, Figuur 22).

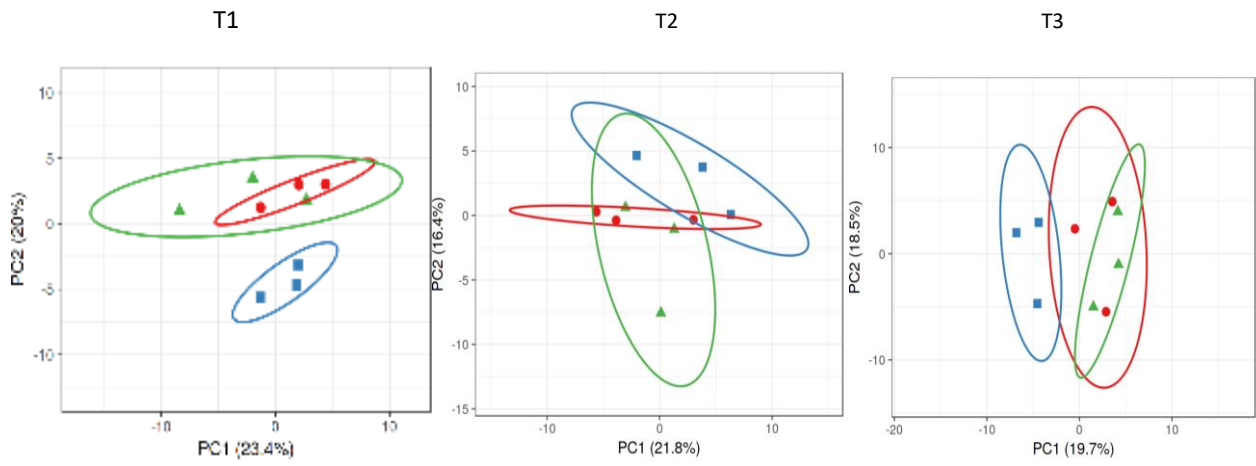


Figuur 21 NGS-grafiek van de relatieve aanwezigheid van schimmels op fyllumniveau. Er worden twee groemediabehandelingen getoond (veen (V) en veen/biochar/compost (VBC)). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biovin, Compete Plus en Biopak). Deze vier behandelingen worden getoond voor van links naar rechts drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).



Figuur 22 PCA plot van een NGS-analyse van schimmels op fyllumniveau. Er worden twee groemediabehandelingen getoond, veen (V, rond) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant; driehoek en ruit). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten, respectievelijk rood, blauw en groen).

Op basis van de metingen kunnen nog honderden andere grafieken gemaakt worden. Enkel daarvan worden in Bijlage 3 getoond maar één tijdserie zonder de vergelijking veen versus biochar-compost-veen wordt getoond in Figuur 23, omdat hier blijkt dat er een verschil is op T1 tussen de behandeling met Biovin en de overige behandelingen.



Figuur 23 PCA plot van een NGS-analyse van schimmels op geslachtsniveau. Alleen de veen/biochar/compost (VBC) behandelingen worden getoond, gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk rond/rood; vierkant/blauw en driehoek/groen). Deze behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).

4 Bespreking en conclusies

4.1 Bespreking

De groei van het gewas *Eustoma/Lisianthus* reageert negatief op het inmengen van 0.5-3%v/v biochar maar minder negatief op het inmengen van 5-10%v/v biochar. Dit is een uitkomst die niet verwacht werd omdat uit eerder onderzoek, ook voorgaand onderzoek met deze biochar, is gebleken dat bij toevoegen van 10, 20 en 30%v/v van biochar aan een weinig mengsel de opbrengst vaak 5-10% toeneemt of gelijk blijft (Jaiswal *et al.*, 2024; Blok *et al.*, 2017; Leyh and Blok, 2018). Het is hoogst speculatief hier een verklaring voor te noemen, maar onder andere kan gedacht worden aan een opvuleffect bij lage doseringen of aan een verstoring van de microbiologie. Beide verklaringen zijn voorlopig niet meer dan een opstapje naar verder onderzoek. Met het opvuleffect wordt bedoeld dat een kleine hoeveelheid biochar volledig verdwijnt in al bestaande holten in veen, waardoor het veen niet droger maar natter wordt. Met het verstoren van de microbiologie wordt bedoeld dat de aantoonbare verschuiving van het microbioom door biochar pas bij een hogere dosering gunstig voor de plant is.

De groei reageert positief op een toevoeging van 5-10%v/v compost. Dit is een duidelijk effect en het feit dat dit al optreedt bij 5-10%v/v compost is van praktisch belang. Een bijkomende vraag is dan wel of de basisbemesting van de *Lisianthus* in dit geval voldoende hoog was voor alle benodigde elementen. In Bijlage 4 staat een overzicht van irrigatie analyses van de kas, waaruit blijkt dat de pH eind Juli en begin Augustus te laag is geweest door een te lage gift $MgSO_4$ waardoor het aandeel SO_4 (maar niet de Mg) enige tijd 0 is geweest. Zelfs al zou het opbrengst effect van de compost louter via de beschikbaarheid van elementen lopen, dan nog kan gesteld worden dat al een kleine hoeveelheid compost effectief is bij het bufferen van schommelingen in voeding.

Alle toevoegingen van een biochar compost mengsel leiden direct tot een duidelijk ander microbioom en dit verschil blijft bestaan tot einde van de teelt (Gerrewey, *et al.*, 2020; Montagne *et al.*, 2017). Dit is een sterke aanwijzing dat a) de grondstoffen in een groeimediamengsel het microbioom sterk bepalen en dat b) dit effect blijvend is. Wel moet hierbij bedacht worden dat het microbioom niet op alle tijdstippen van de teelt hetzelfde is, integendeel, zeker voor bacteriën geldt dat het microbioom in deze proef verschillend was op elk van de drie tijdstippen dat gemeten werd. Dit is een aanwijzing dat het nodig kan zijn voor veel verschillende groeimediamengsels een beschrijving te hebben van het te verwachten verloop in het microbioom. Daarmee kunnen incidenteel genomen monsters worden ingepast in het verwachte verloop. Zonder kennis van het verloop zou gemakkelijk geconcludeerd kunnen worden dat elke meting een verschillende uitkomst oplevert (dat klopt) en dat de metingen dus geen voorspellende waarde hebben (onjuist).

Het toevoegen van biostimulanten heeft, en dan met name voor Biovin, herkenbare invloed bij aanvang van de teelt, maar het verschil verdwijnt later in de teelt. Dit is een eenvoudig effect van de via Biovin toegevoegde micro-organismen. Hier blijkt, wat heel vaak het geval is, dat de toegediende Streptomyceten al in enkele weken zo sterk teruglopen in aantallen dat ze niet meer meetellen in de top 10-20 soorten (Kleiber *et al.*, 2012). Dit wil niet zeggen dat ze onwerkzaam zijn geworden omdat de concentratie bij toedienen (10^{+6} kolonievormende eenheden) aanzienlijk hoger ligt dan wat nodig is voor een effect tegen een ziekteverwekker (naar verwacht 10^{+3} k.v.e.).

De groei neemt licht toe in de combinatie Biovin 5%v/v compost en Biopak 5%v/v compost (Mendis *et al.*, 2018). In contract daarmee wordt de groei in CompetePlus gehinderd door 5%v/v biochar en compost. Het verschil in effect illustreert een belangrijk beginsel bij het toevoegen van micro-organismen, namelijk dat sommige soorten groei bevorderen maar andere de groei remmen. De soorten in Biovin en Biopak (respectievelijk o.a. *Streptomyces* en *Bacillus*) staan bekend als groei stimulerend. De soorten in Compete (*Trichoderma*) staan juist bekend als soorten die wel ziekten kunnen onderdrukken (DeBode *et al.*, 2018), maar voor hun groei en werking zoveel van de plant vragen dat de groei daardoor iets afneemt.

Een onderwerp wat nog verdere aandacht behoeft is de incubatietijd die is aangehouden voor Biovin en Compete, maar juist niet voor BioPak (omdat Bacillus de plant nodig heeft voor overleven). Dit aspect zou eigenlijk verder gekwantificeerd moeten worden, bij voorkeur met een streefniveau van de micro-organismen na evenwicht.

4.2 Conclusies

- De groei reageert negatief op het inmengen van een kleine hoeveelheid biochar (0.5-3%v/v) en minder negatief op het inmengen van iets meer biochar (5-10%v/v).
- De groei reageert positief op een toevoeging van 5-10%v/v compost.
- Alle toevoegingen van een biochar-compost mengsel leiden direct tot een duidelijk ander microbioom en dit verschil blijft bestaan tot einde van de teelt.
- Het toevoegen van biostimulanten heeft, en dan met name voor Biovin, herkenbare invloed bij aanvang van de teelt, maar het verschil verdwijnt later in de teelt.
- Het toevoegen van de biostimulanten is positief voor de combinatie Biovin 5%v/v compost en Biopak 5%v/v compost.
- De groei in CompetePlus wordt gehinderd door 5%v/v biochar en compost.

Literatuur

- Blok, C., *et al.* (2022). Strategisch project Biostimulanten. Een standaard bio-assay om de werking van biostimulanten te beoordelen. WPR-1152. Wageningen University & Research, Business Unit Greenhouse Horticulture.
- Blok, C., *et al.* (2017). "Biochar for Horticultural Rooting Media Improvement: Evaluation of Biochar from Gasification and Slow Pyrolysis." *Agronomy-Basel* 7(1).
- Garcia-Lopez, A. M., & Delgado, A. 2016. Effect of *Bacillus subtilis* on phosphorus uptake by cucumber as affected by iron oxides and the solubility of the phosphorus source. *Agricultural and Food Science*, 25(3), 216–224. <https://doi.org/10.23986/afsci.56862>.
- Gerrewey, T.V., Vandecruys, M., Ameloot, N., Perneel, M., Labeke, M.-C.V., Boon, N., *et al.* (2020). Microbe-Plant Growing Media Interactions Modulate the Effectiveness of Bacterial Amendments on Lettuce Performance inside a Plant Factory with Artificial Lighting. *Agronomy* 2020 Vol. 10 Pages 10. Accession Number: doi:10.3390/agronomy10101456
- Glodowska, M. (2014). Biochar as a potential inoculant carrier for plant-beneficial bacteria. Faculty of Agriculture and Environmental Sciences. Department of Plant Science. Montreal, Canada, Macdonald Campus of McGill University. Master.
- Jaiswal, A. K., *et al.* (2024). How does biochar influence plant biotic stress? *Biochar for Environmental Management*. J. Lehmann and S. Joseph. London, Routledge.
- Jin, H. (2010). Characterization of microbial life colonizing biochar and biochar-amended soils. Dissertation, Cornell University.
- Kleiber, T., *et al.* (2012). "Organic substrates for intensive horticultural cultures: Yield and nutrient status of plants, microbiological parameters of substrates." *Polish Journal of Environmental Studies* 21(5): 1261-1271.
- Leyh, R. and C. Blok (2018). Application of biochar in substrates for pot plant cultivation.
- Mendis HC, Thomas VP, Schwientek P, Salamzade R, Chien JT, Waidyarathne P, Kloepper J, De La Fuente L, Strain-specific quantification of root colonization by plant growth promoting rhizobacteria *Bacillus firmus* I-1582 and *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 in non-sterile soil and field conditions. *PLoS One*. 2018 Feb 15;13(2):e0193119. doi: 10.1371/journal.pone.0193119. PMID: 29447287; PMCID: PMC5814090.
- Montagne, V., *et al.* (2017). "Bacterial and fungal communities vary with the type of organic substrate: implications for biocontrol of soilless crops." *Environmental Chemistry Letters*: 1-9.
- Punja ZK, Tirajoh A, Collyer D, Ni L. 2019. Efficacy of *Bacillus subtilis* strain QST 713 (Rhapsody) against four major diseases of greenhouse cucumbers. *Crop Prot* 124:104845. <https://doi-org.ezproxy.library.wur.nl/10.1016/j.cropro.2019.104845>
- Straver, N., De Kreijl, C., and Verberkt, H. (1999). Bemestingsadviesbasis potplanten.

Bijlage 1 Lisianthus basisvoeding

Tabel B1.1 Standaardvoeding Lisianthus uit Straver et al., 1999. NB: de EC in de teelt is op dit moment, 2021, 2.0 dS/m of hoger.

Gewasgroep : 2.X.X vegetatief

EC(c) = 0.52

Basisvoedingsoplossing							Elementgehalte in %					
NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄	K	Ca	Mg	N	S	P
0.8	3.7	2.0	0.5	7.1	0.7	1.0	14.0	7.8	1.2	10.6	2.1	3.0
Streefcijfers 1 : 1.5 volume-extract							Dosering		EC		EC(v)1:1.5 extr.	
NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	P	Standaard	1.1	0.4 < EC(v) < 0.7			
<0.1	1.2	1.0	0.3	2.5	0.6	0.5	Maximum	1.7	0			
							Minimum	0	1.4			

Waardering gecorrigeerd op EC(c)

Element	NH ₄ *	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	P	EC*
laag	<	1.0	0.7	0.2	2.0	0.4	0.4	0.4
hoog	> 0.5	1.4	1.3	0.4	3.0	0.8	0.6	
buiten	<				0.5			
A.P.	> 1.0	2.4	2.4	1.0	5.0	1.8		

* Geen correctie op EC(c)

Grenzen voor aanpassing hoofdelementen (gecorrigeerd op EC(c))

	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	P
1	< 0.7	< 0.3		< 1.4		< 0.25
2	0.7-0.9	0.3-0.6	< 0.2	1.4-1.9	< 0.4	0.25-0.39
3	1.0-1.4	0.7-1.3	0.2-0.4	2.0-3.0	0.4-0.8	0.40-0.60
4	1.5-1.7	1.4-1.7	> 0.4	3.1-3.6	0.9-1.1	0.61-0.75
5	> 1.7	> 1.7		> 3.6	> 1.1	> 0.75

Aanpassingen hoofdelementen in mmol/l

	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	P
1 +	1.5	1.0		3.0		0.5
2 +	0.75	0.5	0.25	1.5	0.25	0.25
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 -	0.75	0.5	0.125	1.5	0.125	0.25
5 -	1.5	1.0		3.0	0.25	0.5

Bijlage 2 Biostimulanten

MICROBIOLOGISCHE INHOUD PER GRAM	Bodemschimmels 1.10⁶ /g	Streptomyceten 1.10⁶/g	Bacteriën 1.10⁸ /g
	Aspergillus niger	S. griseoruber	Bacillus sp.
	Myceliophthora thermophila	S. rimosus	Pseudomonas sp.
	Paecilomyces varioti	S. thermoflavus	Arthrobacter sp.
	S. actuosus	Cellulomonas sp.	
	S. atroolivaceus	Nitrosomonas sp.	

Figuur B2-1 Microbiële samenstelling van Biovin.

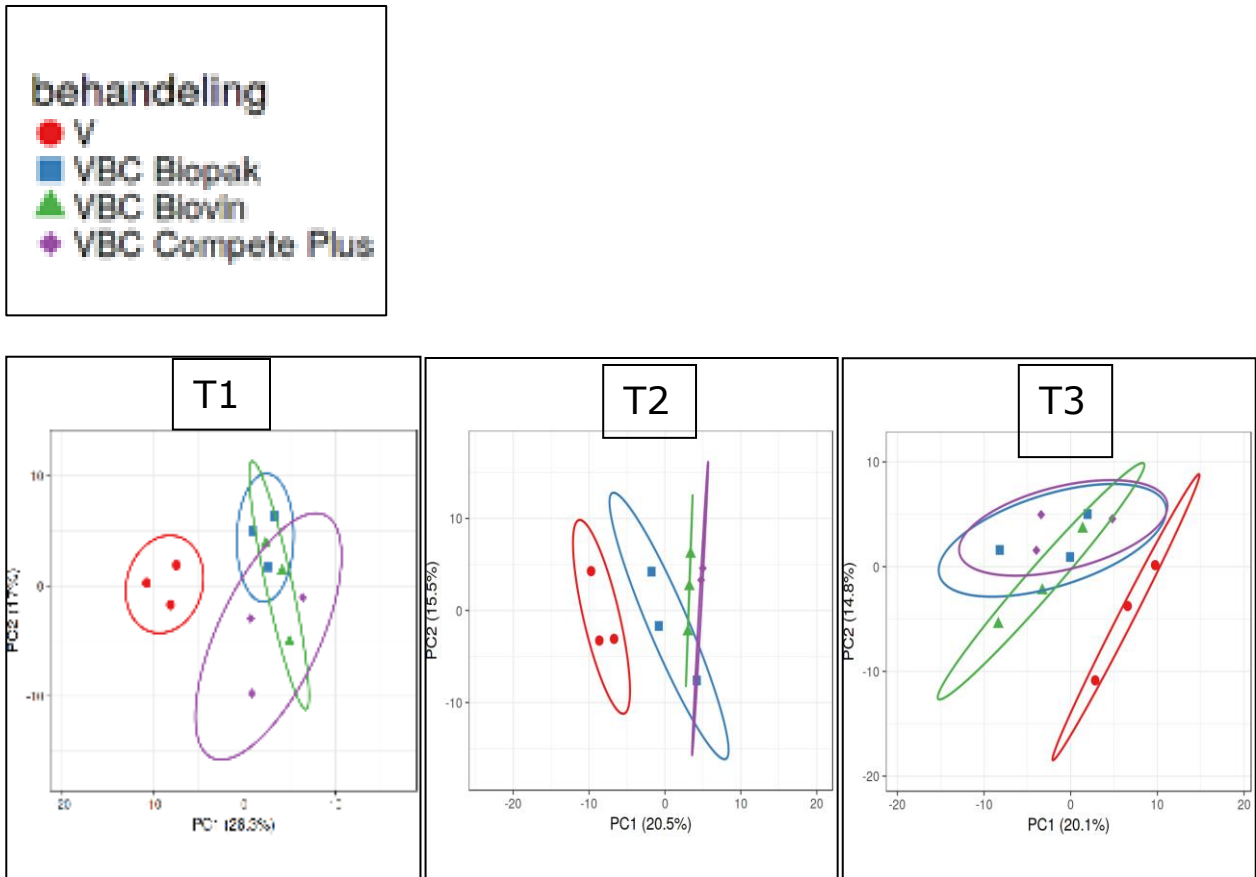
GEGARANDEERDE ANALYSE	Bacillus amyloliquefaciens	3,0x10 ⁸ kve/gram
	Bacillus pumilus	3,0x10 ⁸ kve/gram
	Bacillus subtilis	1,0x10 ⁸ kve/gram
	Bacillus licheniformis	1,0x10 ⁸ kve/gram
	Azotobacter chroococcum	3,0x10 ⁸ kve/gram
	Trichoderma atroviride	1,0x10 ⁸ kve/gram
	Trichoderma harzianum	1,0x10 ⁸ kve/gram
	Fulvine	19,1 %
	Humuszuur	3,4 %

Figuur B2-2 Microbiële samenstelling van CompetePlus.

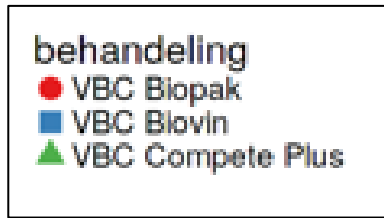
GEGARANDEERDE ANALYSE	Bacillus licheniformis	26,5.10 ⁶ kve/gram
	Bacillus megaterium	26,5.10 ⁶ kve/gram
	Bacillus polymyxa	5.10 ⁶ kve/gram
	Bacillus pumilus	26,5.10 ⁶ kve/gram
	Bacillus subtilis	26,5.10 ⁶ kve/gram
	Paenibacillus azotofixans	5.10 ⁶ kve/gram

Figuur B2-3 Microbiële samenstelling van BioPak.

Bijlage 3 Extra PCA analyses



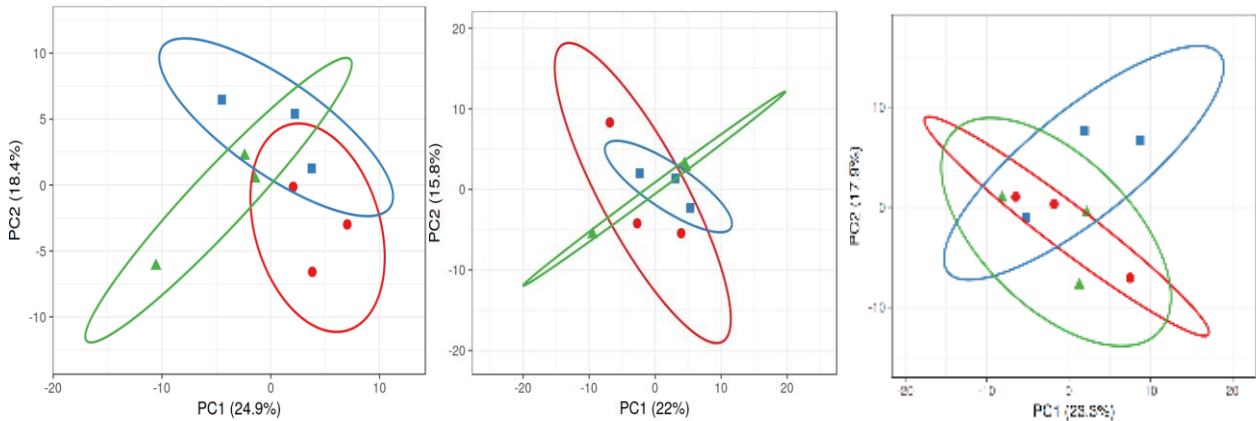
Figuur B3-1 PCA plot van een NGS-analyse van bacteriën op geslachtsniveau. Er worden twee groeimediatebehandelingen getoond, veen (V, rond/rood) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant/blauw; driehoek/groen en ruit/paars). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).



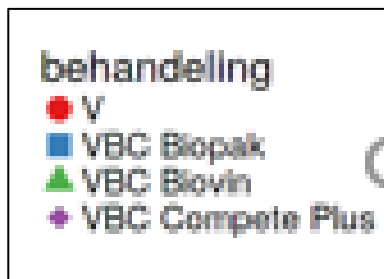
T1

T2

T3



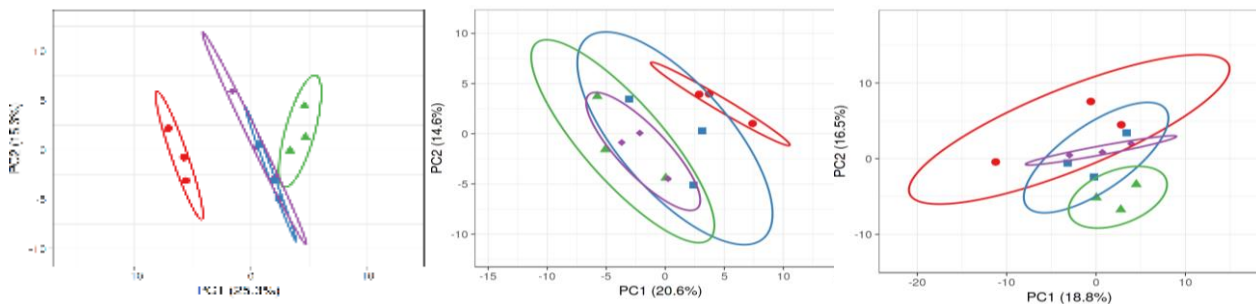
Figuur B3-2 PCA plot van een NGS-analyse van bacteriën op geslachtsniveau. Er wordt alleen het gemiddelde van de veen/biochar/compost (VBC) mengsels getoond. De VBC-behandelingen worden gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk rond/rood; vierkant/blauw en driehoek/groen). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).



T1

T2

T3



Figuur B3-3 PCA plot van een NGS-analyse van schimmels op geslachtsniveau. Er worden twee groeimediatbehandelingen getoond, veen (V, rond/rood) en veen/biochar/compost (VBC). De VBC-behandelingen worden weer gesplitst naar toegediende biostimulant (Biopak, Biovin en Compete Plus, respectievelijk vierkant/blauw; driehoek/groen en ruit/paars). Deze vier behandelingen worden getoond voor drie tijdstippen (T1, T2, T3 voor 1, 5 en 8 weken na planten).

Bijlage 4 Gerealiseerde voeding

Tabel B4-1 Verloop van de EC en pH in de voeding gedurende de teelt.

Datum	EC	PH
	dS/m	
30/jun	1.7	5.4
2/jul	1.7	5.6
07-Jul	1.6	5.7
14-Jul	1.7	5.5
20-Jul	1.73	4.85
22-Jul	1.65	4.43
27-Jul	1.66	4.42
04-Aug	1.64	4.13
11-Aug	1.6	5.3
18-Aug	1.5	5.5

Tabel B4-2 Aanpassingen in voedingsbakken nalv. Analyses.

datum		25-Jun	8/jul	15-Jul	22-Jul	
Opmerkingen		add HNO3		Nieuwe bak na 8/7 gemaakt, SO4 in het recept		
element	unit	Doel recept	eurofins	eurofins	eurofins	eurofins
EC	mS/cm	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6
pH		5.5	4.4	5.2	5.5	5
NH4	mmol/l	1.2	1	1.1	0.9	1.2
K	mmol/l	5.2	4.8	4.6	4.7	4.9
Na	mmol/l		0.1	0.2	0.1	0.1
Ca	mmol/l	2.8	3	2.8	2.9	3
Mg	mmol/l	1.2	0.6	0.6	0.8	0.6
NO3	mmol/l	10.3	12	10.1	9.8	10.6
Cl	mmol/l	0.0	0	0	0.1	0.1
SO4	mmol/l	1.4	0	0	0.6	0.3
HCO3	mmol/l	0.0	0	0	0.2	0
P	mmol/l	1.2	1.22	1.12	1.17	1.22
Si	mmol/l	0.0	0	0.01	0.01	0.00
Fe	umol/l	25.3	19	16	17	23.00
Mn	umol/l	4.7	5.8	5.7	5.6	6.00
Zn	umol/l	3.3	3.9	3.4	3.7	4.00
B	umol/l	18.4	20	18	19	21.00
Cu	umol/l	0.0	0.7	0.7	0.8	0.80
Mo	umol/l	0.6	0.5	1	0.4	0.50

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



Wageningen University & Research
BU Glastuinbouw
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
E glastuinbouw@wur.nl
wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1378



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research 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.
