



# Weerbaar Substraat: Praktijkproeven

Ontwikkeling toets methodiek en eerste toetsing op gewasschade van tien concepten bij tomaat, komkommer en gerbera

Andre van der Wurff<sup>1</sup>, Marta Streminska<sup>1</sup>, Marc van Slooten<sup>1</sup>, Barbara Eveleens-Clark<sup>1</sup>, Chris Blok<sup>1</sup>, Gerben Messelink<sup>1</sup>, Daniel Ludeking<sup>1</sup>, Jantineke Hofland-Zijlstra<sup>1</sup>, Frank van der Helm<sup>1</sup>, Jan Janse<sup>1</sup>, Jos Wubben<sup>2</sup>, Jaap Bij de Vaate<sup>3</sup>, Wessel Holtman<sup>4</sup>, Berry Oppedijk<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Wageningen UR Glastuinbouw (WUR) <sup>2</sup>Blgg AgroXpertus/Blgg Research <sup>3</sup>DLV Plant <sup>4</sup>Fytagoras BV



## Referaat

De sector is op zoek naar nieuwe gewasbescherming zoals “weerbaar telen”. Hierbij wordt gestuurd op een ziekte- en plaagonderdrukking via het substraat en op een sterke- en productie verhogende plant. Er werden een tiental concepten onderzocht op fytotoxiciteit. De keuze van de concepten werd gebaseerd op beschikbaarheid van bouwstenen, gebruik in de praktijk, het aanschakelen van meerdere mechanismen en experimentele meerwaarde. Het aanschakelen van meerdere mechanismen is belangrijk omdat dit de kans op weerbaarheid verhoogt tegen diverse ziekten en plagen. Ook werden meetmethoden verder uitgewerkt om weerbaarheid van substraat en plant in de praktijk te kunnen meten. Korte teeltproeven van zes weken met komkommer, tomaat en gerbera lieten zien dat de concepten geen noemenswaardige gewasschade gaven. De belangrijkste verschillen in de korte teelten van zes weken, werden veroorzaakt door het klimaat, de gewassoort, en het type substraat. De verschillende concepten lieten geen duidelijke verschillen zien in groei. Meetmethoden zijn uitgewerkt om de weerbaarheid van de plant te bepalen tegen Botrytis, wit, spint en witte vlieg en de weerbaarheid in het wortelmilieu tegen Fusarium en overmatige wortelgroei. Optische sensoren lieten zien dat de concepten een invloed kunnen hebben op zuurgraad of zuurstofgehalte gedurende de teelt. Daarnaast is een nieuwe methode ontwikkeld om de activiteit van micro-organismen te bepalen aan de hand van zuurstofconsumptie in substraatmonsters. Nutriënten analyse liet zien dat ongeveer de helft van de bouwstenen gebruikt kan worden zonder dat er een probleem wordt verwacht met de voeding. Bij gebruik van o.a. Pentakeep, eQuirein, Fertigo Sil, Impulse active, Humine en Prestop moet de voedingsoplossing bijgesteld worden. Analyse van de totale hoeveelheid aan organisch koolstof gaven hoge waarden aan voor Pro Funda en eQuirein en in mindere mate ook voor Trianum P. Dit kan positief werken doordat dit kan dienen als voedsel voor micro-leven, maar ook negatief omdat sommige ziekten zoals Pythium hiervan kunnen profiteren.

Analyse van het voedselweb bevestigt dat compost thee de meeste bacteriën en schimmels bevat. Metingen aan het microleven in het substraat liet zien dat kokos vooral schimmeldominant is terwijl in steenwol en perliet de bacteriën overheersen.

## Abstract

The greenhouse horticulture sector is looking for new plant protection methods such as “resilient cultivation”. Growing substrates such as rockwool, perlite and coir, are directed towards an elevated disease and pest suppression and a high plant performance and a stronger plant. A dozen concepts were investigated on phytotoxicity only. The concepts were assembled based on being used in practice, the use of multiple mechanisms and experimental value. The use of several mechanisms is important since it increases the chance of an elevated resistance against multiple diseases and pests. Methods were adapted to measure resilience of the substrate and plant in practice. Short cultivation trials of six weeks with cucumber, tomato and gerbera showed that in general the concepts did not show crop damage. The main differences in plant response were caused by climate, crop type, and the type of substrate. The different concepts showed within this short time frame of six weeks no clear differences in plant performance. Methods were developed to determine plant resistance against Botrytis, mildew, spider mite and whitefly and the resilience in the root zone against Fusarium and hairy roots. Analyses with aid of optical sensors showed that the concepts had an influence on acidity or oxygen levels during the cultivation trials. A new method was developed in order to determine, on the basis of oxygen consumption, the activity of micro-organisms. Nutrient analysis showed that approximately half of the building blocks can be used in the cultivation process without any phytotoxic effects. When using a.o. Pentakeep, eQuirein, Fertigo Sil, Impulse active, Humine and Prestop, the nutrient solution has to be adapted. Analysis of the total amount of organic carbon gave high values of ProFunda as well as eQuirein and to a lesser extent Trianum P. This may have a positive effect because this can serve as food for micro-life, but also negative because some diseases such as Pythium can benefit. Food web Analyses confirmed that compost tea contains the most bacteria and fungi. In the growing substrates, coir showed a fungal dominance and rock wool and perlite a bacterial dominance.

# Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Problematiek en oplossingsrichtingen	7
	1.1 Problematiek	7
	1.2 Definitie, doelstelling en afbakening	9
	1.2.1 Definitie	9
	1.2.2 Doelstelling	9
	1.2.3 Vragen en afbakening	10
2	Samenstellen van concepten op basis van bouwstenen	11
3	Vergelijking van concepten op gewasschade	13
	3.1 Algemeen	13
	3.2 Komkommer	15
	3.2.1 Proef 1.	15
	3.2.2 Proef 2.	17
	3.3 Tomaat	21
	3.3.1 Proef 1.	21
	3.4 Gerbera	23
	3.4.1 Proef 1.	23
	3.5 Conclusie	24
	3.5.1 Komkommer	24
	3.5.2 Tomaat	25
	3.5.3 Gerbera	25
4	Meetgereedschap	27
	4.1 Ziekten en plagen	27
	4.1.1 Botrytis bij tomaat en echte meeldauw(wit) bij gerbera en komkommer	27
	4.1.2 Fusarium bij komkommer en gerbera	27
	4.1.3 Spint bij komkommer, witte vlieg bij gerbera en tomaat	27
	4.1.4 Overmatige wortelgroei bij tomaat	28
	4.1.5 Plantsterkte	29
	4.2 Substraatmilieu	29
	4.2.1 Zuurstof	30
	4.2.1.1 Toepassing meetgereedschap	30
	4.2.1.2 4.2.1.2 Zuurstofstressbepaling uit zuurstofprofielen	32
	4.2.2 Zuurgraad	33
	4.2.2.1 Toepassing meetgereedschap	33
	4.2.2.2 Meetresultaten	34
	4.2.2.3 pH metingen vochtmonsters uit wortelmilieu	35
	4.2.3 Aeroob metabolisme in substraat	36
	4.2.3.1 Ontwikkeling en toepassing meetgereedschap	36
	4.2.3.1.1 Metabole activiteit van aerobe micro-organismen in matwater- en substraatmonsters	36
	4.2.3.1.2 Uitvoering	36
	4.2.3.1.3 Metabole activiteit van aerobe micro-organismen in matwatermonsters	37
	4.2.3.1.4 Metabole activiteit van aerobe micro-organismen in substraatmonsters	37
	4.2.3.1.5 Resultaten metabolisme bepaling substraten	37

	4.2.4	Visuele beoordeling van het wortelmilieu	38
	4.2.5	Methoden voedingsoplossing en substraat	38
	4.2.5.1	TOC bepaling	38
	4.2.5.2	Kiemgetal	38
	4.2.5.3	Nutriënten analyse	39
	4.2.5.4	Droge stof analyse	39
	4.2.5.5	Bodemvoedselweb analyse	39
	4.2.6	Resultaten chemische en biologische componenten.	39
	4.2.6.1	TOC bepaling	39
	4.2.6.2	Kiemgetal	40
	4.2.6.3	Nutriënten samenstelling	40
	4.2.7	Chemische en biologische analyse komkommer proef 1	42
	4.2.7.1	Voedingswater	42
	4.2.7.2	Droge stof	44
	4.2.7.3	Bodemvoedselweb	45
	4.2.8	Chemische en biologische analyses komkommer proef 2	46
	4.2.8.1	Voedingswater	46
	4.2.8.2	Droge stof	47
	4.2.8.3	Bodemvoedselweb	48
	4.2.9	Chemische en biologische analyses tomaat proef 1	49
	4.2.9.1	Voedingswater	49
	4.2.9.2	Droge stof	50
	4.2.9.3	Bodemvoedselweb	51
	4.2.10	Chemische en bodembioologische analyses gerbera proef 1	53
	4.2.10.1	Voedingswater	53
	4.2.10.2	Droge stof	53
	4.2.10.3	Bodemvoedselweb	54
	4.3	Conclusie	56
5		Fytotox kit	59
	5.1	Bouwstenen	59
	5.2	Concepten	61
	5.3	Conclusie	63
6		Implementatie op praktijkbedrijven	65
	6.1	Ervaringen van telers	65
	6.2	Meetprotocol gewasweerbaarheid	66
7		Conclusie en discussie	69
	7.1	Korte teeltproeven	69
		7.1.1 Fytotox	70
		7.1.2 Analyse op samenstelling	70
	7.2	Doorontwikkeling meet technieken weerbaarheid	71
	7.3	Praktijk	71
8		Dank	73
9		Referenties	75
10		Publicaties en presentaties	77

Bijlage I	Plan van aanpak	79
Bijlage II	Werkingsmechanismen en condities van middelen.	81
Bijlage III	Overzicht van behandelingen en toediening.	83
Bijlage IV	Metingen aan komkommer 1.	85
Bijlage V	Metingen aan komkommer 2.	87
Bijlage VI	Metingen aan tomaat 1.	89
Bijlage VII	Tijdverloop proeven.	91





# Samenvatting

## *Problematiek*

Door het wegvallen van gewasbeschermingsmiddelen, een afnemende maatschappelijke tolerantie voor emissie van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater en de toenemende vraag van consumenten naar milieuvriendelijke en residu-vrije producten is de sector op zoek naar alternatieven voor ziekte- en plaagbescherming. Een duurzaam alternatief is het gebruik maken van ziekte- en plaag onderdrukkende teeltconcepten zoals gebruikt binnen het Weerbaar Telen.

## *Keuze van concepten*

Allereerst werden de tien concepten getoetst op gewasschade. De keuze hiervan werd gebaseerd op beschikbaarheid (eenvoudige levering), gebruik in de praktijk, het aanschakelen van meerdere mechanismen van weerbaarheid binnen een concept en experimentele meerwaarde waarbij bouwstenen meerdere malen werden ingezet in verschillende concepten om de werking te kunnen analyseren. Het aanschakelen van meerdere mechanismen is belangrijk omdat op die manier een grotere kans is op weerbaarheid, op een synergistische werking en dus een verhoogde weerbaarheid tegen meerdere ziekten en plagen (zowel onder- als bovengronds). De commercieel verkrijgbare concepten waren 1. NatuGro (Koppert BV), 2. GrondGezond (GrondGezond), 3. Compete Plus (Plant Health Care). Daarnaast zijn zeven concepten samengesteld, namelijk 4. zeewierextract, huminezuren en silicium, 5. *Bacillus subtilis* met chitine, 6. zeewierextract, huminezuren, Pentakeep, silicium en 7. *Gliocladium*, zeewierextract en huminezuren, 8. Compost thee en silicium, 9. Zeewierextract met kalifosfiet, 10. Compostthee en salicylzuur (en 11. In komkommerproef 1, PRI exp. 1).

## *Korte teeltproeven en gewasschade*

Korte teeltproeven van zes weken met komkommer (cv. Proloog), tomaat (cv. Komeett) en gerbera (cv. Optima) lieten zien dat er geen noemenswaardige gewasschade optrad. Maar deze proefduur is te kort om een stabiele situatie in het wortelmilieu op te bouwen en toont alleen korte termijn gewas effecten op het jonge gewas. Opvallend was dat een korte teeltproef die twee keer uitgevoerd werd een verschil in dynamiek liet zien in bijvoorbeeld de bodemvoedselwebanalyse en zuurstofconcentratie in de mat. Dit kan verklaard worden door verschil in klimaat, zoals instraling, daglengte en temperatuur en de reactie van de plant hierop. Dit onderstreept het belang van teeltomstandigheden voor een weerbare teelt. De planten reageren op het klimaat en passen hierop aan de vraag om water en nutriënten. Deze vraag heeft indirect invloed op het wortelmilieu en op de zuurgraad, zuurstof en micro-leven en dus op de weerbaarheid van het substraat en de plant.

Achtereenvolgens waren de grootste bepalers van de plant ontwikkeling: het klimaat, het gewas, en het type substraat. De verschillende concepten lieten geen duidelijke verschillen zien in de reactie van de plant. Langere teeltproeven moeten hierover meer duidelijkheid geven.

## *Fytotox analyse van bouwstenen en concepten*

Een analyse op fytotoxiciteit van de verschillende bouwstenen met behulp van een fytotox kit liet geen positief effect zien op groei. De enige effecten die werden waargenomen waren negatief en gaven zelfs een significante groeiremming op wortel en spruit ontwikkeling van de toets planten *Lepidium sativum* (tuinkers), *Sinapis alba* (mosterd) en *Sorgho commun* (sorghum). Dezelfde toets werd uitgevoerd op voedingswater van de verschillende behandelingen aan het einde van de zes weken teelt van komkommer waarbij het voedingswater wekelijks vervangen werd. Daarin werd geen significante groeiremming aangetroffen; enkele concepten gaven juist een verbetering van de groei. Dit kan verklaard worden door de verdunning van het voedingswater om de EC en de zuurgraad op hetzelfde niveau te brengen of door de activiteit van het microleven in het systeem.

## *Invloed van het substraat*

Er is een duidelijk effect van het type substraat op het microleven. Opvallend in de vruchtgroenten is dat er in steenwol hogere aantallen actieve bacteriën en schimmels zijn dan in perliet. De schimmels biomassa op steenwol bij gerbera is juist veel lager ten opzichte van tomaat en komkommeren en er zijn bijna geen amoeben en ciliaten. In kokos worden er wel amoeben en ciliaten gevonden. Kokos is schimmel dominant en steenwol bacterie dominant. Een mogelijke oorzaak

van een lagere biomassa in de gerbera teelt is waarschijnlijk de hoge drain en de kans op uitspoeling van micro-leven uit het substraat.

#### *Ontwikkeling van metingen*

Binnen het project worden methoden beschreven om de weerbaarheid van de plant te bepalen tegen *Botrytis*, wit, spint en witte vlieg en de weerbaarheid van het substraat tegen *Fusarium* en overmatige wortelgroei. Een van de randvoorwaarden hiervoor is dat de weerbaarheid kan worden vastgesteld op basis van materiaal uit praktijkproeven, zoals substraat of plantmateriaal.

Ook zijn optische sensoren gebruikt om verschillen in het verloop tussen concepten te onderzoeken in zuurgraad en zuurstof. In het algemeen neemt de dynamiek van deze waarden toe naarmate de teelt vordert. Dit komt door de toename aan beworteling, plantomvang (voedingsvraag) en groei van micro-organismen.

Daarnaast is een nieuwe methode ontwikkeld om de activiteit van micro-organismen te bepalen aan de hand van hun zuurstofvraag. Gedurende de eerste vijf weken van de teelt van komkommer en tomaat lag de metabole activiteit in de mat onder de detectie grens. Vanaf zes weken werd er activiteit zichtbaar.

#### *Voeding- en voedselwebanalyse van bouwstenen*

Nutriënten analyse liet zien dat de concepten gebruikt kunnen worden in de teelt, zonder dat er een probleem kan worden verwacht. De bouwstenen Pow humus, Pro Funda, Bacillus, chitine, Savitan en Rootonic bevatten nauwelijks nutriënten. Bij compostthee zien we alleen een lichte verhoging van bicarbonaat ( $\text{HCO}_3$ ). Een aantal componenten bevatten juist veel additionele nutriënten of een hogere concentratie van een element. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de samenstelling van de voedingsoplossing. Dit zijn Pentakeep, eQuirein, Fertigo Sil (pH-effect), Impulse active en Humine en Prestop. Vooral Pentakeep is rijk aan spore elementen. Dat is geen verrassing omdat deze bouwsteen bekend staat als een bladbemester. Alleen in de eerste teelt van komkommer liet Pentakeep bladrandjes zien. Dit was niet zichtbaar in de tweede teelt en ook niet in de teelt van tomaat. Ook werd in het komkommerblad een hoger gehalte aan ijzer, mangaan, zink, borium, koper en molybdeen aangetroffen. EQuirein bevat vooral hogere concentraties aan kalium, natriumchloride, ijzer en borium. Bij de silicium behandeling moet rekening gehouden worden met de hoge zuurgraad van het product. Analyse van de totale hoeveelheid aan organisch koolstof gaven hoge waarden aan voor Pro Funda en Equirein en in mindere mate ook voor Triatum. Compost thee bevat ronduit het meeste bacteriën en schimmels ( $2,6 \times 10^6$  kve/ml).

#### *Praktijk*

Het is niet mogelijk gebleken om telers voor te bereiden op praktijk proeven in 2013 omdat telers eigen strategieën hebben ontwikkeld. Ook is, voor het testen van een concept in de praktijk, het noodzakelijk om de watersystemen van de behandeling te kunnen scheiden van de referentie. Dat bleek praktisch nauwelijks haalbaar en beheersbaar. Daarnaast zijn sommige concepten relatief duur (genoemd wordt  $0,45-1,00 \text{ €/m}^2$ ), waarbij de kosten en baten niet duidelijk worden. Telers ervaren ook de onzekerheid bij het volgen van een “weerbare” teeltstrategie als een groot risico: niemand kan precies vertellen hoe het werkt en wat ze moeten doen. Ook kunnen ziekten en plagen uit de hand lopen en dit veroorzaakt een verhoogde inzet van chemie omdat men gedwongen is de “weerbare” teeltstrategie te verlaten.



# 1 Problematiek en oplossingsrichtingen

## 1.1 Problematiek

Door het wegvallen van gewasbeschermingsmiddelen, een afnemende maatschappelijke tolerantie voor emissie van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater en de toenemende vraag van consumenten naar milieuvriendelijke en residu-vrije producten is de sector op zoek naar alternatieven voor ziekte- en plaagbescherming.

Een duurzaam alternatief is het gebruik maken van ziekte- en plaag onderdrukkende teeltconcepten. Hierbij wordt het microbiologisch leven in het teelt substraat zoals steenwol, perliet en kokos, gestuurd voor:

- 1.) een krachtige ziekte- en plaagonderdrukking,
- 2.) een productie verhogende en sterkere plant.

Sturen op een weerbaar substraat en plant leeft nu sterk in de praktijk waar geprobeerd wordt om met bijvoorbeeld compostthee, micro-organismen, planthormonen en bemesting het substraat en de planten weerbaarder te maken. Compostthee wordt bijvoorbeeld gebruikt als bron voor diverse bacteriën en schimmels. Vervolgens worden extra middelen ingezet zoals aminozuren, plantversterkers en sporenelementen voor het verhogen van de plantweerbaarheid. De effecten van dit soort maatregelen zijn lastig te meten en niet altijd reproduceerbaar en daarom is meer sturing en kennis nodig hoe substraatleven en plantgezondheid op een betrouwbare en reproduceerbare manier tot effectieve teeltmaatregelen gemaakt kunnen worden.

Daarnaast vraagt de sector om betrouwbare meetmethoden om de werkzaamheid van middelen te kunnen bepalen.

### *Kansen*

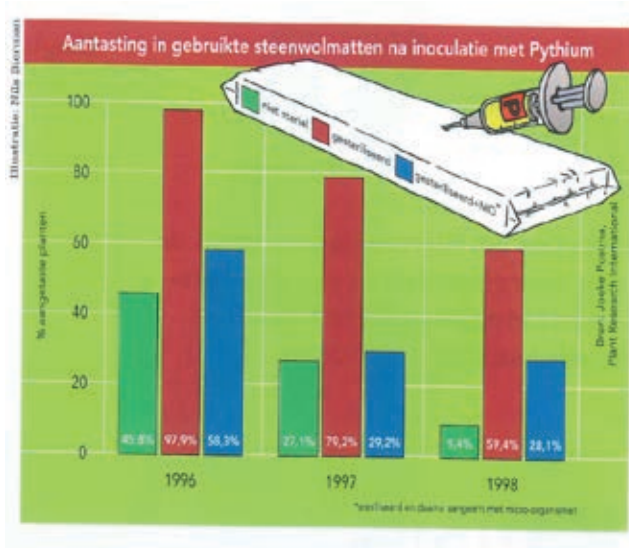
- Duurzame oplossing voor de emissie problematiek naar het oppervlaktewater en bodem door afname gebruik gewasbeschermingsmiddelen.
- Daarnaast is een tijdrovend- en duur traject van wettelijke toelating niet nodig, zoals voor nieuwe gewasbeschermingsmiddelen, omdat er gewerkt wordt met micro-organismen welke ook in substraten aanwezig zijn.
- De maatschappij vraagt om residu-vrije producten.
- De aanpak biedt de Nederlandse tuinbouwsector een manier om zich (inter-)nationaal te profileren en zich op een duurzame manier te onderscheiden. De verwachting is dat dit de glastuinbouwketen een sterke economische stimulans geeft.
- Daarnaast kan het “weerbaar” telen leiden door de aanmaak in de plant van biologisch actieve inhoudsstoffen die samenhangen met het aanschakelen van de plantweerstand (o.a. door salicylzuur) tot een toename van smaak, gezondheid en houdbaarheid.

### *Bedreigingen*

- Ook moeten middelen getoetst kunnen worden op mate van weerbaarheidsverhoging van grond of substraten. Op dit moment is er een gebrek aan betrouwbare metingen en wordt de sector geleid door “eerste succesverhalen” van weerbare grond en substraat.
- Ondanks dat sommige teeltmaatregelen, zoals voor het gebruik van compostthee geen toelating nodig is, is het belangrijk dat er een preventieve toetsing beschikbaar is om problemen met ongewenst micro-organismen, zoals virussen voor gewassen en ziekten voor de mens te voorkomen.
- Daarnaast ziet de sector nu volop mogelijkheden doordat er veel informatie over beschikbaar komt en er “succes” verhalen gehoord worden. Ondanks het brede optimistische perspectief moeten er wel op korte termijn duidelijke resultaten geboekt worden om de interesse niet te laten verwateren.

Voor bestaande kennis verwijzen we naar het PT rapport “Weerbaar Substraat: opstellen matrix” dat is opgesteld in opdracht van het Productschap Tuinbouw. Hierin staat de *state-of-the-art* kennis over weerbare substraten en weerbaar telen voor het verkrijgen van een weerbaar substraat en een sterke plant. Hierin zijn diverse oplossingsrichtingen/mechanismen op een rij gezet die tot doel hebben om een substraat weerbaarder te maken.

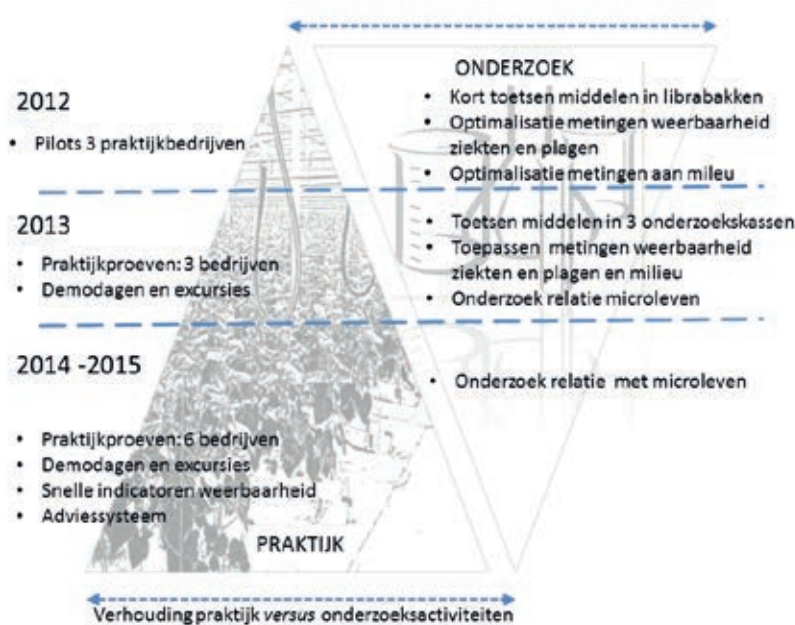
Uitgangspunt hierbij is dat ook substraten, zoals steenwol, een weerbaarheid hebben waarop gestuurd kan worden (zie Figuur 1.).



Figuur 1. Weerbaarheid tegen *Pythium* in een komkommerteelt op steenwol. In drie opeenvolgende jaren zijn proeven uitgevoerd. Er zijn steenwol matten gehaald uit de praktijk bij een komkommer teler. Een deel hiervan werd gesteriliseerd waardoor het microleven gedood werd (2<sup>e</sup> kolom); een deel gesteriliseerd en waarbij het originele microleven weer teruggebracht werd (3<sup>e</sup> kolom) en een deel werd niet gesteriliseerd (1<sup>e</sup> kolom). *Pythium* en komkommer planten werden op de matten gezet. Na de proefperiode werden de komkommer planten gescoord die ziek werden. Dit is aangegeven als percentage op de verticale as. De steenwol matten die niet gesteriliseerd werden lieten de laagste *Pythium* schade zien. Dit werd veroorzaakt door het microleven; omdat de gesteriliseerde matten, indien het originele microleven weer aangebracht werd, minder schade lieten zien dan de gesteriliseerde matten zonder microleven.

Op basis van een uitgebreid literatuuronderzoek zijn een aantal middelen en maatregelen naar voren gekomen die ingezet kunnen worden om een weerbaar substraat te creëren. Vervolgens is in hetzelfde onderzoek gekeken naar het effect van diverse abiotische factoren zoals temperatuur, pH, zuurstofgehalte, substraattype etc. op deze weerbaarheid verhogende behandelingen. In aanvulling op het literatuur onderzoek zijn er enquêtes uitgevoerd in de teeltpraktijk, waarbij is gevraagd welke behandelingen er worden gebruikt, hoe ze worden toegediend, en wat het effect is.

Op grond van het literatuur onderzoek en de enquêtes uit de teeltpraktijk is een matrix opgesteld, waarbij voor diverse behandelingen alle informatie op een rij is gezet (behandeling/middel versus abiotische factoren; van der Wurff e.a. 2011). Op grond van de matrix zijn een aantal veelbelovende behandelingen geselecteerd, welke we in het hier voorgestelde project willen toetsen in pilotexperimenten in een proefkas, en in praktijkonderzoek (zie Bijlage 2 en 3). Behandelingen zijn alleen geselecteerd indien aannemelijk is, op grond van beschikbare informatie dat ze meetbaar effectief zijn. Dat kan een opbrengstverhoging zijn, verminderde aantasting door ziekteverwekkers, een vermindering van chemisch middelengebruik, of een andere motivatie die voor de teler van belang is. Verder is het van belang dat het mechanisme achter de behandeling worden begrepen, want alleen dan is mogelijk om teeltcondities aan te leggen, en te handhaven die het meest gunstig zijn voor de behandeling. Ook moet het middel en het concept commercieel beschikbaar zijn, een toelating hebben of geen toelating hoeven. Voor een overzicht van het beoogde project in fases, zie Figuur 2.



Figuur 2. Schematisch overzicht van het aandeel praktijk-, versus onderzoeksactiviteiten per jaar. Het beoogde project loopt van 2012 tot en met 2015. In 2012 ligt het accent op onderzoeksdoelen doordat de meetmethoden voor de diverse ziekten en plagen en substraatmilieu factoren geoptimaliseerd moeten worden voor praktijkexperimenten en substraat. In 2013 ligt het accent op toetsen van middelen en maatregelen in kassen op de onderzoek locatie te Bleiswijk. In 2014 – 2015 zou het accent in toenemende mate liggen op praktijkproeven.

## 1.2 Definitie, doelstelling en afbakening

### 1.2.1 Definitie

Weerbaar telen is een manier van telen waarbij preventief bouwstenen (middelen) worden ingezet om het systeem weerbaar te maken tegen ziekten en plagen om productieverlies te voorkomen. Een weerbaar substraat maakt gebruik van werkingsmechanismen zoals ook in een natuurlijke omgeving aangetroffen en daardoor een preventieve werking heeft op gewasschade dat veroorzaakt wordt door ziekten en plagen. De bouwstenen van het weerbaar telen zijn middelen met een biologische herkomst, zoals compost, micro-organismen, organische extracten op basis van dood materiaal en meststoffen (Van der Wurff e.a. 2011)

In de natuur is meestal een stapeling van mechanismen verantwoordelijk voor een drastische afname van de schade aan de plant dat veroorzaakt wordt door een ziekte of plaag. Ook met het oog op het vergroten van de kans dat een behandeling succesvol is, is het aan te raden om gebruik te maken van een stapeling van mechanismen. Met andere woorden, er is een voorkeur voor een zogenaamde “concept aanpak”, dus een aanpak waarbij een aantal mechanismen (middelen) wordt gestapeld, zoals het gebruik van wettelijk toegelaten antagonisten samen met organische meststoffen (compost thee, zeewier of algen), stoffen die de plantopname verbeteren (fulvine- en huminezuren) en mogelijk de plant versterken.

### 1.2.2 Doelstelling

Het hier beoogd voorstel werkt stap-voor-stap aan het praktijk-klaar-maken van praktische-, en theoretische kennis zoals weergegeven in het rapport “Weerbaar Substraat: Opstellen Matrix” (Van der Wurff et al. 2011). Dit betekent dat in 2012 kort middelen en maatregelen worden onderzocht op fytoxiciteit waarmee de praktijk en het wetenschappelijk onderzoek goede ervaringen hebben opgedaan. Dit gebeurt in eerste instantie in een gecontroleerde omgeving waar veilig met ziekten en plagen kan worden gewerkt. Meetgereedschap om weerbaarheid te kunnen meten wordt ontwikkeld, dusdanig dat er ook gemeten kan worden in praktijkproeven, zonder risico's op besmetting van bedrijven met ziekten en plagen. Het plan van aanpak staat weergegeven in Bijlage 1.

### 1.2.3 Vragen en afbakening

- Toepasbaar maken van bestaande metingen aan weerbaarheid voor substraten en plant in vruchtgroenten en siergewassen onder glas tegen een selectie van belangrijke ziekten en plagen. Het vervolgens gebruiken van deze metingen om maatregelen te ontwikkelen voor sturen op een verhoging van weerbaarheid van substraat en planten tegen een set van belangrijke ziekteverwekkers. Uit de enquête van het PT project “Weerbaar substraat; opstellen matrix” (Van der Wurff e.a. 2011) blijkt dat, naast de betreffende telers/kwekers, ook de producenten van middelen voor “weerbaar telen” behoefte hebben aan objectieve meetmethode om de resultaten van hun aanpak aan te kunnen tonen. Er worden, afhankelijk van het gewas en in overleg met de BCO, de volgende meetmethode ontwikkeld: Per gewas worden drie metingen ontwikkeld voor: - *Pythium* of *Fusarium* of *Phytophthora*; - *Botrytis* of Echte meeldauw (wit); - Overmatige wortelgroei; - Spint of Witte vlieg.
- Rol en belang van microbiologische samenstelling (bacteriën, schimmels e.a.) voor het verhogen van substraatweerbaarheid, plantweerbaarheid en plantsterkte.
- Het vinden van snelle indicatoren (meetgereedschap) om de langdurige en dure biotoetsen, die nu gebruikt worden, te vervangen (niet in deze fase / in dit rapport).
- Rol van nutriënten (bemesting) in het verhogen van substraat-, en plantweerbaarheid.
- Rol van klimaatcondities (zowel onder- als bovengronds) op plantweerbaarheid.
- Effecten van teeltmaatregelen van het weerbaar telen op smaak aan de hand van brix analyse (minimale proef/ slechts enkele monsters nemen van producten).
- In kaart brengen van risico's van middelen op de aanwezigheid van microbiologische soorten, zoals *Salmonella*, die een bedreiging vormen voor de volks- en plantgezondheid (niet in deze fase / in dit rapport).
- Optimalisatie van teeltmanagement, zodat toepassing van middelencombi's optimaal effect hebben op plantweerbaarheid
- Selectie van online sturingsparameters voor plantweerbaarheid in praktijksituatie (i.v.m. “early warning”; niet in deze fase / in dit rapport).

## 2 Samenstellen van concepten op basis van bouwstenen

Er zijn tien concepten samengesteld op basis van 1. beschikbaarheid (eenvoudige levering), 2. gebruik in praktijk zoals aangegeven in het rapport van der Wurff e.a. 2011 (Opstellen Matrix), 3. het aanschakelen van meerdere mechanismen van weerbaarheid binnen een concept, 4. experimentele samenhang tussen de concepten waarbij bouwstenen, zoals compostthee en zeewierextracten, in meer dan een concept worden ingezet met verschillende bouwstenen om hun werking te kunnen analyseren. Een wettelijke toelating van het product was daarbij belangrijk maar niet doorslaggevend indien er perspectief was voor een wettelijke toelating op termijn.

De mechanismen waren microbiële antistoffen, predatie of parasitisme zoals *Gliocladium* op schimmels of *Arthrobotrys* op plant parasitaire aaltjes, competitie tussen organismen en ziekte of plaag om opneembaar ijzer of koolstof, verstoorde communicatie tussen ziekteverwekkers, fysieke bescherming van de wortels zoals door *Trichoderma*, onvindbare wortels door onderscheppen van wortellexudaten zodat ziekten of plagen de wortels niet detecteren, direct toxische werking op ziekte of plaag zoals door antibiotica, geïnduceerde plant resistentie, vraatremming en celwandversterking zoals door calcium en silicium, bevordering van plant groei door verbeterde opname van nutriënten en algemene bevordering in het substraat van nuttige micro-organismen voor weerbaarheid (zie Tabel 1.). Voor een overzicht van toediening en indeling van een bouwsteen naar mechanisme, zie Bijlage 2 en 3.

Tabel 1. Overzicht van de tien concepten die gebruikt worden in de proeven.

	Concept	Werking	Motivatie
1	NatuGro (Koppert BV)	Commercieel verkrijgbaar concept. Zie informatie van de leverancier.	Totaal concept, gebaseerd op Trianum en diverse elementen.
2	Grondgezond (GrondGezond)	Commercieel verkrijgbaar concept. Zie informatie van de leverancier.	Totaal concept op basis van compostthee en overige toevoegingen. telerservaringen (enquête) met compostthee is positief (Van der Wurff e.a. 2011)
3	Compete Plus (Plant Health Care)	Commercieel verkrijgbaar concept. Zie informatie van de leverancier.	Bacillus, Trichoderma en Actinomyceten
4	Zeewier-extract (eQuirein, CropCare)	Bevordert groei en stimuleert opname voedingsstoffen door de wortels.	Concept gericht op voorkoming aantasting door pathogenen door bevordering groei van gewas (stimulatie door componenten in zeewierextract en verbeterde beschikbaarheid nutriënten door toepassing huminezuren). Silicium wordt in deze situatie mogelijk ook effectiever opgenomen
	Huminezuren (POW Humus)	Bevordert beschikbaarheid (chelator) van diverse nutriënten.	
	Silicium (Fertigo Sil)	Fysieke bescherming van blad tegen zowel schimmels als vraat, tevens inductie van systemische resistentie.	
5	Bacillus subtilis (Bayer)	Bacterie gaat competitie aan met (pathogene) schimmels o.a. door productie van enzymen die de schimmelwand afbreken.	De effectiviteit van B. subtilis zou sterk worden bevorderd door de aanwezigheid van chitine.
	Chitine (Cultacyl)	Trekt chitine-afbrekende micro-organismen aan (celwand van schimmel bestaat uit chitine). Schakelt defensie mechanismen aan in de plant.	

	Concept	Werking	Motivatie
6	Zeewier-extract (eQuirein, Cropcare)	Bevordert groei en stimuleert opname voedingsstoffen door de wortels.	Vergelijkbaar met 4 maar inclusief Pentakeep. Versterkt groei door aanmaken chlorofyl maar kan daardoor ook risico met zich meebrengen. Pentakeep heeft deels positieve telerservaringen (Van der Wurff e.a. 2011).
	Huminezuren (POW Humus)	Bevordert beschikbaarheid (chelator) van diverse nutriënten.	
	Pentakeep (Pentakeep S)	Bevordert aanmaak bladgroen en daarmee indirect de fotosynthese.	
	Silicium (Fertigo Sil)	Fysieke bescherming van blad tegen zowel schimmels als vraat, tevens inductie van systemische resistentie.	
7	Gliocladium catenulatum (Prestop)	Parasiteert op (pathogene) schimmels d.m.v. productie lytische enzymen en competeert om ruimte en voedingsstoffen met deze schimmels.	Combinatie van stimulatie groei gewas en wortels. Actievere wortel wordt waarschijnlijk beter gekoloniseerd.
	Zeewier-extract (eQuirein, Cropcare)	Bevordert groei en stimuleert opname voedingsstoffen door de wortels.	
	Huminezuren (POW Humus)	Bevordert beschikbaarheid (chelator) van diverse nutriënten.	
8	Compost thee	Thee getrokken van compost welke diverse bodem weerbaarheid bevorderende micro-organismen bevat samen met voedingsstoffen voor deze organismen.	Concept gericht op bescherming door compostthee (diverse micro-organismen) in combinatie met versterking van de plant door Silicium en daardoor geïnduceerde resistentie en fysieke bescherming blad.
	Silicium (Fertigo Sil)	Fysieke bescherming van blad tegen zowel schimmels als vraat, tevens inductie van systemische resistentie.	
9	Zeewier-extract (eQuirein, Cropcare)	Bevordert groei en stimuleert opname voedingsstoffen door de wortels.	Kalifosfiet is effectiever bij actievere wortels, dit wordt mede bereikt door toepassing van zeewier-extract.
	Kalifosfiet (Fertifosk)	Ophoping van kalifosfiet in de plant vindt plaats wat leidt tot toxische concentraties voor (pathogene) micro-organismen.	
10	Compost thee	Thee getrokken van compost welke diverse bodemweerbaarheid bevorderende micro-organismen bevat samen met voedingsstoffen voor deze organismen.	Principe van concept gelijk aan 8, echter wordt hier salicylzuur ingezet voor geïnduceerde resistentie.
	Salicylzuur (Savitan)	Induceert systemische resistentie tegen pathogene micro-organismen.	
11	PRI exp.1	Verstoort communicatie bij bacteriën (dus geen afscheiding toxische enzymen) en vermindert gevoeligheid voor Botrytis infectie (preventieve werking).	Specifieke bescherming tegen Botrytis en Erwinia.
12	Controle		Teeltlocatie en condities gelijk aan de behandelingen.

## 3 Vergelijking van concepten op gewasschade

In korte proeven werden tien of elf concepten getoetst (zie Bijlage 8). In totaal werden de proeven van zes weken in kas 10.1 en kas 10.2 in Bleiswijk ingezet. De opkweek vond plaats in dezelfde kas. Deze kassen bevatten vierentwintig kleine tafels met daarop drie matten en slangen met druppelbevloeiing met recirculatie. Bouwstenen werden aan de voedingsbak onder de tafel toegevoegd. Een uitgebreide voeding analyse van alle bouwstenen of producten is uitgevoerd. Hierbij is gekeken naar de nutriënten samenstelling, aanwezigheid van organische koolstof en kiemgetal bepaling. Real-time sensoren voor water, zuurstof en pH zijn op diverse plaatsen in de matten geplaatst. De bakken werden wekelijks gekeurd om de bouwstenen en nutriënten, EC en pH constant te houden.

Achtereenvolgens werden proeven ingezet met komkommer met tien behandelingen en een controle. Deze proef werd meteen na afloop herhaald. Vervolgens werd een zelfde proef uitgevoerd met tomaat en gerbera.

Toediening van bouwstenen werd verzorgd op advies van de toeleveranciers. Bij GrondGezond werd dit verzorgd samen met de toeleverancier. De opkweek van de gewassen en ook de verlengde opkweek van gerbera werden in Bleiswijk uitgevoerd.

### 3.1 Algemeen

Er zijn kasproeven uitgevoerd voor onderzoek naar gewasschade door het gebruik van de concepten. Dit is belangrijk omdat in het tweede jaar langdurige kasproeven zouden worden uitgevoerd en er onzekerheden waren over eventuele gewasschade door het gebruik van concepten aan de gewassen komkommer (cv. Proloog, Rijk Zwaan), tomaat (cv. Komeett, Ruiters Seeds) en gerbera (cv. Optima, Florist). Hiervoor werd tijdens de proef gekeken naar visuele gewasschade en aan het einde van de proef na zes weken werden het aantal bladen per plant gemeten, het aantal vruchten, de lengte van de plant, het totale bladoppervlakte, vers- en drooggewicht van de stengel, vers- en drooggewicht van de vruchten en het aantal en het totale gewicht aan vruchten, droge stof van vruchten, brix-waarde en spad (zie Tabel 2.).



Tabel 2. Overzicht van metingen aan het einde van de teelt van komkommer, tomaat en gerbera.

	komkommer	tomaat	gerbera	verklaring
<i>Vegetatief</i>				
aantal bladeren	x	x	x	Indicator voor ontwikkeling
lengte van de plant	x	x		Maat voor groeipotentie en productie
blad oppervlakte	x	x	x	Belangrijke indicator voor assimilatie capaciteit
droog-, en vers gewicht blad	x	x		Indicator voor totale groei en blad-watergehalte
droog-, en vers gewicht stengel	x	x		Indicator voor watergehalte in stengel
Aantal dode-, en levende bladeren			x	Maat voor gewasschade
droog-, en vers gewicht plant			x	Indicator voor watergehalte in plant
SPAD	x	x		Relatieve bepaling van hoeveelheid chlorofyl en staat in relatie tot de hoeveelheid stikstof in het blad. Stikstof is belangrijk voor de potentiële productie.
<i>Generatief</i>				
Vers- en drooggewicht vruchten	x			Productie meting
aantal vruchten	x	x		Productie meting
aantal bloemknoppen			x	Consumenten waarde
maximum lengte bloemknop			x	Indicator bloem productie in vroeg stadium
<i>Smaak</i>				
verhouding droog-/ vers gewicht vrucht	x	x		Indicator voor watergehalte in de vrucht en smaak
BRIX (°Bx)	x	x		Gewicht percentage suikers in vrucht en een indicator voor zoetheid in smaak

Voor de proeven werd gebruik gemaakt van een kas met een oppervlakte van 144 m<sup>2</sup> met vierentwintig onafhankelijk in te stellen eb-vloed systemen. Wekelijks werd het waterreservoir onder de tafel geleegd en opnieuw aangevuld met een standaard fertigatie en de bouwstenen van het concept (zie Bijlage 3).

In de proeven werden steeds twee substraten gebruikt, namelijk in komkommer steenwol en perliet, in tomaat en gerbera de substraten steenwol en kokos (Tabel 3.). Deze keus werd gemaakt op basis van de grootte van het marktaandeel van deze substraten in de praktijk.

Omdat er maar drie (pseudo)herhalingen waren ingezet per tafel moet er een voorzichtige interpretatie worden gemaakt van significante verschillen zoals weergegeven in de Bijlagen 4, 5, 6 en 7 voor resp. komkommer, tomaat en gerbera. Als er gekeken wordt naar de invloed van het type substraat, ongeacht de behandeling, dan zijn dat echte herhalingen en wordt een significant verschil belangrijk.

Tabel 3. Overzicht van de gebruikte substraten per modelgewas.

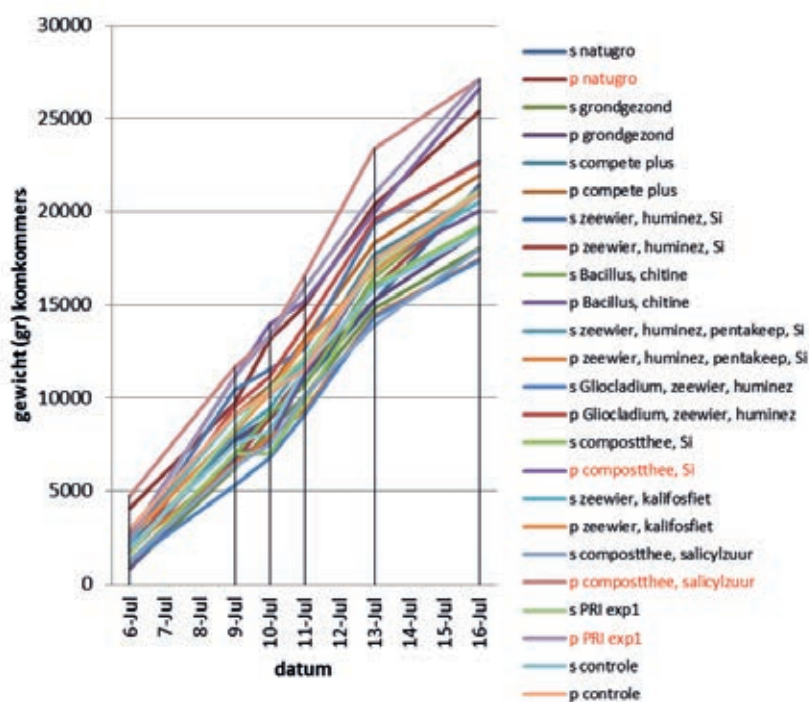
	steenwol	perliet	kokos
Komkommer	x	x	
Tomaat	x		x
Gerbera	x		x

## 3.2 Komkommer

In het algemeen, en ook tijdens de wekelijkse visuele inspectie was er weinig verschil te zien in vegetatieve, generatieve ontwikkeling en smaak parameters. Uitzonderingen waren de vroege productie, brix-, en spad-waarden per behandeling.

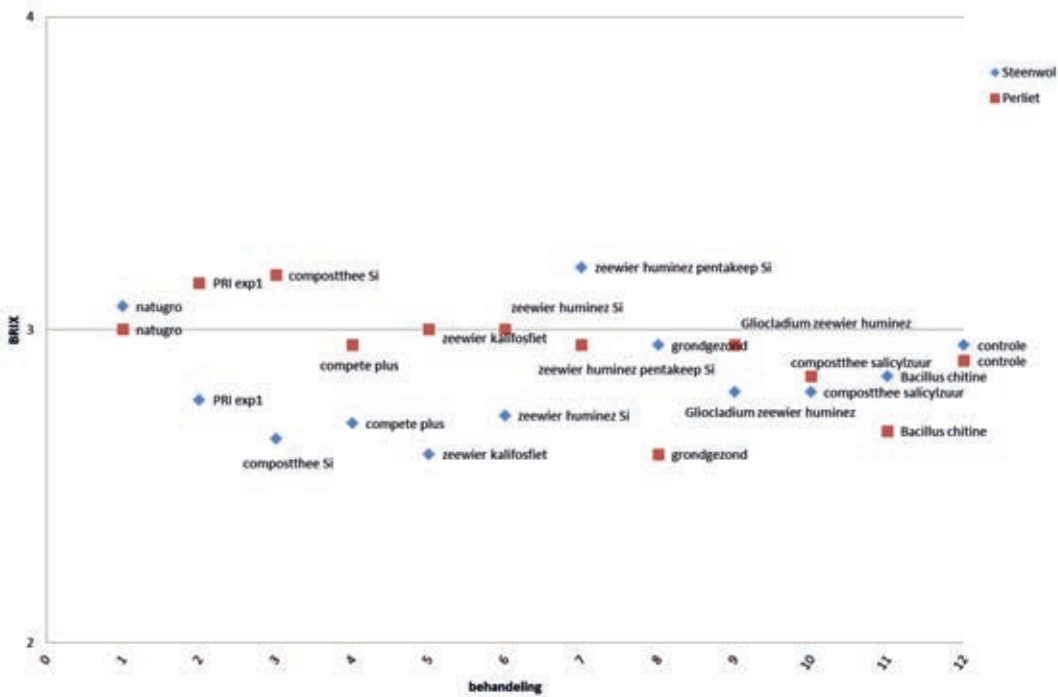
### 3.2.1 Proef 1.

Bij komkommer liet de behandeling met compostthee en salicylzuur op perliet een verhoogde vroege productie zien van komkommers (zie Figuur 3.). Ook de concepten met PRI-exp.1 op perliet, compostthee en silicium op perliet en NatuGro op perliet lijken een productie verhoging te geven qua gewicht (perliet: 22000 gr.; steenwol: 20051 gr.) en aantallen komkommers (perliet: 54 stuks; steenwol: 49 stuks).



Figuur 3. Overzicht van de vroege productie in grammen komkommers. Het concept met compostthee en salicylzuur op perliet laat een hoger gewicht toename zien in komkommer productie. De vier concepten met de hoogste vroege productie (NatuGro; Compostthee, silicium; compost thee, salicylzuur; PRI Exp.1 op perliet) zijn in de legenda aangegeven in rood.

De hoogste gemiddelde brix waarde in de komkommers was 3.20 °Bx. Brix wordt gezien als een belangrijke indicator voor smaak omdat het een bepaling is van het relatieve suikergehalte in de vrucht. NatuGro en zeewier, huminezuren, Pentakeep en silicium op steenwol en compost thee, silicium en PRI-exp.1 op perliet geven een hogere brix waarde dan de controles (zie Figuur 4.).



Figuur 4. Overzicht van brix-waarden per concept. NatuGro en zeewier, huminezuur, pentakeep en silicium op steenwol en compost thee, silicium en PRI-exp.1 op perliet geven een hogere brix waarde dan de controles.

Voor het concept met zeewier, huminezuren en silicium op steenwol en PRI-exp. 1 op perliet geldt dat de spad-waarden significant lager waren dan de andere concepten en de controles op perliet en steenwol (zie Bijlage 4). Dit kan duiden op een voeding gebrek en daardoor een tekort aan stikstof in de bladeren.

De resultaten in Tabel 4. laten zien dat er, ongeacht de behandelingen, de komkommers op steenwol een lagere verhouding tussen het droog gewicht en vers gewicht van de bladeren hadden. Maar het drooggewicht van de stengel was hoger.

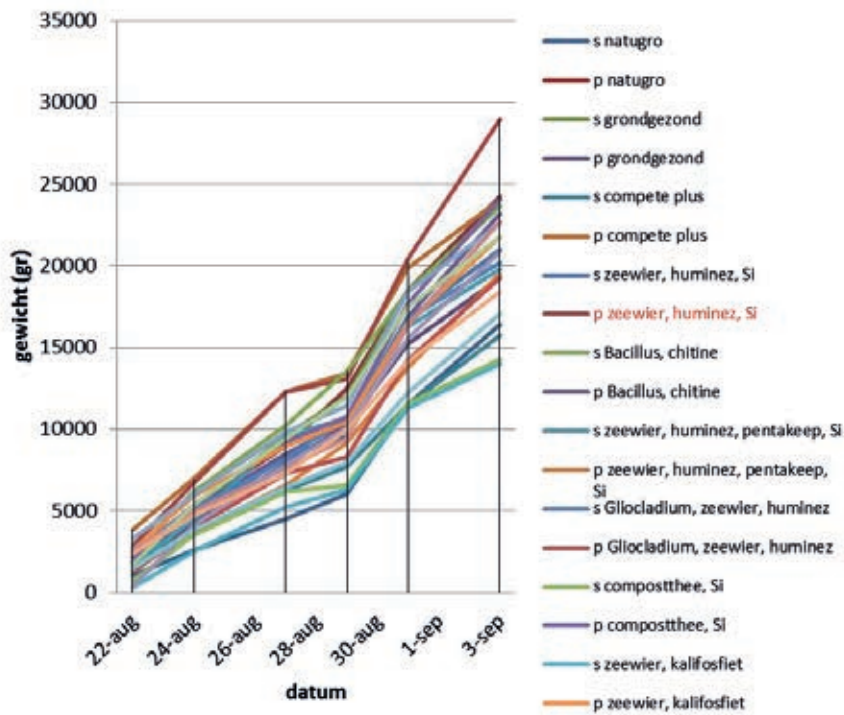
Tabel 4. Overzicht van vegetatieve-, generatieve kenmerken van komkommer aan het einde van zes weken teelt en (niet) significant verschillen in kenmerken tussen planten op steenwol en perliet, ongeacht de behandelingen.

		n	gem.		st. dev.
nr_bladeren	steenwol	36	31,47	NS	2,04
	perliet	36	31,89	NS	1,04
lengte (cm)	steenwol	36	311,11	NS	25,31
	perliet	36	305,47	NS	23,15
blad oppervlakte (cm <sup>2</sup> )	steenwol	36	18833,72	NS	2702,59
	perliet	36	18585,33	NS	3865,62
vers gewicht blad (gr.)	steenwol	36	493,27	NS	72,36
	perliet	36	469,79	NS	69,86
droog gewicht blad (gr.)	steenwol	36	78,19	NS	7,48
	perliet	36	79,11	NS	10,00
droog-/ versgewicht blad	steenwol	36	0,16	*	0,02
	perliet	36	0,17	NS	0,02
versgewicht Stengel (gr.)	steenwol	36	866,29	NS	100,40
	perliet	36	835,32	NS	72,10
drooggewicht Stengel (gr.)	steenwol	36	74,56	**	5,13
	perliet	36	71,76	NS	3,65
droog-/ versgewicht stengel	steenwol	36	0,09	NS	0,01
	perliet	36	0,09	NS	0,01
versgewicht vrucht (gr.)	steenwol	36	1239,762	NS	210,20
	perliet	36	1267,438	NS	183,91
drooggewicht vrucht (gr.)	steenwol	36	70,0633	NS	7,14
	perliet	36	71,2669	NS	6,05
droog-/ versgewicht vrucht	steenwol	36	0,0576	NS	0,00
	perliet	36	0,057	NS	0,00

NS= niet significant volgens ANOVA; \* <0.05; \*\* <0.01; \*\*\* <0.001. n = aantal herhalingen, gem. = gemiddelde, st dev = standaard deviatie.

### 3.2.2 Proef 2.

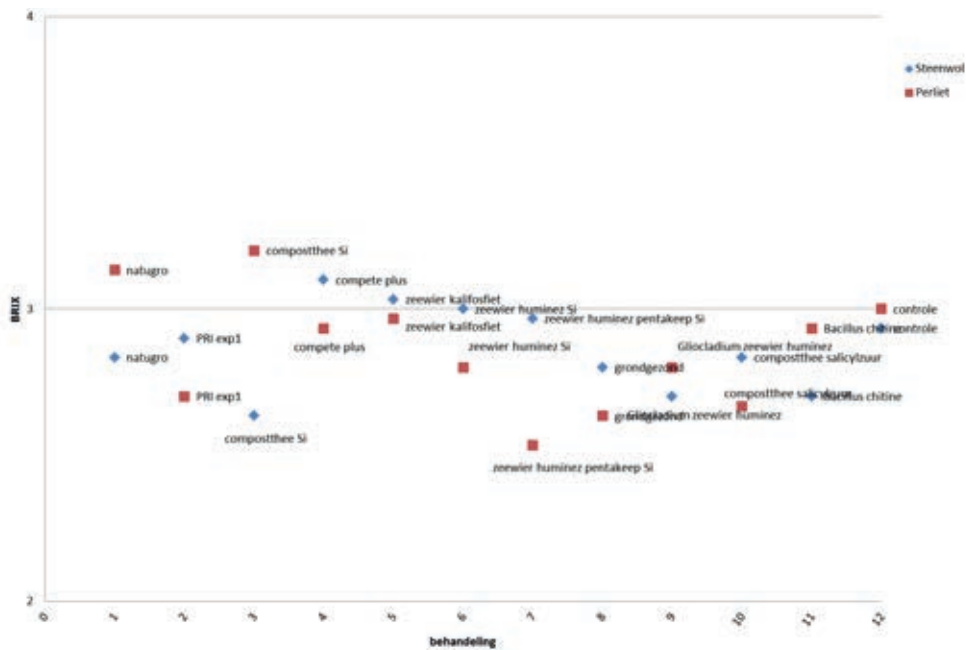
Het concept met zeewier, huminezuren en silicium op perliet liet een hoger gewicht toename bij de komkommer productie (zie Figuur 5.).



Figuur 5. Overzicht van de productie in grammen komkommers. Het concept met zeewier, huminezuren en silicium op perliet laat een hoger gewicht toename zien in komkommer productie maar dat kan verklaard worden door de positie van deze behandeling in de kas. Interessant is dat ook hier compost thee en NatuGro op perliet een relatief hoge vroege productie laten zien.

Het concept met compostthee en salicylzuur op perliet gaf een significant verschil in vegetatieve groei-parameters (zie Bijlage 5). Zowel vers-, als drooggewicht van de stengel was lager dan de stengels van de planten in de andere behandelingen. Omdat deze relatie niet zichtbaar was in proef 1, moeten we dit resultaat in twijfel trekken en toe schrijven aan een verschil tussen de twee teelten met betrekking tot water- en voedingsgift of instraling in de kas.

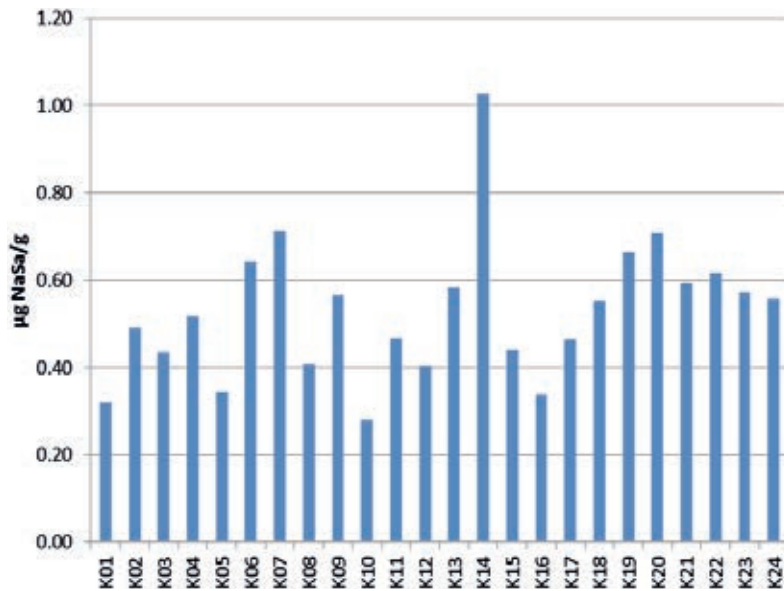
De spad-waarde van de bladeren van de planten op perliet lag significant hoger dan van de planten op steenwol.



Figuur 6. Overzicht van brix waarden van komkommers bij verschillende behandelingen. Op perliet geven de concepten met zeewier en kalifosfiet en zeewier en silicium een significant hogere brix waarde dan beide controles op steenwol en perliet.

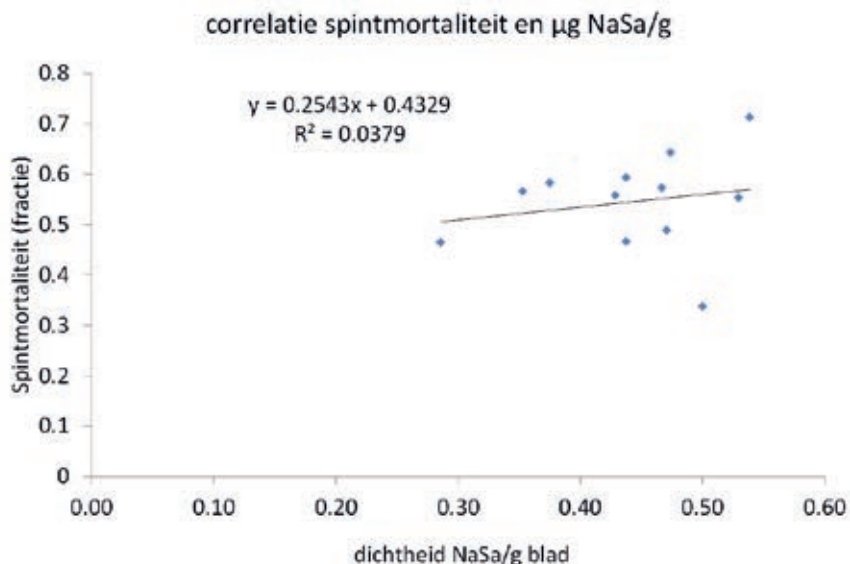
Op perliet gaven de concepten met zeewier en kalifosfiet (3.13 °Bx) en zeewier en silicium (3.20 °Bx) een significant hogere brix waarde dan beide controles op steenwol en perliet (2.70-2.80 °Bx, Figuur 6.).

Er lijkt een verband te zijn met salicylzuur metingen in de komkommerproef met weerbaarheid tegen spint. Bij de behandeling met kalifosfiet was de salicylzuur concentratie het hoogst (Figuur 7.). Bij het concept NatuGro lijkt er een stimulatie te zijn van reproductie van spint op komkommer (Figuur 8.). Maar dit moet nog een keer getoetst worden. Er werd geen significant verschil aangetroffen in salicylzuur gehalte in planten op steenwol of in planten op perliet.



Figuur 7. Overzicht van salicylzuur in bladeren van de komkommer planten in de 24 verschillende behandelingen van proef 2 met steenwol (sw) en perliet (pl). (K01=sw, NatuGro, K02=sw, PRI Exp 1, K03=sw, compostthee, Si, K04=sw, Compete Plus, K05=sw, zeewier, kalifosfiet, K06= sw, zeewier, huminezuren, Si, K07= pl, compostthee, salicylzuur, K08=Bacillus, chitine, K09= pl, zeewier, huminezuren, Pentakeep, Si, K10= pl, controle, K11= pl, GrondGezond, K12= pl, Gliocladium, zeewier, huminezuren, K13= sw, zeewier, huminezuren, Pentakeep, Si, K14= sw, controle, K15= sw, GrondGezond, K16= sw, Gliocladium, zeewier, huminezuren, K17= sw, compostthee, salicylzuur, K18= sw, Bacillus, chitine, K19= pl, compostthee, Si, K20= pl, zeewier, huminezuren, Si, K21= pl, zeewier, kalifosfiet, K22= pl, NatuGro, K23= pl, Compete Plus, K24= pl, PRI Exp. 1). Zie ook Bijlage V.

In de bio-toets analyse van de weerbaarheid van de plant tegen spint is bij geen enkele behandeling een verhoogde mortaliteit bij spint waargenomen en was er een zwakke relatie met salicylzuur te zien (Figuur 8.).



Figuur 8. Verhouding tussen de concentratie salicylzuur (NaSa/g blad) en de mortaliteit van spint in een bio-toets, zoals beschreven in paragraaf 4.1.3.

De resultaten in Tabel 5. laten zien dat er, ongeacht de behandelingen, de komkommers op steenwol meer bladeren, bladoppervlakte, vers gewicht bladeren, vers- en droog gewicht stengel hadden dan op perliet. De verhouding tussen droog- en vers gewichten waren daardoor lager.



Tabel 5. Overzicht van vegetatieve-, generatieve kenmerken van komkommer (cv. Proloog) aan het einde van zes weken teelt en verschillen in kenmerken tussen planten op steenwol en perliet, ongeacht de behandelingen.

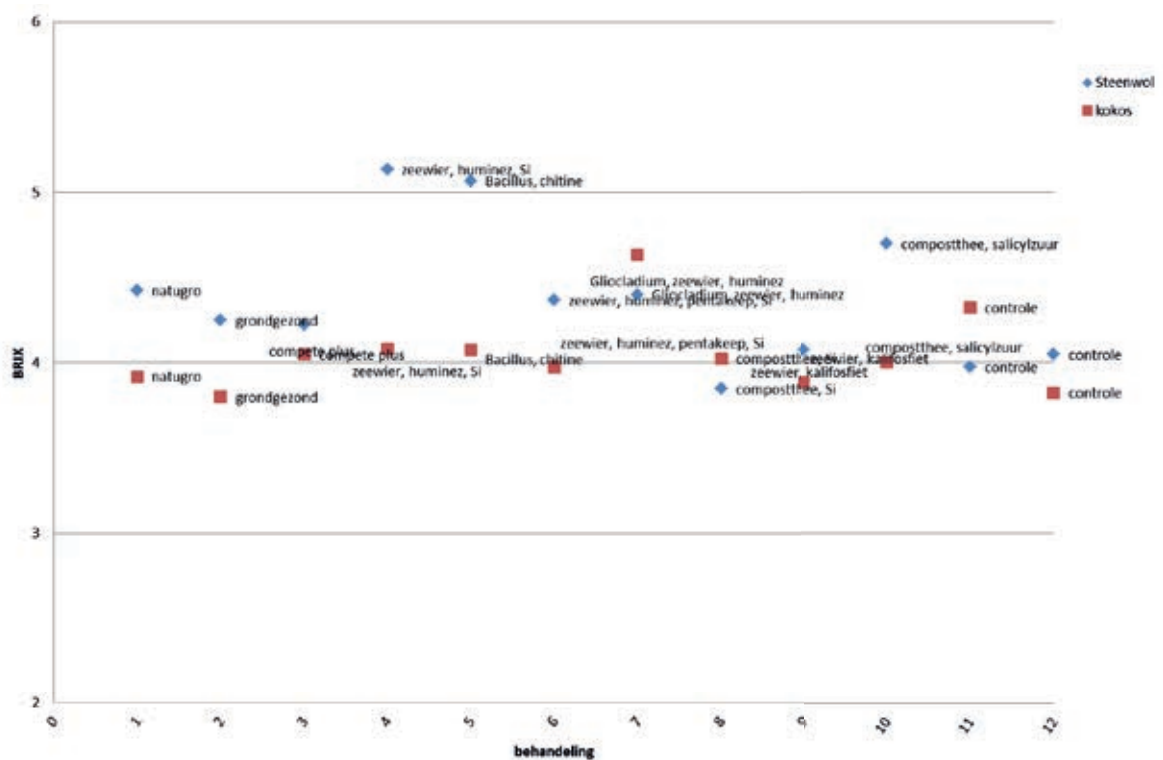
		n	gem.		st. dev.
nr_bladeren	steenwol	36	37,56	**	8,12
	perliet	36	32,44		7,95
lengte (cm)	steenwol	36	296,64	NS	43,94
	perliet	36	286,33		36,15
blad oppervlakte (cm <sup>2</sup> )	steenwol	36	13054,67	**	2151,64
	perliet	36	11305,11		2300,42
vers gewicht blad (gr.)	steenwol	36	522,78	**	68,14
	perliet	36	476,33		77,81
droog gewicht blad (gr.)	steenwol	36	60,45	NS	5,02
	perliet	36	60,08		6,57
droog-/ versgewicht blad	steenwol	36	0,12	*	0,01
	perliet	36	0,13		0,03
versgewicht Stengel (gr.)	steenwol	36	625,83	**	107,75
	perliet	36	553,31		100,85
drooggewicht Stengel (gr.)	steenwol	36	56,95	*	5,54
	perliet	36	53,93		4,79
droog-/ versgewicht stengel	steenwol	36	0,09	*	0,01
	perliet	36	0,10		0,02
versgewicht vrucht (gr.)	steenwol	36	1456,50	NS	344,81
	perliet	36	1407,69		462,99
drooggewicht vrucht (gr.)	steenwol	36	70,09	NS	8,34
	perliet	36	74,09		11,76
droog-/ versgewicht vrucht	steenwol	36	0,04	*	0,00
	perliet	36	0,05		0,01

NS= niet significant volgens ANOVA; \* <0.05; \*\* <0.01; \*\*\* <0.001. n = aantal herhalingen, gem. = gemiddelde, st dev = standaard deviatie.

### 3.3 Tomaat

#### 3.3.1 Proef 1.

Er waren niet veel significante verschillen in generatieve en vegetatieve groei kenmerken waargenomen. De planten waren significant langer bij GrondGezond op steenwol, en bij *Bacillus* met chitine op kokos dan de controles. Het concept *Bacillus* en chitine op steenwol gaf de hoogste ratio droog-/vers gewicht van de stengel (zie Bijlage 6).



Figuur 9. Overzicht van brix waarden van tomaat bij verschillende behandelingen. Op steenwol geven de concepten met *Bacillus* en chitine, compostthee met salicylzuur, zeewier met huminezuren en silicium een significant hogere brix waarde dan beide controles op steenwol en kokos. Op kokos het concept met *Gliocladium*, zeewier, huminezuren.

De brix waarde laat wel verschillen zien ten opzichte van de controle. De controles op steenwol en kokos lieten een brix waarde zien tussen 4.00 - 4.33 °Bx. Opvallend zijn de concepten op steenwol met *Bacillus* en chitine (5.07 °Bx), compostthee met salicylzuur (4.70 °Bx), zeewier met huminezuren en silicium (5.13 °Bx) en op kokos het concept met *Gliocladium*, zeewier, huminezuren (4.63 °Bx; Figuur 9.).

Als gekeken wordt naar de invloed van het substraat (Tabel 6.), dan waren er significante verschillen in het vers gewicht van de bladeren (steenwol: 758.11 gr.; kokos: 822.27 gr.), de verhouding drooggewicht tot vers gewicht bladeren (steenwol: 0.10; kokos: 0.11), het vers gewicht van de stengel (steenwol: 355.08 gr.; kokos: 382.31 gr.), drooggewicht van de stengel (steenwol: 51.49 gr.; kokos: 53.20 gr.) en de verhouding tussen drooggewicht en vers gewicht van de stengel (steenwol: 0.15; kokos: 0.14), drooggewicht van de tomaat (steenwol: 61.54 gr.; kokos: 66.02 gr.), vers gewicht van de tomaat (steenwol: 645.42 gr.; kokos: 737.62 gr.) en de verhouding hiertussen (steenwol: 0.10; kokos: 0.09).

Tabel 6. Overzicht van vegetatieve-, generatieve kenmerken van tomaat (cv. Komeett) aan het einde van zes weken teelt en verschillen in kenmerken tussen planten op steenwol en kokos ongeacht de behandelingen.

		n	gem.		st. dev.
nr_bladeren	steenwol	36	23,17	NS	1,80
	kokos	36	23,69		1,65
lengte (cm)	steenwol	36	240,17	NS	15,95
	kokos	36	245,47		14,02
blad oppervlakte (cm <sup>2</sup> )	steenwol	36	14746,75	NS	1933,68
	kokos	36	15031,28		1828,77
vers gewicht blad (gr.)	steenwol	36	758,11	***	65,01
	kokos	36	822,28		76,51
droog gewicht blad (gr.)	steenwol	36	80,84	NS	5,66
	kokos	36	83,28		7,44
droog-/ versgewicht blad	steenwol	36	0,11	***	0,01
	kokos	36	0,10		0,00
versgewicht Stengel (gr.)	steenwol	36	355,08	***	22,69
	kokos	36	382,31		26,91
drooggewicht Stengel (gr.)	steenwol	36	51,49	**	2,70
	kokos	36	53,20		2,17
droog-/ versgewicht stengel	steenwol	36	0,15	**	0,01
	kokos	36	0,14		0,01
versgewicht vrucht (gr.)	steenwol	36	645,42	**	105,38
	kokos	36	737,61		133,75
drooggewicht vrucht (gr.)	steenwol	36	61,54	*	7,25
	kokos	36	66,02		7,52
droog-/ versgewicht vrucht	steenwol	36	0,10	*	0,01
	kokos	36	0,09		0,01

NS= niet significant volgens ANOVA; \* <0.05; \*\* <0.01; \*\*\* <0.001. n = aantal herhalingen, gem. = gemiddelde, st dev = standaard deviatie.

## 3.4 Gerbera

### 3.4.1 Proef 1.

De concepten met compostthee en salicylzuur op steenwol, en compostthee met silicium op kokos lieten een significant hoger aantal dode bladeren (beide gemiddeld 8.75 bladeren per plant) zien ten opzichte van de controles (steenwol: 5.63 en 6.63; kokos: 4.88 en 4.25). Maar dat kwam niet duidelijk terug in de verhouding tussen het totaal aantal bladeren en het dode aantal bladeren. Dat betekent dat het om een klein verschil gaat tussen de behandelingen in relatie tot het aantal dode bladeren. Planten op steenwol waren eerder generatief en de bladkleur van de planten op steenwol is iets donkerder dan de planten op kokos.

Als er gekeken wordt naar de invloed van het type substraat (Tabel 7.), ongeacht de behandelingen, dan was er een significant verschil in blad oppervlakte (steenwol: 6476.36 cm<sup>2</sup>; kokos: 7080.18 cm<sup>2</sup>), vers gewicht van de plant (steenwol: 402.60 gr.; kokos: 507.05 gr.) en droog gewicht van de plant (steenwol: 71.33 gr. ; kokos: 77.04 gr.), het aantal dode

bladeren (steenwol: 6.53; kokos: 5.01), de verhouding tussen dode en levende bladeren (steenwol: 0.14; kokos: 0.11) en de verhouding tussen droog- en vers gewicht van de plant (steenwol: 0.18; kokos: 0.17).

Tabel 7. Overzicht van vegetatieve-, generatieve kenmerken van gerbera (cv. Optima) aan het einde van zes weken teelt en verschillen in kenmerken tussen planten op steenwol en kokos, ongeacht de behandelingen.

		n	gem.		st. dev.
nr_bloemknoppen	steenwol	96	5,07		1,24
	kokos	96	4,90	NS	1,27
nr_bladeren	steenwol	96	47,95		8,09
	kokos	96	48,49	NS	6,99
blad oppervlakte (cm <sup>2</sup> )	steenwol	96	6476,36		965,05
	kokos	96	7080,18	***	1054,39
vers gewicht plant (gr.)	steenwol	96	402,60		63,70
	kokos	96	507,05	*	487,58
droog gewicht plant (gr.)	steenwol	96	71,33		7,19
	kokos	96	77,04	***	8,83
nr_dode bladeren	steenwol	96	6,53		2,12
	kokos	96	5,01	***	2,39
dood/ levende bladeren	steenwol	96	0,14		0,05
	kokos	96	0,11	***	0,06
droog-/ versgewicht plant	steenwol	96	0,18		0,02
	kokos	96	0,17	***	0,02
max lengte bloemknop (cm)	steenwol	96	63,14		8,29
	kokos	96	65,27	NS	9,49

NS= niet significant volgens ANOVA; \* <0.05; \*\* <0.01; \*\*\* <0.001. n = aantal herhalingen, gem. = gemiddelde, st dev = standaard deviatie.

## 3.5 Conclusie

### 3.5.1 Komkommer

De verschillen in de vroege productie van de komkommer planten (cv. Proloog) tussen proef 1 en 2 waren groot. Bij proef 2 was de temperatuur en instraling hoger en dit resulteerde in zon- en schaduw effecten. Hierdoor moeten de gegevens zoals weergegeven in de Bijlagen 4 – 7 met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. In het algemeen laten de vegetatieve-, en generatieve kenmerken geen opvallende verschillen zien tijdens deze korte teelten en is er geen noemenswaardige gewasschade opgetreden. In beide proeven was de verhouding tussen droog- en vers gewicht van de bladeren op steenwol lager en dit werd veroorzaakt door een hoger vers gewicht op steenwol. Ook het droog gewicht van de stengel was op steenwol hoger in beide proeven.

### 3.5.2 Tomaat

Bij tomat (cv. Komeett) was het opvallend dat steenwol ten opzichte van kokos resulteerde in lagere waarden in de lijst van plant eigenschappen (Tabel 6.). Dit is het tegenovergestelde bij komkommer op steenwol en perliet, waarbij de planten op steenwol hogere waarden lieten zien.

### 3.5.3 Gerbera

Opvallend waren bij de gerbera proef (cv. Optima) de mooie witte wortels in de teelt. Ook is er geen uitval opgetreden. Trips en spint zijn biologisch goed beheerst en meeldauw is met zwavel goed onder controle gekregen. De teeltduur van zes weken was kort, maar er zijn toch al effecten gezien van het type substraat op de plant. De planten op kokos waren zwaarder met een hoger drooggewicht. De planten op steenwol waren het beste ontwikkeld zowel in scheutaantal, zwaarte als knopontwikkeling. Bladkleur van de planten op steenwol was iets donkerder dan de planten op kokos. Planten op steenwol waren eerder generatief. Het concept GrondGezond gaf na zes weken teelt een groter bladoppervlakte op beide substraattypes. De onbehandelde controles hadden op beide substraten een hoger gewicht aan vers plantmateriaal.



## 4 Meetgereedschap

In de klassieke methoden wordt gewerkt met ziekten en plagen terwijl nieuwe meet methoden voor de praktijk geen gebruik mogen maken van ziekten en plagen om een mogelijke besmetting in de praktijk te voorkomen en om sneller de weerbaarheid te kunnen meten. In de volgende paragrafen worden de klassieke methoden beschreven en indien nodig getoetst of verder uitgewerkt als een basis voor het ontwikkelen van nieuwe, en snelle meet technieken voor het meten van weerbaarheid in de teelt.

Het plan was om in het tweede jaar te beginnen met teeltproeven met een volledige teeltduur. Tijdens die proeven zou voortdurend gezocht worden naar correlaties tussen metingen van bodemvoedselweb, nutriënten, micro-gemeenschap, zuurgraad, zuurstof en generatieve-, vegetatieve-, en productie eigenschappen van het gewas en de klassieke weerbaarheid metingen. Significante correlaties zouden gebruikt worden voor het ontwikkelen van indicatoren voor een weerbaar substraat en een weerbare plant.

### 4.1 Ziekten en plagen

#### 4.1.1 Botrytis bij tomaat en echte meeldauw(wit) bij gerbera en komkommer

Bio-assays werden ingezet met behulp van bladponsjes van komkommerbladeren, tomaat of gerbera uit de praktijk of van proef behandelingen. Vervolgens worden de bladponsjes kunstmatig geïnoculeerd met meeldauw of Botrytis in het lab. De ziekte wordt geïsoleerd uit bladmateriaal overeenkomstig aan het te toetsen gewas. Dit uitgangsmateriaal werd gebruikt voor de kweek. De kolonie ontwikkeling werd gemeten en het aantal sporen werd vastgesteld. Omdat salicylzuur een belangrijke rol speelt in de afweerreactie van de plant, werd de concentratie bepaald in de proef komkommer II.

#### 4.1.2 Fusarium bij komkommer en gerbera

Fusarium verspreidt zich voornamelijk door het watergift systeem. De microkonidia (eencellig) kiemen niet altijd goed en daarom zijn vooral macrokonidia belangrijk voor de ziekte verwekking in planten. Ze worden in grote aantallen geproduceerd, ze kiemen goed en snel. De chlamydosporen zijn belangrijk voor overleving in de grond. Weerbaarheid in het substraat kan optreden door aanwezigheid van pseudomonaden, Bacillus, Gliocladium catenulatum strain J1446 (Prestop), en aanwezigheid van hoge biomassa van bacteriën en schimmels, niet- plant pathogene Fusarium soorten, Trichoderma spp. (Minuto e.a. 2008), chitinase activiteit en zuurgraad. Voor een bio-toets wordt een kweek van micro- en makrokonidia ingezet. Vervolgens worden matten uit de praktijk gehaald en getoetst met 3 a 4 planten per mat in een librabak. De eerste plant wordt geïnoculeerd met Fusarium en na zes weken worden er symptomen gescoord. De snelheid waarmee de andere planten symptomen laten zien is een maat voor weerbaarheid van het substraat.

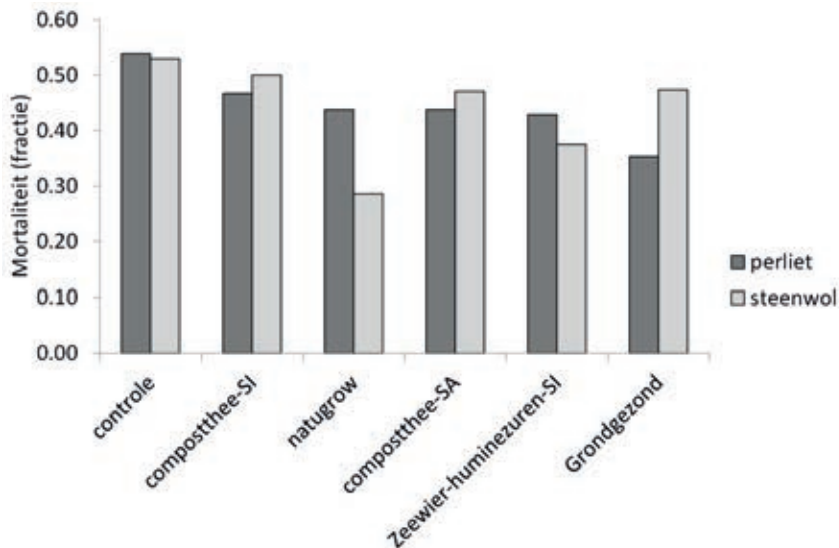
#### 4.1.3 Spint bij komkommer, witte vlieg bij gerbera en tomaat

De bonenspint *Tetranychus urticae* is een zeer polyfaag plaagorganisme dat in zowel paprika, tomaat als komkommer veel schade geeft. Door de hoge ontwikkelingssnelheid van deze mijten is de kwaliteit en weerbaarheid van planten van grote invloed op de populatieontwikkeling van spint. Een iets tragere ontwikkeling kan zeer gunstig zijn voor de biologische bestrijding met roofmijten. Hoewel spint zeer polyfaag is, is bekend dat de mijten niet gemakkelijk van het ene gewas naar het ander gewas overstappen. Daarom heeft Wageningen UR Glastuinbouw voor de drie vruchtgroentegewassen specifieke lijnen in kweek. Deze lijnen kunnen in bio-toetsen gebruikt worden om de effecten van teeltmaatregelen op de reproductiesnelheid van spint te meten. Witte vlieg is een belangrijke plaag in de sierteeltgewassen als gerbera en roos, maar ook in de vruchtgroenten tomaat en komkommer. Groeivertraging door plantweerbaarheid kan ook bij deze plaag de biologische bestrijding versterken, bijvoorbeeld doordat bepaalde stadia langer gevoelig blijven voor parasitering. Hiervoor werd voor trips een blad pons methode gebruikt waarbij spint werd gesynchroniseerd (zelfde leeftijd) en de



snelheid van de populatie ontwikkeling werd bepaald als maat voor weerbaarheid van een plant na een behandeling. Na afloop van de 2<sup>e</sup> komkommerteelt is bladmateriaal verzameld en is een analyse gedaan van een aantal concepten op trips-weerbaarheid. Voor witte vlieg is een kooi-klem gebruikt waarbij witte vlieg in een kooi werd geplaatst dat vervolgens aan een blad van een plant werd geklemd.

De ontwikkelingssnelheid en juveniele mortaliteit werden bepaald op blad ponsen op vochtige watten in een klimaat cel bij 25°C en 70% RV. Per behandeling werden 20 blad ponsen gebruikt. Op ieder pons wordt een ei gelegd van 1 dag oud. Na 4 dagen werd de mortaliteit bepaald en werden de overlevende nimfen overgezet op nieuwe ponsen van hetzelfde blad. Vervolgens werd na 8, 9, 10 11 en 12 dagen de mortaliteit bepaald en gescoord wanneer een nimf adult was geworden.



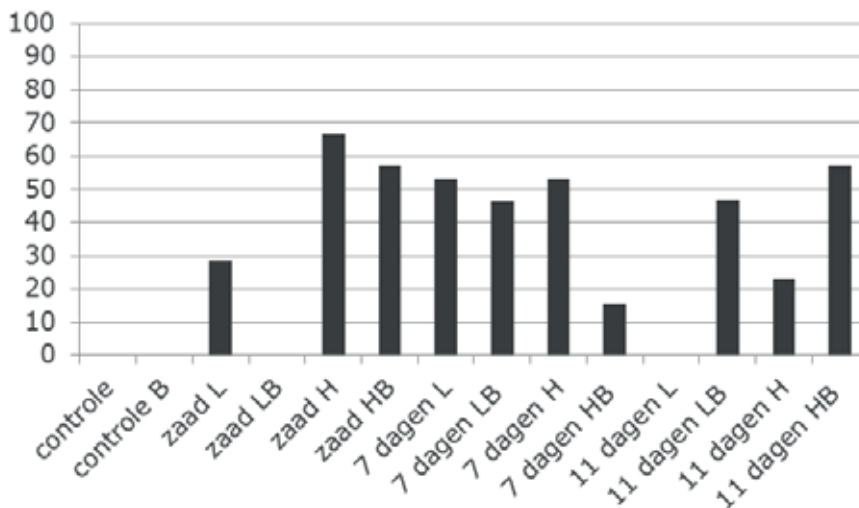
Figuur 10. Mortaliteit van spint bij ontwikkeling van ei tot adult bij vijf behandelingen en een controle op perliet en steenwol.

Er werd een pilot proef uitgevoerd met spint op komkommerblad (Figuur 10.). Er was veel sterfte door uitdroging van eieren, infectie met trips (eieren in het blad die uitkomen). Er werd géén vertraging in ontwikkeling gemeten, minimale verschillen zijn moeilijk te meten (tussen dag 6 en 8 werd alles volwassen).

#### 4.1.4 Overmatige wortelgroei bij tomaat

Het verschijnsel van overmatige wortelgroei wordt veroorzaakt door de bacterie *Rhizobium rhizogenes*. Het is een pathogeen van o.a. komkommer en tomaat waarbij een plasmide (Ri) wordt ingebouwd in het genetisch materiaal van de plant. De expressie van dit plasmide DNA heeft invloed op de gevoeligheid van de plant voor auxine (groeihormoon), PR eiwitten, ROS (reactive oxygen species) en calcium balans. Over manieren waarop een plant weerbaar gemaakt kan worden is niet veel bekend. Het substraat kan een verhoogde weerbaarheid krijgen door concurrentie met andere micro-organismen in de mat om voedsel. Voorbeelden van deze soorten zijn fluorescente pseudomonaden en *Bacillus* soorten. Ook kan een verhoogde plantweerbaarheid worden opgebouwd door bacteriën op de wortels, de zgn. PGPB (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) of andere micro-organismen die het afweersysteem van de plant aan kunnen schakelen (Induced Systemic Resistance). In de bio-toets werd de onderstam Maxifort gebruikt. Er werden twee concentraties van *R. rhizogenes* toegevoegd op vier verschillende tijdstippen, namelijk bij het zaaien, en 7 dagen, 11 dagen en 21 dagen na zaaien. Daarnaast werden zaden en planten wel of niet beschadigd. De ziektesymptomen werden na 3 weken gescoord op basis van een index van 0 tot en met 3. Hierbij is 0- gezonde planten, 3- duidelijk zieke planten. Planten met score 2 en 3 werden beschouwd als geïnfecteerd. Monsters werden genomen voor DNA analyse voor aanwezigheid van het Ri plasmide in de mat en in de plant.

De resultaten (Figuur 11.) lijken te wijzen op dat een beschadiging geen invloed heeft op de mate van symptoom ontwikkeling gedurende de drie weken.



Figuur 11. Overzicht van het percentage onderstam tomaten planten (cv. Maxifort) met symptomen van overmatige wortelgroei. B=beschadigt, H=  $10^{11}$ , L=  $10^7$  kve *R. rhizogenes* (kolonie vormende eenheden).

#### 4.1.5 Plantsterkte

Plantsterkte of -weerstand is gedefinieerd als het vermogen van planten om een ziekteverwekker of plaag te herkennen en vervolgens een verdedigingsreactie te starten. Zogenaamde systemische weerstand kan ontstaan als in bepaalde plantonderdelen een verdedigingsreactie wordt geïnduceerd en deze weerstand wordt overgedragen op niet behandelde delen, die vervolgens ook meer weerbaar zijn tegen een breed spectrum aan ziekten en plagen.

Systemic Acquired Resistance (SAR) is een verdedigingsmechanisme, dat wordt gereguleerd via de salicylzuur (SA) route. Glucanase en chitinase zijn twee van de PR (pathogenesis-related) eiwitten die bij SAR verhoogde activiteit vertonen. De activiteiten van deze eiwitten zijn goed meetbaar en kunnen dienen als marker (indicator/verklikker) voor de plantweerstand via SAR.

### 4.2 Substraatmilieu

Om substraten weerbaar te maken tegen ziekten en plagen wordt gebruik gemaakt van mechanismen die worden “geleend” uit de natuur. Diverse middelen of combinaties van middelen worden toegediend aan het substraat om het gewas sterker te maken of om condities te scheppen die gunstig zijn voor de ontwikkeling van specifieke micro-organismen die de groei, of negatieve effecten van pathogene micro-organismen tegengaan.

In de moderne substraatteelt worden de diverse abiotische teelfactoren zoals pH, vochtgehalte, temperatuur en zuurstof zoveel mogelijk binnen een optimale bandbreedte gehouden. De teeltmaatregelen om dit te bereiken zijn gebaseerd op kennis en vaak jarenlange ervaring met moderne substraatteelt. Toepassing van middelen en technieken om het substraat weerbaar te maken tegen ziekten en plagen kunnen echter een significante invloed hebben op deze abiotische factoren waardoor problemen kunnen ontstaan als de teeltstrategie hier niet op wordt aangepast. Om een substraat weerbaar te maken worden bijvoorbeeld dikwijls als ziekte remmend bekend staande micro-organismen aan het substraat toegevoegd, vaak samen met een voedingsbron voor deze micro-organismen. Naast het gunstige effect zullen deze micro-organismen ook zuurstof verbruiken waardoor zuurstoftekorten kunnen ontstaan. Het gevolg zal dan juist een afgenomen weerbaarheid zijn.

Naast invloed op de gashuishouding kan het weerbaar maken van het substraat ook het pH beïnvloeden. Een grote populatie micro-organismen heeft evenals het gewas invloed op de pH in het substraat. Micro-organismen zullen door hun metabolisme hun omgeving verzuren. Sommige bouwstenen kunnen zowel een direct effect hebben op de pH, of juist een indirect effect door bijv. stimulatie van wortelactiviteit of microbiologische activiteit.

De invloed van weerbaar telen op de abiotische factoren is grotendeels nog een onbekend terrein. Omgekeerd geldt dit ook voor de invloed van abiotische factoren op weerbaar telen. Het goed in kaart brengen van de verbanden tussen

toepassing van middelen ten behoeve van een weerbaar substraat en de abiotische factoren zal er toe leiden dat de teeltstrategie kan worden aangepast en geoptimaliseerd. Het uiteindelijke doel is dat zowel voor gewas als weerbaarheid bevorderende middelen of teeltconcepten de optimale waarden gehandhaafd kunnen blijven. Een juiste toepassing en gegevensinterpretatie van meetinstrumenten waarmee de abiotische factoren worden bepaald is hierbij essentieel zodat, op basis van de met deze instrumenten verkregen gegevens, de juiste teeltmaatregelen kunnen worden genomen.

## 4.2.1 Zuurstof

De zuurstofconcentratie in een substraat wordt bepaald door het verschil tussen zuurstof aanvoer en verbruik. De aanvoer van zuurstof vindt hoofdzakelijk plaats via poriën in het substraat, en in mindere mate via de watergift (Holtman e.a., *in press*). Zuurstofverbruik vindt plaats door wortels en micro-organismen. Wanneer de zuurstofvraag in het substraat hoger ligt dan via diffusie kan worden aangevoerd, dan zal het zuurstofgehalte in het substraat dalen. De grens waaronder planten niet optimaal functioneren staat, zowel in praktijk als literatuur, ter discussie en is afhankelijk van welke criteria gehanteerd worden om optimaal functioneren te beoordelen. Ook is deze grens gewasafhankelijk (Van Marwijk 2009). Een ondergrens van ca. 2 – 2,5 mg O<sub>2</sub>/liter wordt algemeen als kritische grens gezien. Deze concentratie komt overeen met een percentage van 5% O<sub>2</sub>. Niet alleen planten, maar ook aerobe micro-organismen hebben zuurstof nodig en kunnen in groei geremd worden als de zuurstofconcentratie in hun omgeving beperkt is. Het is aannemelijk dat de zuurstofconcentratie een grote rol speelt bij de opbouw en samenstelling van een populatie micro-organismen in een “vers” substraat. Een anaeroob milieu zal een andere samenstelling van micro-leven bevorderen dan een aerob milieu. Het achteraf “bijsturen” van de samenstelling van het micro-leven is veel moeilijker dan direct bij de start van de teelt de gewenste micro-organismen zicht te laten vestigen.

Een nieuwe steenwolmat kan grote hoeveelheden water vasthouden (> 90%), vooral in de onderste lagen van het substraat. In de eerste weken van een teelt is er nog zeer weinig wateropname vanuit die onderste lagen waardoor het substraat relatief nat blijft. De kans bestaat dat de onderste zone in het begin van een teelt anaeroob is.

### 4.2.1.1 Toepassing meetgereedschap

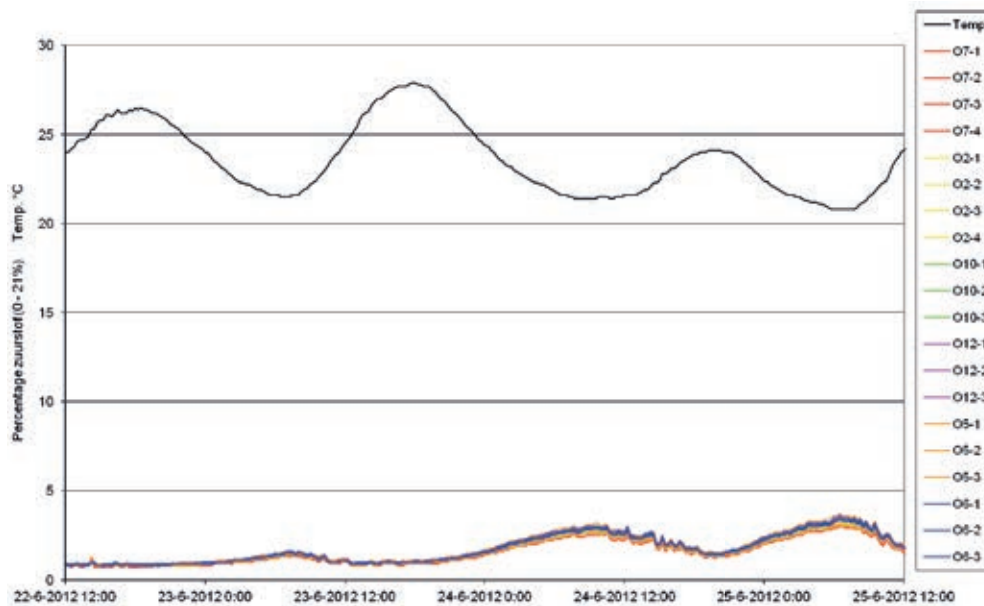
De zuurstofconcentratie in het substraat is gemeten met optische zuurstofsensoren. Een optisch zuurstof meetsysteem bestaat uit een centrale meet box waaraan licht geleidende fibers (sensoren) zijn gekoppeld met een diameter van 3 mm. Vanuit de meet box wordt een lichtpuls door de fiber naar het zuurstofgevoelige oppervlak gestuurd. Dit oppervlak is de feitelijke sensor. Door het vanaf dit oppervlak weerkaatste licht te analyseren bepaalt de meet box de zuurstofconcentratie grenzend aan de sensor. Door de fibers op strategische plaatsen in het substraat te steken kan een gedetailleerd beeld worden verkregen van de zuurstofverdeling en –concentratie (Figuur 12.).

In elk proefvak zijn telkens in één mat 3 zuurstofsensoren aangebracht direct onder elke druppelaar (1 per plant) op 1 cm vanaf de bodem. Hierbij is uitsluitend in steenwol- en kokossubstraat gemeten. Door de open structuur zullen geen zuurstoftekorten voorkomen in perliet. Per behandeling werd één watergehaltemeter ingestoken in de middelste mat onder de middelste druppelaar.

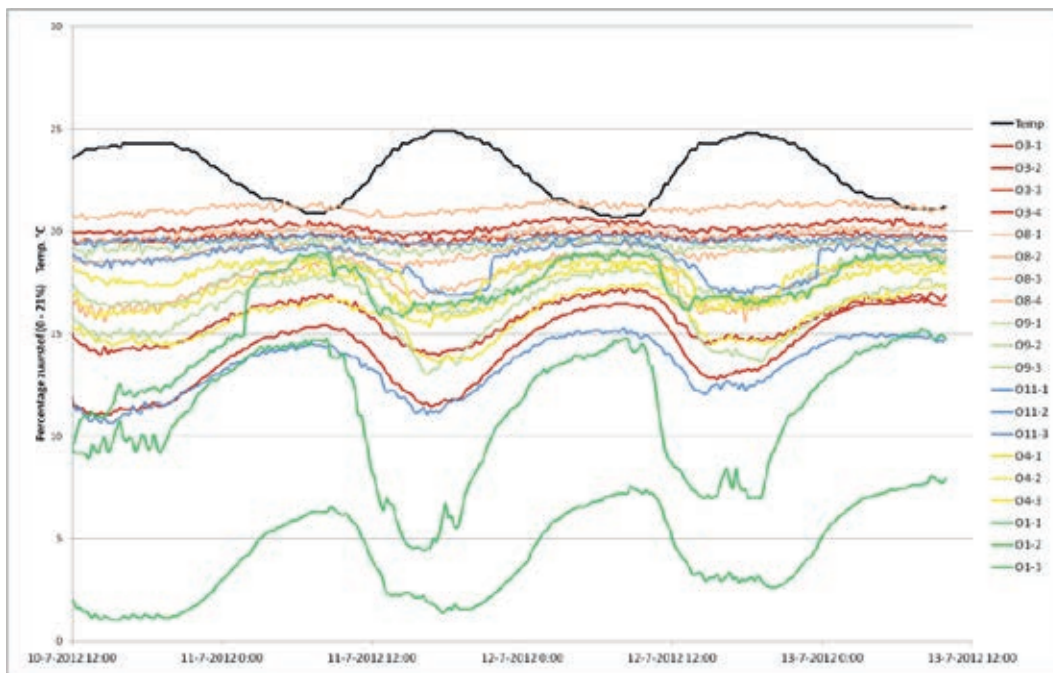


Figuur 12. Optische Zuurstof en pH sensoren, ingestoken in steenwolsubstraat.

Elke 15 minuten wordt het zuurstofgehalte in de mat geregistreerd. Door de zuurstofconcentratie in de tijd te volgen kan een zuurstofprofiel worden gemaakt (Figuur 13. en 14.).



Figuur 13. Zuurstofprofiel van een komkommerteelt op steenwol gedurende drie dagen. Het gewas staat één week op de mat. De bovenste zwarte lijn geeft de temperatuur aan. De gekleurde lijnen tonen de zuurstofconcentratie in de mat op de diverse meetposities, uitgedrukt in procenten zuurstof.



Figuur 14. Zuurstofprofiel van een komkommerteelt op steenwol gedurende 3 dagen. Het gewas staat 4 weken op de mat.

Aan het begin van een teelt blijkt dat het zuurstofgehalte onderin het substraat erg laag is (Figuur 13). Het verbruik is in dit stadium van de teelt dus hoger dan de aanvoer van verse zuurstof. Nadat het gewas voldoende wortels heeft ontwikkeld zal de water-, en de daaraan gekoppelde gasdynamiek (met name zuurstof) toenemen. Dit is goed te zien als figuur 13 en 14 met elkaar worden vergeleken. In de getoonde periode in figuur 14 zijn de zuurstofwaarden aanzienlijk gestegen. Toch zien we dat bij één proefvak (proef O1, sensor 1 t/m 3) in twee gevallen het zuurstofgehalte soms onder de 10%-grens komt. Bij de eindevaluatie van deze behandeling bleek dat de ontwikkeling van de wortels in deze behandeling achter was gebleven wat zich vertaalde in lagere zuurstofwaarden.

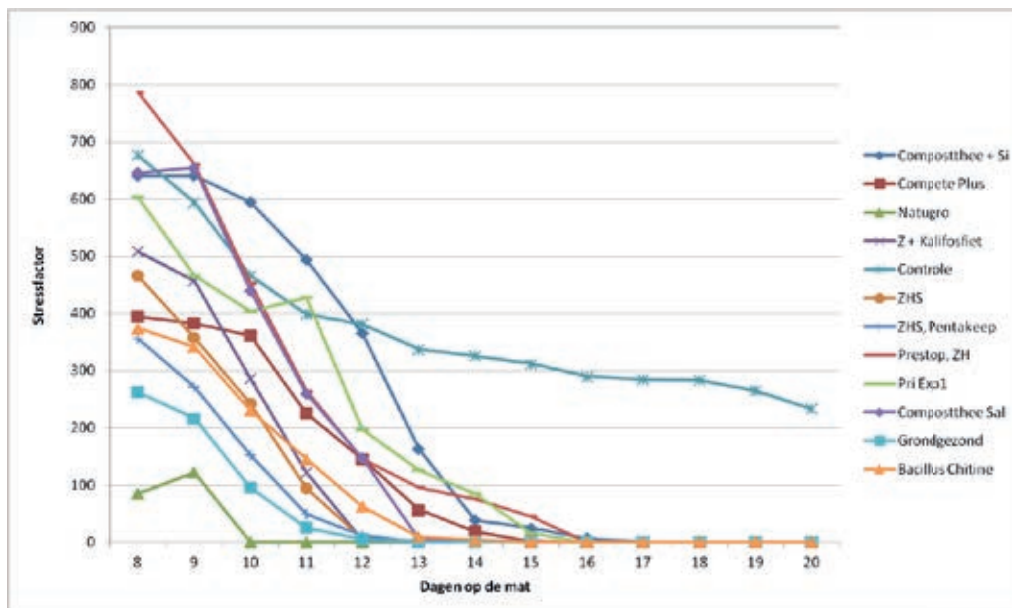
#### 4.2.1.2 4.2.1.2 Zuurstofstressbepaling uit zuurstofprofielen

De meeste substraten hebben een ongelijkmatige, heterogene structuur. Dit zorgt er voor dat ook de gasverdeling over het substraat onregelmatig is. Aangezien optische zuurstofmetingen puntmetingen zijn, zien we dit vaak terug in metingen. In extreme gevallen kan het voor komen dat één positie in het substraat vrijwel zuurstofloos is terwijl enkele centimeters verderop volledige verzadiging met zuurstof wordt gemeten. Wortels “voelen” dezelfde zuurstofconcentraties als de optische sensoren. Immers evenals bij sensoren kan de omgeving van één wortel zuurstofloos zijn, terwijl een wortel enkele centimeters verderop voldoende zuurstof tot zijn beschikking heeft. Mede op basis hiervan wordt de zuurstofstressfactor bepaald.

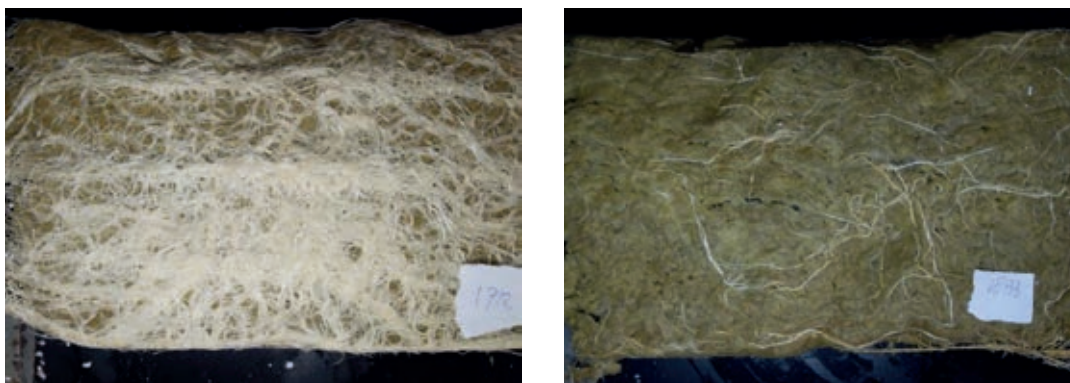
De zuurstofstressfactor is een arbitrair getal wat wordt berekend uit het aantal posities in het substraat waar stress optreedt, vermenigvuldigd met de stressduur en de stressintensiteit (0% zuurstof heeft een wegingsfactor van 10, 5% van 5 en 10% van 0)

Door deze stresswaarde in de tijd te volgen krijgen we een helder beeld of zuurstofstress optreedt en hoe deze zich ontwikkelt (Figuur 15a). In komkommerteelt 2 hebben de controle planten een vertraagde groeistart gehad door aantasting door *Pythium*. Aan het eind van de 6-weekse proef leek de groeiachterstand bovengronds geheel te zijn ingelopen. Bij de beoordeling van de wortels bleek echter dat deze een flinke groeiachterstand hadden (Figuur 15b). Bovengronds was nog niet zichtbaar dat zuurstofstress in het wortelmilieu optrad terwijl dit met de online zuurstofsensoren al wel meetbaar was.





Figuur 15a. Zuurstofstress in komkommerteelt 2, elk meetpunt toont de zuurstofstressfactor op één dag.



Figuur 15b. De linker Foto toont de NatuGro behandeling met normale wortels. De rechterFoto toont de controleproef met een aanzienlijk mindere beworteling.

Alle behandelingen beginnen met een hoge zuurstofstress (Figuur 12. en 14a) door de beperkte dynamiek in de vochthuishouding in de mat aan het begin van een teelt. Wanneer de wortels zich ontwikkelen verdwijnt deze stress. Bij de controle-proef hebben de wortels zich niet goed ontwikkeld wat terug is te zien aan de zuurstofstressfactor (Figuur 14a)

## 4.2.2 Zuurgraad

Het verloop van de zuurgraad in het substraat tijdens een weerbare teelt is grotendeels onbekend. Toevoeging van bepaalde componenten kan direct of indirect het pH sterk beïnvloeden. Het is vooral belangrijk om te weten welke pH de wortels “ervaren” zodat het zeker is dat de wortels niet beschadigd raken, of dat de opname van nutriënten wordt verstoord. De enige manier om gedurende een etmaal de pH te bewaken is door de pH rechtstreeks bij de wortels te meten in het substraat. Tot voor kort was dit technisch nog niet te realiseren. Een optische pH-sensor (een vergelijkbare technologie als de zuurstofsensoren, maar dan gericht om protonen concentraties te meten) lijkt geschikt om online in substraten de pH te monitoren.

### 4.2.2.1 Toepassing meetgereedschap

Het optisch pH meten wordt volgens eenzelfde principe uitgevoerd als de optische zuurstofmetingen. Lichtpulsen worden vanuit een centrale meet box via optische fibers van 3 mm diameter naar een pH-gevoelige coating aan het uiteinde van de fiber gestuurd. De fluorescente eigenschappen van deze coating worden bepaald door de pH in zijn directe omgeving.

Het door de coating teruggekaatste licht wordt ontvangen door de meet box en geanalyseerd. Hieruit wordt vervolgens de pH berekend. Het pH-bereik van de sensoren loopt van 4,8 tot 10 met een resolutie van 0,1 pH-eenheid. Het aantal en de positionering van de sensoren is gelijk aan die van de zuurstofsensoren (Figuur 12.)

De pH in het substraat is gemeten in komkommerteelten op steenwol- en perlietsubstraat. In de tomatenteelten zijn de metingen uitgevoerd in kokos- en steenwolsubstraat.

In de praktijk bleken de sensoren in steenwol en perliet betrouwbaar te functioneren. In kokos substraat bleek, mogelijk mede door het relatief lage vochtgehalte in het substraat, de pH niet betrouwbaar te meten. Om pH te kunnen meten is een efficiënte overdracht nodig van H<sup>+</sup>-ionen tussen substraat en sensoroppervlak. In (te) droog kokos substraat zoals werd toegepast tijdens de praktijkproeven bleek dit niet goed mogelijk.

De optische sensoren zijn voorafgaand aan de metingen individueel gekalibreerd en achteraf gecontroleerd op eventueel verloop.

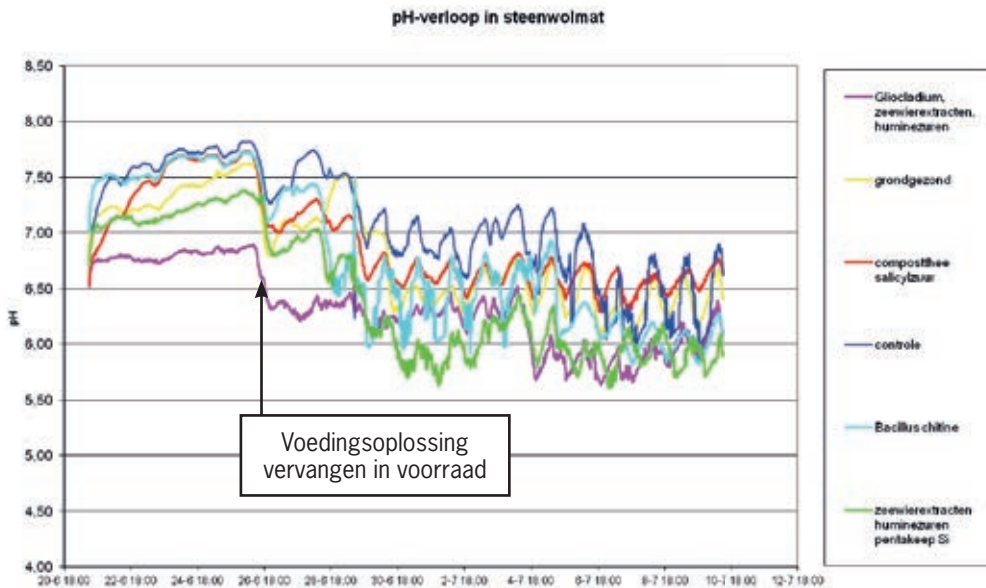
#### **4.2.2.2 Meetresultaten**

Tijdens de pH-metingen in de teelt substraten bij de komkommerteelten zijn in geen van de behandelingen (sterk) afwijkende pH-waarden gevonden ten opzichte van de controle. In de eerste week van de teelt was de pH bij sommige behandelingen wat aan de hoge kant maar nadat de mat goed doorworteld was zijn geen voor het gewas ongunstige waarden gevonden. Opvallend is dat de pH-dynamiek toeneemt naarmate de teelt vordert (Figuur 16.). Dit nemen we waar bij zowel de komkommer- als tomatenteelten. Deze toename is logisch te verklaren omdat het aantal pH-sturende factoren in de eerste weken van de teelt sterk toeneemt. Beworteling, plantomvang (en daardoor voedingsvraag) en groei van micro-organismen nemen toe en hebben beide invloed op de pH. Door de toegenomen verdamping en als gevolg daarvan frequentere watergift zal ook de dynamiek in waterhuishouding toenemen. Al deze factoren samen zorgen voor een toegenomen pH-dynamiek gedurende een etmaal.

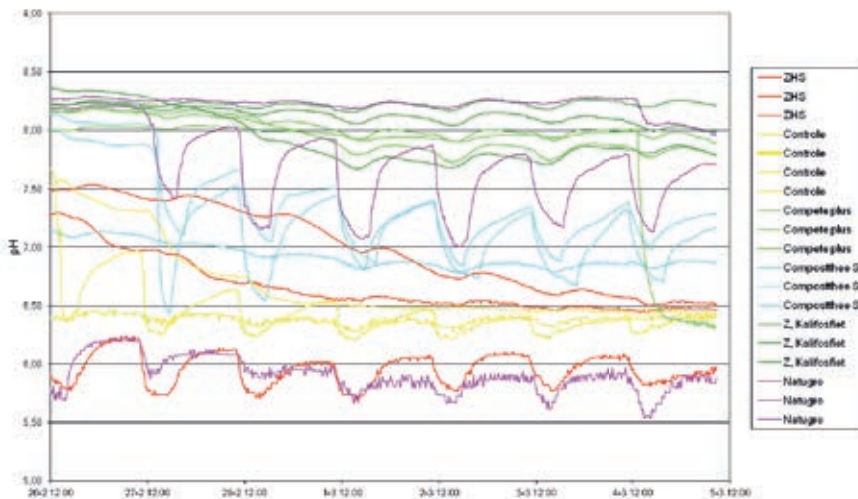
Als we inzoomen op een etmaal zien we dat de pH in de ochtend vanaf de eerste watergift daalt. Deze daling zet gedurende de dag door tot de laatste gift. De uiteindelijk gerealiseerde pH in een substraat is van veel factoren afhankelijk. Gewasleeftijd, mate van beworteling, licht, temperatuur, hoeveelheid actieve micro-organismen in het substraat en voedingssamenstelling dragen allen bij aan de uiteindelijk gerealiseerde pH. De mogelijkheid om de pH te sturen door middel van de gift is goed te zien in Figuur 16. en 17. Door de pH van vochtmonsters welke direct voor en een half uur na een watergift uit het substraat werden genomen met elkaar te vergelijken is gevalideerd dat de pH-daling overdag vrijwel zeker wordt veroorzaakt door de watergift en niet of in mindere mate door wortel- en/of microbiële activiteit.

In de eerste twee weken van de teelt is de dynamiek van vocht-afhankelijke abiotische factoren in de mat (pH, zuurstofgehalte en vochtgehalte) nog erg laag vergeleken met het vervolg van de teelt.

In de tomatenteelt op steenwol substraat werden aanzienlijk grotere pH-verschillen gevonden tussen de behandelingen.



Figuur 16. Verloop van pH gedurende de eerste 3 weken van een komkommerteelt op steenwol



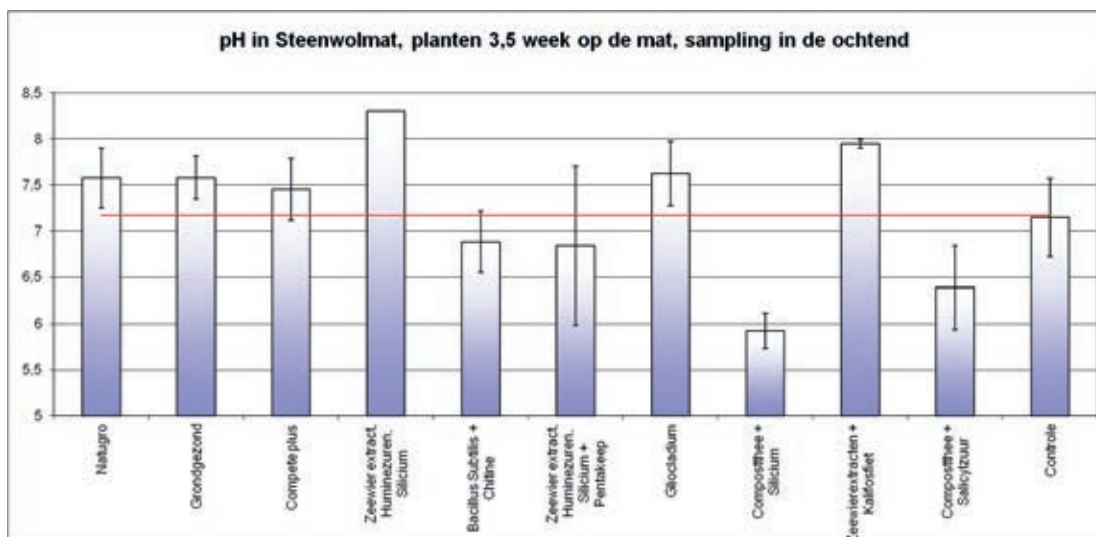
Figuur 17. Profiel van het pH verloop gedurende de 6e week van een tomatenteelt op steenwol. (Z=zeewierextracten, H=huminezuren, S= Silicium).

#### 4.2.2.3 pH metingen vochtmonsters uit wortelmilieu

De pH van uit het steenwol substraat getrokken vochtmonsters is gemeten met Isfet-pH sensoren. Monsters van maximaal 100  $\mu$ l zijn met een injectiespuit uit de onderste 2 cm van de mat onder de plant getrokken en op de isfet-electrode aangebracht.

Bij tomaat zijn vooral in de ochtend, nog voor de eerste druppelbeurt, grote verschillen in pH te zien tussen de behandelingen (Figuur 18.). Ook komen dan vrij hoge pH-waarden voor. De pH in de controlegroep ligt precies op het gemiddelde van alle behandelingen met een pH van 7,2. De overige behandelingen liggen hier enkele tienden boven of onder. Vooral de wat drogere zones laten hoge pH-waarden zien. Dit was vooral het geval bij de behandeling met Zeewierextracten, huminezuren en silicium. Op het tijdstip van bemonsteren was deze mat iets droger dan de overige matten. Opvallend was dat de pH in de behandeling met compostthee en silicium en ook in de behandeling met compostthee en salicylzuur juist significant onder het gemiddelde lag.





Figuur 18. Gemiddelde van drie pH-monsters per behandeling uit steenwolsubstraat.

## 4.2.3 Aerob metabolisme in substraat

### 4.2.3.1 Ontwikkeling en toepassing meetgereedschap

#### 4.2.3.1.1 Metabole activiteit van aerobe micro-organismen in matwater- en substraatmonsters

De hoeveelheid zuurstof wat in de tijd aan een volume substraat of matwater wordt onttrokken is evenredig met het aerob metabolisme (omzetting van een energiebron, merendeels suikers, en zuurstof tot energie) in dat volume substraat of matwater. Zuurstof in matwatermonsters zal voor het grootste deel worden verbruikt door micro-organismen. In substraatmonsters zal het zuurstofverbruik afkomstig zijn van zowel micro-organismen als wortels.

In veel "weerbare" teeltconcepten wordt de groei van micro-organismen gestimuleerd. Dit kan worden bereikt door het toedienen van voedingsstoffen voor gewenste micro-organismen. Een andere methode is het rechtstreeks toedienen van deze micro-organismen aan het substraat. Er bestaat echter nog geen snelle toets om de activiteit van micro-organismen te bepalen.

Een mogelijk snelle manier om activiteit van micro-organismen te bepalen is door het metabolisme in matwater en substraatmonsters te meten.

#### 4.2.3.1.2 Uitvoering

Een vastgesteld volume matwater of teelt substraat in voedingswater wordt voorafgaand aan het experiment verzadigd met lucht. Vervolgens wordt het monster in een testbuis gedaan en luchtdicht afgesloten. Hierbij is het zeer belangrijk dat er bij het afsluiten geen luchtbelletjes achterblijven in de testbuis. Lucht bevat namelijk dertig maal meer zuurstof dan water en kan de meting verstoren.

De testbuis is transparant en aan de binnenkant voorzien van een zuurstofgevoelige coating. Deze coating kan vanaf de buitenkant van de buis met een optische zuurstofsensoren worden uitgelezen.

De concentratie zuurstof in de testbuis zal net zo lang dalen tot alle zuurstof of alle voedingsstoffen verbruikt zijn. De snelheid waarmee zuurstof wordt verbruikt is niet altijd constant en afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste factor in de bepaling is de microbiële activiteit in de testbuis. Om de zuurstofverbruikssnelheid te bepalen wordt de tijd bepaald die nodig is om de concentratie zuurstof van 7 mg/l naar 5 mg/l te laten dalen. Binnen dit gebied is de snelheid van de zuurstofconsumptie constant. Aan de hand van deze meetdata wordt het zuurstofverbruik berekend en uitgedrukt in mg zuurstofverbruik per liter substraat per uur.

#### **4.2.3.1.3 Metabole activiteit van aerobe micro-organismen in matwatermonsters**

Gedurende de eerste 5 weken van zowel de komkommer- als tomatenteelten lag de metabole activiteit van de micro-organismen in het matwater onder de detectiegrens. Vanaf de 6<sup>e</sup> week van de teelt is zowel bij tomaat als komkommer de eerste activiteit meetbaar. De gemeten activiteit bleek echter afhankelijk te zijn van het watergehalte in de mat. Een dalend matwatergehalte lijkt een concentrerend effect te hebben aangezien in drogere matten doorgaans hogere metabole activiteit wordt gemeten. Ook de correlatie tussen matwaterkleur en matwatergehalte wijst in die richting.

#### **4.2.3.1.4 Metabole activiteit van aerobe micro-organismen in substraatmonsters**

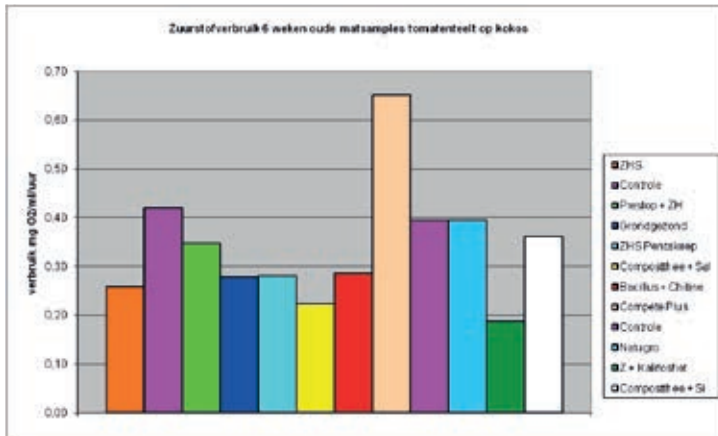
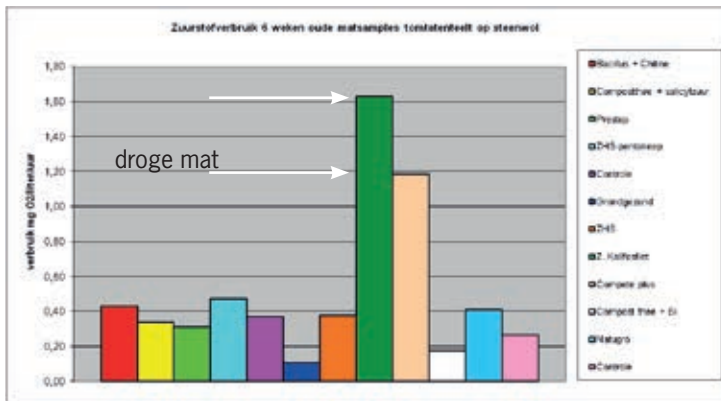
Na 6 weken zijn substraatmonsters genomen uit de matten bij de twee tomatenteelten. Met een appelboor zijn bij elke proefplant 2 monsters van 20 ml substraat links en rechts van de pot verticaal uit het substraat geboord. De in totaal 40 ml substraat werd in een 50 ml monsterbuis voorzien van zuurstofgevoelige coating bewaard en dezelfde dag verwerkt. De monsters zijn afgevuld met voedingsoplossing afkomstig uit de voorraad uit het controle proefvak.

#### **4.2.3.1.5 Resultaten metabolisme bepaling substraten**

De methode is goed reproduceerbaar, echter bleken de gebruikte monsterbuizen een aantal nadelen te bevatten. Een headspace (luchtfractione bovenin de monsterbuis) bleek bij dit type buis niet geheel te voorkomen waardoor een meetfout van ca. 20% ontstond. Dit technische probleem is opgelost door gebruik te maken van glazen testpotjes met een headspace-vrij af te sluiten deksel.

Rekening houdend met de meetfout van 20% viel een aantal duidelijke verschillen in metabolisme bij de behandelingen op ten opzichte van de controlebehandeling (Figuur 19.). In 4 van 5 metingen was het metabolisme in de Compete Plus behandeling significant hoger. Dit was vooral in steenwol maar ook in kokos substraat zichtbaar. In de eerste tomatenteelt was het metabolisme in het steenwolsubstraat bij de grondgezondproef lager dan de controle. In kokossubstraat, in beide tomatenteelten en in steenwolsubstraat in de tweede tomatenteelt, was er geen significant verschil in metabolisme meer tussen de GrondGezond behandeling en de controle.

Bij de proef met Zeewierextracten, huminezuren, silicium en kalifosfiet was één van de meetmatten aanzienlijk droger dan de overige matten (watergehalte ca. 20%). In substraatmonsters uit deze mat was het metabolisme opvallend hoog. Aangezien een droge mat slechts eenmalig is waargenomen mogen hier geen harde conclusies aan worden verbonden. Verder onderzoek naar de relatie tussen populatieopbouw van micro-organismen en lucht/waterhuishouding zou kunnen bijdragen aan het vervroegen van het tijdstip waarop een substraat “weerbaar” wordt.



Figuur 19. Bepaling zuurstofverbruik (metabolisme) in substraatmonsters bij tomaat (1<sup>e</sup> proef)

## 4.2.4 Visuele beoordeling van het wortelmilieu

Onderzocht is of er een verband bestaat tussen zuurstofstress en gestoorde wortelgroei. Bij het gewas komkommer is de wortelgroei aan het eind van de proeven visueel beoordeeld en per plant fotografisch vastgelegd.

## 4.2.5 Methoden voedingsoplossing en substraat

### 4.2.5.1 TOC bepaling

Bij de TOC bepaling wordt het gehalte aan totaal organische koolstof in oplossing bepaald. De waarde wordt uitgedrukt in mg/l. TOC bepaling is uitgevoerd door Eurofins Analytico.

### 4.2.5.2 Kiemgetal

Bij bepaling kiemgetal is het aantal kolonievormende eenheden bepaald door een verdunning reeks uit te platen op verschillende voedingsbodems en na enkele dagen groei bij 22 °C het aantal gevormde kolonies (kve) te tellen. Op basis van de telling worden de volgende waarden berekend:

Aëroob kiemgetal 22° C (kve/ml)

Schimmels (Kve/ml)

Schimmels en Gisten (kve/ml).

Kiemgetal bepaling is uitgevoerd op het laboratorium van BLGG AgroXpertus

#### 4.2.5.3 Nutriënten analyse

Nutriëntensamenstelling van de individuele componenten en van de samengestelde voedingsoplossingen is vastgesteld door middel van de nutriëntenanalyse uitgevoerd door BLGG AgroXpertus volgens geaccrediteerde methoden. Bij de nutriëntenanalyse worden de volgende bepalingen gedaan. pH, EC, kationen mmol/L (NH<sub>4</sub>, K, Na, Ca, Mg), anionen mmol/L (NO<sub>3</sub>, Cl, S, HCO<sub>3</sub>, P), sporen elementen μmol/L (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo), en Si mmol/L.

#### 4.2.5.4 Droge stof analyse

Droge stof analyse is uitgevoerd op bladmateriaal verzameld aan het einde van de proefperiode. Van gemiddeld 3 planten per proefveld werd een jong en een ouder volgroeid blad verwijderd (zes bladeren per proefveld). In het laboratorium van BLGG AgroXpertus werden de bladeren gewogen, gedroogd en gemalen en vervolgens werden chemische bepalingen uitgevoerd om gehalte droge stof samenstelling te bepalen.

De volgende parameters werden gemeten:

Droge stof(%)

K, Na, Ca, Mg, N, S, P (allen mmol/ kg ds)

Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo (allen μmol/ kg ds)

#### 4.2.5.5 Bodemvoedselweb analyse

Bij de bodemvoedselweb analyse wordt de samenstelling van een deel van het bodemvoedselweb in het teeltmedium bepaald. In het project weerbaar telen is focus gelegd op de actieve en totale bacterie en schimmel biomassa en is van een drietal typen protozoën (flagellaten, amoeben, ciliaten) de aantallen bepaald. Voor de bacterie en schimmel biomassa zijn microscopische tellingen voorafgegaan aan specifieke kleurmethode. Bij de protozoën bepalingen is een verdunningsreeks uitgeplaat op grondagar en is na 7 dagen gekeken bij welke verdunningen de protozoën waargenomen konden worden. Vervolgens is gebruik gemaakt van een MPN (Most Probable Number) tabel om de aantallen in de oorspronkelijke suspensie te berekenen. Bij de bodemvoedselweb analyse worden de bacterie en schimmelbiomassa berekend in μg / gram drooggewicht substraat. Voor de protozoën worden de waarnemingen weergegeven in aantallen per gram drooggewicht substraat. De bodemvoedselwebanalyse is uitgevoerd door BLGG AgroXpertus.

## 4.2.6 Resultaten chemische en biologische componenten.

### 4.2.6.1 TOC bepaling

TOC bepaling is uitgevoerd om de aanwezigheid van organische koolstof in de componenten te meten welke mogelijk als voedsel fungeert voor plant of bodemleven in het substraat. De resultaten staan in Tabel 8. genoteerd. Van de getoetste producten heeft Pro Funda de hoogste TOC waarde gevolgd door equirein en Trianum P. Volgens de leverancier bestaat Pro Funda uit plantaardige aminozuren, natuurfosfaat en kalium fosfaat. Pro Funda zou het biologisch evenwicht in de bodem herstellen. Het bevat schimmels voor ziektevermindering en nutriënten die langzaam vrijkomen. equirein is een natuurproduct op basis van alginaten, organische vetzuren, sporenelementen en vitamines afkomstig vanuit zeewier en natuurlijke plantextracten en plantenhormonen. Trianum P bevat een *Trichoderma harzianum* stam T22. De waargenomen TOC in Trianum P zal afkomstig zijn van aanwezige schimmelbiomassa of restanten voeding uit het productieproces. Er is geen TOC bepaling gedaan van Compete Plus omdat dit niet beschikbaar was. Op een later moment is nog wel de nutriëntensamenstelling van deze producten vastgesteld.

Tabel 8. Resultaat van de TOC bepaling (mg/L) uitgevoerd op individuele componenten van de verschillende concepten.

Monsteraanduiding	TOC (mg/l)
Trianum P	120,0
Pro-Terrum	15,0
Pro-Parva	66,0
Pro Fortum	9,0
Pro Funda	4400,0
eQuirein	370,0
Cropcare	66,0
Salicyl zuur	76,0
kraanwater	3,8
compostthee	7,5

#### 4.2.6.2 Kiemgetal

Kiemgetal bepaling is uitgevoerd voor componenten waarvan aangegeven is dat aanwezigheid van micro-organismen een functionele bijdrage levert aan weerbaar telen (Tabel 9).

Tabel 9. Kiemgetal bepaling van verschillende componenten welke voor weerbaar telen ingezet worden.

Monsteraanduiding	Aëroob kiemgetal 22 C (kve/ml)	Schimmels (Kve/ml)	Schimmels en Gisten (kve/ml)
Trianum P	$2,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$
Complete plus	$1,1 \times 10^5$	<200	<200
Pre stop	$7,6 \times 10^4$	$6,9 \times 10^4$	$6,9 \times 10^4$
Bacillus subtilis	$3,5 \times 10^7$	<1	<1
kraanwater	$4,2 \times 10^2$	<1	<1
compost thee	$2,6 \times 10^6$	200	1200

De kiemgetal bepalingen laten zien dat verwachte aantallen micro-organismen aanwezig zijn. Het bacterie preparaat (*Bacillus*) is nagenoeg vrij van schimmels en gisten. De complexe preparaten zoals compost thee bevatten de meeste bacteriën en schimmels.

#### 4.2.6.3 Nutriënten samenstelling

Nutriëntensamenstelling van de individuele componenten is vastgesteld door een 10 x geconcentreerde stockoplossing aan te maken in demiwater. Van deze oplossing is vervolgens de nutriënten samenstelling bepaald volgens de methode die gebruikt wordt voor analyse van voedingsoplossingen in tuinbouw.

Tabel 10. Nutriëntensamenstelling van individuele concepten bepaald van een 10 x geconcentreerde adviesdosering aangemaakt in demiwater

Product	EC mS/ cm	pH	NH <sub>4</sub> mmol	K mmol	Na mmol	Ca mmol	Mg mmol	NO <sub>3</sub> mmol	Cl mmol	SO <sub>4</sub> mmol	HCO <sub>3</sub> mmol	P mmol	Si mmol	Fe µmol	Mn µmol	Zn µmol	B µmol	Cu µmol	Mo µmol
Pro Fortum 10x	0,2	4,5	0,1	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	0,4	9,1	0,8	0,06	0,03	1,6	0,6	2,2	10	0,3	0,1
Complete plus 10x	1,7	6,9	0,3	11,7	5	0,9	0,4	0,6	1,5	13	0,8	3,74	0,11	61	2,7	4,7	20	1,2	0,1
eQuirein 10x	0,3	9,3	0,1	37,2	16,5	0,5	1,2	0,4	11,4	5,8	5,3	0,34	0,09	135	5,6	24	110	0,4	0,2
Pro Parva 10x	0,8	4,3	0,1	2,2	2,2	0,7	0,4	0,1	1,4	33,6	4,5	0,22	0,06	2	1,6	4,7	12	0,6	0,1
Pro Terrum 10x	0,5	4,1	0,1	1,5	1,3	0,4	0,3	0,1	0,4	17,2	1,4	0,32	0,04	3,6	1,1	3,8	8,8	0,5	0,1
TrianumP 10x	1	6,2	0,2	4,2	3,1	0,1	0,3	1,5	3,4	1,3	0,5	1,1	0,03	3,7	0,1	17	9,4	0,1	0,1
Ccropcare 10x	0,6	3,2	0,1	2	1,3	0,3	0,2	0,1	0,8	0,5	0,1	0,08	0,08	16	0,6	2,6	12	0,3	0,1
Pow humus 10x	0,1	6	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,04	7,2	0,1	6,1	6,8	0,7	0,1
Fertigo Sil 10x	2,5	11,9	0,1	14,7	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,03	7	1,7	0,1	4,3	6,6	0,4	0,1
Pro Funda 10x	0,9	6,7	0,1	4,8	0,7	0,6	0,5	0,2	0,7	2,4	0,1	0,88	0,05	1	0,7	0,5	11	0,4	0,1
Bacillus 10x	1,1	5,5	2,9	2,1	4,7	0,7	0,3	0,1	1,6	0,2	0,1	1,62	0,14	0,9	0,8	1,3	13	0,6	0,1
chitine 10x	0,1	4,9	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,03	0,04	0,4	0,1	6,3	12	0,4	0,1
Pentakkeep 10x	2,1	3,7	4,1	4,3	0,3	0,1	5,6	10,9	0,2	0,6	0,1	4,73	0,02	434	198	95	510	12	9
Pre stop 10x	3	6,8	7,8	15	8,6	6,5	2,1	0,8	7,5	4,4	0,5	11,1	0,19	6,7	1,7	16	13	1,2	0,3
kalifosfiet 10x	0,7	4,9	0,1	6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5,91	0,02	0,3	0,1	2,7	7,9	0,3	0,1
Saviton 10x	0,1	4	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,03	0,02	0,6	0,1	2	9,1	4,9	0,1
Impulse active 10x	0,9	7,9	0,1	5,7	2,9	1,3	0,4	0,1	1,5	0,7	3,6	0,03	0,36	224	0,3	0,9	7,1	5,7	0,1
Microleven 10x	0,9	4,9	1,2	0,6	3,1	1,8	0,4	0,1	2	0,9	0,2	5,67	0,15	2	0,5	12	4,7	4,9	0,2
Roottonic 10x	0,6	6,4	0,1	1	2,2	1,1	0,3	0,1	1,3	0,4	1,4	0,03	0,15	0,5	0,1	0,9	4,6	3,8	0,1
Mycoforce 10x	0,6	8,1	0,1	0,2	2,3	1,1	0,3	0,1	1,3	0,5	2,8	0,05	0,18	0,2	0,3	0,1	4	2	0,1
compostthee 10x	0,6	7,2	0,1	0,4	2,2	1	0,3	0,3	1,4	0,5	2,5	0,09	0,12	5,1	0,6	0,6	4,1	3,2	0,1
Humine 10x	1	9,2	0,1	8,7	2,6	1,2	0,3	0,1	1,2	0,7	3	0,03	0,22	377	0,5	0,8	5	5,9	0,1
demiwater	0,1	6,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,03	0,3	0,1	22	7,5	0,7	0,1

Uit Tabel 10 valt op te maken dat ongeveer de helft van de componenten weinig nutriënten bevat. Bij toevoeging van deze componenten aan de plant of aan de voedingsoplossing hoeft geen rekening gehouden te worden met een eventuele correctie op de receptuur. Het is ook niet de verwachting dat deze producten een direct effect hebben op de specifieke opname van nutriënten door de plant. De volgende producten bevatten nauwelijks aanvullende nutriënten: Pow humus, Pro Funda, Bacillus, chitine, Savitan en Rootonic. Bij compostthee zien we alleen een lichte verhoging van bicarbonaat ( $\text{HCO}_3$ ). Een aantal componenten bevatten juist zeer veel additionele nutriënten of juist een hoger niveau van een enkel element. Pentakeep heeft een hoger gehalte aan Mg,  $\text{NO}_3$ , P, Fe, Mn, Zn, B, Cu en Mo. Er dient bij de toepassing van dit product rekening gehouden te worden met de samenstelling van de voedingsoplossing. Een ander product een hogere concentratie van meerdere nutriënten bevat is eQuirein. In eQuirein meten we een hoge pH, K, Na, Cl,  $\text{HCO}_3$ , Fe en B. Afhankelijk van methode en frequentie van toedienen moet hier rekening gehouden worden met de bemestende waarde van het product en met de samenstelling van de voedingsoplossing. Fertigo Sil is een silicium meststof en het bevat een hoge concentratie van Si en K. Bij de toediening van Fertigo Sil moet ook rekening gehouden worden met een hogere pH in de voedingsoplossing. Impulse active en Humine bevatten hogere concentraties Fe. Verder bevat het product Pre Stop met Gliocladium hogere niveaus van zowel de kationen als anionen terwijl de sporenelementen minder afwijkend zijn. Ook hiervoor geldt dat bij toevoeging van Pre Stop rekening gehouden moet worden met de receptuur.

## 4.2.7 Chemische en biologische analyse komkommer proef 1

Proef komkommer 1 was de eerste proef in deze reeks. Bij deze eerste reeks zijn veel additionele metingen uitgevoerd om voor de verschillende concepten uiteindelijk een gelijkwaardige voedingsoplossing te realiseren. Deze metingen worden niet in dit verslag weergegeven. Wat wel in dit rapport staat is een druppelwater/voedingswater analyse van een monster genomen aan het einde van de teeltperioden, een gewasanalyse (droge stof gehalte en samenstelling) van bladeren geoogst aan het einde van de proef en een bodemvoedselweb analyse van het wortelmilieu, eveneens aan het einde van de teelt. Voor deze laatste analyse zijn niet alle behandelingen bij de verschillende teeltproeven bemonsterd maar juist die concepten waarvan verwacht wordt dat deze door de samenstelling van de bouwstenen een effect hebben op het bodemvoedselweb.

### 4.2.7.1 Voedingswater

Voedingswater is verzameld aan het einde van de teeltproef door uit de bak een monster van 200 ml te nemen. Resultaten van de analyse staan weergegeven in Tabel 11. (perliet) en Tabel 12. (steenwol). Opvallende waarden in de tabel zijn gearceerd.

Bij perliet valt de hoge pH bij behandeling 11 op. Verder zien we dat behandeling 6 (o.a. Pentakeep) volgens verwachting verhoogde niveaus van verschillende sporenelementen heeft en behandeling 4, 6 en 8 een verhoogd niveau van Silicium, echter dit niveau is veel minder dan verwacht mag worden op basis van de analyse van het individuele component ( $10 \times \text{conc} = 7 \text{ mmol}$ , zie Tabel 3. Fertigo Sil). Dit kan verklaard worden doordat Si als element makkelijk neerslaat. Voor behandeling 4 en 8 zien we ook verhoogde niveaus van B, Cu en Mo. Deze zijn niet verwacht op basis van de samenstelling van de individuele componenten die gebruikt zijn. De analysecijfers voor steenwol komen gemiddeld overeen met de cijfers die met perliet verzameld zijn. In de hierop volgende paragrafen worden deze analysecijfers samengevoegd zowel wat betreft gewasanalyses als wat betreft de analyse van de voedingsoplossing.

Tabel 11. Voedingswater analyse van proef komkommer 1 substraat perliet. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

	<b>EC</b> <b>(mS/cm)</b>	<b>NH</b>	<b>4 pH</b> <b>(mmol)</b>	<b>K</b> <b>(mmol)</b>	<b>Na</b> <b>(mmol)</b>	<b>Ca</b> <b>(mmol)</b>	<b>Mg</b> <b>(mmol)</b>	<b>NO<sub>3</sub></b> <b>(mmol)</b>	<b>Cl</b> <b>(mmol)</b>	<b>SO<sub>4</sub></b> <b>(mmol)</b>
1	3,8	5,7	0,1	13,2	0,8	7,8	3,9	26,8	0,1	4,1
2	2,8	5,6	0,1	8,4	0,6	6,3	2,9	19,2	0,1	2,8
3	3,7	5,8	0,1	12,8	0,8	7,6	3,9	25	0,1	4,1
4	3,7	5,9	0,1	13	0,7	7,5	3,7	25,5	0,1	4
5	3,4	5,1	0,1	11	0,6	7,2	3,5	23,4	0,1	3,5
6	3,8	5,6	0,8	12,1	0,7	7,8	4,1	25,8	0,2	3,4
7	3,4	5,8	0,1	11,4	0,8	7,1	3,7	22,7	0,5	3,9
8	4,7	6,3	0,1	18	1,2	9,4	5,3	33,8	0,1	6
9	3,6	5,3	0,1	13,6	0,6	7,2	3,5	24,4	0,2	3,6
10	4,1	5,3	0,1	14,2	0,8	8,2	4,3	28,7	0,1	4,5
11	3,3	8,2	0,1	14,8	0,8	4,8	3,8	18,6	0,1	4,3
12	3,3	5	0,1	10,9	0,6	6,9	3,3	22,4	0,1	3,3

	<b>HCO<sub>3</sub></b> <b>(mmol)</b>	<b>P</b> <b>(mmol)</b>	<b>Si</b> <b>(mmol)</b>	<b>Fe</b> <b>(µmol)</b>	<b>Mn</b> <b>(µmol)</b>	<b>Zn</b> <b>(µmol)</b>	<b>B</b> <b>(µmol)</b>	<b>Cu</b> <b>(µmol)</b>	<b>Mo</b> <b>(µmol)</b>
1	0,1	1,78	0,03	34	4,1	3,5	26	1,5	0,6
2	0,1	1,17	0,02	28	3,8	2,5	16	1,2	0,4
3	0,1	1,69	0,03	37	4,2	2,7	25	1,4	0,5
4	0,1	1,68	0,05	38	4,3	4,2	50	4,6	1,6
5	0,1	1,56	0,02	33	4,4	2,8	23	1,7	0,5
6	0,1	2,44	0,05	97	23	18	106	5,9	2,7
7	0,1	1,56	0,03	38	4,2	2,9	24	1,4	0,5
8	0,1	1,27	0,05	50	2,3	6,2	67	8,1	2,4
9	0,1	2,99	0,02	34	5,2	3,2	23	1,4	0,5
10	0,1	1,68	0,03	42	5	4	26	2	0,6
11	3,3	0,06	0,02	16	4	4,8	22	0,9	0,7
12	0,1	1,54	0,02	29	4,9	2,5	22	1,1	0,4



Tabel 12. Voedingswater analyse van proef komkommer 1 met substraat steenwol. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

	<b>EC</b> (mS/cm)	<b>NH</b>	<b>4 pH</b> (mmol)	<b>K</b> (mmol)	<b>Na</b> (mmol)	<b>Ca</b> (mmol)	<b>Mg</b> (mmol)	<b>NO<sub>3</sub></b> (mmol)	<b>Cl</b> (mmol)	<b>SO<sub>4</sub></b> (mmol)
1	2,7	4,6	0,1	9,9	0,3	5,2	2,1	18,3	0,1	2
2	2,8	6,7	0,1	9,2	0,5	6	2,9	17,7	0,1	3,3
3	2,8	6,2	0,1	9,8	0,5	5,8	3	18,4	0,1	3,4
4	2,8	6,4	0,1	10,3	0,5	5,5	2,5	18,3	0,2	3
5	3	5,8	0,1	10,4	0,4	6,3	2,9	20,4	0,1	3
6	3,9	6,4	0,9	13	0,6	7,9	4,6	27,2	0,1	3,9
7	3,3	6,1	0,1	11,1	0,6	7,1	3,4	21,9	0,1	3,5
8	2,7	6,5	0,1	9,5	0,4	5,2	2,6	16,5	0,1	3
9	2,7	6	0,1	9,8	0,5	5,2	2,5	16,9	0,1	2,8
10	3	5,6	0,1	10,3	0,4	6,3	3	20,6	0,1	3
11	2,7	4,9	0,1	9,7	0,3	5,1	2,2	17,6	0,1	2,4
12	3,2	6,1	0,1	10,3	0,5	6,8	3,2	21,4	0,1	3,6

	<b>HCO<sub>3</sub></b> (mmol)	<b>P</b> (mmol)	<b>Si</b> (mmol)	<b>Fe</b> (µmol)	<b>Mn</b> (µmol)	<b>Zn</b> (µmol)	<b>B</b> (µmol)	<b>Cu</b> (µmol)	<b>Mo</b> (µmol)
1	0,1	1,58	0,01	17	5,2	3,2	15	0,8	0,3
2	0,1	1,1	0,01	28	4	2,9	17	0,9	0,4
3	0,1	1,16	0,01	28	4,3	2,6	16	1,1	0,4
4	0,2	1,23	0,04	22	3,5	3,5	34	3,6	1,2
5	0,1	1,46	0,01	24	2,7	2,6	19	0,8	0,3
6	0,2	2,23	0,06	95	25	20	116	6,2	2,6
7	0,1	1,61	0,01	30	3,6	2,8	21	0,9	0,4
8	0,2	1,17	0,04	22	4,4	3,1	35	3,1	1,1
9	0,1	1,9	0,01	24	4,2	3,3	14	0,7	0,4
10	0,1	1,57	0,01	25	4,7	2,8	20	0,9	0,3
11	0,1	1,36	0,01	20	5,4	2,8	15	0,7	0,4
12	0,1	1,53	0,01	30	4,5	2,6	20	0,8	0,4

#### 4.2.7.2 Droge stof

Resultaten van de droge stof analyse van de komkommerbladeren staan in Tabel 13. In het algemeen liggen de gemeten gehalten binnen de streefwaarden voor komkommer. Zoals verwacht op basis van de analyses van de voedingsoplossing zien we vooral bij behandeling 6 (o.a. Pentakeep) een verhoging van gehalte van diverse elementen in de droge stof analyse. Het betreft hier Fe, Mn, Zn, B, Cu en Mo. Daarnaast zien we bij behandeling 4 en 8 (Silicium) een toename in de gehalten van B, Cu en Mo. Dit is conform verwachting omdat deze verhoging ook in de voedingsoplossing gemeten is.

Tabel 13. Droge stof analyse van komkommerblad van proef komkommer 1. Resultaten van de behandeling op perliet en steenwol zijn samengevoegd omdat er geen significante verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn. Afwijkende waarden zijn grijs gearceerd weergegeven.

	<b>Droge stof(%)</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>K</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>Na</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>Ca</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>Mg</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>N</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>S</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>
1	8	1275	13,5	1085	325	2885	229
2	7,5	1430	14,2	1215	300,5	2920	240
3	7,5	1270	13,85	1060	310,5	2720	218
4	7	1355	15,85	1255	335,5	2685	235,5
5	7	1405	13,15	1025	306,5	2600	235,5
6	6,5	1315	15,5	1045	318,5	2860	246
7	6	1365	12,95	1160	286	2775	213
8	8	1240	10,85	1140	304,5	2950	220
9	7	1330	12,75	1220	296	2810	204
10	7	1280	15,8	1075	294	2805	215
11	7	1285	16,45	1115	327	2740	227,5
12	6,5	1470	18,15	1100	306,5	2645	227

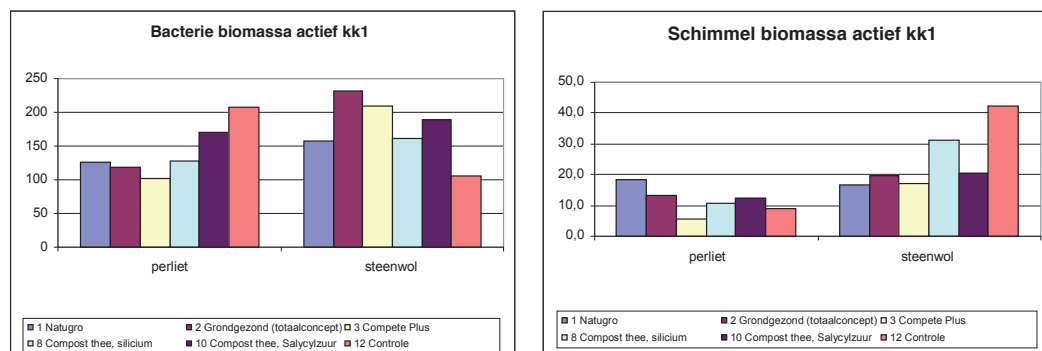
	<b>P</b> <b>(mmol/ kg ds)</b>	<b>Fe</b> <b>(<math>\mu</math>mol/ kg ds)</b>	<b>Mn</b> <b>(<math>\mu</math>mol/ kg ds)</b>	<b>Zn</b> <b>(<math>\mu</math>mol/ kg ds)</b>	<b>B</b> <b>(<math>\mu</math>mol/ kg ds)</b>	<b>Cu</b> <b>(<math>\mu</math>mol/ kg ds)</b>	<b>Mo</b> <b>(<math>\mu</math>mol/ kg ds)</b>
1	168	1600	2450	487	5350	113	96,5
2	202	1900	2400	505	5250	112,5	91,5
3	177,5	1700	2585	570	5250	97,5	105,5
4	187,5	1700	2045	590	6450	140	184,5
5	197	2500	2720	615	4900	112,5	107,5
6	219,5	3150	4140	955	12650	177,5	207,5
7	190,5	2700	2600	610	4855	113,5	95
8	184	2050	1755	575	6150	152,5	160,5
9	182,5	1800	2300	565	4900	92,5	81
10	187	2250	2730	625	5010	108	83,5
11	153,5	2150	2240	459	5350	91,5	105,5
12	195	2150	2675	590	5045	96,5	104

#### 4.2.7.3 Bodemvoedselweb

De bodemvoedselweb analyse werd uitgevoerd bij de concepten waarvan een direct effect op het bodemleven verwacht werd. Resultaten van de analyse bij de proef komkommer 1 staan weergegeven in Tabel 14. Wat hierbij opvalt, is dat de resultaten binnen een substraattypen voor de verschillende behandelingen relatief constant zijn. Dit betekent dat we gedurende de teeltperiode in deze proef nog geen duidelijke veranderingen in bodemleven kunnen waarnemen als gevolg van de behandeling. We zien wel kleine verschillen tussen het substraattypen. Zo is er op steenwol ten opzichte van perliet een lichte verhoging van onder andere actieve bacteriën en schimmels (zie Figuur 20.). Verder zijn de aantallen flagellaten en amoeben ook hoger op steenwol ten opzichte van perliet. Deze waarneming impliceert dat bij gelijke omstandigheden in deze proef het bodemleven in steenwol hogere aantallen ontwikkeld dan in perliet.

Tabel 14. Bodemvoedselweb analyse van een monster genomen uit het wortelmilieu van proef komkommer 1. Weergegeven zijn drooggewicht (dw), biomassa actieve bacteriën (actbact), biomassa totale bacteriën (tot bact), biomassa actieve schimmels (act fung), biomassa totale schimmels (tot fung), hyfe diameter (hyfe dm), en de aantallen protozoën (flagellaten, amoeben en ciliaten).

substraat	behandeling	dw	act bact	tot bact	act fung	tot fung	Hyfe dm	Protozoën		
								Aantallen/gram	Flagellaten	Amoeben
		%	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µm)			
perliet	1 NatuGro	0,17	126,60	340,97	18,43	50,61	1,60	2,5 x 10 <sup>4</sup>	7,9 x 10 <sup>4</sup>	161
perliet	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,20	119,43	299,43	13,21	19,43	1,60	2,9 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	181
perliet	3 Compete Plus	0,18	102,70	280,30	5,70	83,77	1,60	2,4 x 10 <sup>3</sup>	7,7 x 10 <sup>4</sup>	769
perliet	8 Compost thee, silicium	0,18	127,73	287,22	10,68	27,79	1,80	7,7 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>4</sup>	329
perliet	10 Compost thee, Salicylzuur	0,19	169,83	246,15	12,56	44,14	1,60	2,2 x 10 <sup>4</sup>	7,2 x 10 <sup>4</sup>	303
perliet	12 Controle	0,20	207,57	242,22	9,00	27,68	1,70	14 x 10 <sup>5</sup>	1,4 x 10 <sup>5</sup>	229
steenwol	1 NatuGro	0,17	158,24	333,47	16,74	56,63	1,80	2,5 x 10 <sup>6</sup>	1,1 x 10 <sup>6</sup>	445
steenwol	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,17	230,76	332,60	19,55	38,47	1,70	3,5 x 10 <sup>4</sup>	8,4 x 10 <sup>5</sup>	466
steenwol	3 Compete Plus	0,20	208,68	235,15	17,10	35,99	2,00	9,4 x 10 <sup>5</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	0
steenwol	8 Compost thee, silicium	0,17	160,66	270,15	31,09	65,86	1,60	3,5 x 10 <sup>6</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>	839
steenwol	10 Compost thee, Salicylzuur	0,16	189,60	305,27	20,57	60,82	1,70	3,5 x 10 <sup>4</sup>	1,7 x 10 <sup>5</sup>	196
steenwol	12 Controle	0,15	104,79	410,37	42,44	109,74	1,80	1,4 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>5</sup>	240



Figuur 20. Actieve bacterie en schimmel biomassa bepaald in het wortelmilieu van proef komkommer 1.

## 4.2.8 Chemische en biologische analyses komkommer proef 2

### 4.2.8.1 Voedingswater

Voedingswater analyse van komkommer proef 2 vertoont zoals verwacht grote overeenkomst met komkommer proef 1 (Tabel 15.). Behandeling 6 (o.a. Pentakeep) heeft weer verhoogde niveaus van verschillende sporenelementen en behandeling 4, 6 en 8 een licht verhoogt niveau van Silicium. Silicium is echter beperkt toegenomen. Voor behandeling 4 en 8 zien we ook een verhoogd niveau van Borium welke eerder ook bij komkommer proef 1 gevonden is.

Tabel 15. Voedingswater analyse van proef komkommer 2. Resultaten van de behandeling op perliet en steenwol zijn samengevoegd omdat er geen significante verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

	<b>EC</b> <b>(mS/cm)</b>	<b>pH</b>	<b>NH<sub>4</sub></b> <b>(mmol)</b>	<b>K</b> <b>(mmol)</b>	<b>Na</b> <b>(mmol)</b>	<b>Ca</b> <b>(mmol)</b>	<b>Mg</b> <b>(mmol)</b>	<b>NO<sub>3</sub></b> <b>(mmol)</b>	<b>Cl</b> <b>(mmol)</b>
1	3,05	4,35	0,15	10,6	0,45	6,5	2,6	21,3	0,1
2	2,95	4,7	0,15	10,2	0,35	6,4	2,6	20,75	0,1
3	2,95	4,55	0,15	10,45	0,3	6,25	2,5	20,3	0,1
4	3	4,95	0,1	11	0,35	6,3	2,55	21,15	0,1
5	2,9	4,65	0,2	9,9	0,3	6,05	2,35	20,1	0,1
6	3,3	5,9	0,85	11,2	0,4	6,75	3,35	23,15	0,1
7	2,9	4,65	0,1	9,85	0,4	6,25	2,55	19,85	0,1
8	3	4,7	0,1	10,4	0,4	6,45	2,65	20,8	0,1
9	2,95	4,6	0,2	10,7	0,35	6,2	2,4	20	0,1
10	3	4,65	0,2	10,3	0,35	6,4	2,55	20,9	0,1
11	2,9	4,8	0,15	10	0,4	6,3	2,65	20,35	0,15
12	2,9	5,15	0,15	10,4	0,35	6,15	2,45	20,4	0,15

	<b>SO<sub>4</sub></b> <b>(mmol)</b>	<b>HCO<sub>3</sub></b> <b>(mmol)</b>	<b>P</b> <b>(mmol)</b>	<b>Si</b> <b>(mmol)</b>	<b>Fe</b> <b>(µmol)</b>	<b>Mn</b> <b>(µmol)</b>	<b>Zn</b> <b>(µmol)</b>	<b>B</b> <b>(µmol)</b>	<b>Cu</b> <b>(µmol)</b>	<b>Mo</b> <b>(µmol)</b>
1	2,75	0,1	1,675	0,02	21	5,85	3,35	22	1,95	0,25
2	2,65	0,1	1,635	0,02	21	6,05	3,35	21,5	1,6	0,3
3	2,55	0,1	1,62	0,015	19,5	5,95	3,5	21	2,05	0,3
4	2,65	0,1	1,71	0,025	21	6,05	2,9	30,5	1,05	0,6
5	2,35	0,1	1,61	0,02	20	5,85	3,1	19,5	1,3	0,3
6	2,9	0,1	2,165	0,045	61	19	11,95	83,5	2,5	1,45
7	2,65	0,1	1,59	0,025	20,5	5,75	3,4	20,5	1,7	0,3
8	2,65	0,1	1,655	0,04	22,5	5,4	2,9	33	1,4	0,6
9	2,5	0,1	2,065	0,025	18,5	5,9	3,5	20,5	1,7	0,25
10	2,5	0,1	1,68	0,025	20,5	6,35	3,3	21,5	1,4	0,35
11	2,8	0,1	1,595	0,04	20	5,5	3	22	1,05	0,3
12	2,35	0,1	1,685	0,03	18,5	5,7	2,8	20	1	0,3

#### 4.2.8.2 Droge stof

Resultaten van de droge stof analyse van de komkommerbladeren staan in Tabel 16. Algemeen liggen de gemeten gehalten binnen de streefwaarden voor komkommer. Zoals verwacht op basis van de analyses van de voedingsoplossing zien we vooral bij behandeling 6 (o.a. Pentakeep) een verhoging van gehalte van diverse elementen in de droge stof analyse. Het betreft hier Mn, Zn, B, Cu en Mo. Daarnaast zien we bij behandeling 4 en 8 (Silicium) een toename in de gehalten van Mo. Dit is conform verwachting omdat deze verhoging ook in de voedingsoplossing gemeten is. We zien geen betrouwbare verhoging van gehalten aan Si in het blad.

Tabel 16. Droge stof analyse van komkommerblad van komkommer proef 2. Resultaten van de behandeling op perliet en steenwol zijn samengevoegd omdat er geen significante verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

	Droge stof	K	Na	Ca	Mg	N	S
	(%)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)
1	8	1260	13,9	1335	349,5	2875	278,5
2	8	1285	14,8	1310	370,5	2855	243
3	8,5	1170	16,8	1385	390,5	2840	275,5
4	8,5	1120	15,55	1360	376,5	3020	263
5	7,5	1325	16,85	1335	378,5	2730	252,5
6	8,5	1470	20,8	1360	415	2850	297,5
7	7,5	1240	20,6	1335	356	2890	268
8	7	1270	19,95	1385	378,5	2665	260
9	7	1260	17,55	1360	395	2830	277,5
10	7,5	1340	17,05	1320	362	2710	249
11	7,5	1260	18,5	1410	440	2860	277,5
12	9	1275	14,15	1345	376	2995	253,5

	FE	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Si
	( $\mu$ mol/kg ds)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)	(mmol/kg ds)	( $\mu$ mol/kg ds)	( $\mu$ mol/kg ds)	( $\mu$ mol/kg ds)
1	2450	3340	885	5800	150,5	81,5	132,7
2	2400	3015	755	5205	138,5	71,5	119,7
3	2800	3370	815	5700	153	94,5	59,5
4	2400	3250	805	6350	157	140	68,2
5	2050	2975	700	5850	138,5	87	59,5
6	1950	6200	1260	15650	193,5	186,5	92,9
7	2300	3140	790	5500	147,5	91	114,6
8	3050	3235	820	6000	129,5	137,5	59,5
9	2500	3420	795	6100	151	98	63,3
10	2400	2860	740	5700	142,5	84	34,2
11	2350	3305	760	6100	132	101,5	47,3
12	2150	2690	725	5410	135,5	78,5	38,4

#### 4.2.8.3 Bodemvoedselweb

Resultaten van de bodemvoedselweb analyse voor komkommer proef 2 staat weergegeven in Tabel 17. Bij komkommer proef 2 is er aanzienlijk meer bodemleven gemeten in beide substraten dan in komkommer proef 1 (Tabel 18.). Dit geldt vooral voor de totale (6-voud) en actieve (2,5-voud) bacteriën en voor de protozoën en in mindere mate voor de schimmels. Beide proeven waren identiek aan elkaar met uitzondering van de periode waarin de proef uitgevoerd werd. Mogelijk dat de hogere kastemperaturen (en dus ook substraattemperaturen) gedurende komkommer 1 een nadelig effect hadden op het totale bodemleven. Daarbij geldt dat er bij hogere kastemperaturen ook meer water gegeven wordt om de verdamping bij te houden dus mogelijk is er dan ook meer uitspoeling van bodemleven uit het substraat. Ten aanzien van de verschillende behandelingen zien we ook bij komkommer 2 geen eenduidige effecten als gevolg van de toediening van de verschillende bouwstenen. Mogelijk dat de duur van de proef hier te kort voor is. Bij de tweede proef zien we opnieuw dat het bodemleven op perliet minder ontwikkeld is dan op steenwol, echter de verschillen zijn minder groot dan bij komkommer 1.

Tabel 17. Bodemvoedselweb analyse van een monster genomen uit het wortelmilieu van komkommer proef 2. Weergegeven zijn drooggewicht (dw), biomassa actieve bacteriën (actbact), biomassa totale bacteriën (tot bact), biomassa actieve schimmels (act fung), biomassa totale schimmels (tot fung), hyfe diameter (hyfe dm), en de aantallen protozoën (flagellaten, amoeben en ciliaten).

substraat	behandeling	dw	act bact	tot bact	act fung	tot fung	Hyfe dm	Protozoën		
								Aantallen/gram	Flagellaten	Amoeben
		%	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µm)			
perliet	1 NatuGro	0,25	331,57	1689,03	25,71	214,09	2,10	5,6 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>6</sup>	566,14
perliet	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,23	250,69	1787,83	1,97	92,24	1,60	1,2 x 10 <sup>7</sup>	2,5 x 10 <sup>5</sup>	154,62
perliet	3 Compete Plus	0,24	158,23	2155,42	42,82	79,54	2,20	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	259,60
perliet	8 Compost thee, silicium	0,25	330,88	1617,87	15,00	66,18	1,90	1,4 x 10 <sup>6</sup>	5,6 x 10 <sup>4</sup>	113,09
perliet	10 Compost thee, Salicylzuur	0,18	411,42	1893,33	22,34	116,48	2,00	1,9 x 10 <sup>6</sup>	4,5 x 10 <sup>5</sup>	2497,53
perliet	12 Controle	0,23	340,20	1651,96	28,69	41,18	1,80	2,6 x 10 <sup>5</sup>	1,2 x 10 <sup>6</sup>	752,45
steenwol	1 NatuGro	0,16	388,67	2202,97	5,57	89,93	2,20	2,7 x 10 <sup>7</sup>	8,9 x 10 <sup>4</sup>	8916,49
steenwol	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,15	439,34	2533,58	66,48	131,74	1,60	3,7 x 10 <sup>5</sup>	2,3 x 10 <sup>6</sup>	419,36
steenwol	3 Compete Plus	0,14	383,85	1772,08	11,50	133,55	2,00	3,3 x 10 <sup>5</sup>	1,1 x 10 <sup>6</sup>	4105,57
steenwol	8 Compost thee, silicium	0,14	747,80	1881,05	15,65	68,73	1,90	5,8 x 10 <sup>5</sup>	3,2 x 10 <sup>5</sup>	3980,16
steenwol	10 Compost thee, Salicylzuur	0,17	408,50	1716,43	34,54	97,59	1,90	3,3 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>6</sup>	248,61
steenwol	12 Controle	0,15	572,20	1882,38	27,85	50,84	1,70	2,4 x 10 <sup>6</sup>	9,2 x 10 <sup>4</sup>	188,51

Tabel 18. Vergelijking totale cijfers bodemvoedselweb analyse van komkommer proef 1 met komkommer proef 2.

	substraat	act bact	tot bact	act fung	tot fung	hyphae	flag	amoeb	cil
komkommer 1	perliet	142	283	12	42	2	3,7 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	6
	steenwol	175	315	25	61	2	1,2 x 10 <sup>6</sup>	4,5 x 10 <sup>5</sup>	6
Gemiddeld komkommer 1		159	299	18	52	2	6,0 x 10 <sup>5</sup>	2,8 x 10 <sup>5</sup>	12
komkommer 2	perliet	304	1799	23	102	2	2,6 x 10 <sup>6</sup>	5,5 x 10 <sup>5</sup>	6
	steenwol	490	1998	27	95	2	1,1 x 10 <sup>6</sup>	9,9 x 10 <sup>5</sup>	6
Gemiddeld komkommer 2		397	1899	25	99	2	1,9 x 10 <sup>6</sup>	7,7 x 10 <sup>5</sup>	12

## 4.2.9 Chemische en biologische analyses tomaat proef 1

De teeltproef tomaat is uitgevoerd met de substraten steenwol en kokos.

### 4.2.9.1 Voedingswater

Analyse cijfers van het voedingswater onderzoek van tomaat proef 1 staan in Tabel 19. In grote lijnen zijn deze resultaten in overeenstemming met eerdere resultaten bij komkommer. Voor tomaat is gebruik gemaakt van een ander product als Silicium toevoeging. Dit zien we terug in de analyse cijfers, zowel wat betreft Si gehalte maar ook ten aanzien van pH en K in de voedingsoplossing. De pH in de voedingsoplossing ligt bij behandeling 4, 6 en 8 boven pH = 6, wat niet optimaal is voor groei van het gewas. Daarnaast is K bij deze behandelingen verhoogd. Als gevolg van de nieuwe Si formulering (Fertigo Sil) zijn de Si gehalten in de voedingsoplossing nu wel conform verwachting namelijk rond 1 mmol/l.

Tabel 19. Voedingswater analyse van tomaat proef 1. Resultaten van de behandeling op kokos en steenwol zijn samengevoegd omdat er geen significante verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

	<b>EC</b> (mS/cm)	<b>pH</b>	<b>NH<sub>4</sub></b> (mmol)	<b>K</b> (mmol)	<b>Na</b> (mmol)	<b>Ca</b> (mmol)	<b>Mg</b> (mmol)	<b>NO<sub>3</sub></b> (mmol)	<b>Cl</b> (mmol)
1	2,6	3,9	0,6	9,1	0,3	4,8	1,65	12,75	3,5
2	2,7	4,15	0,65	9,5	0,35	5,1	1,8	13,35	3,75
3	2,7	4,2	0,65	9,95	0,35	4,85	1,75	13,45	3,6
4	2,7	6,35	0,35	11,55	0,4	4,25	1,7	13,15	3,65
5	2,65	4,15	0,6	9,3	0,25	4,8	1,65	13	3,6
6	3	6,8	2,25	12,65	0,45	3,6	2,35	15,15	3,8
7	2,6	4,2	0,55	9,2	0,3	4,6	1,65	12,9	3,6
8	2,8	6,55	0,5	11,65	0,4	4,35	1,8	13,9	3,85
9	2,7	4,4	0,65	9,85	0,3	4,8	1,7	13,4	3,75
10	2,75	4,25	0,7	9,55	0,3	4,95	1,75	13,3	3,75
11	2,65	3,95	0,55	9,15	0,35	4,85	1,7	12,95	3,7
12	2,6	4,4	0,65	9,4	0,3	5,05	1,75	13	3,5

	<b>SO<sub>4</sub></b> (mmol)	<b>HCO<sub>3</sub></b> (mmol)	<b>P</b> (mmol)	<b>Si</b> (mmol)	<b>Fe</b> (µmol)	<b>Mn</b> (µmol)	<b>Zn</b> (µmol)	<b>B</b> (µmol)	<b>Cu</b> (µmol)	<b>Mo</b> (µmol)
1	2,55	0,1	1,905	0,02	24	14,5	5,65	26	1,05	0,75
2	2,55	0,1	1,93	0,025	23	15	5,65	27	1,15	0,75
3	2,6	0,1	1,995	0,02	23,5	14,5	5,55	26,5	1	0,75
4	2,65	0,1	1,425	0,955	16	7,25	4,9	33	1	1,05
5	2,55	0,1	1,935	0,025	23,5	15	6,05	25,5	0,95	0,7
6	2,7	0,65	1,5	1,045	33	24	15,5	94	2,3	1,75
7	2,4	0,1	1,84	0,015	22	13,5	4,95	25	0,8	0,65
8	2,7	0,1	1,39	0,945	16	6,3	4,6	31,5	1,1	1,05
9	2,55	0,1	2,405	0,03	24	15	5,5	30,5	1	0,8
10	2,65	0,1	1,99	0,025	24	15,5	5,8	26,5	1,05	0,75
11	2,55	0,1	1,935	0,02	23,5	14,5	5,85	26	0,95	0,7
12	2,5	0,1	1,915	0,01	22,5	14,5	5,4	26,5	1,1	0,8

#### 4.2.9.2 Droge stof

De droge stof bepalingen voor tomaat proef 1 staan in Tabel 20. Bij tomaat vinden we een minder hoge toename van de verwachte elementen dan bij komkommer 1 en komkommer 2. Een mogelijke verklaring voor dit verschil is de periode van het seizoen dat de proeven uitgevoerd zijn. Tomaat is in oktober-november uitgevoerd terwijl de komkommerproeven van juni t/m september in de kas stonden. In deze periode was de verdamping van het gewas aanzienlijk hoger waardoor er met de voedingsoplossing ook meer nutriënten door de plant opgenomen zijn. Daarnaast wordt Mn vastgelegd in kokos. Op kokos substraat zien we een lager gehalte aan Mn in de gewasanalyse dan op steenwol. Vergelijkbare waarnemingen zijn gedaan bij gerbera.

Tabel 20. Droge stof analyse van tomatenblad van tomaat proef 1. Resultaten van de behandeling op kokos en steenwol zijn samengevoegd omdat er nauwelijks verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

Behandeling	Droge stof(%)	K (mmol/ kg ds)	Na (mmol/ kg ds)	Ca mmol/ kg ds)g	M (mmol/ kg ds)	N (mmol/ kg ds)	S (mmol/ kg ds)
1	7	1980	29,25	895	279,5	2980	495
2	7,5	1920	27,6	925	265,5	3000	505
3	8	1830	23,25	1025	306,5	2910	545
4	8,5	1715	33,7	1055	350	2790	560
5	7,5	1895	25,7	895	265,5	2970	470,5
6	7,5	1930	31,4	855	290	3155	469
7	7,5	1920	25,15	870	265	2900	489
8	8	1890	20,9	830	234	3025	487
9	7	1930	24,8	970	304,5	2855	510
10	7,5	1930	25,45	865	263,5	2970	479,5
11	7,5	1880	24,7	975	290	2895	515
12	7	1850	24,45	955	298	2860	530

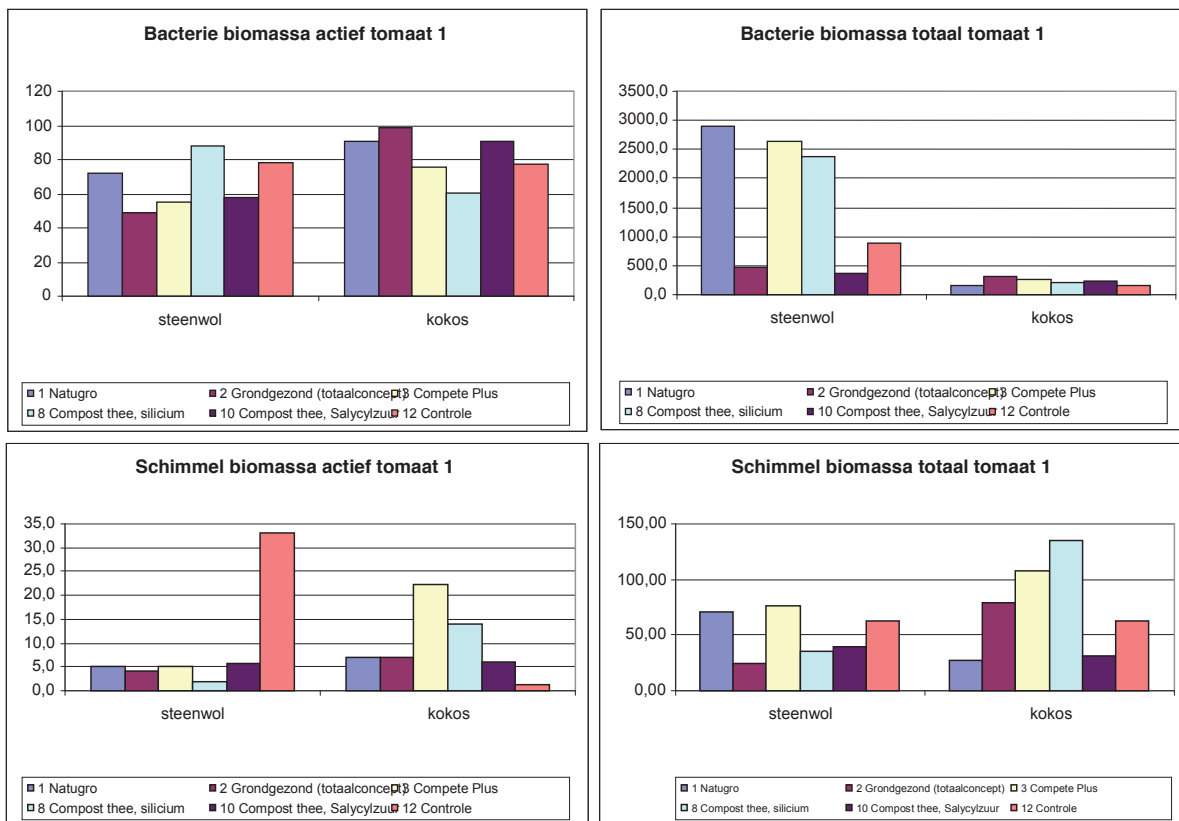
  

Behandeling	Droge stof(%)	K (mmol/ kg ds)	Na (mmol/ kg ds)	Ca mmol/ kg ds)g	M (mmol/ kg ds)	N (mmol/ kg ds)	S (mmol/ kg ds)
1	298,5	1550	2360	745	5700	194	69,35
2	290,5	1600	2730	705	5195	188	76,5
3	281	1700	2495	670	5450	184	79,5
4	227,5	1350	2375	615	6600	123,5	101,5
5	284,5	1600	2475	750	5250	182	66,9
6	318	1400	3265	820	6100	197	131
7	284	1900	2520	695	5350	198,5	72
8	289	1600	3050	850	5010	226	97,5
9	292	1700	2355	770	5500	241,5	77,5
10	290,5	1700	2390	780	5350	216,5	67,9
11	295,5	1500	2540	740	5210	189,5	72,45
12	279,5	1500	2360	700	5350	195,5	80,5

#### 4.2.9.3 Bodemvoedselweb

De proef bij tomaat is uitgevoerd met de substraten kokos en steenwol. Van kokos is bekend dat in dit substraat schimmel biomassa sneller tot ontwikkeling komt in vergelijking met steenwol. Resultaten van deze bepalingen staan in Figuur 21. en Tabel 21. Over het geheel zien we dat de totale bacterie biomassa op kokos aanzienlijk lager is dan op steenwol. De schimmelbiomassa is op kokos iets hoger dan op steenwol maar dit verschil is miniem.





Figuur 21. Actieve en totale bacterie en schimmel biomassa bepaald in het wortelmilieu van proef tomaat 1 voor substraat steenwol en kokos.

Ten aanzien van protozoën is opvallend de duidelijke aanwezigheid van ciliaten op kokos terwijl deze in steenwol bij tomaat niet tot nauwelijks aanwezig zijn. Bij de gerbera proef (5.5.3.) zien we ook dat de ciliaten relatief veel in kokos voorkomen terwijl de aantallen op steenwol laag zijn. Bij de komkommerproeven is dit beeld minder eenduidig. Bij komkommer proef 1 komen zowel op perliet als steenwol nauwelijks ciliaten voor terwijl bij komkommer proef 2 gemiddeld op steenwol iets meer ciliaten voorkomen.

Tabel 21. Bodemvoedselweb analyse van een monster genomen uit het wortelmilieu van tomaat proef 1. Weergegeven zijn drooggewicht (dw), biomassa actieve bacteriën (actbact), biomassa totale bacteriën (tot bact), biomassa actieve schimmels (act fung), biomassa totale schimmels (tot fung), hyfe diameter (hyfe dm), en de aantallen protozoën (flagellaten, amoeben en ciliaten).

substraat	behandeling	dw	act bact	tot bact	act fung	tot fung	Protozoën		
							Aantallen/gram	Flagellaten	Amoeben
		%	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)			
kokos	1 Natugro	0,18	90,81	164,54	7,04	27,54	$2,6 \times 10^4$	$7,7 \times 10^3$	201,11
kokos	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,16	98,78	303,06	6,96	79,16	$2,6 \times 10^3$	$1,7 \times 10^5$	8422,17
kokos	3 Compete Plus	0,24	75,86	269,90	22,34	107,96	$2,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	345,70
kokos	8 Compost thee, silicium	0,17	60,27	199,14	14,05	134,37	$5,0 \times 10^3$	$9,2 \times 10^4$	3471,23
kokos	10 Compost thee, Salicylzuur	0,15	91,03	228,49	5,92	31,87	$3,7 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	3607,41
kokos	12 Controle	0,23	77,78	168,23	1,13	62,55	$2,5 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	61,20
steenwol	1 Natugro	0,11	72,05	2901,34	5,04	71,22	$5,1 \times 10^4$	$4,1 \times 10^4$	123,14
steenwol	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,17	49,09	468,06	4,05	24,93	$1,3 \times 10^4$	$3,4 \times 10^3$	271,42
steenwol	3 Compete Plus	0,13	55,34	2646,32	5,12	76,11	$3,4 \times 10^4$	$3,4 \times 10^5$	0,00
steenwol	8 Compost thee, silicium	0,13	87,66	2381,15	1,76	35,22	$1,1 \times 10^4$	$3,5 \times 10^3$	107,73
steenwol	10 Compost thee, Salicylzuur	0,21	58,02	377,08	5,58	39,47	$2,8 \times 10^4$	$2,8 \times 10^4$	409,44
steenwol	12 Controle	0,14	77,82	884,45	33,22	63,24	$9,6 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	0,00

## 4.2.10 Chemische en bodembioologische analyses gerbera proef 1

### 4.2.10.1 Voedingswater

Uitslagen van de voedingswater analyse gerbera staan in Tabel 22. Verhoogde niveaus sporenelementen als gevolg van de Pentakeep behandeling zijn minder hoog dan bij tomaat en komkommer. Verder is er wel een toename van Si in behandeling 4, 6 en 8 maar dit niveau is ook iets lager dan gemeten bij tomaat. Verder laten de voedingsoplossing cijfers van de gerberaproef weinig opmerkelijke getallen zien.

Tabel 22. Voedingswater analyse van proef gerbera 1. Resultaten van de behandeling op kokos en steenwol zijn samengevoegd omdat er geen significante verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn. Afwijkende waarden zijn in rood weergegeven.

	<b>EC</b> (mS/cm)	<b>pH</b>	<b>4 pH</b> (mmol)	<b>K</b> (mmol)	<b>Na</b> (mmol)	<b>Ca</b> (mmol)	<b>Mg</b> (mmol)	<b>NO<sub>3</sub></b> (mmol)	<b>Cl</b> (mmol)	<b>SO<sub>4</sub></b> (mmol)
1	2,75	4,25	0,5	11,3	0,35	4,85	1,35	15,15	2,8	1,95
2	2,7	4,3	0,4	11,1	0,35	4,75	1,35	15,45	2,65	1,95
3	2,7	4,7	0,45	11,25	0,35	4,8	1,3	14,9	2,85	1,95
4	2,75	6,2	0,25	12,7	0,55	4,2	1,3	15	2,85	1,95
5	2,8	4,5	0,45	11,45	0,45	4,7	1,35	15,35	2,75	1,95
6	2,85	6,45	0,6	12,9	0,45	4,35	1,55	16,2	2,7	1,95
7	2,75	4,6	0,4	11,6	0,4	5,05	1,4	15,05	2,8	2,1
8	2,7	5,05	0,3	11,7	0,35	4,7	1,3	15,3	2,9	1,95
9	2,65	4,75	0,45	10,75	0,35	4,65	1,25	14,4	2,85	1,9
10	2,8	4,35	0,45	11,35	0,4	4,7	1,3	15,3	2,85	1,9
11	2,8	4,7	0,45	11,25	0,4	4,75	1,25	15,25	2,9	1,9
12	2,75	4,55	0,45	11,55	0,35	4,75	1,3	15,1	2,75	2

	<b>HCO<sub>3</sub></b> (mmol)	<b>P</b> (mmol)	<b>Si</b> (mmol)	<b>Fe</b> (µmol)	<b>Mn</b> (µmol)	<b>Zn</b> (µmol)	<b>B</b> (µmol)	<b>Cu</b> (µmol)	<b>Mo</b> (µmol)
1	0,1	1,525	0,045	20,5	4,05	3,55	22	0,7	0,3
2	0,1	1,455	0,045	19,5	3,7	3,65	21,5	0,8	0,3
3	0,1	1,455	0,035	20	3,75	3,45	21,5	0,85	0,35
4	0,1	1,11	0,665	17	2,5	3	21	0,8	0,4
5	0,1	1,485	0,06	20,5	3,75	3,4	21,5	0,8	0,3
6	0,3	1,43	0,63	26,5	7,15	6,85	42,5	1,35	0,65
7	0,1	1,43	0,06	20	3,55	3,65	22,5	0,8	0,3
8	0,1	1,31	0,395	17	3,55	3,45	21,5	0,8	0,35
9	0,1	1,405	0,04	19	3,55	3,55	21	0,8	0,35
10	0,1	1,45	0,05	21	3,75	3,4	22,5	0,85	0,3
11	0,1	1,48	0,05	21	3,8	3,45	21,5	0,95	0,3
12	0,1	1,48	0,045	20	3,7	3,5	22	0,8	0,3

### 4.2.10.2 Droge stof

Droge stof analyse van gerberabladeren laten nauwelijks opvallende waarden zien (Tabel 23.). Alleen bij de Pentakeep behandeling is een verhoogd mangaan cijfer gemeten maar dit gehalte is lager dan eerder gemeten bij tomaat en komkommer. Dit komt overeen met het feit dat de gehalten in de voedingsoplossing bij gerbera ook lager waren. Toename van Zn en B zoals gemeten bij komkommer is bij gerbera niet gevonden.

Tabel 23. Droge stof analyse van gerberablاد van gerbera proef 1. Resultaten van de behandeling op kokos en steenwol zijn samengevoegd omdat er geen significante verschillen tussen deze substraten waargenomen zijn.

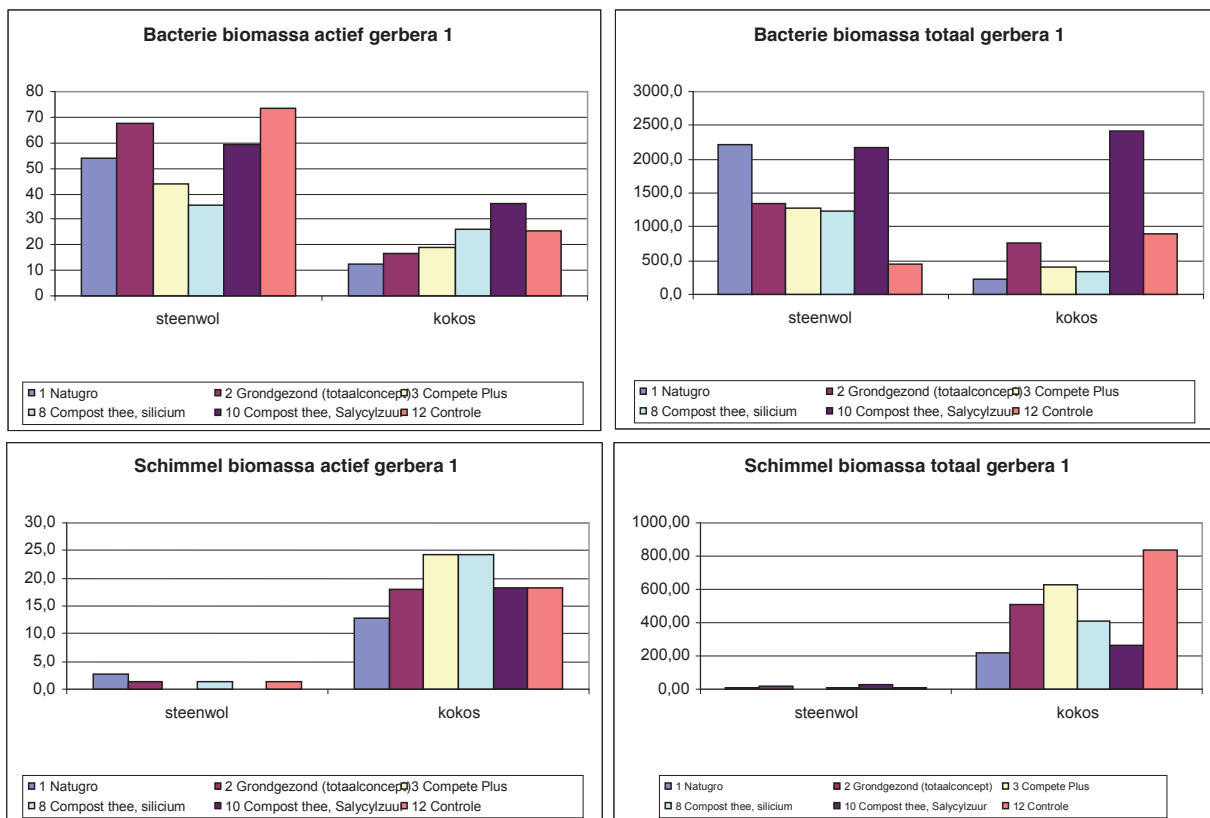
beh	Droge stof(%)	K	Na	Ca	Mg	N	S
		(mmol/ kg ds)	(mmol/ kg ds)	(mmol/ kg ds)	(mmol/ kg ds)	(mmol/ kg ds)	(mmol/ kg ds)
1	13,5	1560	4,5	306,5	101	2900	82,5
2	13,5	1500	4,5	385,5	115	2995	96
3	13	1460	4,45	326,5	104	3020	90
4	13	1495	4,5	310,5	102,5	3105	92,5
5	13	1525	4,5	280,5	96	3085	88,5
6	13	1445	7,1	319,5	109	3050	94,5
7	13	1445	4,45	316,5	104,5	3045	87,5
8	13	1380	5,15	333	102,5	2905	96
9	13,5	1410	4,5	309	99,5	3015	88
10	13,5	1430	4,45	363	114	3145	98,5
11	14	1420	4,5	332	98,5	2580	88,5
12	13	1430	5,1	329,5	104	3010	94

beh	P	fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		(mmol/ kg ds)	( $\mu$ mol/ kg ds)	( $\mu$ mol/ kg ds)	( $\mu$ mol/ kg ds)	( $\mu$ mol/ kg ds)	( $\mu$ mol/ kg ds)
1	141,5	3350	1255	665	2520	88	2,1
2	155	1750	1295	695	2820	74	3,15
3	144	1700	1055	605	2890	84	2,6
4	146	1700	975	625	2615	81	3,15
5	149,5	2100	1020	785	2660	102,5	2,6
6	172,5	2000	1630	850	2840	105	3,65
7	154	1900	1040	750	2675	87	2,6
8	146,5	1650	1095	672	2640	84,5	3,15
9	146	1550	1045	642	2695	82,5	2,6
10	166,5	1950	1290	820	2815	94,5	2,6
11	151	2250	1390	785	2470	111	2,6
12	157,5	1800	1185	785	2820	88,5	2,6

#### 4.2.10.3 Bodemvoedselweb

Bodemvoedselweb resultaten voor gerbera staan in Figuur 22. en Tabel 24. Bij gerbera is gebruik gemaakt van steenwol grow cubes als substraat. Wat direct opvalt vanuit Figuur 3. is dat de bacterie biomassa op steenwol hoger is dan op kokos. Maar we zien op steenwol grow cubes nauwelijks schimmel biomassa ontwikkelen ongeacht de verschillende behandelingen die toegepast zijn. Dit bevestigt eerdere bevindingen dat kokos schimmel dominant is terwijl steenwol vooral bacterie dominant is. De extreem lage schimmel biomassa op steenwol grow cube is eerder bij steenwol matten niet aangetroffen. Mogelijk dat hier de watergift een rol speelt. Bij gerbera wordt normaliter 50 % drain toegepast terwijl bij tomaat drainpercentages van 25-30 % aangehouden worden. Hogere drainpercentages kan snellere uitspoeling van schimmelleven veroorzaken.



Figuur 22. Actieve en totale bacterie en schimmel biomassa bepaald in het wortelmilieu van proef gerbera 1 voor substraat steenwol en kokos.

Een andere opvallende waarneming bij gerbera is dat er op steenwol grow cubes nauwelijks amoeben en ciliaten waargenomen zijn terwijl deze in ruime mate aanwezig zijn bij gerbera op kokos. Dit kan gerelateerd zijn aan substraattype of mogelijk het gegeven dat schimmels nagenoeg niet gevonden worden op steenwol grow cube waardoor er ook onvoldoende voedsel is voor de ontwikkeling van amoeben en ciliaten op grow cubes. De flagellaten lijken minder beïnvloed door substraattype of de afwezigheid van voedsel.

Tabel 24. Bodemvoedselweb analyse van een monster genomen uit het wortelmilieu van gerbera proef 1. Weergegeven zijn drooggewicht (dw), biomassa actieve bacteriën (actbact), biomassa totale bacteriën (tot bact), biomassa actieve schimmels (act fung), biomassa totale schimmels (tot fung), hyfe diameter (hyfe dm), en de aantallen protozoën (flagellaten, amoeben en ciliaten).

substraat	behandeling	dw	act bact	tot bact	act fung	tot fung	Protozoën		
							Aantallen/gram		
		%	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	Flagellaten	Amoeben	Ciliaten
steenwol	1 Natugro	0,17	54,18	2207,18	2,69	8,28	$2,7 \times 10^3$	341	0
steenwol	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,17	67,85	1345,03	1,33	18,46	$2,7 \times 10^4$	268	489
steenwol	3 Compete Plus	0,16	44,02	1275,39	0,00	4,48	$2,9 \times 10^4$	293	0
steenwol	8 Compost thee, silicium	0,15	35,71	1222,80	1,49	4,57	$1,8 \times 10^4$	0	0
steenwol	10 Compost thee, Salicylzuur	0,17	59,19	2169,76	0,00	31,31	$2,7 \times 10^3$	83	36
steenwol	12 Controle	0,18	73,23	447,09	1,30	11,97	$7,9 \times 10^4$	329	34
kokos	1 Natugro	0,32	12,60	231,86	12,72	216,58	$1,8 \times 10^4$	$4,4 \times 10^4$	2641
kokos	2 Grondgezond (totaalconcept)	0,21	16,52	754,49	17,91	506,55	$2,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	13253
kokos	3 Compete Plus	0,20	18,96	403,39	24,26	623,21	$2,8 \times 10^4$	$2,8 \times 10^4$	2840
kokos	8 Compost thee, silicium	0,20	26,05	331,37	24,38	406,40	$2,9 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$	2854
kokos	10 Compost thee, Salicylzuur	0,21	36,41	2427,49	18,38	266,92	$2,2 \times 10^4$	$6,6 \times 10^3$	2181
kokos	12 Controle	0,20	25,54	888,15	18,18	838,33	$4,3 \times 10^3$	$2,4 \times 10^5$	1448

### 4.3 Conclusie

- Zuurstofgehaltenes in het begin van de teelt zijn onderin de steenwolmat zeer laag. De plant heeft hier in dit stadium van de teelt geen zichtbare last van maar mogelijk heeft dit wel invloed op de populatieopbouw van micro-organismen
- In de eerste 5 weken van de teelt is in het matwater weinig activiteit van aerobe micro-organismen te meten. Pas na 6 weken wordt deze zichtbaar.
- Bij de tomatenteelt op steenwol lijkt het toepassen van compostthee een pH-verlagend effect te hebben.
- Op grond van bovenstaande lijken er duidelijke aanwijzingen dat de zuurstofconcentratie en de pH in het substraat in enkele gevallen worden beïnvloed door de getoetste behandelingen. Omgekeerd lijken deze abiotische factoren en ook het watergehalte invloed te hebben op de microbiologie, die bij weerbaar telen een belangrijke rol speelt. In de 2<sup>e</sup> onderzoek ronde bij het gewas tomaat wordt het gewas geïnfecteerd en zullen de weerbaarheid bevorderende concepten op worden getoetst. Hierbij zal ook de rol van de abiotische factoren verder in kaart worden gebracht en de bruikbaarheid als sturingsparameter verder onderzocht.
- Zuurstofgehaltenes in het begin van de teelt zijn onderin de steenwolmat zeer laag. De plant heeft hier in dit stadium van de teelt geen last van maar mogelijk heeft dit wel invloed op de populatieopbouw van micro-organismen.
- Er zijn geen grote pH-verschillen gevonden tussen de verschillende behandelingen bij de komkommerteelten.
- Er is in de teelt van tomaat, komkommer en gerbera met deze concepten geen fytotox aangetroffen, behalve bladrandjes door Pentakeep in de eerste teelt komkommer, maar niet in de tweede.
- Nutriënten analyse van de individuele componenten laten zien dat vooral Pentakeep rijk is aan sporenelementen. Equirein bevat vooral meer Kalium, NaCl, Fe en Borium. Bij de Silicium behandeling met rekening gehouden worden met de hoge pH van het product.
- TOC bepaling (totale organische koolstof) van de componenten geven vooral voor Pro Funda (4400 mg/L) en Equirein (370 mg/L) een hogere waarde. Hogere TOC waarde levert mogelijk additioneel voedsel voor microbiologisch leven in het substraat.
- Kiemgetal bepalingen van de componenten bevestigen de aanwezigheid van bacteriën, gisten en schimmels zoals door de leveranciers aangegeven is.
- TOC analyse liet zien dat vooral Pro Funda en equirein en in minder mate Trianum P een aanzienlijk niveau van TOC bevatten.
- Kiemgetal bepalingen van de componenten lieten geen verrassingen zien en verwachte aantallen werden waargenomen.

- Ook de kiemgetal bepalingen gaven geen aanwijzingen om te twifelen aan de kwaliteit van de aangeboden producten maar het is wel raadzaam om deze cijfers regelmatig bij de leverancier op te vragen en bij twijfel te laten controleren.
- De analyses van de voedingsoplossingen van de verschillende concepten lieten geen verrassingen zien. Op basis van de analyse van de individuele bouwstenen was al bekend dat vooral de behandeling met Pentakeep een hoger niveau van sporenelementen zou hebben.
- Daarnaast werd bij de Silicium behandelingen een hoger niveau van Si in de voedingsoplossing gerealiseerd. Dit laatste is maar ten dele geslaagd. Alleen in de eindfase van de tomatenproef en in de gerberaproef is een silicium niveau in de voedingsoplossing gemeten die overeenkwam met het gewenste niveau.
- Bij de droge stof analyses zien we vooral bij behandelingen met Silicium en Pentakeep voor verschillende sporenelementen een toename van de niveaus in het blad. Deze toename is deels verklaarbaar door de hogere niveaus aanwezig in de voedingsoplossing (Mn, Zn, B, Cu en Mo), deels als gevolg van een hogere pH in de voedingsoplossing waardoor bijvoorbeeld Mo beter beschikbaar is. Fe is wel ruim aanwezig in de voedingsoplossing maar dit element wordt bij tomaat en gerbera niet of nauwelijks in verhoogde concentratie bij de gewasanalyse aangetroffen. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat hoge niveaus van Mn en Zn in de voedingsoplossing, voorkomen dat ijzer opgenomen wordt. Bij kokos vinden we ook dat de Mn gehalten in het gewas lager zijn dan op steenwol. Het is bekend dat Mn wordt vastgelegd in kokos waardoor het in mindere mate beschikbaar is voor opname door de plant.
- Resultaten van de bodemvoedselweb analyses lieten zien dat er geen duidelijke veranderingen in bodemleven waargenomen werden als gevolg van de toegediende componenten.
- Bij tomaat valt op dat de totale bacterie biomassa op kokos beduidend lager is dan op steenwol. Op kokos worden bij tomaat juist veel ciliaten gevonden welke op steenwol nagenoeg afwezig zijn.
- Bij komkommer zijn de verschillen tussen perliet en steenwol minder eenduidig. Algemeen zien we bij deze metingen wel dat op perliet minder bodemleven gevonden wordt dan op steenwol.



## 5 Fytotox kit

De middelen zoals gebruikt in de proef weerbare substraten zijn getest in een kiemtest (Phytotox kit, Microbiotests Inc.). Toxiciteit van een substraat is bewezen als de groei van planten en/of de kieming van zaden negatief worden beïnvloed door in water oplosbare stoffen uit dit substraat. De structuur van het substraat speelt hier geen rol bij. Toxiciteit wordt uitgedrukt als % groeiremming waarbij 0% groeiremming is geen groeiremming, 40% groeiremming is een plant die 60% presteert ten opzichte van een ongeremde plant.

De test werd uitgevoerd in platte transparante containers waarin de zaailingen maar één kant op kunnen groeien. De zaden lagen op een filtreerpapier met de oplossing. De testcontainers werden rechtop geïncubeerd om normale zaailingen te vormen. Na de incubatieperiode werden kieming en de lengte van scheuten en wortels opgemeten. De uitkomsten werden vergeleken met de lengte van zaailingen van een bekend niet toxisch referentie substraat. De toets werd uitgevoerd met 2 testplanten; namelijk de dicotylen *Lepidium sativum* (tuinkers) en *Sinapis alba* (mosterd), met 10 zaden per container en in 4 herhalingen per testplant. Voor de bepaling van effecten van onbekende groeiremmingen of gewasbeschermingsmiddelen of groeiremmingen bij monocotylen werd een zaad van een monocotyl meegenomen namelijk *Sorgho commun* (sorghum). De EC werd aangepast tot een waarde tussen 1.0 en 2.0 dS.m<sup>-1</sup>. Onder 1.0 dS.m<sup>-1</sup> moet worden bij gemest met standaard komkommer voedingsoplossing met een EC van 1.75 dS.m<sup>-1</sup>. Boven de 2.0 dS.m<sup>-1</sup> moet worden gemengd met het referentiemateriaal tot de EC in het voorgeschreven gebied valt. De pH moet vallen tussen pH 5.0 en 6.8.

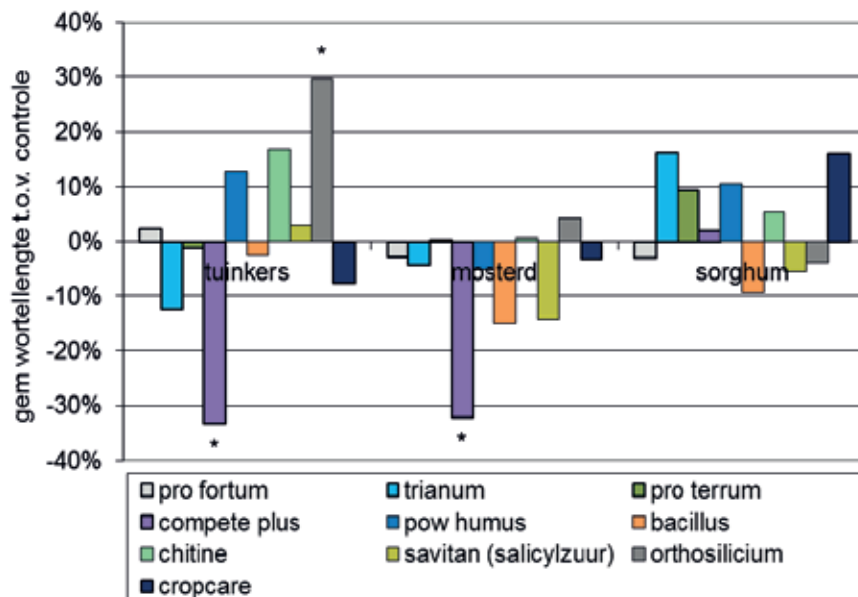
100 ml vers substraat werd aangebracht op de testplaat. 10 zaden van dezelfde testplant werden op gelijke afstand in een rij op de bovenkant van het geplaatst. Per oplossing werden 12 platen, waarvan 4 herhalingen met 3 testplanten, gebruikt. De testplaten werden in de houders in de incubator geplaatst. De platen worden geïncubeerd voor 72 uur bij 25°C +/- 0.5 °C en RV 80 % +/- 2.5 %. Na de 3 dagen incubatie werden er digitale opnames gemaakt van de platen. Met behulp van een digitale opname werd de hoeveelheid gekiemde zaden per plaat bepaald. De lengte van de wortel per plantje en de lengte van de scheut per plant werd bepaald en uitgedrukt als het gemiddelde van vier herhalingen.

### 5.1 Bouwstenen

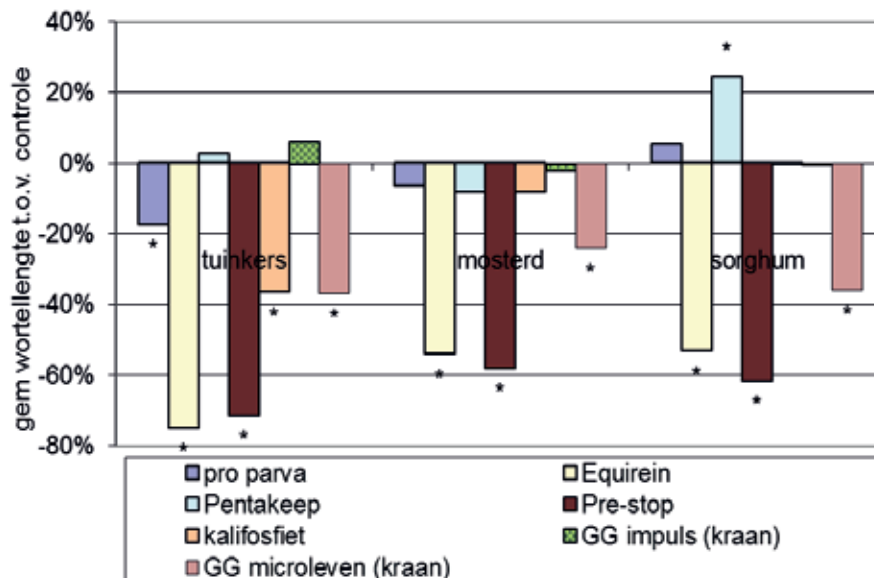
De gebruikte zaden waren tuinkers, mosterd en sorghum. In de legenda's van de grafieken staan de middelen genoemd. In deze proef waren alle middelen afzonderlijk getest. De controle behandeling is een standaard komkommervoeding van EC 2 en pH 5.5 in demi water.

Alle oplossingen van de middelen zijn aangemaakt volgens recept en aangevuld met een standaard komkommervoeding (SKV) tot een EC van 2. De pH is bijgesteld tot 5.5. Twee uitzonderingen zijn de Grond Gezond middelen (GG) waarbij kraanwater is gebruikt (Figuur 22. en 23.) maar de EC en pH zijn gelijk aan de overige behandelingen. In Figuur 23. en 24. zijn resultaten van de wortel lengte en in Figuur 25. en 26. de spruit lengte.





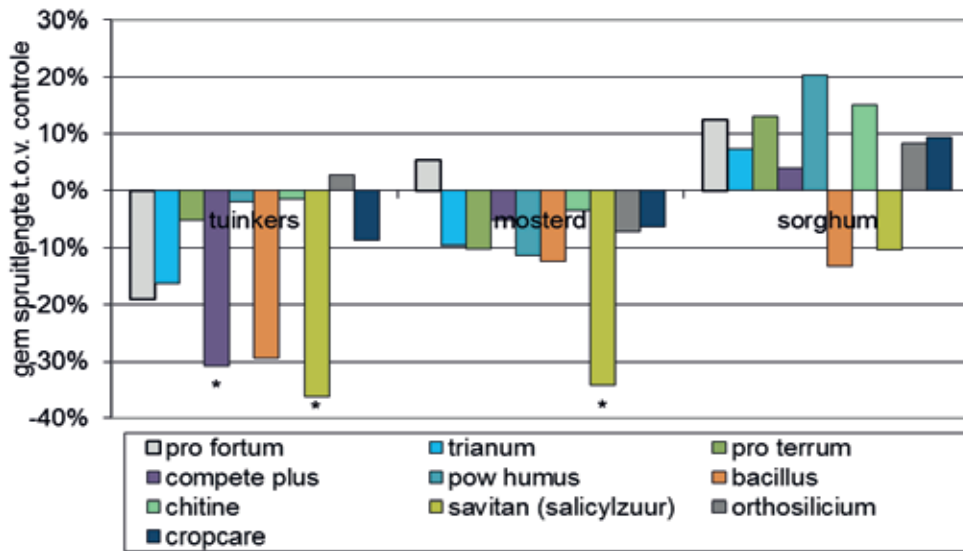
Figuur 23. Wortel lengte t.o.v. controle behandeling. \* geeft significant verschil aan.



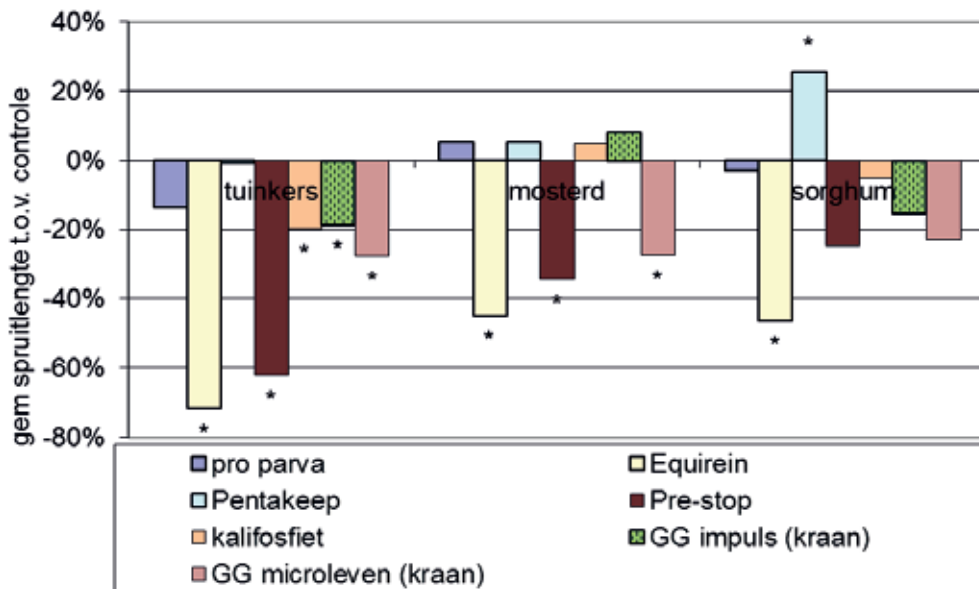
Figuur 24. Wortellengte t.o.v. controle behandeling. \* geeft een significant verschil aan.

De wortel lengte bij het kiemen wordt gestimuleerd in de tuinkers door silicium en in sorghum door Pentakeep. Wat betreft spruit lengte heeft alleen Pentakeep een positief effect in sorghum. Sorghum is een monocotyl (eenzaadlobbig) soort en dit zou een verklaring kunnen geven waarom alleen sorghum zo reageert.

Bij vele middelen worden de wortel en/of spruit negatief beïnvloed. Equirein en Prestop hebben een negatieve invloed op de groei van wortel en spruit bij het kiemen. Salicylzuur (Savitan) heeft een negatief effect op spruit lengte van tuinkers en mosterd, maar niet op sorghum.



Figuur 25. Spruitlengte t.o.v. controle. \* geeft significant verschil aan.



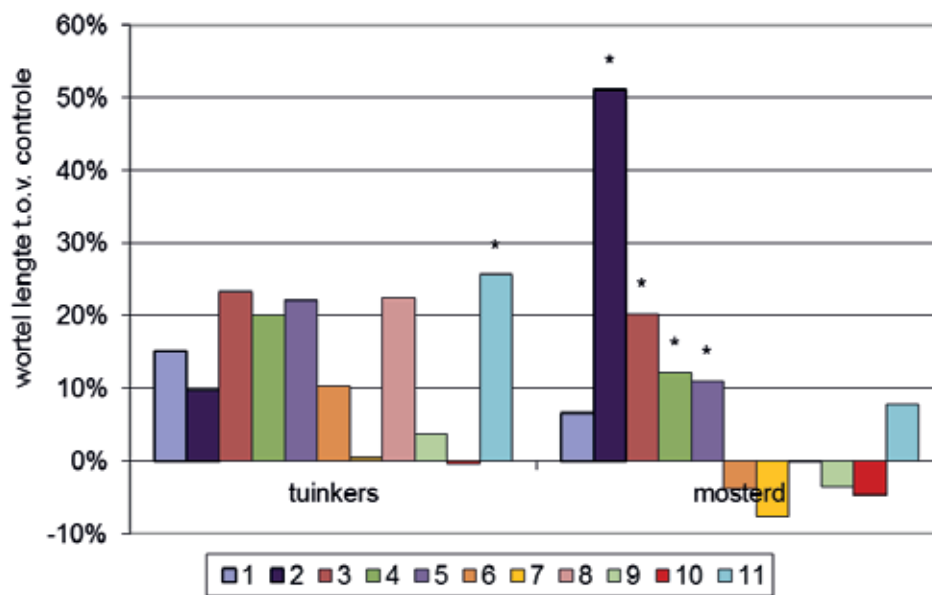
Figuur 26. Spruitlengte t.o.v. controle. \* geeft significant verschil aan.

## 5.2 Concepten

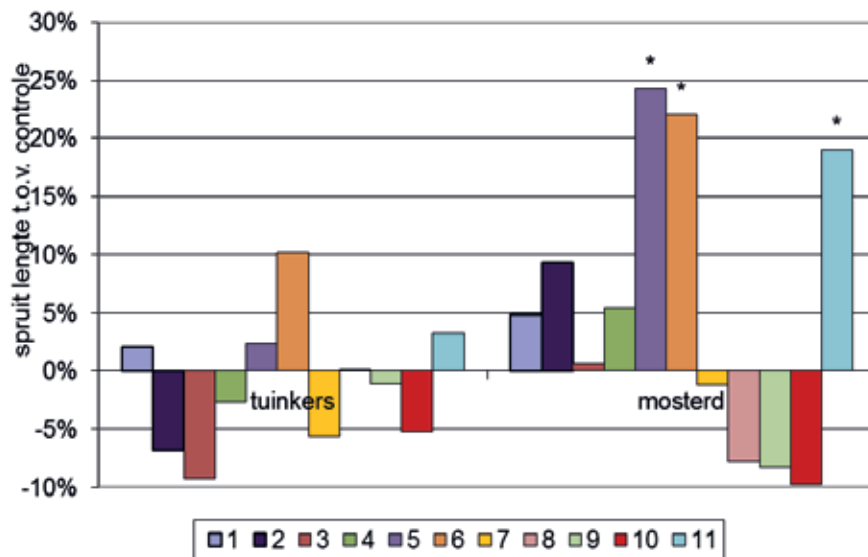
Ook werden aan het einde van komkommer proef 1 monsters genomen uit de voedingsbakken om eventuele fytotox te bepalen van de concepten. De bakken werden, gedurende de teelt van zes weken, wekelijks verversd. Zoals vermeld bij het onderzoek naar fytotoxiciteit van de bouwstenen, werden de EC en zuurgraad aangepast omdat dit meestal de grootste effecten geeft op de toets planten. De resultaten in Figuur 27. en 28. geven de verhouding weer van de spruitlengte en de wortellengte ten opzichte van de controle. In Tabel 25. staan de behandelingen weer gegeven. Opvallend is, in tegenstelling tot de toets met bouwstenen, dat er geen significante groeiremming wordt gezien. Er worden bij tuinkers positieve effecten op wortel lengte gezien bij PRI, Exp. 1 en bij mosterd bij de behandelingen 2. GrondGezond, 3. Compete Plus, 4. Zeewier, huminezuren en silicium, 5. Bacillus en chitine. Significante verschillen in spruitlengte opzichte van de controle wordt gevonden bij 5. Bacillus en chitine, 6. Zeewier, huminezuren, Pentakeep en silicium, en 11. PRI Exp.1 (Figuur 28.).

Tabel 25. Overzicht van de behandelingen en nummer behorende bij de grafieken.

Behandeling	Concept naam
1	NatuGro
2	grondgezond
3	Compete plus
4	zeewier, huminezuren, Si
5	Bacillus, chitine
6	zeewier, huminezuren, Pentakeep, Si
7	Gliocladium, zeewier, huminezuren
8	compost thee, Si
9	zeewier, Kalifosfiet
10	compost thee, Salicylzuur
11	PRI, exp 1
12	Controle



Figuur 27. Wortellengte t.o.v. controle. \* geeft significant verschil aan.



Figuur 28. Spruitlengte t.o.v. controle. \* geeft significant verschil aan.

### 5.3 Conclusie

- De resultaten geven aan dat bij het kiemen van zaad de grote meerderheid vele van de middelen geen positief invloed hebben. In een aantal gevallen is er sprake van een negatief invloed of wortel en/of spruit lengte.
- De wortel lengte bij het kiemen wordt gestimuleerd in de tuinkers door silicium en in sorghum door Pentakeep. Wat betreft spruitlengte van alle behandelingen, heeft alleen Pentakeep een positief effect in sorghum. Sorghum is een monocotyl (eenzaadlobbig) soort en dit zou een verklaring kunnen geven waarom alleen sorghum zo reageert.
- Bij vele middelen worden de wortel en/of spruit negatief beïnvloed. Equirein en Prestop hebben in alle gevallen een negatieve invloed op de groei van wortel en spruit bij het kiemen. Savitan heeft een negatief effect op spruit lengte van tuinkers en mosterd, maar niet op sorghum.
- Opvallend is, in tegenstelling tot de toets met bouwstenen, dat er geen significante groeiremming wordt gezien bij de concepten na toediening in de korte teelt van zes weken waarbij de voeding en bouwstenen wekelijks werden vervangen. Er werden bij tuinkers positieve effecten op wortel lengte gezien bij PRI, Exp. 1 en bij mosterd bij de behandelingen 2. GrondGezond, 3. Compete Plus, 4. Zeewier, huminezuren en silicium, 5. Bacillus en chitine. Significante verschillen in spruitlengte opzichte van de controle wordt gevonden bij 5. Bacillus en chitine, 6. Zeewier, huminezuren, Pentakeep en silicium, en 11. PRI Exp.1.
- Ondanks dat een aantal bouwstenen een groeiremming vertoonde, was er geen groeiremming meer te zien als het toegepast werd als concept binnen een teelt (bemonstering uit de matten). Een aantal concepten vertoonde zelfs een sterke groeistimulering.
- Deze resultaten lijken te wijzen op een belangrijke rol van het substraatleven in de werking van deze middelen. Verder onderzoek moet dit uitwijzen.
- De middelen vertoonde geen noemenswaardige verschillen in nutriënten samenstelling zoals gemeten met een bemestingsanalyse behalve dan in het silicium dat apart werd toegevoegd.



## 6 Implementatie op praktijkbedrijven

In het oorspronkelijke plan was de bedoeling om drie bedrijven die actief bezig waren met een bepaalde aanpak van weerbaar telen bij het project te betrekken, door de te ontwikkelen weerbaarheidstoetsen toe te passen op hun gewassen resp. bedrijven. Ook zou het te ontwikkelen meetprotocol bij hen worden getoetst. De bedrijven zouden worden gezocht onder de leden van de begeleidingscommissie onderzoek, omdat hun motivatie en commitment aan het project belangrijke succesfactoren zijn. In het tweede jaar van dit project (2014) zouden bij deze telers echte vergelijkingsproeven moeten worden gedaan.

### 6.1 Ervaringen van telers

In de loop van het projectjaar is dit iets anders verlopen, wat veel te maken heeft met de complexiteit van weerbaar telen en de mate van (onder)ontwikkeling van het kennisgebied. Er zijn drie telers betrokken en er zijn diepte-interviews met deze telers gedaan. De bezoekverslagen zijn gedeeld met de projectgroep leden als belangrijke achtergrond voor een vervolg van het project. Deze verslagen worden niet in dit rapport opgenomen: ze bevatten vertrouwelijke bedrijfsinformatie, die bovendien niets aan dit project toevoegen ten opzichte van het vorige inventarisatieproject. De ervaringen van de telers bevatten casuïstiek, maar van slechts drie bedrijven, zonder de gewenste monitoring die diepgaande analyse mogelijk zou maken.

Het is niet mogelijk gebleken om telers voor te bereiden op praktijkproeven in 2013. Dit zijn een paar weerstanden die we ondervonden en achtergronden bij het proces:

- o Telers die op dit terrein al veel zelf hebben ondervonden en eigen strategieën hebben ontwikkeld, zijn aarzelend om veel kennis te delen, omdat het tijd kost, te weinig oplevert en ze “free riders” het voordeel niet gunnen.
- o Na een succesvol weerbaar jaar bij toepassing van een bepaald concept werd een veel minder succesvol jaar ervaren – en daarbij werd ervaren dat verschillende vertegenwoordigers van de belangrijkste leverancier volledig verschillende verhalen vertellen. De vraag blijft dan over: snapt iemand echt wel hoe het werkt?
- o Voor het testen van een concept in de praktijk is het noodzakelijk om de watersystemen van de behandeling volledig te kunnen scheiden van de referentie. Zowel drainopvang als aansturing van watergift en voedingscontrole (gift-EC en -pH) zullen voor proef- en referentie vak afzonderlijk moeten plaatsvinden. Bij hergebruik van drainwater mag er ook geen drainwater van een proefvak in het referentie vak komen en andersom. Daardoor kan worden voorkomen dat de populaties microbiologie uit de proef- en referentievakken zich met elkaar vermengen en dat eventuele voedingseffecten van een behandeling of de referentie worden weg gebufferd. Dit is niet eenvoudig te implementeren – en meestal kan het gewoon niet.
- o Verschillende toegepaste concepten zijn relatief duur (genoemd wordt 0,45-1,00 €/m<sup>2</sup>), waarbij de voordelen niet eenvoudig duidelijk worden. Dit, in combinatie met veel druk op bedrijven vanwege achterblijvende rendementen, zorgt ervoor dat telers zich door omstandigheden gedwongen voelen om een dergelijk onzeker traject niet door te zetten. Ze kiezen dan voor risicomijding, dus een bedrijfsvoering zoals ze voorheen deden.

- o De risico's die telers ervaren bij het volgen van een “weerbare” teeltstrategie zijn:
  1. onzekerheid: niemand kan precies vertellen hoe het werkt en wat ze moeten doen. Soms werkt het wel en soms werkt het niet en er zijn onvoldoende verklaringen waarom.
  2. ziekten en plagen kunnen uit de hand lopen: een grote groep chemische gewasbeschermingsmiddelen kan niet worden gebruikt, omdat ze het biologisch evenwicht in de kas en het wortelmilieu verstoren. Dat kan productie- en kwaliteitsverlies tot gevolg hebben.
  3. Sierteeltgewassen: in het afzetkanaal is sprake van een nultolerantie. Wanneer ziekten en plagen uit de hand lopen, geeft dat veel werk (dus kosten) om schoon product (zonder aan tasters) het handelstraject in te sturen. Wanneer er toch product met aantasters in het handelstraject worden gevonden, zullen handelspartijen hun leverancier (teler) niet meer vertrouwen – wat een ernstig negatief effect op de prijsvorming heeft.
  4. mogelijk juist een verhoogde inzet van chemie omdat men gedwongen is de “weerbare” teeltstrategie te verlaten wanneer een aantasting uit de hand loopt. Daarbij is er een grote kans dat MRLs (maximum toelaatbare residuniveaus) worden overschreden, wat zeer ongewenst is in het afzetkanaal.
- o In de loop van het jaar werd duidelijk dat de financiering van het vervolg van het project helemaal niet zeker was. Veel aandacht besteden aan telers om ze voor te bereiden op een proef in het vervolgjaar zou dan zinloos bestede tijd zijn. In november bleek inderdaad dat er geen vervolfinanciering zou zijn.

De microbiologische populatie in het wortelmilieu is in de eerste maanden van de teelt niet stabiel. Pas na enkele (3-6) maanden wordt een evenwicht opgebouwd die een bijdrage levert aan de gewasweerbaarheid. Telers met meerjarige ervaring met weerbare teeltconcepten (GrondGezond; NatuGro) tenderen daarom naar toepassing van meerjarig bruikbare substraten, zodat een nieuw teeltseizoen gestart kan worden met een gewenst evenwicht in de microbiologische populatie. Omdat de populatie sterk wordt beïnvloed door organische afscheiding van het gewas, streeft men er ook naar de periode zonder gewas op het substraat te minimaliseren: na het verwijderen van het oude gewas zal zich mogelijk op afstervende wortels een andere microbiologische populatie ontwikkelen.

## 6.2 Meetprotocol gewasweerbaarheid

Vooralsnog is er niet een simpele meting die aan kan geven hoe weerbaar een gewas is. Telers hebben wel behoefte aan een eenduidige aanpak om weerbaarheid (of: gewasconditie) te kunnen objectiveren. Om die reden is binnen dit project een protocol opgesteld, waarmee telers dit kunnen doen. Er worden een tweetal categorieën factoren in het protocol opgenomen:

1. Output-indicatoren: deze geven een beeld van de gewasweerbaarheid en gewasconditie (productiviteit)
2. Invloed factoren: deze zijn direct of indirect van invloed zijn op de weerbaarheid van het gewas.

Dit protocol is niet of nauwelijks anders dan een goede bedrijfsregistratie zoals die op de meeste bedrijven al plaatsvindt of zou moeten vinden. Deze lijst kan telers helpen om te bekijken of hun registratie voldoende zicht geeft op de processen, wanneer het nodig zou zijn om diepgravender te analyseren. Per bedrijf (of: per productie-eenheid) moet dit protocol geïmplementeerd worden door voor elke output-indicator en elke invloed factor niveaus vast te stellen waarbij het nodig is om aandacht te geven aan een betreffende locatie of teelfactor. Het vaststellen van deze waarschuwniveaus per indicator (dit niveau is meestal niet vastgelegd op bedrijven) zal aanleiding geven tot discussie en maakt controleprocedures steviger. Wanneer een waarschuwniveau wordt bereikt, is dat aanleiding voor verdere analyse van de complete registratieset. Als deze niet compleet is, blijven er altijd vragen over. Dat is het moment waarop het handhaven van een meet- en registratieprotocol zijn waarde bewijst.

Monitoring van resultaat			
Activiteit	Relevantie	Monitoringsinstrument / -methode	Frequentie van meten
Gewasregistratie	Al voordat er een productie- en kwaliteitsresultaat zichtbaar is, zijn in sommige gewassen al aan de gewasconditie effecten meetbaar (m.n. tomaat; paprika)	Gewasspecifiek registratieprotocol	wekelijks
Productieresultaat meten: productiviteit en productkwaliteit (fijnmazig)	Productie per oppervlakte-eenheid die kleiner is dan een afdeling (tralie, bed, poot, ...) geeft een inzicht in het verloop van productie en kwaliteit. Verschillen in productie en kwaliteit zijn een aanwijzing dat er factoren zijn die bij de minder productieve of kwalitatieve vakken suboptimaal zijn. Dit kan samengaan met verschillen in vatbaarheid voor ziekten en plagen.	Productieregistratie, kwaliteitsregistratie – per vak (bij voorkeur kleiner dan afdeling en in geval van een proef: maximaal even groot als het proefvak met een vergelijkbaar referentievak).	Dageelijks
Scouting: pleksgewijs vastleggen van ziekten, plagen en problemen	Geeft een beeld van mate van gewasaantasting en probleemplekken – dus van weerstandsniveau. Op plekken kan naar oorzaak of invloedsfactoren worden gezocht.	plaattegrond van bedrijf training van medewerkers op herkenning van ziekten en plagen Melding van aantastingen Analyse en gewenste actie	continu
Meten van populatie-ontwikkeling van micro-organismen	Ziekteverwekkers en nuttige organismen spelen hun rollen. De ontwikkeling van de populatie geeft informatie over de risico's voor aantasting van het gewas	Bodemvoedselweb analyse Ziektenanalyse wortelmilieu Bemonstering: wortel/substraatmonster van > 10 plaatsen	minimaal maandelijks minimaal maandelijks



<b>Monitoring van invloedsfactoren</b>			
<b>Factor</b>	<b>Relevantie</b>	<b>Monitoringsinstrument / -methode</b>	<b>Frequentie van meten</b>
Klimaatmonitoring	Bij een optimaal klimaat (verschillend per gewas) zal het gewas optimaal ontwikkelen met een beheersbare gevoeligheid voor ziekten en plagen.	klimaatcomputer	Continu meten, continu beoordelen
Watergehalte substraat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij een te hoog niveau treedt zuurstoftekort op = wortelsterfte en veranderde omstandigheden voor micro-organismen</li> <li>Bij grote wisselingen droog-nat kan wortelverlies optreden</li> </ul>	FD-sensor (watergehaltemeter) in substraatmat Weergave en dataopslag op procescomputer	Continu
Worteltemperatuur	Bij te hoge worteltemperaturen kan bij hoge watergehalten zuurstofgebrek optreden: nadelig voor wortels en van invloed op micro-organismen. Ook kan wortelademhaling te hoog worden waardoor onder lichtarme omstandigheden teveel assimilaten via onderhoudsademhaling verloren gaan. Kan samengaan met verhoogde gevoeligheid van wortels voor aantastingen. Te lage temperaturen kunnen wateropname beïnvloeden en hebben zo invloed op de bovengrondse gewasconditie.	Met FD-sensor (watergehaltemeter) of substraatthermomometer.	continu
Totaal voedingsniveau (EC)	Te grote wisselingen kunnen een stressfactor zijn; te laag voedingsniveau kan plant verzwakken.	Met FD-sensor (watergehaltemeter) in het substraat	continu
Plantenvoeding	Onbalans tussen voedingselementen kan plantconditie verminderen; Si speelt een rol in plantweerbaarheid	Bemonstering voedingsoplossing in het substraat + analyse; uit substraat genomen, mengmonster van > 10 plekken	Per teelt verschillend – afhankelijk van ontwikkelingsnelheid en mogelijke verandering van vraag door het gewas
Gewasbeschermingsmaatregelen	Beïnvloedt gewas, aantasters en nuttige microbiologie.	Registratie van actie, middel & methode, concentraties/aantallen, plaats van behandeling	continu
pH in voedingswater	Te lage pH in water zorgt voor wortelschade; te hoge pH voor minder optimale voedingsopname. Beide beïnvloeden gewasconditie. pH is omgevingsfactor voor microbiologie in het wortelmilieu en kan van invloed zijn op de populatie.	pH-sensor in watergeefstelsel bij unit; handmatige pH-controle aan druppelaar Handmatige pH-controle in het substraat (geen mengmonsters)	continu wekelijks op 10 plekken in de kas wekelijks 20 ongemengde monsters per afdeling/stuurvak.

## 7 Conclusie en discussie

In dit project werd stap-voor-stap gewerkt aan het praktijk-klaar-maken van die kennis. Hiervoor werden een tiental concepten onderzocht op fytoxiciteit als opstapje naar lange teeltproeven en uiteindelijk praktijkproeven. Tegelijkertijd werden klassieke meetmethoden verder uitgewerkt als basis om weerbaarheid van substraat en plant in de praktijk te kunnen meten.

Het project werd na een jaar in 2013 stopgezet door onvoldoende draagvlak vanuit de praktijk. Hierdoor zijn er geen nieuwe methoden ontwikkeld om de weerbaarheid van het substraat of de plant op een snelle manier in de praktijk te bepalen en is er niet gekeken naar de weerbaarheid van concepten en zijn er ook geen praktijk conforme teeltproeven uitgevoerd.

Wel beschrijft dit rapport een veelzijdigheid aan kennis die gedurende het jaar werd opgebouwd ten aanzien van het meten van substraat-, en plantweerbaarheid, bouwstenen en concepten, zuurstof en zuurgraad dynamiek gedurende de teelt, mogelijke gewasschade, samenstelling van bouwstenen qua biologie en nutriënten en effect op diverse vegetatieve-, en generatieve kenmerken van het gewas en op de smaak van de eerste productie van komkommer en tomaat en bloei van gerbera. Daarom beschrijft dit rapport een brede basis dat kan dienen als uitgangspunt voor verder onderzoek naar de (on)mogelijkheden van weerbaar telen.

### 7.1 Korte teeltproeven

Er werden tien concepten getoetst op gewasschade. De keuze hiervan werd gebaseerd op beschikbaarheid (eenvoudige levering), gebruik in de praktijk, het aanschakelen van meerdere mechanismen van weerbaarheid binnen een concept en experimentele meerwaarde waarbij bouwstenen meerdere malen werden ingezet in verschillende concepten om de werking te kunnen analyseren. Het aanschakelen van meerdere mechanismen is belangrijk omdat op die manier een grotere kans is op weerbaarheid. Daarnaast geeft een synergistische werking van meerdere mechanismen een verhoogde weerbaarheid tegen meerdere ziekten en plagen (zowel onder- als bovengronds).

De commercieel al verkrijgbare concepten waren 1. NatuGro (Koppert), 2. GrondGezond (GrondGezond), 3. Compete Plus (Plant Health Care). Daarnaast zijn zeven concepten samengesteld, namelijk 4. Zeewierextract, huminezuren en silicium, 5. *Bacillus subtilis* met chitine, 6. Zeewierextract, huminezuren, Pentakeep, silicium en 7. *Gliocladium*, zeewierextract en huminezuren, 8. Compost thee en silicium, 9. Zeewierextract met kalifosfiet, 10. Compostthee en salicylzuur (en 11. In komkommerproef 1, PRI exp. 1).

Er werd gekozen voor een snelle analyse van mogelijke gewasschade voor drie gewassen. Dit gebeurde in korte teeltproeven van zes weken. De gedachte hierachter was dat jonge planten gevoeliger zijn voor toxiciteit dan oudere planten en dat een korte teelt voldoende inzicht zou geven. Daarnaast was er een praktische belemmering: er was onvoldoende tijd om het effect van de concepten op drie gewassen te onderzoeken gedurende een volledige teeltduur. Ook werden de voedingsbakken wekelijks gelegeerd en de oplossingen opnieuw aangemaakt. Deze werkwijze had de voorkeur omdat het wekelijks opnieuw aanbrengen van de voedings- en concept concentraties een waarborg gaf voor een continue aanwezigheid van de verschillende bouwstenen, zonder dat er neerslag of een sterkere verandering in EC of zuurgraad zou optreden.

Dus door deze werkwijze zijn de concentraties aan bouwstenen, EC en zuurgraad constant gehouden, geheel in de gedachte van toxiciteitsproeven. Het nadeel van deze werkwijze is dat het niet dicht bij de praktijk situatie komt: het waren korte proeven waarbij de dynamiek van bouwstenen kunstmatig in de hand werden gehouden.

Opvallend was dat schijnbaar identieke proeven die opeenvolgend werden uitgevoerd toch een andere dynamiek lieten zien in bijvoorbeeld de bodemvoedselwebanalyse en zuurstofconcentratie in de mat. Dit kan verklaard worden door verschil in klimaat, zoals instraling en temperatuur en de reactie van de plant hierop. Dit onderstreept het belang van teeltomstandigheden voor een weerbare teelt. De planten reageren op het klimaat en passen hierop de vraag om water en nutriënten aan. Deze vraag heeft indirect invloed op het wortelmilieu en op zuurgraad, zuurstof en micro-leven en dus op de weerbaarheid van het substraat en de plant.

Achtereenvolgens werden de grootste bepalers van de dynamiek in de omschreven korte teelten van zes weken het klimaat, het gewas, en het type substraat. De verschillende concepten lieten gedurende de korte teelt duur van zes weken geen duidelijke verschillen zien in de gemeten waarden. Langere teeltproeven moeten hierover meer duidelijkheid geven.

## 7.1.1 Fytotox

De analyse van de verschillende bouwstenen binnen de concepten lieten geen positief effect zien op groei van de toets planten. De effecten die werden waargenomen waren zelfs negatief en gaven een significante groeiremming op wortel en spruit ontwikkeling van de toets planten. Dezelfde toets werd uitgevoerd op voedingswater van de verschillende behandelingen aan het einde van de zes weken waarbij het voedingswater wekelijks vervangen werd. Daarin werd geen significante groeiremming meer aangetroffen; enkele concepten gaven juist een verbetering van de groei. Dit kan verklaard worden door de verdunning van het voedingswater om de EC en de zuurgraad op hetzelfde niveau te brengen of door de activiteit van het microleven. Dit zou betekenen dat het micro-leven een belangrijke rol speelt in het systeem. De precieze rol en de identiteit van de soorten is nog grotendeels onbekend en het verdient een aanbeveling om hiernaar te kijken.

## 7.1.2 Analyse op samenstelling

Nutriënten analyse liet zien dat de concepten gebruikt kunnen worden in de teelt, zonder dat er een probleem kan worden verwacht met betrekking tot een overmaat aan nutriënten. De bouwstenen Pow humus, Pro Funda, Bacillus, Chitine, Savitan en Rootonic bevatten nauwelijks nutriënten. Bij compostthee zien we alleen een lichte verhoging van  $\text{HCO}_3$ . Een aantal componenten bevatten juist veel additionele nutriënten of een hogere concentratie van een element. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de samenstelling van de voedingsoplossing. Dit zijn Pentakeep, eQuirein, Fertigo Sil (een pH-effect), Impulse active en Humine en Prestop.

Voor Pentakeep is rijk aan spore elementen. Dat is geen verrassing omdat deze bouwsteen bekend staat als bladbemester. Alleen in de eerste teelt van komkommer liet Pentakeep bladrandjes zien. Dit was niet zichtbaar in de tweede teelt en ook niet in de teelt van tomaat. Ook worden in de komkommerbladeren hogere gehalten aan ijzer, mangaan, zink, borium, koper en molybdeen vastgesteld. Equirein bevat vooral hogere concentraties aan kalium, natriumchloride, ijzer en borium. Bij de silicium behandeling moet rekening gehouden worden met de hoge zuurgraad van het product. De toename van silicium in het blad van komkommer viel tegen ten opzichte van eerdere proeven. Dit komt waarschijnlijk omdat er silicium neer slaat in de voedingsoplossing waardoor deze niet opgenomen wordt door de plant. Bij de proef in tomaat werd een ander product gebruikt en dit resulteerde wel in een verhoging van silicium ( $\sim 1 \text{ mmol/l}$ ) in de voedingsoplossing. Er zijn geen droge stof analyses uitgevoerd voor de bepaling van silicium in tomaten bladeren.

Analyse van de totale hoeveelheid aan organisch koolstof gaven hoge waarden aan voor Pro Funda en Equirein en in mindere mate ook voor Trianium. Dit kan positief werken doordat dit organisch materiaal kan dienen als voedsel voor micro-leven, maar ook negatief omdat sommige ziekten zoals *Pythium* hiervan kunnen profiteren.

Onderzoek aan de hand van kiemgetallen, waarbij het aantal kolonies wordt bepaald, bevestigen de aanwezigheid van bacteriën, schimmels en gisten zoals door de leverancier aangegeven. Compost thee bevat rondt het meeste bacteriën ( $2,6 \times 10^6$ ) en schimmels.

Bij gerbera wordt in het algemeen hetzelfde patroon gevonden als bij komkommer en tomaat met betrekking tot de verschillende concepten en het voedingswater, droge stof analyses. Ook hier is weer duidelijk het effect zichtbaar van het type substraat op het micro-leven. De bacterie biomassa is veel hoger op steenwol cubes dan op kokos. Daarentegen zien we juist minder schimmel biomassa op steenwol. Dit bevestigt dat kokos schimmel dominant is en steenwol bacterie dominant is. Opvallend is dat de schimmels biomassa bij gerbera extreem laag is ten opzichte van tomaat en komkommer. Dat wordt mogelijk veroorzaakt door de hoge drain en de daarbij horende kans op uitspoeling van schimmels uit het substraat. Ook opvallend is dat er in steenwol cubes bijna geen amoeben en ciliaten aanwezig zijn, terwijl in kokos dit wel het geval is.

Ook de bodemvoedselweb analyse bevestigt dat er in de eerste zes weken van de teelt nog niet veel sturing plaats vindt op micro-leven door de verschillende concepten. Opvallend is dat in steenwol hogere aantallen actieve bacteriën en schimmels zijn dan in perliet.

## 7.2 Doorontwikkeling meet technieken weerbaarheid

In de klassieke methoden wordt gewerkt met ziekten en plagen terwijl nieuwe meet methoden geen gebruik mogen maken van ziekte-, en plagen om een mogelijke besmetting in de praktijk te voorkomen en om sneller de weerbaarheid te kunnen meten.

In dit rapport worden methoden beschreven om de weerbaarheid van de plant te bepalen tegen *Botrytis*, wit, spint en witte vlieg en de weerbaarheid van het substraat tegen *Fusarium* en overmatige wortelgroei. Een van de randvoorwaarden hiervoor was dat de weerbaarheid kan worden vastgesteld op basis van materiaal uit praktijkproeven, zoals gebruikt substraat of plantmateriaal. Deze technieken zijn gebaseerd op klassieke methoden waarbij ziekten en plagen worden gebruikt om de weerbaarheid van het substraat of de plant te toetsen.

Omdat zuurstof en zuurgraad in het substraat van primair belang zijn voor de teelt, zijn optische sensoren gebruikt om verschillen in het verloop tussen concepten te onderzoeken. In het algemeen neemt de dynamiek toe naarmate de teelt vordert. Dit komt door de toename aan beworteling, plantomvang (voedingsvraag) en groei van micro-organismen. Er zijn aanwijzingen gevonden dat de concepten een invloed hebben op zuurgraad of zuurstofgehalte gedurende de teelt van zes weken.

Daarnaast is een nieuwe methode ontwikkeld om de activiteit van micro-organismen te bepalen aan de hand van hun zuurstofvraag. Gedurende de eerste vijf weken van de teelt van komkommer en tomaat lag de metabole activiteit onder de detectie grens. Vanaf zes weken werd er activiteit zichtbaar. Dit was sterk afhankelijk van het watergehalte in de mat omdat de test gebaseerd was op een monster met 20 ml substraat. Dit betekent dat er een interne controle nodig is om het resultaat te kunnen gebruiken. De eerste resultaten wijzen erop dat de zuurstofvraag in het concept Compete Plus duidelijk hoger was dan in de controle. Dit kan verklaard worden doordat dit concept een mengsel van micro-organismen bevat of dat er door de plant meer wordt verdampt en dus meer water wordt gevraagd.

## 7.3 Praktijk

Het was niet mogelijk om telers voor te bereiden op praktijk proeven in 2013 omdat telers eigen strategieën hebben ontwikkeld, of na een succesvol weerbaar jaar bij toepassing van een bepaald concept werd een veel minder succesvol jaar, voor het testen van een concept in de praktijk is het noodzakelijk om de watersystemen van de behandeling volledig te kunnen scheiden van de referentie. Verschillende toegepaste concepten zijn relatief duur (genoemd wordt 0,45-1,00 €/m<sup>2</sup>), waarbij de voordelen niet eenvoudig duidelijk worden. De risico's die telers ervaren bij het volgen van een "weerbare" teeltstrategie zijn onzekerheid: niemand kan precies vertellen hoe het werkt en wat ze moeten doen. Daarnaast kunnen ziekten en plagen kunnen uit de hand lopen. In de sierteelt is er zelfs sprake van een nultolerantie. Ook kan het uiteindelijk een verhoogde inzet van chemie veroorzaken wanneer men gedwongen is de "weerbare" teeltstrategie te verlaten als een aantasting uit de hand loopt.



## 8 Dank

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij een groot aantal collega's binnen Wageningen UR, DLV Plant, Blgg AgroXpertus en Fytagoras B.V. Daarnaast bedanken wij Ewoud van der Ven (DLV Plant) voor de dagelijkse teeltbegeleiding van komkommer, Erik van den Broek (DLV Plant) voor de teeltbegeleiding van tomaat en Eugenie Dings (Floriconsult) voor de begeleiding van gerbera. Ook bedanken wij dr. Martijn Bezemer (NIOO-KNAW) en dr. Joeke Postma (PRI) voor de kritische en ondersteunende vragen tijdens de twee klankbord sessies met onze onderzoekers.



## 9 Referenties

- Holtman, W.L., B. Oppedijk, M. Vennik, B. van Duijn (2014, in press).  
Low Oxygen Stress in Horticultural Practice. Plant Cell Monographs 21
- Marwijk, D. van, E. van der Knaap, B. Oppedijk, W. Holtman (2009)  
Inzicht in- en het optimaliseren van de wortelfunctie bij Roos. PT Projectnr 13039.
- Minuto, A., L. Gaggero, M.L. Gullino and A. Garibaldi (2008)  
Influence of pH, nutrient solution disinfection and antagonists application in a closed soilless system on severity of Fusarium Wilt of Gerbera. *Phytoparasitica* 36(3):294-303.
- Wurff, A.W.G. van der, M.A. van Slooten, G. van Os, R. Hamelink, S. Böhne, W. van Wensveen (2011)  
Soil suppressiveness towards *Meloidogyne*, *Verticillium* or *Pythium* in greenhouse horticulture. *Acta Horticulturae* 915:141-149.
- Wurff, A.W.G. van der; Janse, J. ; Kok, C.J. ; Zoon, F.C. (2010)  
Biological control of root knot nematodes in organic vegetable and flower greenhouse cultivation - State of Science: Report of a study over the period 2005-2010.
- Wurff, A.W.G., van der (2011)  
Natuurlijke ziekteonderdrukking in grond teelten : model, weerbaar telen en nieuwe substraten. *Gewasbescherming* 42(4):164-168.





## 10 Publicaties en presentaties

- Oppedijk, B.; Wubben, J.; Bij de Vaate, J.; Blok, C.; Wurff, A.W.G. van der; Holtman, W. (2013)  
Resilient substrates: The relationship between biotic and abiotic factors In: ISHS Proceedings GroSci2013. - ISHS, - p. 90. ISHS GroSci2013.symposium, 2013-06-17/ 2013-06-21.
- Staalduinen, J. van; Wurff, A.W.G. van der (2012)  
Onderzoek naar effecten van plantversterkende preparaten Onder Glas 9 (10). - p. 72 - 73.
- Streminska, M.A.; Wurff, A.W.G. van der (2012)  
Microorganisms in the soil and substrates Bleiswijk : Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Bezoek Zweedse wetenschappers, 2012-06-19.
- Wubben, J.; Termorshuizen, A.J.; Wurff, A.W.G. van der; Oppedijk, B.; Holtman, W.; Bij de Vaate, J. (2013)  
Resilient substrates: Soil food web composition and nutrient levels In: ISHS Proceedings GroSci2013. - ISHS, - p. 90. ISHS GroSci2013.symposium, 2013-06-17/ 2013-06-21.
- Wurff, A.W.G. van der (2012)  
Weerbaar substraat : nu en over 5 jaar Bleiswijk: Kennisdag Substraat: Plantenvoeding en kwaliteit, 2012-04-04.
- Wurff, A.W.G. van der (2012)  
Dialoog tussen Wetenschap en praktijk. Berkel en Rodenrijs, Nederland: Studiedag Artemis Belangenvereniging, 2012-11-14.
- Wurff, A.W.G. van der (2012)  
Weerbaar substraat : nu en over 5 jaar. Bleiswijk: Kennisdag Substraat: Plantenvoeding en kwaliteit, 2012-04-04.
- Wurff, A.W.G. van der; Holtman, W.H.; Bij de Vaate, J.; Wubben, J. (2012)  
Project Weerbaar Substraat : praktijkproeven Honselersdijk : Bijeenkomst LTO Landelijke Commissie Gerbera, 2012-02-01.
- Wurff, A.W.G. van der (2013)  
Test om wondermiddelen op te sporen. Kennis Online 10 (jan/febr). - p. 10.
- Wurff, A.W.G. van der; Streminska, M.A.; Slooten, M.A. van; Wubben, J.; Oppedijk, B.; Holtman, W.; Bij de Vaate, J.; Os, E.A. van; Blok, C. (2013)  
Resilient substrates: Use of biostimulators, biofertilizers and antagonists in resilient growing. In: ISHS Proceedings GroSci2013. - ISHS, - p. 89. ISHS GroSci2013.symposium, 2013-06-17/ 2013-06-21.
- Wurff, A.W.G. van der; Blok, C.; Messelink, G.J.; Hofland-Zijlstra, J.D.; Os, E.A. van; Staaij, M. van der; Helm, F.P.M. van der; Eveleens, B.A.; Slooten, M.A. van; Streminska, M.A.; Wubben, J.; Bij de Vaate, J.; Holtman, W.; Oppedijk, B. (2013)  
Bio-middelen voor plantversterking. Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, Gewasbeschermingsdag, 2013-03-21.



## Bijlage I Plan van aanpak

FASE A	Metingen en "pilot" experimenten (I)	deliverables	
		onderzoek	praktijk
2012			
	1. Toetsen (pilots in Bleiswijk) van middelen, of combinaties daarvan op basis van de MATRIX tabel uit PT voorstel "Weerbaar Substraat; opstellen matrix".	effect van 10 maatregelen op stand, toxiciteit, groei remming, biomassa voor zowel tomaat, komkommer als gerbera in Libra bakken op goten. Ook worden 4 substraattypes getoetst.	
	2. "Pilots" op 3 praktijkbedrijven (komkommer, gerbera, tomaat)		evaluatie rapport over huidige toepassing van middelen in praktijk en aanbevelingen over een efficiënte manier van inzetten proeven in praktijk ten aanzien van gewastype, bedrijfsvoering en loskoppelen drain en watergift met de juiste controles (gangbaar chemisch) en referenties.
	3. Optimaliseren van metingen aan substraat en plant voor gebruik op praktijkbedrijven, namelijk:		
	a. MEETGEREEDSCHAP ziekten & plagen, & nuttige micro-organismen (max 3 biotoetsen per gewas)	rapportage met meetmethode weerbaarheid: voor tomaat tegen Botrytis, echte meeldauw, overm. wortelgroei, voor komkommer echte meeldauw, Botrytis en spint, voor gerbera tegen Fusarium, Phytophthora en witte vlieg. Voor alle drie gewassen worden metingen voor plantsterkte uitontwikkeld (resistentie) en beschreven.	
	b. MEETGEREEDSCHAP substraatmilieu: zuurstof, temperatuur (real-time/optische sensors, nutriënten	rapportage over aanpassingen aan meetmethode optische sensoren voor zuurstof, zuurgraad, temperatuur, mobiel meetplatform nutriënten en Soil Foodweb analyse.	
	c. Vaststelling meetprotocol (efficiënt en effectief)	protocollijst met instructies voor efficiënte manier van hoe, wanneer en waar gemeten wordt.	

# Bijlage II Werkingsmechanismen en condities van middelen.

		Belchim Contans	Koppert Titanum	Orgentis Biomentor, Tricho	Orgentis Biomentor, Lyso bacter	Humitech Biohealth (Bacillus subtilis)	JH biotech proma plus	
Bestanden	micro-organismen	Coniothyrium militaris	Trichoderma harzianum	Trichoderma viride	Lyso bacter	Bacillus subtilis	Trichoderma harzianum, Trichoderma koningii	
	olig- en zeevarextracten					ja		
	enzymen							
	plant- en compostextracten - humuszuren							
	overig							
	pH bereik voor optimale werking	pH mag zelfs links afwijken	4-8,5	nb	nb	nb	nb	
	vochtigheids bodem/substraat	zaaklijk		nb	nb		nb	
	EC-bereik	extreme EC kan schadelijk zijn	tot EC 15 mS	nb	nb		nb	
	Zuurstofgehalte bodem/substraat	voldoende hoog	voldoende O2 belangrijk	nb	nb		nb	
Conditie voor optimaal resultaat	Temperatuurbereik	0-40 °C	10-34°C	nb	nb		nb	
	Overig							
	Toepasbaar op steenwolsubstraat?	nvt	ja	ja	ja		ja	
	Toepasbaar op kokossubstraat?	nvt	ja	ja	ja		ja	
	Toepasbaar op perliet?	nvt	ja	ja	ja		ja	
	Toepasbaar in de vollegrond? Grondtypen?	ja	ja	ja	alle	alle		alle
	Specifiek toepasbaar op welke gewassen?	kan in alle gevallen	alle	alle	alle	alle		alle
	Toepassingsfrequentie: continue metdoseren?	is mogelijk, bij voorkeur preventief	N	nee	nee	nee		nee
	Toepassingsfrequentie: interval [aantal] weken?	1-2 x/jaar	4-10	ja (1 x 4 weken)	ja (1 x 4 weken)	ja (1 x 4 weken)		ja (1 x 4 weken)
	OVERIG, N, ...				nvt	nvt		nvt
		Micro-organismen in preparaat concurreren met schadelijke organismen in bodem om nutriënten en ruimte		ja	ja	ja	ja	ja
		Micro-organismen in preparaat maken schadelijke organismen in bodem onschadelijk door predatie of parasitering	ja	ja	nee	nee	ja	ja
	Het preparaat bevat antibiotica of organismen die antibiotica produceren, waardoor schadelijke organismen in hun ontwikkeling worden geremd	nee	nee	nee	nee	?	nee	
	Het preparaat werkt een plantreactie op waardoor de plant een verhoogde weerstand tegen schadelijke organismen heeft	nee				ja		
Principe / Mechanisme	Het preparaat bevordert de bovengrondse plantengroei en productie	nee	ja	ja	ja		ja	
	Het preparaat bevordert de wortelgroei van het gewas	nee	ja	ja	ja	ja	ja	
	Het preparaat maakt de wortels onvindbaar voor schadelijke organismen door stoffen weg te nemen die door wortels worden uitgescheiden.	nee	ja	ja	ja	ja		ja
	Het preparaat verkeert de bodemstructuur	nee	ja	ja	ja	ja	ja	
	Het preparaat bevordert de ontwikkeling van gunstige microflora in de bodem	nee		ja	ja	ja	ja	
	Het preparaat verbetert de beschikbaarheid van voeding	nee	ja	ja	ja	ja	ja	
	Het preparaat bevordert de opname van voeding door het gewas	nee	ja	ja	ja	ja		

		Eosyste Algen/Algeco	Koppert Profortum	Koppert Profunda	Doft Vijverberg Zeewier	Ecoprocta Cropare	Koppert composthee	Grond gezond composthee	Hortloop Kalfiefiet	Pentagrow Pentakeep	TCN Kalfiefiet	
Bestanddelen												
			micro-organismen									
			algien- en zeewierextracten	zeewierextract, sporenelementen, oligosacchariden, betaine	zeevieren, kruiden, aminozuren, sporenelementen en vitamines	plantaardige aminozuren, natuurfosfaat, kaliumfosfaat						
			enzymen									
			plant- en compostextracten - humuszuren									
			oering									
			pH bereik voor optimale werking			relevant	niet relevant		relevant		<7	relevant
			vochtige/hotke bodem/substraat			niet relevant	wel belangrijk; niet te vochtig. Beter op een droger substraat, actieve wortel.		niet te zout, om actieve plant te hebben - gewasrichtlijnen	nvt		niet te zout, om actieve plant te hebben - gewasrichtlijnen
			EC bereik			relevant	niet relevant		niet te laag = actieve wortel	nvt		niet te laag = actieve wortel
			Zuurstofgehalte bodem/substraat			relevant	hoe hoger, hoe beter		niet te laag = actieve wortel	Voltoende voor goed opname voor niet te laag = actieve wortel		niet te laag = actieve wortel
	Condities voor optimaal resultaat					relevant	boven 15 gr; actieve wortel			actieve wortel	bij voorkeur boven 15 OC	actieve wortel
			Overig									
			Toepasbaar op steenwolsubstraat?	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
			Toepasbaar op kokossubstraat?	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja
			Toepasbaar op perlier?	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja
			Toepasbaar in de volgelopen? Grondhyen?	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja
			Toepasbaar in de volgelopen? Grondhyen?	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja
			Specifiek toepasbaar op welke gewassen?	alle	alle	alle	alles	alles	ja, ca. 5/1na week	nee	Toepasbaar op alle gewassen.	ja, ca. 5/1na week
			Toepassingsfrequentie: continu meetdoeren?		mogelijk	N	alle	nee	ja	nee	7-14 dagen	ja, ca. 5/1na week
			Toepassingsfrequentie: interval [aantal] weken?		I	inonderzoek	Z-4 weken		nee	Doering 0,5-1 l/er per ha		nee
			OVERIG, NL, ...				voeding					
Principe / Mechanisme			Micro-organismen in preparaat concurreren met schadelijke organismen in bodem om nutstoffen en ruimte	nvt		ja	nee		nee		nee	
			Micro-organismen in preparaat maken schadelijke organismen in bodem onschadelijk door predatie of parasitering	nvt		nee	nee		nee		nee	
			Het preparaat bevat ontbrekers of organismen die antibiotica produceren, waardoor schadelijke organismen in hun ontwikkeling worden geremd	nvt		ja	nee		nee		nee	
			Het preparaat werkt een plontrecht op waardoor de plant een verhoogde weerstand tegen schadelijke organismen heeft	ja			ja		ja		nee	ja







# Bijlage III Overzicht van behandelingen en toediening.

Conceptnr	Componenten	Bestanddelen	Dosering	Toepassing	Frequentie
1	Natugro	Triatum Pro Parva Pro Funda Pro Fortum Pro Terrum	1,5 ml/m <sup>2</sup> 1 ml/m <sup>2</sup> 10 g korrels op hoek steenwulpot 2,5 l/ha 2,5 l/ha	Direct voor of na zaaien Spuiten over zaaitray als eerste echte blad zichtbaar is bij planten 1 week na planten 1 week na planten	eenmalig 2x toepassen met interval van 1 week eenmalig wekelijks wekelijks
2	Grondgezond				
3	Compete Plus	Compete Plus	0,2 g/m <sup>2</sup>	bij zaaien	elke 4 weken
4	Zeewier extract	eQuirein	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Huminezuren	Cropcare	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Silicium	POW Humus ?	5,9 gram/1000 liter water ?	bij zaaien	wekelijks
		FertigoSil	28,8 ml/200 liter water	bij zaaien	eenmalig
5	Bacillus subtiliis	Bacillus subtiliis	10 l/ha of 2x5 l/ha	bij zaaien of bij zaaien en verplanten	eenmalig of tweemaalig
	Chitine	Cultacyl	1 liter/ha	na planten	eenmalig
6	Zeewier extract	eQuirein	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Huminezuren	Cropcare	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Pentakleep	POW Humus	5,9 gram/1000 liter water	bij zaaien	wekelijks
	Silicium	Pentakleep S	50 ml/100 liter water	Vanaf verspenen	wekelijks 's ochtends bij eerste beurt
		FertigoSil	28,8 ml/200 liter water	bij zaaien	eenmalig
7	Gliocladium catenulatum	Prestop	500 gram/100 liter water	bij verspenen	elke 3-4 weken
	Zeewier extract	eQuirein	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Huminezuren	Cropcare	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Composithee	POW Humus	5,9 gram/1000 liter water	bij zaaien	wekelijks
8	Silicium	Composithee	100 l/ha	bij zaaien	wekelijks vers extract
		FertigoSil	28,8 ml/200 liter water	bij zaaien	eenmalig
9	Zeewier extract	eQuirein	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Kalifosfiet	Cropcare	0,5ml+50 ml water per plant	bij zaaien	1 ml per plant wekelijks met voeding
	Composithee	Fertifosk	5 liter/50.000 liter water	bij zaaien	elke 2 weken
	Salicyzuur	Composithee	100 l/ha	bij zaaien	wekelijks vers extract
11	PR1 exp 1	Savitan	1 liter/ha	Zo vroeg mogelijk in de teelt (vanaf planten op de mat)	elke 2 weken
12	controle		10 ml per plant geen verdunning	bij zaaien of kiemen	eenmalig



# Bijlage IV Metingen aan komkommer 1.

Gefel	substr	behandeling	n	nr_blad		nr_vrucht		lengte		blad oppervlakte		FW blad		DW blad		DW/FW blad		FW stengel	
				gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev
1	steenwol	naturo	3	31.33 <sup>ab</sup>	1.53	10.00 <sup>a</sup>	1.73	273.33 <sup>a</sup>	5.13	18647.67 <sup>ab</sup>	3731.74	522.17 <sup>ab</sup>	118.84	82.43 <sup>a</sup>	11.48	0.16 <sup>ab</sup>	0.02	747.80 <sup>a</sup>	173.95
2	steenwol	FRI exp1	3	31.33 <sup>ab</sup>	0.58	10.67 <sup>a</sup>	0.58	308.00 <sup>a</sup>	8.89	17689.00 <sup>ab</sup>	3555.90	538.46 <sup>ab</sup>	43.96	81.40 <sup>a</sup>	2.71	0.15 <sup>ab</sup>	0.02	858.07 <sup>a</sup>	42.42
3	steenwol	compostthee, S	3	30.67 <sup>ab</sup>	1.15	11.00 <sup>a</sup>	1.00	296.33 <sup>a</sup>	28.99	22063.00 <sup>ab</sup>	2109.20	576.10 <sup>b</sup>	67.77	80.97 <sup>a</sup>	8.07	0.14 <sup>a</sup>	0.01	955.60 <sup>a</sup>	164.61
4	steenwol	compeete plus	3	32.00 <sup>ab</sup>	1.73	11.00 <sup>a</sup>	0.00	320.67 <sup>a</sup>	10.07	18696.67 <sup>ab</sup>	2139.46	504.08 <sup>ab</sup>	11.95	69.46 <sup>a</sup>	12.73	0.14 <sup>a</sup>	0.03	887.97 <sup>a</sup>	96.89
5	steenwol	zeewier, kalifosfiet	3	33.67 <sup>b</sup>	0.58	11.33 <sup>a</sup>	0.58	313.00 <sup>a</sup>	10.82	20120.00 <sup>ab</sup>	2956.21	535.45 <sup>ab</sup>	50.63	76.54 <sup>a</sup>	3.97	0.14 <sup>ab</sup>	0.02	917.40 <sup>a</sup>	54.50
6	steenwol	zeewier, huminez, S	3	32.67 <sup>ab</sup>	0.58	10.67 <sup>a</sup>	0.58	332.33 <sup>a</sup>	6.43	20068.33 <sup>ab</sup>	1165.01	498.65 <sup>ab</sup>	18.57	78.91 <sup>a</sup>	4.80	0.16 <sup>ab</sup>	0.01	848.47 <sup>a</sup>	51.38
7	perliet	compostthee, salicyzuur	3	31.67 <sup>ab</sup>	0.58	9.67 <sup>a</sup>	1.15	297.33 <sup>a</sup>	18.88	20854.67 <sup>ab</sup>	2222.81	542.71 <sup>ab</sup>	68.92	87.41 <sup>a</sup>	3.67	0.16 <sup>ab</sup>	0.01	846.43 <sup>a</sup>	108.55
8	perliet	Bacillus, chitine	3	31.00 <sup>ab</sup>	1.00	12.00 <sup>a</sup>	1.00	273.33 <sup>a</sup>	7.37	17603.00 <sup>ab</sup>	1003.64	457.20 <sup>ab</sup>	32.64	76.50 <sup>a</sup>	7.31	0.17 <sup>ab</sup>	0.02	904.37 <sup>a</sup>	67.78
9	perliet	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	32.67 <sup>ab</sup>	1.53	11.33 <sup>a</sup>	0.58	313.67 <sup>a</sup>	13.65	14966.67 <sup>a</sup>	2456.75	389.51 <sup>a</sup>	46.21	69.45 <sup>a</sup>	4.82	0.18 <sup>ab</sup>	0.02	805.50 <sup>a</sup>	11.96
10	perliet	controle	3	31.33 <sup>ab</sup>	0.58	11.00 <sup>a</sup>	1.73	302.67 <sup>a</sup>	26.73	16687.67 <sup>ab</sup>	2117.22	426.87 <sup>ab</sup>	61.81	74.02 <sup>a</sup>	4.32	0.17 <sup>ab</sup>	0.02	869.83 <sup>a</sup>	35.01
11	perliet	grondgezond	3	31.33 <sup>ab</sup>	1.15	10.67 <sup>a</sup>	0.58	334.33 <sup>a</sup>	36.00	14982.33 <sup>a</sup>	903.29	367.45 <sup>a</sup>	17.75	67.26 <sup>a</sup>	5.85	0.18 <sup>ab</sup>	0.01	885.40 <sup>a</sup>	42.66
12	perliet	Glodadium, zeewier, huminez	3	33.00 <sup>ab</sup>	0.00	10.33 <sup>a</sup>	1.53	328.00 <sup>a</sup>	4.00	17879.00 <sup>ab</sup>	1136.88	460.60 <sup>ab</sup>	11.21	79.41 <sup>a</sup>	7.23	0.17 <sup>ab</sup>	0.02	858.73 <sup>a</sup>	89.06
13	steenwol	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	31.00 <sup>ab</sup>	1.00	10.33 <sup>a</sup>	2.08	295.00 <sup>a</sup>	16.09	18571.67 <sup>ab</sup>	1899.98	487.04 <sup>ab</sup>	84.69	82.92 <sup>a</sup>	10.65	0.17 <sup>ab</sup>	0.01	765.80 <sup>a</sup>	63.69
14	steenwol	controle	3	31.33 <sup>ab</sup>	1.53	11.33 <sup>a</sup>	0.58	328.33 <sup>a</sup>	19.30	19336.67 <sup>ab</sup>	3419.95	488.62 <sup>ab</sup>	77.45	80.02 <sup>a</sup>	6.67	0.16 <sup>ab</sup>	0.01	918.57 <sup>a</sup>	48.93
15	steenwol	grondgezond	3	28.67 <sup>a</sup>	4.16	10.00 <sup>a</sup>	1.00	287.67 <sup>a</sup>	36.23	15084.67 <sup>a</sup>	2621.23	382.64 <sup>a</sup>	70.09	72.71 <sup>a</sup>	2.26	0.19 <sup>b</sup>	0.03	899.13 <sup>a</sup>	101.99
16	steenwol	Glodadium, zeewier, huminez	3	32.33 <sup>ab</sup>	0.58	12.00 <sup>a</sup>	1.00	328.67 <sup>a</sup>	12.10	16911.33 <sup>ab</sup>	600.46	429.96 <sup>ab</sup>	26.12	73.42 <sup>a</sup>	5.76	0.17 <sup>ab</sup>	0.01	839.27 <sup>a</sup>	51.21
17	steenwol	compostthee, salicyzuur	3	32.33 <sup>ab</sup>	0.58	12.33 <sup>a</sup>	1.53	328.33 <sup>a</sup>	5.13	19659.33 <sup>ab</sup>	2567.86	497.22 <sup>ab</sup>	65.30	80.78 <sup>a</sup>	7.11	0.16 <sup>ab</sup>	0.02	881.37 <sup>a</sup>	98.69
18	steenwol	Bacillus, chitine	3	30.33 <sup>ab</sup>	3.79	10.00 <sup>a</sup>	0.00	321.67 <sup>a</sup>	43.10	19206.33 <sup>ab</sup>	1278.38	458.87 <sup>ab</sup>	33.93	78.75 <sup>a</sup>	5.03	0.17 <sup>ab</sup>	0.03	876.10 <sup>a</sup>	108.57
19	perliet	compostthee, S	3	31.67 <sup>ab</sup>	1.53	10.00 <sup>a</sup>	2.00	307.00 <sup>a</sup>	18.08	19871.33 <sup>ab</sup>	1597.24	509.35 <sup>ab</sup>	56.78	87.90 <sup>a</sup>	10.77	0.17 <sup>ab</sup>	0.01	791.93 <sup>a</sup>	66.83
20	perliet	zeewier, huminez, S	3	32.00 <sup>ab</sup>	1.00	12.67 <sup>a</sup>	1.15	308.67 <sup>a</sup>	4.73	20323.67 <sup>ab</sup>	1381.83	522.00 <sup>ab</sup>	66.90	86.86 <sup>a</sup>	12.69	0.17 <sup>ab</sup>	0.01	866.50 <sup>a</sup>	76.16
21	perliet	zeewier, huminez, S	3	32.00 <sup>ab</sup>	1.00	11.67 <sup>a</sup>	0.58	310.33 <sup>a</sup>	4.04	18807.67 <sup>ab</sup>	3830.03	520.94 <sup>ab</sup>	25.05	82.94 <sup>a</sup>	10.27	0.16 <sup>ab</sup>	0.01	862.50 <sup>a</sup>	31.04
22	perliet	naturo	3	32.00 <sup>ab</sup>	1.00	11.00 <sup>a</sup>	0.00	300.67 <sup>a</sup>	17.62	24898.00 <sup>b</sup>	7979.97	511.37 <sup>ab</sup>	18.62	76.61 <sup>a</sup>	2.19	0.15 <sup>ab</sup>	0.01	725.57 <sup>a</sup>	41.13
23	perliet	compeete plus	3	31.67 <sup>ab</sup>	1.15	10.67 <sup>a</sup>	0.58	295.00 <sup>a</sup>	28.58	16642.67 <sup>ab</sup>	4169.52	431.63 <sup>ab</sup>	97.35	71.41 <sup>a</sup>	8.82	0.17 <sup>ab</sup>	0.03	800.03 <sup>a</sup>	64.91
24	perliet	FRI exp1	3	32.33 <sup>ab</sup>	1.15	9.67 <sup>a</sup>	0.58	294.67 <sup>a</sup>	32.62	20007.33 <sup>ab</sup>	2497.41	497.86 <sup>ab</sup>	47.43	89.56 <sup>a</sup>	9.74	0.18 <sup>ab</sup>	0.02	787.07 <sup>a</sup>	12.16

Vervolg Metingen aan komkommer 1.

tafel	substr	behandeling	n	DW stengel		DW/FW stengel		FW vrucht		DW vrucht		DW/FW vrucht		SPAD		BRX		Komkommers	
				gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	aantal	gewicht
1	steenwol	natugro	3	70.46 <sup>a</sup>	10.83	0.10 <sup>ab</sup>	102.55	1198.44 <sup>a</sup>	73.47 <sup>a</sup>	6.58	0.06 <sup>a</sup>	0.00	45.18 <sup>abc</sup>	3.91	3.08 <sup>fg</sup>	0.10	48.00	21377.00	
2	steenwol	FR exp1	3	72.76 <sup>a</sup>	3.94	0.08 <sup>ab</sup>	188.83	1272.37 <sup>a</sup>	72.75 <sup>a</sup>	8.97	0.06 <sup>a</sup>	0.00	45.50 <sup>abc</sup>	3.31	2.78 <sup>abc</sup>	0.05	53.00	22706.67	
3	steenwol	compostthee, S	3	78.12 <sup>a</sup>	6.13	0.08 <sup>ab</sup>	323.29	1153.01 <sup>a</sup>	71.11 <sup>a</sup>	12.06	0.06 <sup>a</sup>	0.01	43.03 <sup>abc</sup>	3.29	2.65 <sup>ab</sup>	0.06	58.00	24036.33	
4	steenwol	compele plus	3	75.47 <sup>a</sup>	6.25	0.09 <sup>ab</sup>	18.18	1153.61 <sup>a</sup>	67.14 <sup>a</sup>	3.14	0.06 <sup>a</sup>	0.00	44.17 <sup>abc</sup>	3.71	2.70 <sup>abc</sup>	0.00	63.00	25366.00	
5	steenwol	zeewier, kalifosfiet	3	76.98 <sup>a</sup>	3.99	0.08 <sup>ab</sup>	104.20	1231.08 <sup>a</sup>	67.71 <sup>a</sup>	1.74	0.06 <sup>a</sup>	0.00	44.88 <sup>abc</sup>	2.57	2.60 <sup>a</sup>	0.00	57.33	22930.67	
6	steenwol	zeewier, huminez, S	3	72.14 <sup>a</sup>	2.06	0.09 <sup>ab</sup>	198.46	1478.62 <sup>a</sup>	77.32 <sup>a</sup>	4.79	0.05 <sup>a</sup>	0.00	41.30 <sup>a</sup>	5.30	2.73 <sup>abc</sup>	0.05	51.67	20495.33	
7	perilet	compostthee, salicylzuur	3	74.22 <sup>a</sup>	5.98	0.09 <sup>ab</sup>	299.47	1171.12 <sup>a</sup>	71.66 <sup>a</sup>	4.79	0.06 <sup>a</sup>	0.01	47.81 <sup>def</sup>	4.15	3.20 <sup>abc</sup>	0.00	46.00	18060.00	
8	perilet	Bacillus chitine	3	75.34 <sup>a</sup>	1.70	0.08 <sup>ab</sup>	61.10	1331.46 <sup>a</sup>	74.19 <sup>a</sup>	7.46	0.06 <sup>a</sup>	0.00	48.94 <sup>ef</sup>	7.75	2.95 <sup>abc</sup>	0.06	46.67	18360.67	
9	perilet	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	71.63 <sup>a</sup>	1.90	0.09 <sup>ab</sup>	245.02	1330.83 <sup>a</sup>	69.40 <sup>a</sup>	11.07	0.05 <sup>a</sup>	0.00	49.40 <sup>ef</sup>	4.97	2.80 <sup>def</sup>	0.00	47.33	18661.33	
10	perilet	controle	3	73.40 <sup>a</sup>	2.47	0.08 <sup>ab</sup>	16.25	1484.55 <sup>a</sup>	77.49 <sup>a</sup>	2.90	0.05 <sup>a</sup>	0.00	50.72 <sup>f</sup>	8.28	2.80 <sup>def</sup>	0.00	48.00	18962.00	
11	perilet	grondgezond	3	70.66 <sup>a</sup>	3.36	0.08 <sup>a</sup>	118.61	1172.73 <sup>a</sup>	66.45 <sup>a</sup>	4.82	0.06 <sup>a</sup>	0.00	46.61 <sup>bcd</sup>	6.91	2.85 <sup>a</sup>	0.06	49.33	19632.67	
12	perilet	Glodiadium, zeewier, huminez	3	71.82 <sup>a</sup>	4.37	0.08 <sup>ab</sup>	231.75	1352.86 <sup>a</sup>	71.35 <sup>a</sup>	9.82	0.05 <sup>a</sup>	0.01	45.78 <sup>abc</sup>	3.02	2.95 <sup>def</sup>	0.06	50.67	20303.33	
13	steenwol	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	73.98 <sup>a</sup>	3.19	0.10 <sup>b</sup>	285.06	1077.17 <sup>a</sup>	66.13 <sup>a</sup>	6.88	0.06 <sup>a</sup>	0.02	45.26 <sup>abc</sup>	9.27	3.00 <sup>g</sup>	0.00	52.00	20974.00	
14	steenwol	controle	3	76.32 <sup>a</sup>	2.80	0.08 <sup>ab</sup>	121.44	1210.92 <sup>a</sup>	72.44 <sup>a</sup>	6.56	0.06 <sup>a</sup>	0.01	48.04 <sup>def</sup>	5.82	3.15 <sup>def</sup>	0.06	53.33	21299.67	
15	steenwol	grondgezond	3	75.84 <sup>a</sup>	6.25	0.08 <sup>ab</sup>	223.97	989.34 <sup>a</sup>	60.79 <sup>a</sup>	6.03	0.06 <sup>a</sup>	0.01	48.42 <sup>def</sup>	4.11	3.18 <sup>def</sup>	0.15	54.67	21625.33	
16	steenwol	Glodiadium, zeewier, huminez	3	74.00 <sup>a</sup>	4.69	0.09 <sup>ab</sup>	241.43	1318.60 <sup>a</sup>	71.25 <sup>a</sup>	9.02	0.05 <sup>a</sup>	0.00	45.66 <sup>abc</sup>	6.04	2.95 <sup>abc</sup>	0.06	56.00	21951.00	
17	steenwol	compostthee, salicylzuur	3	76.54 <sup>a</sup>	5.05	0.09 <sup>ab</sup>	33.61	1504.49 <sup>a</sup>	69.49 <sup>a</sup>	7.41	0.05 <sup>a</sup>	0.00	46.32 <sup>def</sup>	7.01	3.00 <sup>abc</sup>	0.00	56.00	22218.33	
18	steenwol	Bacillus chitine	3	72.76 <sup>a</sup>	6.61	0.08 <sup>ab</sup>	31.27	1289.50 <sup>a</sup>	71.16 <sup>a</sup>	1.43	0.06 <sup>a</sup>	0.00	47.64	2.92	3.00 <sup>bcd</sup>	0.00	56.00	22485.67	
19	perilet	compostthee, S	3	70.53 <sup>a</sup>	2.98	0.09 <sup>ab</sup>	335.60	1151.49 <sup>a</sup>	67.54 <sup>a</sup>	7.84	0.06 <sup>a</sup>	0.01	43.82 <sup>abc</sup>	3.50	2.95 <sup>g</sup>	0.06	56.00	22753.00	
20	perilet	zeewier, huminez, S	3	72.71 <sup>a</sup>	5.36	0.08 <sup>ab</sup>	50.62	1277.80 <sup>a</sup>	73.09 <sup>a</sup>	4.91	0.06 <sup>a</sup>	0.00	44.03 <sup>abc</sup>	3.44	2.60 <sup>efg</sup>	0.40	54.67	22185.67	
21	perilet	zeewier, kalifosfiet	3	73.08 <sup>a</sup>	3.10	0.08 <sup>ab</sup>	154.50	1225.46 <sup>a</sup>	74.42 <sup>a</sup>	3.91	0.06 <sup>a</sup>	0.01	46.24 <sup>bcd</sup>	2.56	2.95 <sup>efg</sup>	0.06	53.33	21618.33	
22	perilet	natugro	3	67.67 <sup>a</sup>	1.73	0.09 <sup>ab</sup>	43.45	1340.73 <sup>a</sup>	72.54 <sup>a</sup>	4.62	0.05 <sup>a</sup>	0.00	46.49 <sup>bcd</sup>	3.74	2.85 <sup>efg</sup>	0.06	52.00	21051.00	
23	perilet	compele plus	3	69.12 <sup>a</sup>	4.36	0.09 <sup>ab</sup>	142.62	1295.03 <sup>a</sup>	68.60 <sup>a</sup>	3.50	0.05 <sup>a</sup>	0.01	48.06 <sup>def</sup>	5.47	2.68 <sup>def</sup>	0.10	52.67	21028.67	
24	perilet	FR exp1	3	70.89 <sup>a</sup>	2.94	0.09 <sup>ab</sup>	19.27	1075.20 <sup>a</sup>	68.48 <sup>a</sup>	0.42	0.06 <sup>a</sup>	0.00	42.02 <sup>ab</sup>	3.93	2.90 <sup>g</sup>	0.00	53.33	21006.33	

SPAD over 10 planten gemeten per behandeling (n=10)

BRX over 4 vruchten (n=4)

# Bijlage V Metingen aan komkommer 2.

tafel	substr	behandeling	n	nr_blad		nr_vrucht		lengte		blad oppervlakte		RW blad		DW blad		DW/RW blad		RW stengel	
				gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev
1	steenwol	naturo	3	30.33 <sup>ab</sup>	1.53	6.67 <sup>a</sup>	0.58	291.67 <sup>ab</sup>	38.63	12463.00 <sup>b</sup>	1424.63	573.00 <sup>a</sup>	33.29	59.96 <sup>ab</sup>	6.85	0.11 <sup>a</sup>	0.02	535.33 <sup>b</sup>	81.56
2	steenwol	FFI exp1	3	40.33 <sup>b</sup>	0.58	9.33 <sup>a</sup>	0.58	321.67 <sup>ab</sup>	38.00	13261.33 <sup>b</sup>	695.21	572.00 <sup>a</sup>	46.70	63.41 <sup>b</sup>	2.28	0.11 <sup>a</sup>	0.01	626.00 <sup>b</sup>	56.03
3	steenwol	compostthee, S	3	37.67 <sup>ab</sup>	1.53	9.00 <sup>a</sup>	3.46	295.33 <sup>ab</sup>	14.57	12950.33 <sup>b</sup>	1000.69	524.67 <sup>a</sup>	102.89	60.08 <sup>ab</sup>	1.81	0.12 <sup>a</sup>	0.02	634.67 <sup>b</sup>	86.22
4	steenwol	competeplus	3	40.33 <sup>b</sup>	3.06	8.00 <sup>a</sup>	2.00	284.00 <sup>ab</sup>	14.00	12884.00 <sup>b</sup>	503.46	543.67 <sup>a</sup>	75.11	58.63 <sup>ab</sup>	1.11	0.11 <sup>a</sup>	0.02	540.67 <sup>b</sup>	7.77
5	steenwol	zeewier, kalifosfiet	3	42.00 <sup>b</sup>	6.24	7.67 <sup>a</sup>	1.15	332.67 <sup>b</sup>	17.10	14411.67 <sup>b</sup>	2975.07	592.67 <sup>a</sup>	13.20	62.00 <sup>b</sup>	6.64	0.10 <sup>a</sup>	0.01	660.33 <sup>b</sup>	129.56
6	steenwol	zeewier, huminez, S	3	45.67 <sup>b</sup>	3.06	5.67 <sup>a</sup>	0.58	306.33 <sup>ab</sup>	28.29	15463.00 <sup>b</sup>	1501.90	523.67 <sup>a</sup>	26.63	64.48 <sup>b</sup>	1.44	0.12 <sup>a</sup>	0.01	703.00 <sup>b</sup>	70.15
7	perliet	compostthee, salicyzuur	3	16.00 <sup>a</sup>	6.11	6.67 <sup>a</sup>	4.04	216.33 <sup>a</sup>	44.52	6085.00 <sup>a</sup>	632.01	383.33 <sup>a</sup>	29.57	45.80 <sup>a</sup>	3.28	0.12 <sup>a</sup>	0.01	292.33 <sup>a</sup>	34.67
8	perliet	Bacillus, chitine	3	36.67 <sup>ab</sup>	6.11	11.00 <sup>a</sup>	2.65	306.67 <sup>ab</sup>	16.62	12704.00 <sup>b</sup>	1466.83	441.33 <sup>a</sup>	106.31	62.21 <sup>b</sup>	4.29	0.14 <sup>a</sup>	0.02	658.00 <sup>b</sup>	17.35
9	perliet	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	32.00 <sup>ab</sup>	3.46	8.67 <sup>a</sup>	2.08	297.33 <sup>ab</sup>	9.61	11074.33 <sup>ab</sup>	1289.81	436.33 <sup>a</sup>	12.58	58.93 <sup>ab</sup>	4.62	0.13 <sup>a</sup>	0.01	583.00 <sup>b</sup>	64.09
10	perliet	controle	3	30.67 <sup>ab</sup>	7.37	8.33 <sup>a</sup>	1.15	275.00 <sup>ab</sup>	23.26	11640.67 <sup>b</sup>	986.92	453.33 <sup>a</sup>	70.60	60.60 <sup>ab</sup>	4.07	0.14 <sup>a</sup>	0.02	608.00 <sup>b</sup>	16.52
11	perliet	grondgezond	3	31.00 <sup>ab</sup>	6.00	8.33 <sup>a</sup>	1.15	285.33 <sup>ab</sup>	33.72	10544.67 <sup>ab</sup>	1712.79	443.33 <sup>a</sup>	53.80	56.91 <sup>ab</sup>	4.77	0.13 <sup>a</sup>	0.02	585.00 <sup>b</sup>	27.87
12	perliet	Glucoladium, zeewier, huminez	3	28.67 <sup>ab</sup>	5.13	6.67 <sup>a</sup>	0.58	274.33 <sup>ab</sup>	38.08	11503.33 <sup>b</sup>	1193.41	525.00 <sup>a</sup>	72.27	59.29 <sup>ab</sup>	2.58	0.11 <sup>a</sup>	0.02	499.67 <sup>ab</sup>	20.03
13	steenwol	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	33.00 <sup>ab</sup>	12.77	10.00 <sup>a</sup>	3.61	309.67 <sup>ab</sup>	25.72	12133.00 <sup>b</sup>	1989.04	549.67 <sup>a</sup>	80.10	60.21 <sup>ab</sup>	6.24	0.11 <sup>a</sup>	0.01	567.67 <sup>b</sup>	64.24
14	steenwol	controle	3	34.33 <sup>ab</sup>	12.10	11.33 <sup>a</sup>	1.53	321.67 <sup>ab</sup>	26.56	12375.00 <sup>b</sup>	2816.12	503.67 <sup>a</sup>	22.48	58.82 <sup>ab</sup>	5.49	0.12 <sup>a</sup>	0.02	659.00 <sup>b</sup>	121.00
15	steenwol	grondgezond	3	36.33 <sup>ab</sup>	8.50	10.00 <sup>a</sup>	1.73	287.00 <sup>ab</sup>	9.00	12341.67 <sup>b</sup>	2508.48	467.00 <sup>a</sup>	47.15	60.71 <sup>ab</sup>	3.95	0.13 <sup>a</sup>	0.01	654.67 <sup>b</sup>	68.71
16	steenwol	Glucoladium, zeewier, huminez	3	38.33 <sup>ab</sup>	3.06	12.00 <sup>a</sup>	2.00	275.67 <sup>ab</sup>	15.63	13901.67 <sup>b</sup>	746.71	471.67 <sup>a</sup>	40.25	61.68 <sup>ab</sup>	2.35	0.13 <sup>a</sup>	0.02	702.00 <sup>b</sup>	91.03
17	steenwol	compostthee, salicyzuur	3	36.67 <sup>ab</sup>	17.01	8.67 <sup>a</sup>	0.58	215.33 <sup>a</sup>	108.15	12815.33 <sup>b</sup>	3482.17	486.33 <sup>a</sup>	54.60	57.31 <sup>ab</sup>	9.02	0.12 <sup>a</sup>	0.01	659.33 <sup>b</sup>	169.54
18	steenwol	Bacillus, chitine	3	35.67 <sup>ab</sup>	11.15	6.00 <sup>a</sup>	2.65	318.67 <sup>ab</sup>	3.21	12256.00 <sup>b</sup>	4393.72	465.33 <sup>a</sup>	120.61	58.11 <sup>ab</sup>	9.53	0.13 <sup>a</sup>	0.02	567.33 <sup>b</sup>	214.90
19	perliet	compostthee, S	3	34.00 <sup>ab</sup>	9.17	9.33 <sup>a</sup>	4.16	277.00 <sup>ab</sup>	29.51	9518.00 <sup>ab</sup>	1942.23	484.00 <sup>a</sup>	17.78	60.67 <sup>ab</sup>	6.31	0.13 <sup>a</sup>	0.01	527.67 <sup>b</sup>	62.01
20	perliet	zeewier, huminez, S	3	35.67 <sup>ab</sup>	4.04	8.00 <sup>a</sup>	2.65	309.67 <sup>ab</sup>	24.54	11931.33 <sup>b</sup>	2077.21	502.67 <sup>a</sup>	45.39	60.99 <sup>ab</sup>	7.35	0.12 <sup>a</sup>	0.02	565.33 <sup>b</sup>	130.89
21	perliet	zeewier, kalifosfiet	3	35.33 <sup>ab</sup>	13.65	6.67 <sup>a</sup>	0.58	275.33 <sup>ab</sup>	21.01	12551.00 <sup>b</sup>	2283.35	500.33 <sup>a</sup>	20.13	63.77 <sup>b</sup>	7.64	0.13 <sup>a</sup>	0.01	600.67 <sup>b</sup>	35.02
22	perliet	naturo	3	34.33 <sup>ab</sup>	0.58	8.67 <sup>a</sup>	2.89	314.00 <sup>ab</sup>	20.07	11923.33 <sup>b</sup>	940.77	431.33 <sup>a</sup>	163.58	65.26 <sup>b</sup>	0.57	0.17 <sup>a</sup>	0.08	565.00 <sup>b</sup>	79.22
23	perliet	competeplus	3	36.33 <sup>ab</sup>	1.15	8.00 <sup>a</sup>	1.73	288.67 <sup>ab</sup>	22.50	11854.33 <sup>b</sup>	620.21	552.33 <sup>a</sup>	35.50	59.27 <sup>ab</sup>	2.43	0.11 <sup>a</sup>	0.00	564.00 <sup>b</sup>	55.51
24	perliet	FFI exp1	3	38.67 <sup>ab</sup>	7.64	7.67 <sup>a</sup>	2.08	316.33 <sup>ab</sup>	48.69	14331.33 <sup>b</sup>	1018.47	562.67 <sup>a</sup>	40.70	67.23 <sup>b</sup>	5.42	0.12 <sup>a</sup>	0.01	591.00 <sup>b</sup>	45.30

Onderste 10 bladeren waren geel door minder licht en weggeleten uit berekening vers- en drooggewicht van de bladeren en stengel.  
De lengte van de stengel met de onderste 10 bladeren is wel meegenomen.

Vervolg metingen aan komkommer 2.

tafel	substr.	behandeling	n	DW stengel		DW/FW stengel		FW vrucht		DW vrucht		DW/FW vrucht		SPAD		BRX		Korngewicht		NaSa	MD	BL
				gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.			
1	steenwol	natugro	3	55.73 <sup>b</sup>	4.05	0.11 <sup>a</sup>	0.01	1146.67 <sup>a</sup>	312.57	60.45 <sup>a</sup>	4.71	0.05 <sup>a</sup>	0.01	46.29 <sup>a</sup>	5.15	3.03 <sup>efg</sup>	0.06	60.00	23656.00	0.32	j	n
2	steenwol	FRI exp1	3	57.15 <sup>b</sup>	2.64	0.09 <sup>a</sup>	0.00	1312.67 <sup>a</sup>	30.50	71.63 <sup>a</sup>	5.37	0.05 <sup>a</sup>	0.00	47.65 <sup>abc</sup>	4.25	2.83 <sup>bc</sup>	0.12	62.00	22616.00	0.49	j	n
3	steenwol	compostthee, S	3	56.80 <sup>b</sup>	0.93	0.09 <sup>a</sup>	0.01	1461.33 <sup>a</sup>	504.24	71.95 <sup>a</sup>	8.43	0.05 <sup>a</sup>	0.02	49.43 <sup>abc</sup>	5.39	2.97 <sup>def</sup>	0.06	53.00	20214.00	0.44	j	n
4	steenwol	compeate plus	3	54.19 <sup>ab</sup>	2.34	0.10 <sup>a</sup>	0.00	1416.00 <sup>a</sup>	303.95	70.30 <sup>a</sup>	2.88	0.05 <sup>a</sup>	0.01	48.66 <sup>abc</sup>	4.82	3.00 <sup>efg</sup>	0.10	54.00	19797.00	0.52	j	n
5	steenwol	zeewier, kalifosfiet	3	57.98 <sup>b</sup>	5.00	0.09 <sup>a</sup>	0.01	1243.67 <sup>a</sup>	211.57	66.58 <sup>a</sup>	11.02	0.05 <sup>a</sup>	0.00	50.09 <sup>abc</sup>	2.60	2.70 <sup>abc</sup>	0.00	57.00	21779.00	0.34	j	n
6	steenwol	zeewier, huminez, S	3	60.03 <sup>b</sup>	0.94	0.09 <sup>a</sup>	0.01	1153.67 <sup>a</sup>	154.65	67.28 <sup>a</sup>	7.46	0.06 <sup>a</sup>	0.00	47.42 <sup>abc</sup>	5.25	2.90 <sup>abc</sup>	0.10	63.00	23650.00	0.64	j	n
7	perliet	compostthee, salicylzuur	3	41.82 <sup>a</sup>	2.31	0.14 <sup>b</sup>	0.01	1018.33 <sup>a</sup>	308.76	61.64 <sup>a</sup>	8.35	0.06 <sup>a</sup>	0.01	48.25 <sup>abc</sup>	4.64	3.00 <sup>efg</sup>	0.00	50.00	18396.00	0.71	n	n
8	perliet	Bacillus, chitine	3	57.37 <sup>b</sup>	1.89	0.09 <sup>a</sup>	0.00	1712.33 <sup>a</sup>	535.10	79.70 <sup>a</sup>	11.38	0.05 <sup>a</sup>	0.01	48.66 <sup>abc</sup>	4.80	2.53 <sup>a</sup>	0.06	54.00	19247.00	0.41	j	n
9	perliet	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	53.57 <sup>ab</sup>	2.82	0.09 <sup>a</sup>	0.01	1684.00 <sup>a</sup>	392.10	80.22 <sup>a</sup>	11.05	0.05 <sup>a</sup>	0.01	48.86 <sup>abc</sup>	4.52	2.70 <sup>abc</sup>	0.00	54.00	19269.00	0.57	j	n
10	perliet	controle	3	55.73 <sup>b</sup>	1.77	0.09 <sup>a</sup>	0.00	1621.67 <sup>a</sup>	298.51	79.14 <sup>a</sup>	5.51	0.05 <sup>a</sup>	0.01	52.39 <sup>ab</sup>	5.22	2.80 <sup>abc</sup>	0.10	56.00	19509.00	0.28	n	n
11	perliet	grondgazond	3	54.58 <sup>ab</sup>	3.32	0.09 <sup>a</sup>	0.00	1041.67 <sup>a</sup>	414.25	70.61 <sup>a</sup>	10.19	0.07 <sup>a</sup>	0.03	49.45 <sup>abc</sup>	4.63	2.67 <sup>def</sup>	0.06	63.00	22706.00	0.47	n	n
12	perliet	Glodiadium, zeewier, huminez	3	51.37 <sup>ab</sup>	2.18	0.10 <sup>a</sup>	0.00	1230.00 <sup>a</sup>	487.79	68.10 <sup>a</sup>	13.84	0.06 <sup>a</sup>	0.01	53.75 <sup>a</sup>	5.43	2.97 <sup>def</sup>	0.06	62.00	23206.00	0.40	n	n
13	steenwol	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	54.61 <sup>ab</sup>	4.24	0.10 <sup>a</sup>	0.00	1446.67 <sup>a</sup>	54.88	67.64 <sup>a</sup>	8.27	0.05 <sup>a</sup>	0.01	48.81 <sup>abc</sup>	6.76	3.10 <sup>gh</sup>	0.00	54.00	20986.00	0.58	n	n
14	steenwol	controle	3	56.38 <sup>b</sup>	4.27	0.09 <sup>a</sup>	0.01	1781.67 <sup>a</sup>	251.02	76.28 <sup>a</sup>	8.28	0.04 <sup>a</sup>	0.01	46.59 <sup>ab</sup>	6.60	2.70 <sup>abc</sup>	0.10	39.00	14035.00	1.03	n	n
15	steenwol	grondgazond	3	55.43 <sup>b</sup>	3.16	0.08 <sup>a</sup>	0.00	1609.00 <sup>a</sup>	267.97	71.90 <sup>a</sup>	10.90	0.04 <sup>a</sup>	0.00	51.19 <sup>def</sup>	6.31	2.63 <sup>ab</sup>	0.06	44.00	15728.00	0.44	n	n
16	steenwol	Glodiadium, zeewier, huminez	3	65.46 <sup>b</sup>	11.77	0.10 <sup>a</sup>	0.03	1982.33 <sup>a</sup>	230.27	71.69 <sup>a</sup>	9.08	0.04 <sup>a</sup>	0.00	48.77 <sup>abc</sup>	8.34	2.80 <sup>abc</sup>	0.17	40.00	14310.00	0.34	n	j
17	steenwol	compostthee, salicylzuur	3	55.66 <sup>b</sup>	7.36	0.09 <sup>a</sup>	0.01	1654.67 <sup>a</sup>	221.27	76.79 <sup>a</sup>	4.80	0.05 <sup>a</sup>	0.00	49.18 <sup>abc</sup>	5.01	2.83 <sup>bc</sup>	0.15	45.00	16405.00	0.46	n	n
18	steenwol	Bacillus, chitine	3	54.02 <sup>ab</sup>	8.78	0.10 <sup>a</sup>	0.01	1289.67 <sup>a</sup>	474.00	68.63 <sup>a</sup>	15.02	0.06 <sup>a</sup>	0.01	48.35 <sup>abc</sup>	5.16	2.93 <sup>def</sup>	0.06	46.00	17060.00	0.55	n	j
19	perliet	compostthee, S	3	55.87 <sup>b</sup>	3.64	0.11 <sup>a</sup>	0.01	1543.33 <sup>a</sup>	472.66	86.12 <sup>a</sup>	7.15	0.06 <sup>a</sup>	0.01	49.69 <sup>abc</sup>	3.06	3.20 <sup>h</sup>	0.10	63.00	24068.00	0.67	n	n
20	perliet	zeewier, huminez, S	3	54.54 <sup>ab</sup>	6.46	0.10 <sup>a</sup>	0.01	1095.67 <sup>a</sup>	743.75	64.25 <sup>a</sup>	19.00	0.08 <sup>a</sup>	0.04	47.88 <sup>abc</sup>	6.20	2.93 <sup>def</sup>	0.06	57.00	20841.00	0.71	n	j
21	perliet	zeewier, kalifosfiet	3	56.32 <sup>b</sup>	3.05	0.09 <sup>a</sup>	0.00	1344.67 <sup>a</sup>	354.51	72.97 <sup>a</sup>	8.56	0.06 <sup>a</sup>	0.01	51.04 <sup>bcd</sup>	5.90	3.13 <sup>gh</sup>	0.23	63.00	24263.00	0.59	n	j
22	perliet	natugro	3	54.25 <sup>ab</sup>	2.06	0.10 <sup>a</sup>	0.01	1468.67 <sup>a</sup>	752.33	68.82 <sup>a</sup>	9.34	0.05 <sup>a</sup>	0.02	50.03 <sup>abc</sup>	5.88	2.80 <sup>abc</sup>	0.10	58.00	21791.00	0.62	n	j
23	perliet	compeate plus	3	54.02 <sup>ab</sup>	1.60	0.10 <sup>a</sup>	0.01	1626.67 <sup>a</sup>	375.68	72.05 <sup>a</sup>	5.01	0.05 <sup>a</sup>	0.01	49.34 <sup>abc</sup>	5.25	2.63 <sup>ab</sup>	0.06	64.00	24067.00	0.57	n	j
24	perliet	FRI exp1	3	57.65 <sup>b</sup>	2.48	0.10 <sup>a</sup>	0.01	1505.33 <sup>a</sup>	195.95	85.49 <sup>a</sup>	11.18	0.06 <sup>a</sup>	0.00	50.31 <sup>abc</sup>	7.57	2.93 <sup>def</sup>	0.06	75.00	28976.00	0.56	n	n

SPAD over 10 planten gemeten per behandeling (n=10)

BRX over 4 vruchten (n=4)

Onderste 10 bladeren waren gsel door minder licht en weggelaten uit berekening vers- en drooggewicht van de bladeren en stengel.

Da lengte van de stengel met de onderste 10 bladeren is wel meegenomen.

MD=meedauw aangetroffen in planten

BL=Bladlus aangetroffen in planten

# Bijlage VI Metingen aan tomaat 1.

tabel	substr	behandeling	n	nr_blad		nr_vrucht		lengte		blad oppervlakte		FW blad		DW blad		DW/FW blad	
				gem	sdev	gem	sdev	gem	sdev	gem	sdev	gem	sdev	gem	sdev	gem	sdev
1	steenwol	Bacillus, chitine	3	22.67 <sup>a</sup>	1.53	17.67 <sup>a</sup>	2.52	229.33	11.02	14295.67 <sup>a</sup>	770.18	744.67 <sup>ab</sup>	76.72	86.26 <sup>a</sup>	7.61	0.12 <sup>c</sup>	0.00
2	steenwol	compostthee, salicylzuur	3	22.67 <sup>a</sup>	0.58	16.00 <sup>a</sup>	1.73	241.00	5.20	13842.00 <sup>a</sup>	1921.08	717.67 <sup>ab</sup>	23.50	79.44 <sup>a</sup>	1.79	0.11 <sup>bc</sup>	0.01
3	steenwol	Glodiadium, zeewier, huminez	3	22.67 <sup>a</sup>	1.53	16.67 <sup>a</sup>	2.08	252.67	10.02	13450.33 <sup>a</sup>	2335.13	743.67 <sup>ab</sup>	82.82	81.00 <sup>a</sup>	9.23	0.11 <sup>abc</sup>	0.01
4	steenwol	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	22.33 <sup>a</sup>	0.58	16.33 <sup>a</sup>	2.08	252.00	5.57	16383.00 <sup>a</sup>	443.70	807.33 <sup>ab</sup>	26.27	82.03 <sup>a</sup>	0.82	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
5	steenwol	controle	3	21.67 <sup>a</sup>	0.58	18.33 <sup>a</sup>	2.89	249.33	1.15	15179.33 <sup>a</sup>	918.70	734.00 <sup>ab</sup>	25.24	79.43 <sup>a</sup>	1.91	0.11 <sup>abc</sup>	0.01
6	steenwol	grondgezond	3	23.33 <sup>a</sup>	1.53	19.00 <sup>a</sup>	3.61	263.33 <sup>f</sup>	1.15	13474.67 <sup>a</sup>	1894.28	713.00 <sup>a</sup>	48.87	78.82 <sup>a</sup>	2.02	0.11 <sup>bc</sup>	0.01
7	kokos	controle	3	23.00 <sup>a</sup>	2.65	16.67 <sup>a</sup>	2.31	245.67	6.35	15483.67 <sup>a</sup>	2092.53	834.00 <sup>ab</sup>	76.37	85.48 <sup>a</sup>	7.40	0.10 <sup>abc</sup>	0.00
8	kokos	Glodiadium, zeewier, huminez	3	23.00 <sup>a</sup>	2.65	20.33 <sup>a</sup>	5.13	252.67	7.37	13403.00 <sup>a</sup>	2707.69	792.67 <sup>ab</sup>	25.01	79.34 <sup>a</sup>	8.98	0.10 <sup>ab</sup>	0.01
9	kokos	grondgezond	3	23.33 <sup>a</sup>	1.53	20.33 <sup>a</sup>	3.21	257.00	8.72	16533.00 <sup>a</sup>	1271.48	791.67 <sup>ab</sup>	69.64	80.08 <sup>a</sup>	6.08	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
10	kokos	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	21.67 <sup>a</sup>	1.53	19.00 <sup>a</sup>	2.65	256.67	9.71	16259.67 <sup>a</sup>	794.62	836.00 <sup>ab</sup>	65.21	79.99 <sup>a</sup>	7.95	0.10 <sup>a</sup>	0.00
11	kokos	compostthee, salicylzuur	3	24.00 <sup>a</sup>	1.73	19.00 <sup>a</sup>	2.65	261.67 <sup>ef</sup>	2.08	16714.00 <sup>a</sup>	1057.93	850.33 <sup>ab</sup>	7.77	85.12 <sup>a</sup>	0.70	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
12	kokos	Bacillus, chitine	3	24.00 <sup>a</sup>	1.73	19.33 <sup>a</sup>	1.53	262.67 <sup>f</sup>	6.03	15657.67 <sup>a</sup>	173.38	786.67 <sup>ab</sup>	29.14	80.11 <sup>a</sup>	1.60	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
13	steenwol	zeewier, huminez, S	3	24.33 <sup>a</sup>	1.15	21.00 <sup>a</sup>	2.00	221.67 <sup>ab</sup>	6.03	17545.33 <sup>a</sup>	3416.34	763.00 <sup>ab</sup>	32.91	85.46 <sup>a</sup>	3.69	0.11 <sup>bc</sup>	0.00
14	steenwol	zeewier, kalifosfiet	3	22.33 <sup>a</sup>	3.06	19.33 <sup>a</sup>	1.53	228.67	13.61	15468.00 <sup>a</sup>	1445.85	797.33 <sup>ab</sup>	85.65	83.98 <sup>a</sup>	5.06	0.11 <sup>abc</sup>	0.01
15	steenwol	compete plus	3	24.00 <sup>a</sup>	1.00	19.00 <sup>a</sup>	5.20	238.00	10.15	13268.67 <sup>a</sup>	2175.61	708.33 <sup>a</sup>	90.59	74.82 <sup>a</sup>	6.71	0.11 <sup>abc</sup>	0.00
16	steenwol	compostthee, S	3	22.67 <sup>a</sup>	4.16	23.33 <sup>a</sup>	4.73	218.33 <sup>a</sup>	24.99	13808.67 <sup>a</sup>	469.05	780.67 <sup>ab</sup>	73.82	77.41 <sup>a</sup>	6.51	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
17	steenwol	natugro	3	24.67 <sup>a</sup>	1.15	19.67 <sup>a</sup>	0.58	244.67	8.50	15540.33 <sup>a</sup>	1754.90	810.33 <sup>ab</sup>	101.95	80.42 <sup>a</sup>	9.30	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
18	steenwol	controle	3	24.67 <sup>a</sup>	1.15	20.67 <sup>a</sup>	1.53	243.00	11.00	14705.00 <sup>a</sup>	650.27	777.33 <sup>ab</sup>	49.17	81.03 <sup>a</sup>	4.00	0.10 <sup>abc</sup>	0.00
19	kokos	compete plus	3	22.67 <sup>a</sup>	1.15	17.67 <sup>a</sup>	1.15	237.67	7.02	13971.00 <sup>a</sup>	1767.06	765.00 <sup>ab</sup>	66.57	80.50 <sup>a</sup>	7.25	0.11 <sup>abc</sup>	0.00
20	kokos	controle	3	24.33 <sup>a</sup>	0.58	20.33 <sup>a</sup>	2.52	232.33	13.87	14600.33 <sup>a</sup>	1258.60	806.33 <sup>ab</sup>	89.97	82.18 <sup>a</sup>	10.31	0.10 <sup>ab</sup>	0.00
21	kokos	natugro	3	23.67 <sup>a</sup>	0.58	19.33 <sup>a</sup>	2.08	226.67	12.01	13995.00 <sup>a</sup>	844.60	825.33 <sup>ab</sup>	64.26	85.09 <sup>a</sup>	6.08	0.10 <sup>abc</sup>	0.00
22	kokos	zeewier, kalifosfiet	3	24.33 <sup>a</sup>	0.58	17.33 <sup>a</sup>	3.79	232.00	8.72	14600.67 <sup>a</sup>	1275.05	810.67 <sup>ab</sup>	162.30	81.82 <sup>a</sup>	10.51	0.10 <sup>ab</sup>	0.01
23	kokos	compostthee, S	3	25.00 <sup>a</sup>	1.73	19.33 <sup>a</sup>	1.15	243.33	8.62	15867.00 <sup>a</sup>	1652.37	937.33 <sup>b</sup>	70.81	93.35 <sup>a</sup>	9.33	0.10 <sup>ab</sup>	0.01
24	kokos	zeewier, huminez, S	3	25.33 <sup>a</sup>	0.58	22.33 <sup>a</sup>	4.93	237.33	6.03	13290.33 <sup>a</sup>	3070.78	831.33 <sup>ab</sup>	78.59	86.27 <sup>a</sup>	8.27	0.10 <sup>abc</sup>	0.00

Vervolg metingen aan tomaat 1.

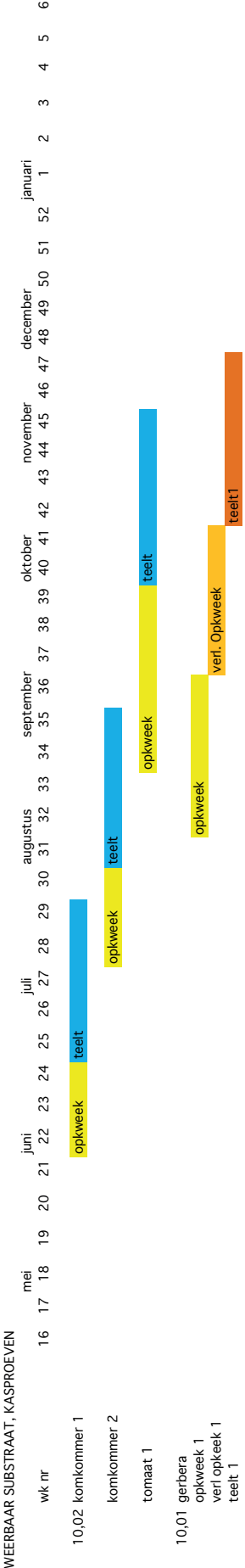
tafel	substr	behandeling	n	FW stengel		DW stengel		FW vrucht		DW vrucht		DW/FW vrucht		BRFX	
				gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev
1	steenwol	Bacillus, chitine	3	335.00 <sup>a</sup>	7.21	53.31 <sup>ab</sup>	2.19	657.67 <sup>a</sup>	142.53	70.01 <sup>a</sup>	9.15	0.11 <sup>a</sup>	5.07 <sup>h</sup>	0.06	
2	steenwol	compostthee, salicylzuur	3	348.00 <sup>ab</sup>	14.00	51.98 <sup>ab</sup>	0.60	572.00 <sup>a</sup>	47.84	60.57 <sup>a</sup>	2.65	0.11 <sup>a</sup>	4.70 <sup>h</sup>	0.17	
3	steenwol	Glodiadium, zeewier, huminez	3	362.00 <sup>abc</sup>	31.80	51.35 <sup>ab</sup>	3.76	582.67 <sup>a</sup>	129.87	59.70 <sup>a</sup>	10.94	0.10 <sup>a</sup>	4.40 <sup>e,gh</sup>	0.24	
4	steenwol	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	380.33 <sup>abc</sup>	13.87	52.78 <sup>ab</sup>	0.49	560.33 <sup>a</sup>	99.81	56.70 <sup>a</sup>	2.53	0.10 <sup>a</sup>	4.37 <sup>e,gh</sup>	0.12	
5	steenwol	controle	3	348.33 <sup>ab</sup>	15.31	51.24 <sup>ab</sup>	0.76	579.33 <sup>a</sup>	121.23	57.73 <sup>a</sup>	4.25	0.10 <sup>a</sup>	3.97 <sup>abcd</sup>	0.21	
6	steenwol	grondgezond	3	364.67 <sup>abc</sup>	25.32	51.83 <sup>ab</sup>	1.07	655.67 <sup>a</sup>	72.42	63.47 <sup>a</sup>	1.74	0.10 <sup>a</sup>	4.25 <sup>def</sup>	0.15	
7	kokos	controle	3	397.33 <sup>abc</sup>	9.24	55.09 <sup>b</sup>	1.86	661.67 <sup>a</sup>	189.84	65.65 <sup>a</sup>	11.77	0.10 <sup>a</sup>	4.33 <sup>defg</sup>	0.10	
8	kokos	Glodiadium, zeewier, huminez	3	371.33 <sup>abc</sup>	7.02	52.94 <sup>ab</sup>	1.70	662.67 <sup>a</sup>	71.43	62.64 <sup>a</sup>	3.87	0.09 <sup>a</sup>	4.63 <sup>gh</sup>	0.15	
9	kokos	grondgezond	3	392.00 <sup>abc</sup>	13.00	52.45 <sup>ab</sup>	1.70	644.67 <sup>a</sup>	115.00	60.53 <sup>a</sup>	6.56	0.09 <sup>a</sup>	3.80 <sup>a</sup>	0.00	
10	kokos	zeewier, huminez, pentakeep, S	3	393.67 <sup>abc</sup>	14.19	52.76 <sup>ab</sup>	0.77	653.67 <sup>a</sup>	31.66	60.22 <sup>a</sup>	1.43	0.09 <sup>a</sup>	3.97 <sup>abcd</sup>	0.21	
11	kokos	compostthee, salicylzuur	3	418.33 <sup>c</sup>	6.66	54.61 <sup>b</sup>	0.20	724.67 <sup>a</sup>	73.24	64.03 <sup>a</sup>	3.70	0.09 <sup>a</sup>	4.00 <sup>abcd</sup>	0.14	
12	kokos	Bacillus, chitine	3	371.00 <sup>abc</sup>	8.72	52.06 <sup>ab</sup>	0.99	778.67 <sup>a</sup>	93.85	66.26 <sup>a</sup>	4.64	0.09 <sup>a</sup>	4.08 <sup>abcde</sup>	0.19	
13	steenwol	zeewier, huminez, S	3	337.67 <sup>a</sup>	2.31	53.63 <sup>ab</sup>	1.25	749.00 <sup>a</sup>	101.21	72.05 <sup>a</sup>	5.46	0.10 <sup>a</sup>	5.13 <sup>h</sup>	0.06	
14	steenwol	zeewier, kalifosfiet	3	361.67 <sup>abc</sup>	24.21	52.68 <sup>ab</sup>	1.89	682.00 <sup>a</sup>	91.54	64.62 <sup>a</sup>	2.19	0.10 <sup>a</sup>	4.08 <sup>abcde</sup>	0.13	
15	steenwol	compete plus	3	334.33 <sup>a</sup>	15.63	47.16 <sup>a</sup>	4.55	657.00 <sup>a</sup>	28.62	55.56 <sup>a</sup>	5.82	0.08 <sup>a</sup>	4.23 <sup>bcdef</sup>	0.13	
16	steenwol	compostthee, S	3	345.67 <sup>a</sup>	24.34	50.18 <sup>ab</sup>	2.83	625.33 <sup>a</sup>	109.14	57.48 <sup>a</sup>	7.01	0.09 <sup>a</sup>	3.85 <sup>abc</sup>	0.17	
17	steenwol	natugro	3	374.67 <sup>abc</sup>	31.53	52.09 <sup>ab</sup>	2.80	713.00 <sup>a</sup>	140.08	59.80 <sup>a</sup>	10.71	0.08 <sup>a</sup>	4.43 <sup>fgh</sup>	0.17	
18	steenwol	controle	3	368.67 <sup>abc</sup>	14.01	49.69 <sup>ab</sup>	3.32	711.00 <sup>a</sup>	100.06	60.81 <sup>a</sup>	3.36	0.09 <sup>a</sup>	4.05 <sup>abcde</sup>	0.17	
19	kokos	compete plus	3	378.33 <sup>abc</sup>	14.15	53.07 <sup>ab</sup>	2.81	780.33 <sup>a</sup>	161.20	67.15 <sup>a</sup>	10.50	0.09 <sup>a</sup>	4.05 <sup>abcde</sup>	0.10	
20	kokos	controle	3	361.33 <sup>abc</sup>	29.01	53.02 <sup>ab</sup>	3.59	773.33 <sup>a</sup>	175.10	68.76 <sup>a</sup>	10.28	0.09 <sup>a</sup>	3.83 <sup>ab</sup>	0.05	
21	kokos	natugro	3	349.00 <sup>ab</sup>	23.26	51.97 <sup>ab</sup>	2.16	731.33 <sup>a</sup>	141.90	66.77 <sup>a</sup>	9.35	0.09 <sup>a</sup>	3.92 <sup>abc</sup>	0.16	
22	kokos	zeewier, kalifosfiet	3	377.67 <sup>abc</sup>	51.03	51.91 <sup>ab</sup>	4.27	730.67 <sup>a</sup>	270.60	65.63 <sup>a</sup>	12.89	0.10 <sup>a</sup>	3.90 <sup>abc</sup>	0.16	
23	kokos	compostthee, S	3	412.33 <sup>bc</sup>	14.64	54.90 <sup>b</sup>	0.81	884.33 <sup>a</sup>	38.02	74.04 <sup>a</sup>	4.45	0.08 <sup>a</sup>	4.03 <sup>abcde</sup>	0.15	
24	kokos	zeewier, huminez, S	3	365.33 <sup>abc</sup>	22.12	53.56 <sup>ab</sup>	2.47	825.33 <sup>a</sup>	8.74	70.59 <sup>a</sup>	2.63	0.09 <sup>a</sup>	4.08 <sup>abcde</sup>	0.16	

SPAD over 10 planten gemeten per behandeling (n=10)

BRFX over 4 vruchten (n=4)



# Bijlage VII Tijdverloop proeven.



## **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

