



Chrysantenteelt op Waterbedden en in cassettes

EC-variatie in waterbedden en substraatonderzoek cassettebedden Teeltronden
19 augustus tot 26 oktober 2011 en 10 november 2011 tot 24 januari 2012

Eveleens, B.
Blok, C.
Vermeulen, T



Referaat

In eerder onderzoek aan teeltsystemen los van de ondergrond voor chrysanten zijn drie type 'high tech'systemen ontwikkeld, te weten een diep waterbed, wortelsproei en smalle substraat cassettes. In dit onderzoek zijn eerste stappen gezet in de doorontwikkeling van deze systemen door 1) EC-sturing, 2) nutriënten balans en 3) substraatkeuze. EC-sturing werd toegepast in het diepe waterbed en liet een groot verschil in groei zien tussen EC 1,2 en 2,8. De beste groei werd bereikt wanneer de EC begon met 2,8 en na 8-10 dagen in de korte dag een verlaging naar EC 1,2. Het verhogen van de EC na van 1,2 naar 2,8 gaf een sterk effect op groeiremming. Een verfijning van EC strategie zou daarmee ingezet kunnen worden voor het uitsparen van het gebruik van Alar. Voor de EC met evenwichtige water en voedingsopname werd een EC van 2,2 gevonden. In de teelt met cassettes bleek er geen correlatie tussen luchtigheid van het substraat en groeikracht. Het verkleinen van het substraatvolume door het versmallen van de cassette van 3cm naar 1,5 cm breed bleek de groei te beperken.

Abstract

To reduce the emission of fertilisers and pesticides from soil bound chrysanthemum production, research over the last four years has focussed on developing soilless systems. Three potential systems were developed, being a deep flow system, a root spray system and a substrate cassette (a slim strip of substrate). Studies for further development focussed on EC-strategies and substrate selection. EC was found to be of usefull influence in plant steering. Using a strategie of lower EC at start (EC 1,2) and increasing the EC-levels to 2,8 at 8 days after start of the short day phase would decrease the length of the flowers - making chemical growth reduction obsolete. Largest flowers were grown when production started at high EC levels and was lowered at 8 days in the short day phase. As for substrate, the mixture of peat/perlite gave stronger development than production on cocos or sand. This could nog be explained by differences in oxygen availability in the substrates. Reducing the substrate volume from a column of 3 cm wide to 1,5 cm wide reduced growth.

© 2012 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Materiaal en methoden	7
2.1	Systeemkeuze	7
2.2	Plant materiaal	7
2.2.1	Voorbehandeling	9
2.3	Beschrijving van de systemen / behandelingen	9
2.3.1	Waterbedden	9
2.3.2	Sproeisysteem	10
2.3.3	Cassettebedden	11
2.4	Kasklimaat	12
2.5	Watergiften en voeding	12
2.5.1	Waterbed	12
2.5.2	Sproeisysteem	13
2.5.3	Cassettebed	13
2.6	Metingen	13
2.6.1	Plant metingen	13
2.6.2	Zuurstofmeting	14
3	Resultaten	15
3.1	Eerste teelt	15
3.1.1	Beworteling	15
3.1.2	Verloop van de teelt in de watersystemen	15
3.1.3	Resultaten oogst	16
3.1.3.1	Watersystemen	16
3.1.3.2	Vergelijking met de voorgaande teelt	18
3.1.4	Resultaten EC, pH en voedingsgehalte	19
3.1.5	Overige opmerkingen voeding	22
3.1.6	Zuurstof gehalte van de cassettes	23
3.2	Tweede teelt	24
3.2.1	Beworteling tweede teelt	24
3.2.2	Verloop van de teelt in de watersystemen	25
3.2.3	Resultaten oogst	25
3.2.3.1	Tussenoogst	25
3.2.3.2	Oogst watersystemen	26
3.2.3.3	Vergelijking met de voorgaande teelt	27
3.2.3.4	Wortelontwikkeling	28
3.2.4	Gewasanalyse	29
3.2.5	Resultaten EC, pH en elementen in voedingsoplossing	30
3.2.6	Wateropname	32
4	Discussie en conclusies	33
4.1	Discussie	33
4.2	Conclusies	34

Bijlage I	Kasplattegronden	35
Bijlage II	Plantafstand	37
Bijlage III	Kasklimaat	39
Bijlage IV	Voedingsoplossing	41
Bijlage V	Gewasonderzoek spoorelementen	43

1 Inleiding

Achtergrond en probleemstelling

In Nederland is 1300 hectare sierteelt onder glas in de grond. Van dit areaal wordt 735 hectare ingenomen door de teelt van chrysanten, alstroemeria, freesia en lysianthus. Het overige areaal betreft een diversiteit aan bloemen, die in tuinbouwjargon vallen onder de 'zomerbloemen'. In gebieden met hoge grondwaterstand en kwel leidt dit tot risico's voor diffuse emissies naar het oppervlaktewater. Bij drainage en lozing is er sprake van puntlozing op het oppervlaktewater. In een rapport van Riza wordt de lozing uit de grootste gewasgroep, de chrysantenteelt, geschat op 250 kg N en 25 kg P per hectare per jaar (Baltus, 2005). Op basis van bureaustudies en projecten samen met tuinbouwondernemers concluderen waterschappen dat grondgebonden glastuinbouw altijd het risico voor emissie met zich meebrengt. In dit project willen de partijen daarom mogelijkheden van teelt los van de grond - op substraatbedden - onderzoeken om zo recirculatie van het water mogelijk te maken en emissie te voorkomen.

Aanpak cassettebedden:

In de cassettebedden zijn naast het veen-perliet mengsel (20% perliet) twee andere alternatieve substraten uitgetest, kokosgruis en grof zand. Om substraatafval te verminderen zijn naast veen als standaard substraat twee andere substraatsamenstellingen getest (kokosgruis (zonder perliet) en zand (vernieuwbaar)). Daarnaast wordt in de helft van de cassettes met veen twee repen plasticfolie ingelegd om te kijken of dit een effect heeft op de zuurstof uitwisseling tijdens de teelt. Zijn de goede resultaten van de cassettes te verklaren door verhoogde zuurstof uitwisseling.

In de tweede proef met de cassettes is veen met 20% perliet gebruikt als substraat maar in de helft van de bedden is maar de helft van de hoeveelheid gebruikt om te testen of dit verminderd kan worden. Eén goot van een cassette bed heeft 6 liter inhoud voor 12 planten en als de goten op 10 cm van elkaar staan en er een plantafstand van 83 planten/m² is dat 42 l.m². In de behandeling met de helft van het substraat komt dit op 3 liter voor 12 planten, dat is 21 l.m².

Aanpak waterbedden:

De hypothese is dat meer planten per m² nodig zijn om telen op water rendabel te maken. Ook dat een lagere EC meer vegetatieve groei geeft en daarmee de periode tot gesloten bladerdek efficiënter benut. Dit is in tegenspraak met de allereerste 5 dagen waarin de aanvoer van voeding naar de wortel beperkend zou kunnen zijn. In deze proef komt de nadruk op hoge dichtheid en de effecten van EC in de voeding.

In de verlengde van de verwachte effecten van EC op de lengte is komt ook het remmen onder de aandacht. De hypothese voor remming is dat de planten te stevig / dik blijven en vrij kort zijn doordat de remstof te veel doorwerkt. Mogelijk kan de hoeveelheid remstof omlaag of kan de tijd waarop wordt toegediend later zijn.

Leidende principes voor de uiteindelijke selectie van de teeltsystemen waren de gedachten dat (1) ondernemers zo goedkoop en eenvoudig mogelijk emissievrije teelt moeten kunnen realiseren, en (2) dat die systemen mogelijkheden moeten bieden voor verdere doorontwikkeling.

Om de nieuwe systemen rendabel te maken zou het aantal stelen per m² verhoogd moeten worden zonder verlies aan kwaliteit. Dit is uitgevoerd in de waterbedden met 76 planten/m². In alle waterbedden is naar aanleiding van de resultaten van de eerste proef begin 2011 na 8 dagen een luchtlaag in de waterbedden tussen de watergiften aangehouden. De waterbedden met luchtlaag presteerden beter dan de waterbedden zonder luchtlaag. Het versgewicht was 10% hoger maar de drogestof % was 1% lager. De hogere versgewicht is waarschijnlijk omdat er een betere zuurstofvoorziening is tijdens de teelt.

In vier van de acht waterbedden is gestart met EC 1.2 en in de andere 4 is gestart met een EC van 2.8. De lage EC zou een meer vegetatieve groei stimuleren en meer strekking later in de teelt. Een EC van 2.8 zou een betere toevoer van voedingselementen aan de jonge planten geven maar strekking tegengaan. Na de korte dag is op 4 tafels de initiaal EC verhoogd of verlaagd om te kijken wat de effecten van de behandelingen zijn terwijl op de andere 4 tafels de EC gelijk is gebleven.

Organisatie

Het project Chrysantenteelt in substraatbedden is onderdeel van een groter project substraatbedden Chrysant geleid door Tycho Vermeulen van Wageningen UR Glastuinbouw. Het hier beschreven projectdeel is voor wat betreft de teelt uitgevoerd door Chris Blok, Barbara Eveleens en Fred van Leeuwen van WUR Glastuinbouw. Het vormgeven van de discussie die leidden tot het ontwerpsysteem voor teeltsystemen gebeurde door Tycho Vermeulen en Chris Blok. De verschillende substraatbedden zijn in opdracht door Gerben de Jong van HAKET BV gebouwd. De teeltbegeleiding is vorm gegeven door René Corsten van DLV, Boris Berkhout (Relab Den Haan -watersystemen) en Peter Smit van Dekker Chrysanten.

2 Materiaal en methoden

2.1 Systeemkeuze

Naar aanleiding van de proeven uitgevoerd in 2009 en 2010 is een aantal systemen en systeemvarianten gekozen voor vervolg onderzoek in 2011. De varianten zijn gekozen in overleg met geïnteresseerde systeembouwbodrijven gedaan. De systemen en varianten zijn (zie Bijlage 1 Plattegrond):

Diepe waterlaag (waterbed): 8 tafels met een eb en vloed watersysteem met na de eerste 5-7 dagen een luchtlaag tussen de tempex en het laagste waterniveau is gekozen naar aanleiding van de resultaten van een proef waarin er geen luchtlaag was onder de tempex. Een luchtlaag geeft betere groei van de planten, ze zijn langer en zwaarder. De eb en vloed water systemen zijn in vier varianten op steeds twee tafels weggelegd, te weten:

- Continu een lage EC van 1.2 dS. m⁻¹
- Continu een hoge EC van 2.8 dS. m⁻¹
- Starten met lage en eindigen met hoge EC.
- Starten met hoge en eindigen met lage EC.

De reden voor de bemestingsvarianten is dat in voorgaande teelten de EC naar het einde van de teelt steeds opliep. Dit zou kunnen duiden op een verschil in plantopname EC aan begin en einde van de teelt.

Deze proef is twee maal herhaald.

Wortelsproei: 4 tafels met een sproeisysteem ('aeroponic' systeem, ook wel bekend als Fleurago systeem). De resultaten met wortelsproei waren in voorgaande teelten goed. In de eerste proef is op twee van de vier tafels met een sproeisysteem het gewas om de dag van boven gebroest met de nutriëntenplossing en een uitvloeier om te kijken of dit een effect heeft op de groei.

Cassettes: 6 tafels met het in alle voorgaande acht teelten gebruikte cassettesysteem. Het cassettesysteem presteerde in alle teelten betrouwbaar en goed.

met het oog op het begrijpen van de invloed van veensubstraat zijn er drie substraatvarianten getest, te weten:

- Veen met perliet als standaard substraat uit de voorgaande testen
- Kokosgruis als kokos/perlietvrij maar eenmalig substraat
- Zand als vernieuwbaar substraat.

In de tweede proef zijn er met het oog op het verlagen van het substraatafval twee substraatvarianten getest, te weten:

- o Veen met perliet als standaard substraat uit de voorgaande testen
- o Veen met perliet als standaard met de helft van het substraat per goot. Een goot is 120 x 4 x 15 cm en de inhoud is 7.2 liter als de goot helemaal vol is maar in de praktijk is het 6 liter per goot

Daarnaast wordt in de helft van de cassettes twee repen plasticfolie ingelegd om te kijken of dit een effect heeft op de zuurstof uitwisseling tijdens de teelt. Zijn de goede resultaten van de cassettes te verklaren door verhoogde zuurstof uitwisseling. De veen met perliet, kokosgruis en zand cassettes waren op verschillende tafels gelegd omdat de watergift afwijkend is.

2.2 Plant materiaal

Chrysantenplanten van de cultivar 'Euro' zijn geleverd door Dekker Chrysanten. Voor de waterbedden, sproeisystemen en, cassettes zijn onbeworteld stekken geleverd met hormoonpoeder. In Tabel 2.1. en 2.2 zijn de plantdata en aantal planten/m² vermeld. De plantdichtheid 76 plt.m⁻² is gekozen omdat dit in de voorgaande proef een prima kwaliteit opleverde en omdat het ruim 12% meer planten is dan gebruikelijk in de grondteelt (65).

Tabel 2.1. De verschillende systemen en plantdata.

Teeltsysteem	Compartiment kas	Plant datum in kas	Ingang KD	oogst	Aantal planten /m ²
Waterbed eb en vloed	Kas 10.02	19-08-2011	4-09-2011	28-10-2011*	76
Sproeibed	Kas 10.02	19-08-2011	4-09-2011	28-10-2011*	76
Cassettebed	Kas 10.02	19-08-2011	4-09-2011	28-10-2011*	76

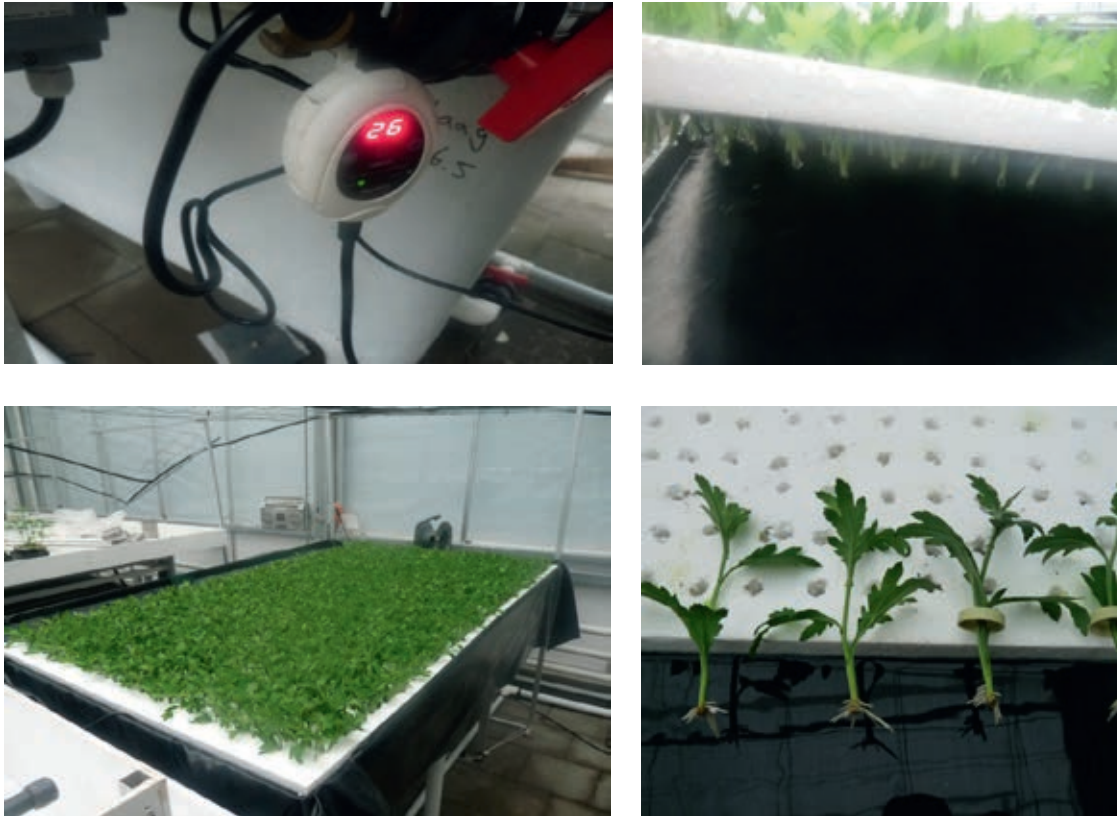
*Planten waren op 26 september oogstrijp; aantal KD = 51 (zie Figuur 3.2.)

Tabel 2.2. De verschillende systemen en plantdata.

Teeltsysteem	Compartiment kas	Plant datum in kas	Ingang KD	oogst	Teelt in dagen	Aantal planten /m ²
Waterbed eb en vloed	10.02	10-11-2011	29-11-2011	24-01-2012	75	76
Sproeibed	10.02	10-11-2011	29-11-2011	24-01-2012	75	76
Cassettebed	10.02	10-11-2011	29-11-2011	24-01-2012	75	76+

2.2.1 Voorbehandeling

Om de beworteling in de systemen te versnellen zijn de onbewortelde stekken voorbehandeld. De stekken worden gehangen in een tempex plaat die drijft op een verwarmd (26 °C) en beluchte waterbed (chrysantenvoeding van EC 1.2). Hierdoor neemt de stek vocht op en de wortelprimordia worden gestimuleerd. De stekken voor de zandbedden zijn op 15 augustus 2011 in voorbehandeling gezet. Op 19 augustus zijn deze voorbehandelde stekken (zie Figuur 2.4.) op de waterbedden geplaatst op 76 planten/m².

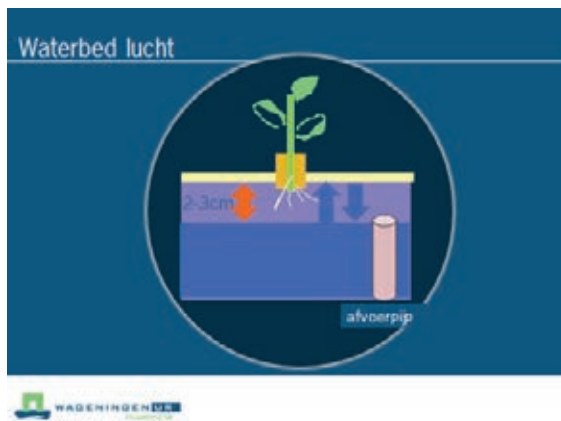


Figuur 2.4. Voorbehandelde stek. Links boven; tafel ingesteld op 26 °C. Rechts boven; illustratie van onbeworteld stek door de tempex plaat gestoken. Links onder; bewortelingsplaat op tafel. Rechts onder; stek na voorbehandeling.

2.3 Beschrijving van de systemen / behandelingen

2.3.1 Waterbedden

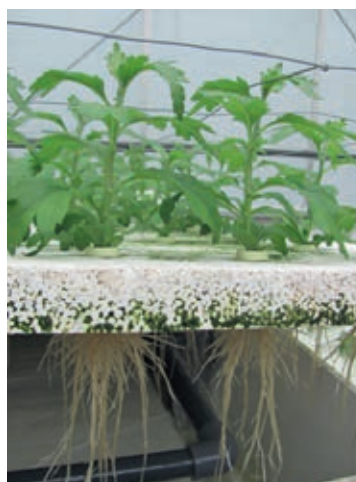
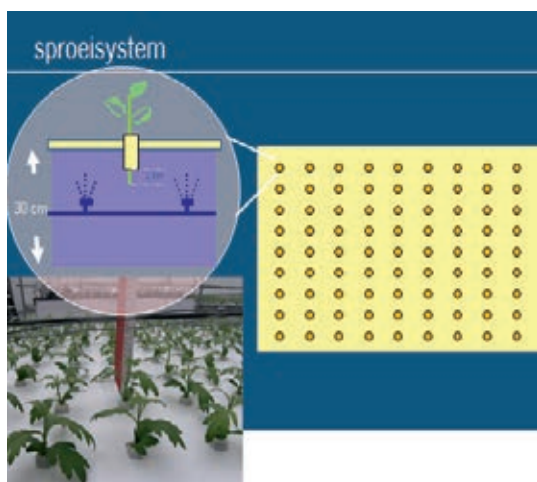
Bij de waterbedden werd het water via het eb/vloed systeem gegeven (Figuur 2.1.). Naast een inlaat aan de kop van de tafel werd water ook door slangen op de tafels in het systeem gebracht. Om de 20 cm waren er twee uitlaatpunten op de tafel die waterbeweging op elk punt zouden moeten garanderen. Tot 25 augustus bleef het waterniveau stabiel tot tegen de tempex platen waarin de planten stonden. Daarna is het waterniveau aangepast zodat een ruimte van ongeveer 3-4 cm onder de tempex plaat overbleef na de watergift. In deze proef is de plantdichtheid in de waterbedden 76 planten /m².



Figuur 2.1. Links boven: Schematische tekening van een waterbed met luchtlag. Rechts boven: een overzicht van inlaat van een waterbed. Links onder: gewas op een waterbed. Rechts onder: wortels (na 10 dagen).

2.3.2 Sproeisysteem

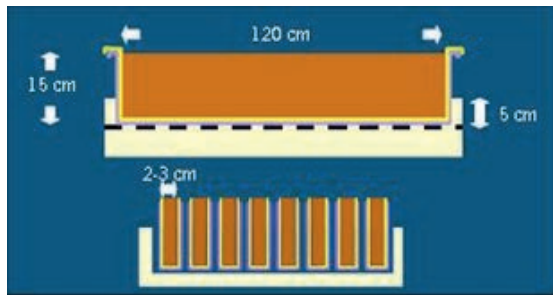
Bij het sproeisysteem maakt de plant geen direct contact met het water maar via sproeidoppen in de bak wordt het water op de wortels gesproeid (Figuur 2.2.). In deze proef is de plantdichtheid in de sproeibedden 76 planten /m².



Figuur 2.2. Schematische tekening van een sproeisysteem en Foto van een sproeisysteem.

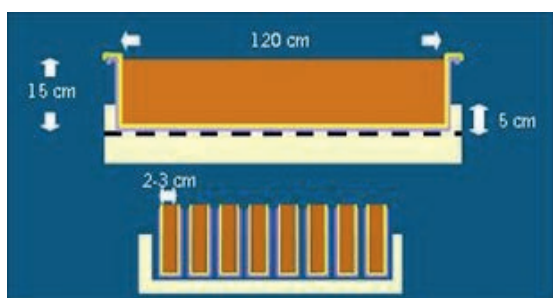
2.3.3 Cassettebedden

Dit zijn smalle gootjes van 3 cm breed, 15 cm hoog en 1.2 meter lang van geperforeerde aluminiumplaat (Figuur 2.3.). Deze smalle repen worden ingehangen op een eb/vloed tafel. Vanwege de mogelijke verankering van de wortels in de metalen goot en om verlies van substraat tegen te gaan wordt eerst anti-worteldoek aangebracht. Watergift vindt plaats via druppelsslagen. In deze proef zijn naast een veensubstraat met perliet twee andere substraten gebruikt; kokosgruis en grof zand (750 micrometer). Elk substraat is in 24 cassettes verdeeld op twee tafels in de proef gezet. In de helft van de cassettes met veen is plastic folie tussen het bakje en het antiworteldoek aangebracht om na te gaan of dit een effect heeft op de zuurstofvoorziening.



Figuur 2.3. Schematische tekening van een cassettebed en Foto van een cassettebed met plastic folie tussen het aluminiumbakje en het antiworteldoek.

In de tweede proef is naast een veen met perliet substraat met 20% perliet een behandeling met de helft van het substraat ingezet. Dit is uitgevoerd door de goten te vullen met piepschuim platen. De goten worden niet helemaal gevuld dus een goot heeft ongeveer 6 liter inhoud voor 12 planten. In de behandeling met de helft van het substraat komt dit op 3 liter voor 12 planten. Als de goten 10 cm uit elkaar staan, komt dit neer op 42 liter/m² voor een volle goot.



Figuur 2.3. Schematische tekening van een cassettebed en Foto van een cassettebed voor de helft gevuld met een piepschuim plaat tussen het aluminiumbakje en het antiworteldoek.

2.4 Kasklimaat

In de Tabellen 2.3 en 2.4 zijn de basis instellingen van het kasklimaat weergegeven. De korte dag instelling ging in op 4 september 2011. Er werd een donkertijd van 13 uren gehandhaafd beginnend vanaf 19.00 uur.

Tabel 2.3. Klimaat setting eerste teelt.

				Dag 0-4	D 5-10	D 11-18	D 19-
Temperatuur	nacht	Zon onder	Zon op	20	17	17	17
	dag	Zon op	Zon onder	20	17	17	17
Relatieve luchtvochtigheid				95	85	uit	uit
CO ₂				700	1000	1000	1000
Belichting (10.000 lux)		1:00	3:00	uit	aan	aan	uit
Korte dag scherm	nacht	18:00	7:00	uit	uit	uit	aan
Scherms	dag	Zon op	Zon onder	dicht	open	open	open

Tabel 2.4. Klimaat setting tweede teelt.

				Dag 0-4	D 5-10	D 11-18	D 19-
Temperatuur	nacht	Zon onder	Zon op	20	17	17	17
	dag	Zon op	Zon onder	20	17	17	17
Relatieve luchtvochtigheid				95	85	uit	uit
CO ₂				700	1000	1000	1000
Belichting (10.000 lux)		1:00	3:00	uit	aan	aan	uit
Korte dag scherm	nacht	18:00	7:00	uit	uit	uit	aan
Scherms	dag	Zon op	Zon onder	dicht	open	open	open

2.5 Watergiften en voeding

2.5.1 Waterbed

Eerste teelt:

Bij de waterbedden werd het water via het eb/vloed systeem gegeven. Naast een inlaat aan de kop van de tafel werd water ook door slangen op de tafels in het systeem gebracht. Tot 25 augustus bleef het waterniveau stabiel tot tegen de tempex platen waarin de planten stonden. Daarna is het waterniveau aangepast zodat een ruimte van ongeveer 3-4 cm onder de tempex plaat overbleef na de watergift. De frequentie van watergift was 5 minuten per 15 min tot 2 september en daarna 5 minuten per half uur.

In deze proef is een aantal EC-trappen aangehouden. Op 12 september na 8 dagen in de KD zijn in twee van de vier tafels met EC 1.2 de EC verhoogd naar 2.8. Ter gelijk zijn in twee van de vier tafels met EC 2.8 de EC verlaagd naar 1.2. Op de overige vier tafels werd de EC stabiel gehouden, twee tafels van 1.2 en twee tafels van 2.8 dS.m⁻¹.

Tweede teelt:

Bij de waterbedden werd het water via het eb/vloed systeem gegeven. Naast een inlaat aan de kop van de tafel werd water ook door slangen op de tafels in het systeem gebracht. Tot 16 november bleef het waterniveau stabiel tot tegen de piepschuim platen waarin de planten stonden. Daarna is het waterniveau aangepast zodat een ruimte van ongeveer 3-4 cm onder de piepschuim platen overbleef na de watergift. De frequentie van watergift was 5 minuten per 30 min.

In deze proef is een aantal EC-trappen aangehouden. Op 9 december na 10 dagen in de KD is in twee van de vier tafels met EC 1.2 de EC verhoogd naar 2.8. Ter vergelijking is in twee van de vier tafels met EC 2.8 de EC verlaagd naar 1.2. Op de overige vier tafels werd de EC stabiel gehouden, twee tafels van 1.2 en twee tafels van 2.8 dS.m⁻¹.

2.5.2 Sproeisysteem

Elke halve minuut per 5 minuten sproeide het systeem voedingsoplossing over de wortels. Bij aanvang van de proef was de EC ingesteld op 2.2 en dit is de hele teelt aangehouden.

In de periode 31 augustus tot 13 september was dagelijks bovendoor water gegeven op twee van de vier bedden van het sproeisysteem.

2.5.3 Cassettebed

Elk uur vanaf 8 uur tot een uur voor zononder is via de druppelaars 1 minuut water gegeven in alle cassettes. De EC was 1.6. Na begin september is voor de veen en kokosgruis dit verlaagd naar 1 minuut per 2 uur. De frequentie voor de zand bleef 1 keer per uur.

2.6 Metingen

2.6.1 Plant metingen

Gedurende de teelt zijn verschillende metingen uitgevoerd waaronder:

Plant lengte, aantal bladeren, versgewicht en drooggewicht, EC en pH meting, voedingsanalyses van gift en zandbedsysteem en kasklimaat. In Tabel 2.5. is een overzicht van wanneer deze meting zijn uitgevoerd.

Tabel 2.5. Overzicht van de verrichte metingen en meet data voor de watersystemen en cassettebedden.

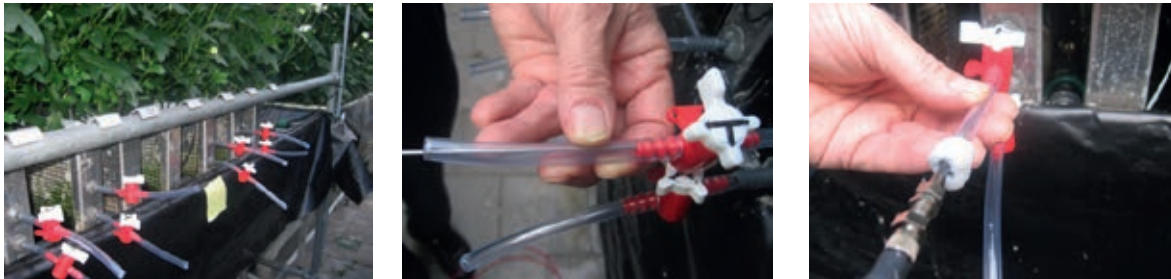
Datum	Soort meting
Vanaf start teelt	lengte
Gedurende teelt	EC en pH en voedingsanalyse zuurstofmeting
26 oktober 2011	Eindoogst Plant lengte, aantal bladeren, versgewicht en drooggewicht
5 december	Gewas analyse
Gedurende teelt	EC en pH en voedingsanalyse
24 januari 2012	Eindoogst Plant lengte, aantal bladeren, versgewicht en drooggewicht

2.6.2 Zuurstofmeting

Aan de zijkant van een aluminium cassettebed met chrysanten zijn op twee hoogten (2 cm en 6 cm vanaf de bodem) op 19 oktober 2011 ronde gaten met een doorsnede van 12 mm geboord, waarin een PVC-buisje, met gaatjes aan de onderzijde, werd gestoken. Aan het PVC-buisje is een kunststof slangetje bevestigd met een afsluitbaar kraantje. De aansluiting van het slangetje met het cassettebed is middels thermostaat luchtdicht afgesloten (Figuur 2.5.).

Bij de zuurstofmeter is eerst een donkermeting uitgevoerd, vervolgens is gekalibreerd met de lichtbron aan: zonder zuurstof (injectiespuit, 60 ml, gevuld met stikstofgas) intensiteit:152, omgevingslucht ongeveer 21% O₂, intensiteit: 96. Gedurende de metingen is nog twee keer gekalibreerd.

Een week later 's middags op 25 oktober 2011 is met behulp een zuurstofelektrode van de Avantes Fiberoptic Spectrometer de zuurstofconcentratie van de lucht in het substraat gemeten. De naaldvormige O₂-elektrode werd aan het eind van het slangetje gestoken en afgedicht met terostat. Daarna werd het kraantje aan het slangetje opgedraaid. De controle (omgevingslucht) is ongeveer 21.5%. Er zijn totaal 2 verschillende substraten * 2 hoogten * 2 soorten wandbekleding van het cassette bed (zonder of met plastic folie) * 2 herhalingen = totaal 16 metingen uitgevoerd.



Figuur 2.5. Links: Detailopname van het cassettebed met chrysanten, waarvan aan de zijkant een buisje is aangebracht om het zuurstofgehalte van de lucht in de substraat te kunnen meten. Midden en rechts: De zuurstofelektrode van de Avantes Fiberoptic Spectrometer wordt in het slangetje gestoken om het zuurstofgehalte in de bodemlucht te meten. Het uiteinde van het slangetje wordt met terostat luchtdicht afgedicht.

3 Resultaten

3.1 Eerste teelt

3.1.1 Beworteling



Figuur 3.1. Detail van wortels in sproeibedden. Links boven; 22 augustus. Rechts boven; 22 augustus. Links onder; 24 augustus. Rechts onder: 29 augustus.

De beworteling was goed vooral in de watersproeisysteem (Fig . 3.1.). In de waterbedden was na 6 dagen wat afwijkingen (Figuur 3.7.) maar dit is voor aanvang KD hersteld.

3.1.2 Verloop van de teelt in de watersystemen

In Tabel 3.1. is het verloop van de teelt in de waterbedden weergegeven. Ingang korte dag is gekozen toen het gewas ongeveer 13-14 bladeren had.

Tabel 3.1. De verschillende systemen en plantdata.

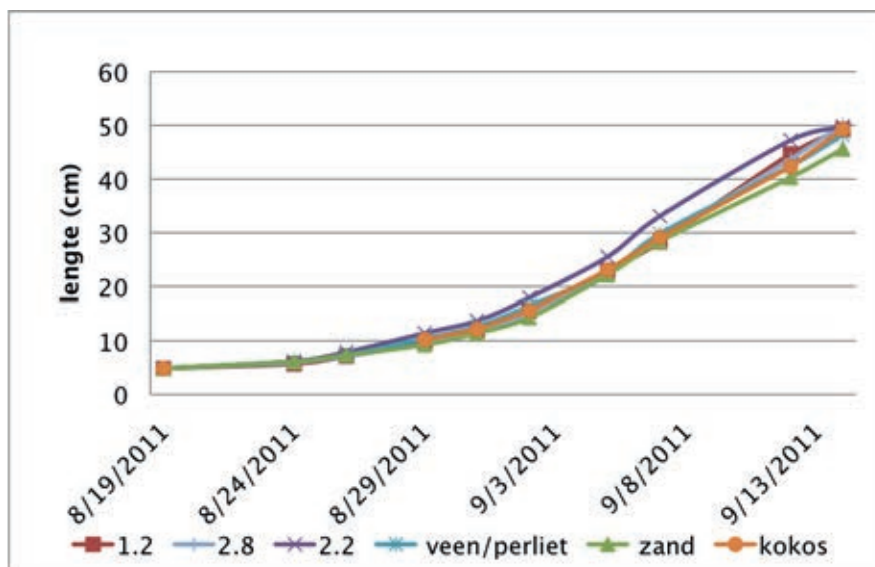
Teeltsysteem	Aantal LD	Ingang KD	Remmen	Aantal KD	eindoogst
Waterbed eb en vloed en cassette bed	16	4-09-2011	12-09 (100g); 16-09 (200g); 23-09 (300g)	51 *	28-10-2011 *
Sproeibed	16	4-09-2011	09-09 (100g); 16-09 (200g); 23-09 (300g)	51 *	28-10-2011 *

*Planten waren op 26 september oogstrijp; aantal KD = 51 (zie Figuur 3.2.).

3.1.3 Resultaten oogst

3.1.3.1 Watersystemen

Er is geen destructieve tusseñoogst uitgevoerd. Vanaf 19 augustus tot aan het moment van remmen (9 september voor de sproeibedden en 12 september voor de overige bedden) is de strekkingsgroei 10 keer gemeten. De planten in het watersproeisysteem strekken het snelste. Van de overige behandelingen valt alleen de langzamer strekking van de planten in de zandcassettes op (Figuur 3.2.). De verschillen in lengte in deze periode worden na het remmen minder en aan het einde van de teelt zijn de stelen uit de zandbedden korter maar de verschillen zijn niet significant (Tabel 3.2.).



Figuur 3.2. Strekking van planten in de watersystemen in de lange dag periode.

Bij de eindoogst op 28 oktober (Tabel 3.2.) waren de stelen in de watersystemen en de cassettebedden met veen van de beste kwaliteit met de hoogste gewicht per cm steel. Van de watersystemen geeft het waterbed met hoge EC (2.8) bij aanvang van de teelt een 7% zwaarder steel dan de stelen die gestart zijn met een EC van 1.2. De stelen die constant een EC 1.2 ontvingen hadden het laagste gewicht. De stelen in de behandeling met een hoge EC waren 17% zwaarder dan de stelen met een constante lage EC (1.2). De stelen uit de cassettes met zand en kokos waren 8-9% lichter dan de stelen uit de cassettes met veen. Van de cassettes zijn alleen de stelen uit de veen van een vergelijkbare kwaliteit met de waterteelten. De kokos en het zand gaven teleurstellende resultaten. Op het sproeisysteem heeft een watergift van boven

geen effect gehad op de lengte of gewicht van de stelen. In de tweede helft van Tabel 3.4. is de spreiding aangegeven. Hieruit blijkt dat de spreiding in versgewicht het laagste bij de wortelsproei behandeling is. De kwaliteit van de stelen in alle systemen was goed met in alle teelten minstens 1 g per cm lengte. Dit was gemeten zowel bij de gehele stelen als bij de geboste stelen. Om de systemen te kunnen vergelijken zijn bossen gemaakt.



Figuur 3.3. Gewas op 28 oktober.

Tabel 3.2. Eind oogst op 28 oktober 2011. In de tweede helft van de Tabel de spreiding (STD).

stelsysteem	lengte (cm)	aantal blad	vers gew.(g)	g/cm versgew.	droge stof gehalte (%)	vers gewicht kg/m ²	droog gewicht (kg/m ²)
Wortelsproei	80.5	28.4	105.0	1.3	10.2	8.0	0.80
Wortelsproei (boven)	79.0	28.7	104.3	1.3	11.3	7.9	0.87
Waterbed EC 1.2	82.9	27.9	103.6	1.3	10.3	7.9	0.79
Waterbed EC 1.2>2.8	80.5	27.0	105.5	1.3	10.5	8.0	0.88
waterbed EC 2.8	79.8	28.3	109.3	1.4	10.1	8.3	0.83
Waterbed EC 2.8>1.2	83.0	23.3	114.6	1.4	9.9	8.7	0.87
Cassette-bed veen	82.2	27.9	104.1	1.3	10.6		0.87
Cassette bed kokos	80.2	27.8	95.4	1.2	10.3	7.3	0.73
Cassette bed zand	77.1	25.3	95.0	1.2	10.2	7.2	0.72
Wortelsproei	3.7	1.8	23.9				
Wortelsproei (boven)	3.0	1.4	23.4				
Waterbed EC 1.2	4.1	1.5	28.6				
Waterbed EC 1.2>2.8	2.4	1.4	25.9				
waterbed EC 2.8	2.4	1.1	28.9				
Waterbed EC 2.8>1.2	3.5	1.6	31.0				
Cassette-bed veen	2.2	1.7	28.0				
Cassette bed kokos	1.8	1.4	24.2				
Cassette bed zand	2.7	1.5	30.1				

3.1.3.2 Vergelijking met de voorgaande teelt

Om de vergelijking te kunnen maken tussen de behandelingen in deze teelt en tussen deze en de voorgaande teelt in juni is in beide teelten een aantal standaard bossen gemaakt. De stelen zijn op 72 cm geknipt en 12 cm blad is verwijderd van de onderkant van de stelen (Figuur 3.4.). In Tabel 3.3. bovenaan staan de resultaten van geboste stelen van de voorlaatste teelt in juni en onderaan staan de resultaten van geboste stelen van deze teelt. Een bos met 5 stelen is vers en droog gewogen. In deze proef (okt) is het versgewicht van de geboste stelen van de waterbedden die gestart zijn met een EC van 2.8 13% zwaarder dan die van de waterbedden die zijn gestart met een EC van 1.2. Het drooggewicht (kg/m²) van de geboste stelen van de waterbedden die gestart zijn met een EC van 2.8 is 10% hoger dan die van de stelen van de waterbedden die gestart zijn met een EC van 1.2. In de voedingsoplossing tijdens de eerste 3-4 weken is er een uitputting van de stikstof (zie sectie 3.3 - resultaten EC, pH en voedingsgehalte). De geboste stelen uit de zand en kokos cassettes komen wat betreft versgewicht opbrengst (kg/m²) redelijk overeen met de cassette bed met veen en de waterbedden met een EC van 1.2.

Het versgewicht van de stelen is redelijk gelijk maar het drooggewicht in oktober is lager.

Tabel 3.3. Vergelijking tussen twee teelten. Gewichten per steel en per m²

soort		vers gewicht (g)	g/cm versgew.	droog gewicht (g)	droge stof gehalte (%)	aantal per m ²	opbrengst (kg/m ²)	opbrengst drooggew. (kg/m ²)
Wortelsproei	juni	87.4	1.2	10.8	12.0	76	6.6	0.82
Waterbed lucht	juni	96.2	1.3	11.1	11.6	76	7.3	0.84
Waterbed diep	juni	77.1	1.1	9.3	12.0	76	5.9	0.71
Cassette veen	juni	91.1	1.3	10.7	11.8	76	6.9	0.81
Wortelsproei	okt.	93.9	1.3	10.5	11.2	76	7.1	0.80
Waterbed EC 1.2	okt.	79.7	1.1	8.5	10.6	76	6.1	0.65
Waterbed EC 1.2>2.8	okt.	83.8	1.2	8.9	10.7	76	6.4	0.68
Waterbed EC 2.8	okt.	94.2	1.3	9.7	10.3	76	7.2	0.74
Waterbed EC 2.8>1.2	okt.	91.0	1.3	9.5	10.4	76	6.9	0.72
Cassette veen	okt.	82.1	1.1	8.4	10.2	76	6.2	0.64
Cassette bed kokos	okt.	79.0	1.1	8.1	10.3	76	6.0	0.62
Cassette bed zand	okt.	82.7	1.1	8.6	10.4	76	6.3	0.65



Figuur 3.4. Bossen van stelen.

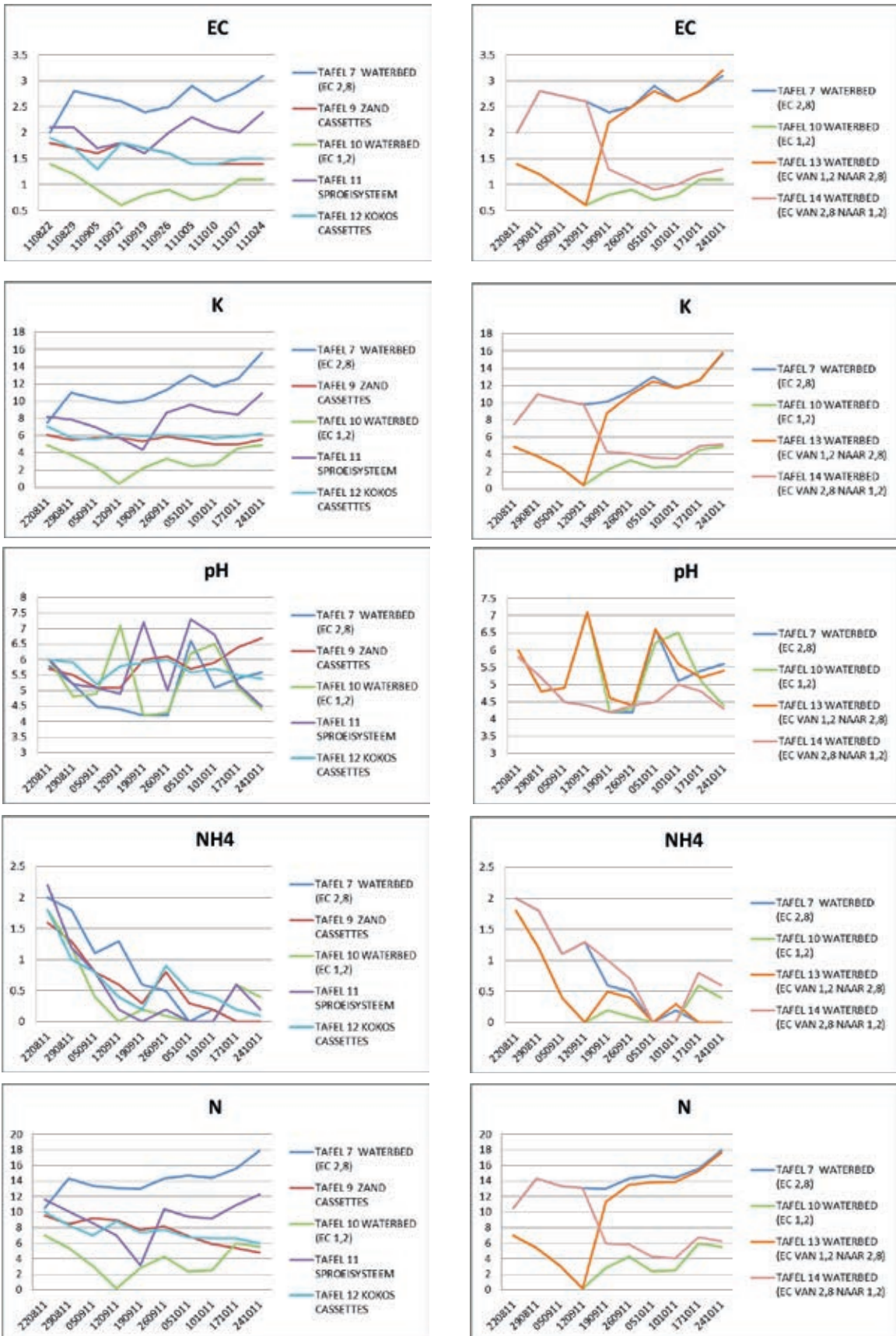
3.1.4 Resultaten EC, pH en voedingsgehalte

In kas 10.02 is elke week een monster genomen uit de voedingsbak onder de tafel. De data van de EC, K, pH, NH_4 , N staan in Fig.3.6. Aan de linkerkant van deze Figuur zijn de concentraties van 5 verschillende systemen aangegeven. Aan de rechterkant staan de analyses van de waterbedden met en zonder de aanpassing in EC.

De verschillen in **EC** zijn goed gerealiseerd. Het oplopen van de elementen K, Ca en is voornamelijk te verklaren door het oplopen van de EC in de behandelingen EC 2.8 (waterbed) en EC 2.2 (sproeisysteem). De EC was bij de waterbedden 2.8 bij aanvang van de proef te laag (2) en is over het algemeen lager dan streefgetal van 2.8.

Dit geldt ook van de behandelingen met een EC 2.2 en EC 1.2. Ook deze zijn vooral in het begin lager uitgevallen. Dit is mogelijk veroorzaakt doordat in de waterbedden is bijgevuld zonder de voorraadbakken eerst leeg te pompen. Sporenelementen zijn onafhankelijk van de EC geregeld. In het zand en de kokos is de EC redelijk constant.

De pH in de waterbedden schommelt enigszins en is afhankelijk van het NH_4 niveau. In de waterbakken 1.2 daalt de NH_4 waarde zeer scherp in het begin van de teelt en hierdoor ook de pH. In de waterteelt is een pH van 4.5 niet verontrustend. (Dit is wel het geval bij steenwol omdat de steenwol bij lage pH kan oplossen). In de grond is de pH van grotere invloed op de opname dan in watersystemen en in zowel de kokos als de zand is de pH redelijk constant.



Figuur 3.5. Verloop van de EC, pH en de K, N en NH₄ ionen. Links de 5 systemen en rechts de waterbedden met verschillende ECs. Alle voedingsdata in mmol.

Aan het begin van de teelt neemt het gewas **de stikstof** snel op, bij het waterbed 1.2 is er sprake van uitputting (Figuur 3.5. links, onderaan). Later in de teelt loopt de N op (er wordt 25% meer gegeven in de generatieve fase). Het gewas is niet zacht en welig dus er is niet te veel stikstof. In Tabel 3.4. is een berekening van de stikstofopname aan het begin van de teelt voor de oplossing met een EC van 1.2. Hier is het duidelijk dat de concentratie stikstof opgenomen door de plant (rechter kolom) veel te laag is. Er is niet bij gevuld tijdens deze periode.

Tabel 3.4. Berekening van de stikstofopname in de eerste 3 weken bij EC 1.2.

datum	bak nitraat mmol/L	bak water L	bak nitraat mmol	plant water L/wk*	plant nitraat mmol/wk	plant nitraat mmol
	A	B	C A*B	E B(-1)-B	F C(-1)-C	G F/E
22-8	7	120	840	10		
29-8	5.4	90	486	20	354	11.8
5-9	3.1	60	186	30	300	10
12-9	0.2	20	4	40	182	4.6

*hoeveelheid water opgenomen door plant is geschat.

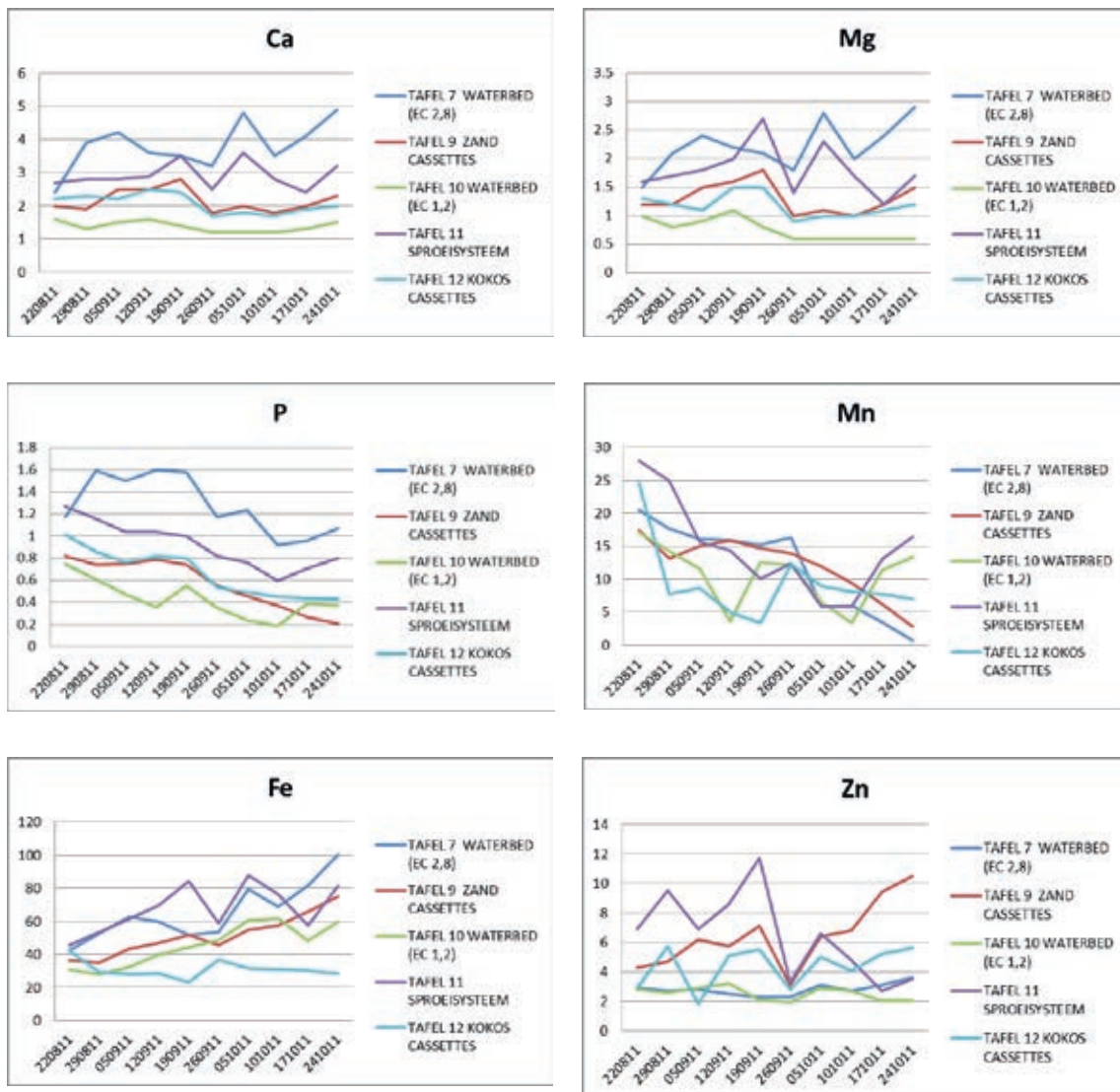
In Tabel 3.5. is dezelfde berekening voor de eerste drie weken bij een EC van 2.8 gemaakt. Hier is te zien dat de concentratie stikstof opgenomen door de plant constant is en er geen uitputting in de voedingsoplossing optreedt. Hieruit kan worden geconcludeerd dat een EC van 2.8 in dit systeem meer geschikt is wat betreft de stikstofopname. De geogoste stelen uit de systemen met een EC van 2.8 aan de start van de teelt waren zwaarder en van betere kwaliteit dan de stelen uit de systemen met EC 1.2 bij de start van de teelt.

Tabel 3.5. Berekening van de stikstofopname in de eerste 3 weken bij EC 2.8.

datum	bak nitraat mmol/L	bak water L	bak nitraat mmol	plant water L/wk*	plant nitraat mmol/wk	plant nitraat mmol
	A	B	C A*B	E B(t-1) - B	F C(t-1) - C	G F/E
22-8	14.3	120	1716	10		
29-8	14.3	90	1287	20	429	14.3
5-9	13.4	60	804	30	483	16.1
12-9	13.1	20	262	40	542	13.6

*hoeveelheid water opgenomen door plant is geschat.

In deze proeven is het K-niveau 6.8 Ca-niveau 2.2 (3:1) in vegetatieve fase en 4:1 in de generatieve fase. Het is nog niet duidelijk wat de beste verhouding is in een watersysteem. Dit zal mogelijk door gewasmonsters duidelijk worden en zal in het vervolg bekeken worden. In Figuur 3.6. zijn de concentraties tijdens de teelt van de overige elementen.



Figuur 3.6. Verloop van de Ca, Mg en P (mmol) en de sporelementen (umol) Fe, Zn en Mn.

3.1.5 Overige opmerkingen voeding

Na 6 dagen op de waterbedden toonden de stekken gekrulde wortels en enigszins geel blad (Figuur 3.7. rechts en links boven). Dit is binnen 4 dagen hersteld maar het is niet helemaal duidelijk waar dit aan ligt. De wortels kunnen mogelijk last hebben van kouder voedingsoplossing dan dat ze gewend waren. Op de voorbehandelingsbedden was het 26 °C maar in de voedingsbakken bij aanvang van de teelt is het lager. Een inactief klimaat met hoge luchtvochtigheid was als een mogelijke reden voor de slechte opname genoemd. De jonge bladeren hadden minder voeding. Deze problemen deden zich niet voor bij de vorige teelt die gestart werd in mei 2011.

Guttatie is gezien na het openen van het scherm in de behandelingen op het watersproeisysteem en in de waterbedden van EC 1.2 en 2.2. Dit is veroorzaakt door het feit dat de wortels van de plant een lagere water potentieel hebben dan een voeding met een lage EC. Het water gaat de wortels in en veroorzaakt een wortel druk. Deze druk forceert water te 'lekker' uit blad puntjes of randen. Het wordt veroorzaakt door wortel druk en niet door transpiratie want de stomata zijn meestal dicht.



Figuur 3.7. Links boven: gekrulde wortels in waterbedden 25 augustus. Rechts boven: lichte bladeren in waterbedden op 25 augustus. Links onder: Guttatie in de watersystemen met relatief lage ECs van 1.2 en 2.2 net na het openen van het scherm. Links onder: hangend blad start KD.

3.1.6 Zuurstof gehalte van de cassettes

Met de controle van N-verzadigde lucht werd ongeveer 1.5% O₂ gemeten. Het zuurstofgehalte van de bodemlucht is in het cassettebed gevuld met kokos lager dan dat gevuld met zand. Er was geen verschil in meethoogte en wandbekleding van het cassettebed; al of niet bekleed met plastic folie (Figuur 3.8.). Dit betekent dat het zuurstofgehalte in de cassettes niet is verlaagd door de plasticfolie tussen de aluminium wand en het gronddoek.

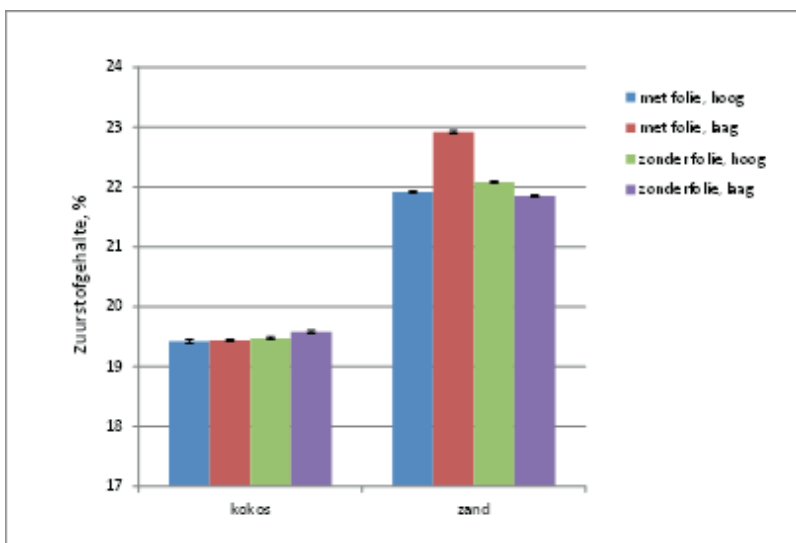


Fig 3.8. De gemeten zuurstofgehalten in de cassettes met en zonder folie.

3.2 Tweede teelt

3.2.1 Beworteling tweede teelt

De start van de stekken in de voorbehandeling was goed ondanks het feit dat het stek wat 'oud' leek en sommige bladeren waren vergeeld. Op 17 november is er een opvallend verschil tussen de stekken die dan op de systemen geplant zijn en de stekken die over zijn gebleven in het voorbehandelingsbed achterin de kas. De stekken op de voorbehandelingsbed zijn tot 2 keer zo lang als de stekken op de watersystemen en de cassettebedden. De bladeren zijn groter en ze zijn beter beworteld dan de stekken op de eb/vloed systemen (zie Fig 3.9 links boven).



Figuur 3.9. Foto Links boven: rechterkant stek dat op het voorbehandelingsbed gebleven is en linkerkant stek dat op de systemen is geplant. Foto rechts boven: lichte bladeren in waterbedden. Foto links onder: slechte wortelontwikkeling in het eb en vloed systeem. Foto rechts onder: wortelontwikkeling in sproeisysteem.

Na 6 dagen op de eb en vloed waterbedden toonden de stekken slechte wortelgroei en nieuwe wortels ontwikkelden zich boven de eerste wortels (Figuur 3.9. foto's onder). De wortels kunnen mogelijk last hebben van een voedingsoplossing die kouder is dan dat ze gewend waren. Op de voorbehandelingsbedden was het 26 °C maar in de voedingsbakken bij aanvang van de teelt is het lager dan 20 graden en mogelijk fors lager. Er was ook wat vergeling. Een inactief klimaat met hoge luchtvochtigheid wordt als een mogelijke reden voor een slechte opname van voeding genoemd. De jonge bladeren waren geler dan de overige bladeren en kregen misschien minder voeding (Figuur 3.1. rechts boven). Deze 'voedingsproblemen' deden zich ook voor bij de vorige teelt die gestart werd in augustus 2011. Wat ook meespeelde was het feit dat door de slechte groei het lager zetten van de eb en vloed behandeling na 6 dagen wellicht te vroeg was, nog niet alle wortels bereikten het water.

3.2.2 Verloop van de teelt in de watersystemen

In Tabel 3.1 is het verloop van de teelt in de waterbedden weergegeven. Ingang korte dag is gekozen toen het gewas ongeveer 13-14 bladeren had, maar de korte dag had een dag eerder kunnen ingaan. De lange dag periode was extra lang omdat de stekken een slechte start hadden (zie hierboven sectie 3.1.1).

Tabel 3.6. De verschillende systemen en plantdata.

Teeltsysteem	Aantal LD	Ingang KD	Remmen	Aantal KD	Aantal dagen	eindoogst
Waterbed eb, en vloed,	18	29-11-2011	8-12 (100g); 13-12 (150g) 22-12 (300g)	56	74	24-01-2012
Sproeibed en cassette bed	18	29-11-2011	6-12 (100g) 13-12 (150g) 22-12 (300g)	56	74	24-01-2012

In Bijlage 3 is een overzicht van de gerealiseerde kasklimaat.

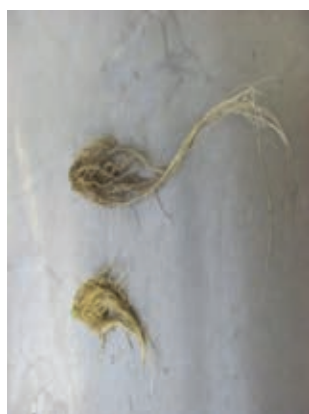
3.2.3 Resultaten oogst

3.2.3.1 Tussenoogst

Op 5 december is een tussenoogst uitgevoerd op een 8-tal planten per behandeling om een beeld te krijgen van de verschillen tussen de EC behandelingen op water. Het versgewicht, drooggewicht van vier behandelingen en de spruit/wortel verhouding van de watersystemen staat in Tabel 3.2. De planten op het sproeisysteem zijn zwaarder dan de planten op de overige systemen. De wortels waren ook groter (Fig 3.10).

Tabel 3.7. Resultaten tussenoogst op 8 planten per behandeling.

EC en systeem	Versgewicht spruit	Drooggewicht stengel	% ds	Spruit/wortel
1.2 waterbed	30.4	2.64	8.7	3.8
2.2 sproeisysteem	38.6	3.40	8.8	5.0
2.8 waterbed	28.1	2.38	8.5	4.5
1.6 cassette	23.3	2.07	8.9	



Figuur 3.10. Links: wortel uit een waterbed met eb en vloed. Rechts: wortel uit sproeisysteem (5 december).

3.2.3.2 Oogst watersystemen

Over het algemeen is de kwaliteit van deze teelt minder dan bij overige teelten omdat er in de winter periode met hoge plantdichtheden per m² (76) is gewerkt. Daarnaast is er iets te laat geremd (het aantal bladparen is rond de 29 tot 30 bladeren. Er is achteraf te veel geremd omdat gemiddeld de langste stelen slechts rond de 75 cm bereikten. Bij de eindoogst op 24 januari (Tabel 3.8.) komen de kwalitatief beste stelen uit het watersproeisysteem en uit het waterbed met EC 2.8 tijdens de eerste gedeelte van de teelt. Het gewicht in g per cm steel is boven 1.1. Het waterbed met hoge EC (2.8) bij aanvang van de teelt geeft een 5% zwaarder steel dan de stelen die gestart zijn met een EC van 1.2. De stelen die gestart zijn met EC 1.2 en overgegaan zijn naar EC 2.8 zijn gemiddeld meer dan 4 cm korter en meer dan 10 g lichter dan de andere EC behandelingen. Dit is te wijten aan het feit dat een hoge EC aan het einde van de teelt het gewas remt. Het verschil tussen de stelen met een constante lage EC van 1.2 en de stelen met een constante hoge EC van 2.8 was miniem.

De stelen uit de cassettes met veen/perliet waren ook minder zwaar en lang dan in eerder teelten. Het plantafstand is hier limiterend geweest omdat uit de cassettes geen planten zijn verwijderd. (in de waterbedden waren 45 planten verwijderd uit de tafel van 1.25 x 1.80m). De cassettes waren ook op 10 cm van elkaar gehouden en de platen stonden net zo ver uit elkaar als in de waterbedden. Er waren dus meer planten per m² op de cassettes (96) dan op de waterbedden (76). (In de voorgaande proeven zijn de cassette bedden wel uit elkaar gehaald om het aantal planten/m² gelijk te stellen).

In de cassettes met de helft van het substraat was de kwaliteit veel lager (0.85 g/cm) dan in de cassettes die helemaal gevuld waren (1.1 g/cm). De lengte van een steel uit de gevulde cassettes was 13% langer dan uit de halfgeevulde cassettes. Het gewicht was 44% hoger in de gevulde cassettes. Verlagen van de substraatvolume heeft duidelijk negatieve effecten op de kwaliteit. Omdat de twee soorten cassettes om en om gezet waren heeft een eventuele voorsprong van een systeem veel invloed op de naastgelegen systeem.

Om alle systemen te kunnen vergelijken zijn bossen gemaakt.

Tabel 3.8. Eindoogst op 24 januari 2012. In de tweede helft van de Tabel de spreiding (STD).

systeem	Lengte (cm)	aantal blad	vers gew.(g)	g/cm versgew.	Droge stof gehalte (%)	Vers gewicht (kg/m ²)	Droog Gewicht (kg/m ²)
Wortelsproei	74.6	31.0	89.4	1.20	10.3	6.8	0.70
Waterbed EC 1.2	72.9	30.3	78.8	1.08	11.0	6.0	0.66
Waterbed EC 1.2>2.8	66.7	27.3	65.0	0.97	9.6	4.9	0.47
Waterbed EC 2.8	71.5	29.7	79.0	1.10	10.7	6.0	0.64
Waterbed EC 2.8>1.2	74.38	29.6	86.0	1.16	10.2	6.5	0.66
Cassette bed half vol	64.2	29.9	54.3	0.85		4.4*	
Cassette bed vol	72.5	30.1	78.4	1.08	10.2	6.3*	0.63
Wortelsproei	4.5	1.6	32.3				
Waterbed EC 1.2	5.2	1.2	31.0				
Waterbed EC 1.2>2.8	7.0	2.1	27.9				
waterbed EC 2.8	2.3	1.6	29.7				
Waterbed EC 2.8>1.2	6.7	1.8	31.0				
Cassette bed half vol	12.8	1.1	32.5				
Cassette bed vol	6.8	0.9	30.8				

*plantafstand 80planten/m²

De EC-niveaus hadden ook een effect op de kwaliteit van de takken. In Figuur 3.11. plaatje rechts is te zien dat er meer bloemen zijn naarmate de EC hoger is aan het begin van de teelt.



Figuur 3.11. Links: Bossen van stelen. Rechts: overzicht van de bloemen; een steel van EC 1.2 constant (links), een steel van EC 1.2 naar 2.8 (tweede van links), een steel van EC 2.8 naar 1.2 (tweede van rechts) en een steel van 2.8 constant (rechts).

3.2.3.3 Vergelijking met de voorgaande teelt

Om de vergelijking te kunnen maken tussen de behandelingen in deze teelt en tussen deze en de voorgaande teelt in juni is in beide teelten een aantal standaard bossen gemaakt. Voor zover de lengte van de stelen het toeliet zijn de stelen zijn op 72 cm geknipt en 12 cm blad is verwijderd van de onderkant van de stelen. In Tabel 3.9. staan de resultaten van geboste stelen van de drie teelten van 2011 (geoogst in juni en oktober 2011 en januari 2012).

Een bos met 5 stelen is vers en droog gewogen. In deze proef (januari) is de lengte van de stelen in de behandelingen met een EC van 2.8 tijdens het eindfase korter dan 72 cm en deze zijn niet gebost. De beste kwaliteit zijn de stelen uit het wortelsproei systeem.

Tabel 3.9. Vergelijking tussen drie teelten. Gewichten per steel en per m²

soort		vers gewicht (g)	g/cm versgew.	droog gewicht (g)	droge stof gehalte (%)	aantal per m ²	Opbrengst (kg/m ²)	opbrengst drooggew. (kg/m ²)
Wortelsproei	juni	87.4	1.2	10.8	12.0	76	6.6	0.82
Waterbed lucht	juni	96.2	1.3	11.1	11.6	76	7.3	0.84
Waterbed diep	juni	77.1	1.1	9.3	12.0	76	5.9	0.71
Cassettebed veen	juni	91.1	1.3	10.7	11.8	76	6.9	0.81
Wortelsproei	okt.	93.9	1.3	10.5	11.2	76	7.1	0.80
Waterbed EC 1.2	okt.	79.7	1.1	8.5	10.6	76	6.1	0.65
Waterbed EC 1.2>2.8	okt.	83.8	1.2	8.9	10.7	76	6.4	0.68
Waterbed EC 2.8	okt.	94.2	1.3	9.7	10.3	76	7.2	0.74
Waterbed EC 2.8>1.2	okt.	91.0	1.3	9.5	10.4	76	6.9	0.72
Cassette-bed veen	okt.	82.1	1.1	8.4	10.2	76	6.2	0.64
Cassette bed kokos	okt.	79.0	1.1	8.1	10.3	76	6.0	0.62
Cassette bed zand	okt.	82.7	1.1	8.6	10.4	76	6.3	0.65

soort		vers gewicht (g)	g/cm versgew.	droog gewicht (g)	droge stof gehalte (%)	aantal per m ²	Opbrengst (kg/m ²)	opbrengst drooggew. (kg/m ²)
Wortelsproei	jan	87.6	1.2	9.6	11.0	76	6.7	0.73
Waterbed EC 1.2	jan	73.0	1.0	8.9	12.2	76	5.5	0.68
Waterbed EC 1.2>2.8	jan	Te kort				76		
Waterbed EC 2.8	jan	Te kort				76		
Waterbed EC 2.8>1.2	jan	84.2	1.2	8.6	10.2	76	6.4	0.65
Cassette-bed vol	jan	Te kort						

3.2.3.4 Wortelontwikkeling

De wortels in de cassettes zonder versmalling met piepschuim zijn goed ontwikkeld en wortelen niet in het gronddoek (Fig 3.12 linksboven en linksonder), de hoeveelheid substraat is 42 liter/m². De wortels in de versmalde cassettes zijn grover en wortelen door in het gronddoek aan de zijkanten van de cassettes (Figuur 3.12. rechtsboven en rechtsonder). Gezien het feit dat de bovengrondse delen minder zwaar en lang zijn dan in de volledig gevulde cassettes is het wortelsysteem beperkt in zijn ontwikkeling. Dit geeft aan dat 21 liter substraat/m² te weinig lijkt met een gelijke gietbuurt en voeding. Of dit te verhelpen is met een hogere frequentie of een hogere voedingssamenstelling is niet duidelijk in deze proefopstelling. De watersystemen geven een gelijk beeld van de wortelontwikkeling als in voorgaande proeven



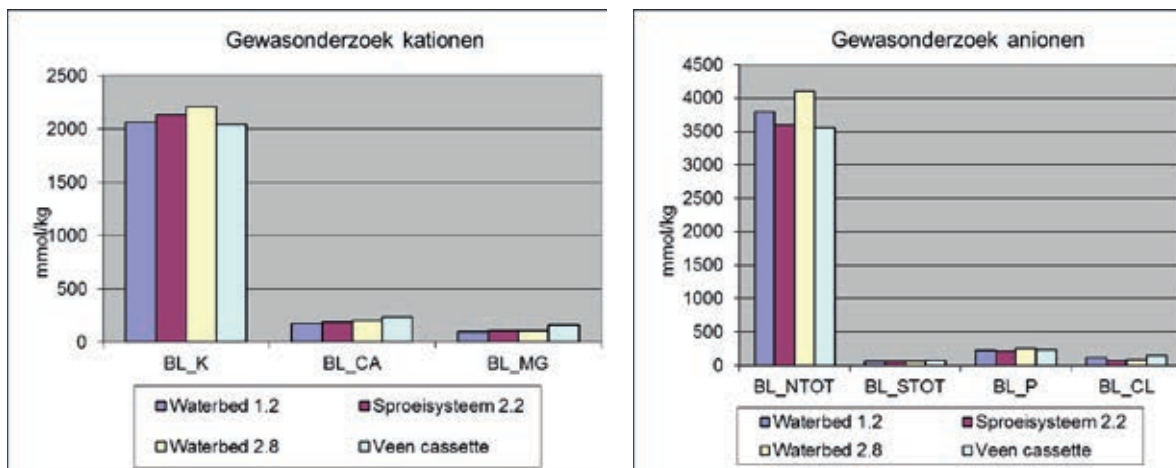
Figuur 3.12. Wortels in cassettes. Links boven: wortelvorming in volle cassette, Rechts boven: wortels in cassette met tempex. Links onder; wortelvorming in volle cassette. Rechts onder: wortels in gronddoek in cassette met tempex.



Figuur 3.13. Wortels in watersystemen. Links; wortels in de watersystemen. Rechts: (EC 1.2, 1.2 naar 2.8, 2.8 naar 1.2 en 2.8, rechts wortelsproei EC 2.2).

3.2.4 Gewasanalyse

In Figuur 3.14. staan de resultaten van de gewasanalyse van hele planten van ongeveer een maand oud en net een week in de korte dag. Er is een redelijk gelijk beeld voor alle behandelingen. Wat wel opvalt, is dat de kalium veel hoger is dan de calcium (10:1). Dit heeft te maken met de voedingsoplossing die gebruikt wordt. De kalium / calcium verhouding is 3:1 tijdens de vegetatieve fase (Bijlage 4). Dit wijkt af van de gebruikelijke gift waarin de kalium:calcium 3:1.75.



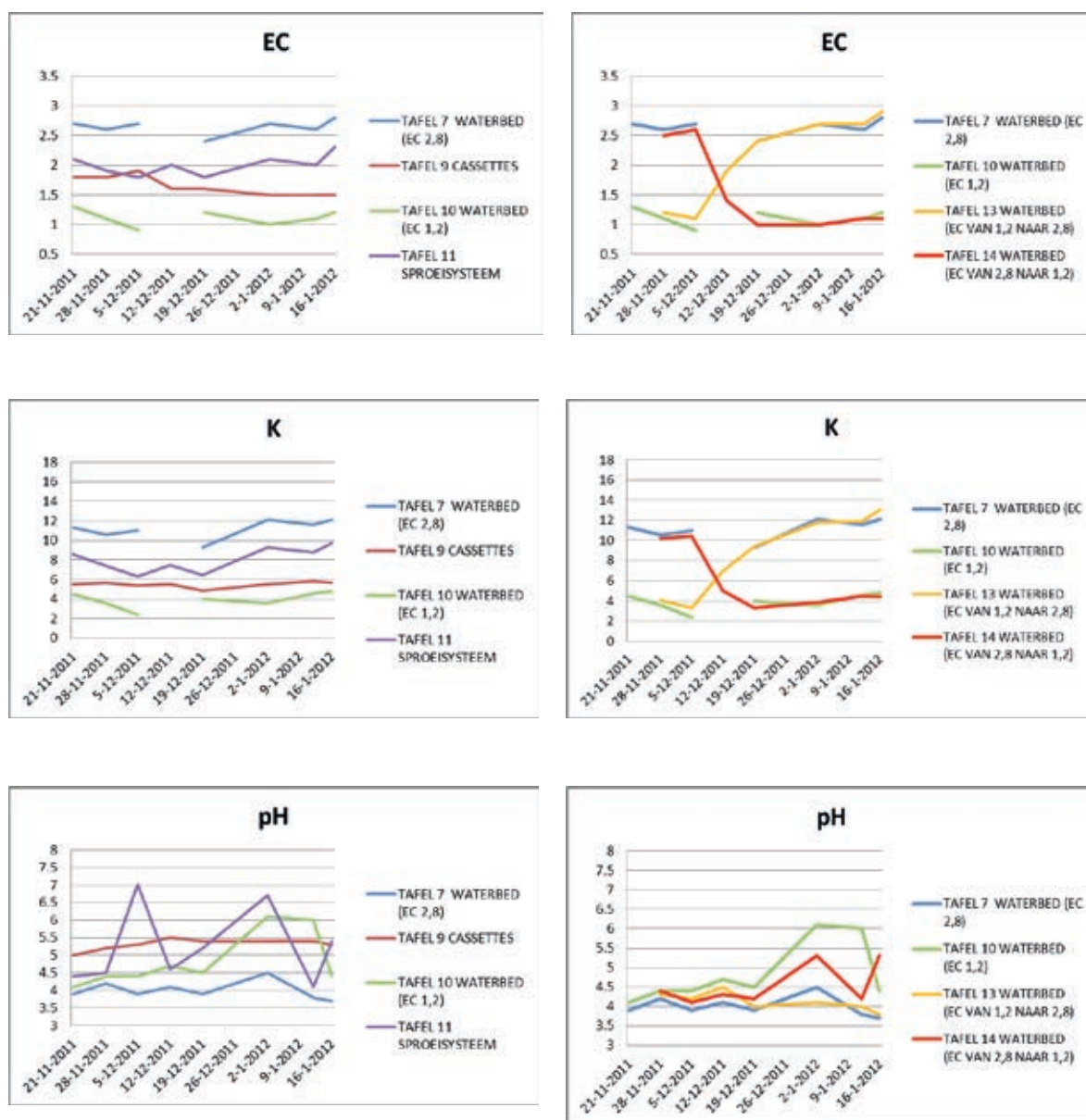
Figuur 3.14. Niveau van kationen en anionen na gewasonderzoek.

Voor gewasanalyse voor de spoorelementen zie Bijlage 5.

3.2.5 Resultaten EC, pH en elementen in voedingsoplossing

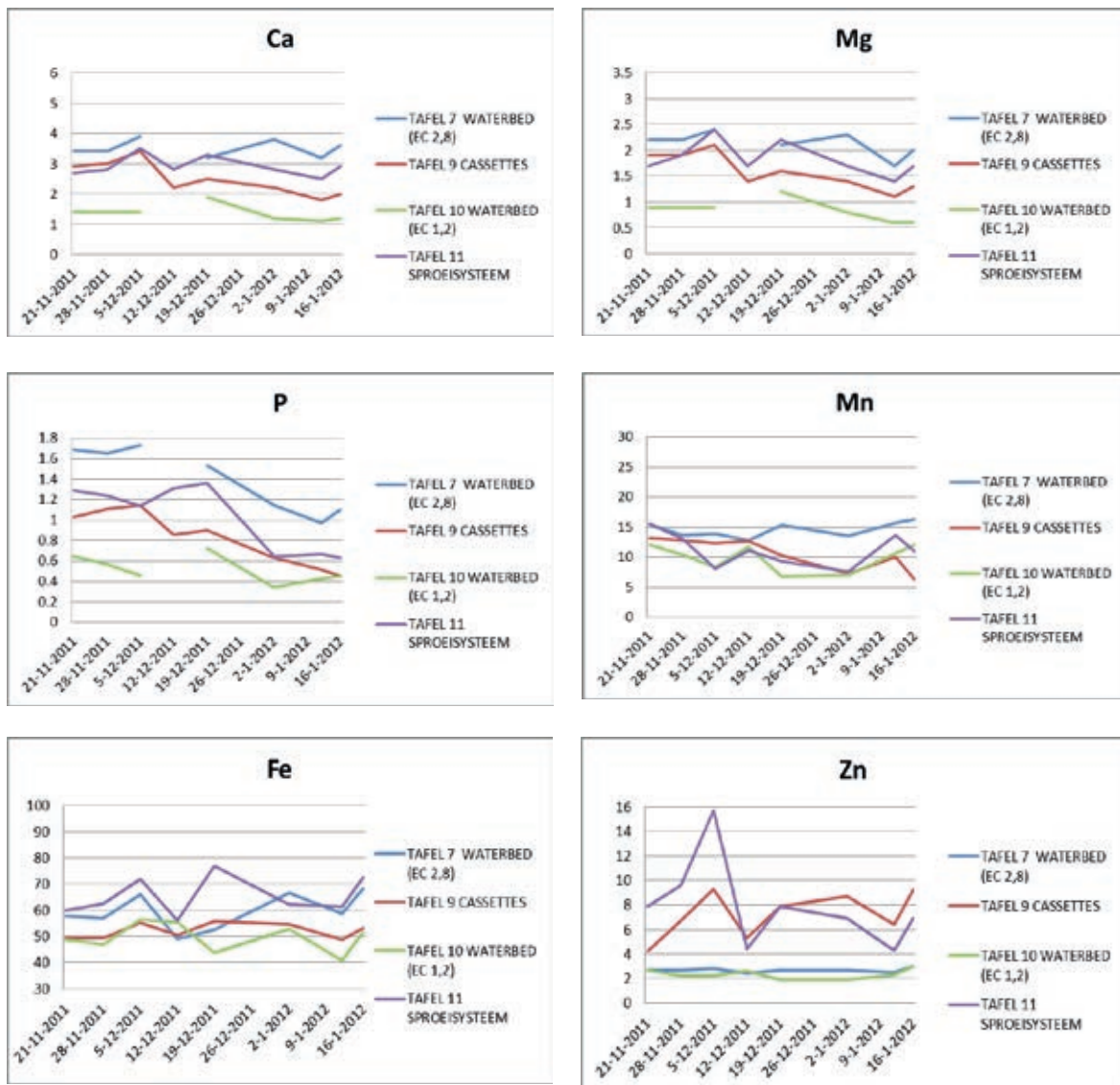
In kas 10.02 is elke week een monster genomen uit de voedingsbak onder de tafel. De data van de EC, K, pH, NH_4 , N staan in Fig.3.15. Aan de linkerkant van deze Figuur zijn de concentraties van 5 verschillende systemen aangegeven. Aan de rechterkant staan de analyses van de waterbedden met en zonder de aanpassing in EC. De verschillen in EC zijn goed gerealiseerd. Het oplopen van de elementen K, Ca en N is voornamelijk te verklaren door het oplopen van de EC in de behandelingen EC 2.8 (waterbed) en EC 2.2 (sproeisysteem). De **EC** in de waterbedden 2.8 bleef op peil. Dit geldt ook van de behandelingen met een EC 2.2 en EC 1.2. Sporenelementen zijn onafhankelijk van de EC geregeld. In de cassettes is de EC redelijk constant.

De pH in de waterbedden schommelt enigszins. Vooral in het sproeisysteem is dit zichtbaar terwijl de overige pH waarden redelijk constant zijn. Er kan geen verband gevonden worden met de pH en NH_4 -niveau in de bakken. In de waterteelt is een pH van 4.5 niet verontrustend. (Dit is wel het geval bij steenwol omdat de steenwol bij lage pH kan oplossen). In de grond is de pH van grotere invloed op de opname dan in watersystemen.



Figuur 3.15. Verloop van de EC, pH en de K, N en NH_4 ionen. Links de 5 systemen en rechts de waterbedden met verschillende EC's. Alle voedingsdata in mmol. NB. Op 12 december 2011 is er geen waarde voor tafels 7 en 10. Dit omdat een verkeerde voedingsbak werd aangemaakt en deze is bemonsterd. Na 24 uur is dit hersteld.

Aan het begin van de teelt neemt het gewas **de stikstof** snel op, bij het waterbed 1.2 en bij de sproei-bedden neemt de concentratie af (Figuur 3.15. links, onderaan). Het stikstof niveau blijft redelijk constant ook terwijl er 25% meer gegeven wordt in de generatieve fase). Het gewas is niet zacht en welig dus er is niet te veel stikstof.



Figuur 3.16. Verloop van de Ca, Mg en P (mmol) en de spoorelementen (umol) Fe, Zn en Mn. NB. Op 12 december 2011 is er geen waarde voor tafels 7 en 10. Dit omdat een verkeerde voedingsbak werd aangemaakt en deze is bemonsterd. Na 24 uur is dit hersteld.

3.2.6 Wateropname

In Tabel 3.10. staat een overzicht van de wateropname per m² tijdens de teelt in de waterbedden met verschillende EC-niveaus, sproeisysteem en cassettes. Dit is een gemiddelde per dag over de hele teelt in de periode november tot en met januari. In Tabel 3.3. te zien is dat de cassettes minder water gebruikten dan de overige systemen. De sproeibedden gebruikten het meeste water per dag. In deze periode was de gemiddelde straling per dag 241 J/cm². Dit betekent dat er gemiddeld over alle behandelingen 1 liter/m² per 100 J/cm² opgenomen werd maar waarschijnlijk in de watersystemen is niet alle water door de plant verdampt. In het cassette systeem is er minder watergebruik en de opname per dag is 0.6 liter /m² per 100 J/cm². In dit systeem is er minder waterverlies uit het systeem buiten de plant om. Er is minder direct verdamping vanuit de cassettes ten opzichte van de waterbedden en het sproeisysteem.

Tabel 3.10. Overzicht van gemiddeld watergebruik per dag (liter per m²) tijdens de teelt.

Systeem	waterbed	waterbed	waterbed	waterbed	sproei	cassette
EC	1.2	1.2 > 2.8	2.8 > 1.2	2.8	2.2	1.6
Watergebruik l/m²	2.8	2.6	2.5	2.5	3.0	1.8

4 Discussie en conclusies

4.1 Discussie

Waterbedden:

De kwaliteit van de stelen in het sproeisysteem, in de meeste eb en vloed waterbedden en in de cassettes waren van acceptabele kwaliteit (gelijk of meer dan 1g/cm steel versgewicht). Het versgewicht (kg/m²) van de geboste stelen van de waterbedden die gestart zijn met een EC van 2.8 zijn 10-13% zwaarder dan die van de waterbedden die zijn gestart met een EC van 1.2. In de eerste teelt bij een voedingsoplossing van EC 1.2 is er tijdens de eerste 3-4 weken een uitputting van de stikstof. In de tweede teelt kon uitputting voorkomen worden door regelmatig herstel van de voedingsoplossing, wat resulteerde in vergelijkbare resultaten als de teelt op EC 2.8. De verandering van EC 2.8 naar EC 1.2 gaf nog steeds de beste oogstresultaten. In de winter teelt gaf de behandeling van EC 1.2 in het begin gevolgd door een EC van 2.8 te korte stelen. Dit suggereert dat remmen via een EC-strategie mogelijk is (en dat in deze proef te sterk geremd is). Ook de cassettes met de helft van de substraat geven een bloeiende steel met een onacceptabele kwaliteit (lengte en gewicht). De lengte van een steel uit de gevulde cassettes was 13% langer dan een uit de halfgevulde cassettes. Het gewicht was 44% hoger in de gevulde cassettes.

Drie behandelingen waren zo geremd dat ze 72 cm niet bereikte; EC1.2 naar 2.8, EC 2.8 en de cassettes met minder substraat. Hierdoor zijn alleen de overige twee behandelingen gebost en vergeleken met elkaar en met de voorgaande waterteelten. Het remmen van de stelen door EC is dus mogelijk. Dit biedt perspectief minder remmiddel te gebruiken.

Het meten van de voedingstoestand in het water in de zandbedden en waterbedden tijdens de teelt is makkelijk uit te voeren. Hierdoor kan er snel op ingegrepen worden en kan de hoeveelheid opgenomen voeding berekend worden. De kwalitatief betere stelen bij een EC van 2.8 bij aanvang van de teelt was waarschijnlijk te verklaren door een veel hoger maar ook constante voedingsopname in de eerste weken. Er was geen uitputting. Op basis van ervaringen in de eerste teelt, konden in de tweede teelt de aangehouden EC en alle voedingselementen beter op peil gehouden worden.

Cassettebedden:

Eerste teelt: Van de cassettes is alleen de veen van een vergelijkbare kwaliteit met de waterteelten. De fijne kokos en zand gaven teleurstellende resultaten met 8-9% minder gewicht dan de cassettes met veen. De stelen in de zand strekten minder dan de planten in de overige substraten tijdens de LD periode. Mogelijk hebben de planten op zand te nat gestaan. De planten op fijne kokos blijven achter zonder goede verklaring als te nat of te hoge stikstoffixatie. De fijne kokos is droger dan het gebruikte veenmengsel en er waren geen tekenen van stikstoffixatie (te lichte kleur).

Tweede teelt: In de cassettes was de kwaliteit van de stelen met minder substraat slecht. Het lijkt alsof 21 liter/m² ten opzichte van 42 liter/m² veel te laag is, of frequenter watergift of een ander EC dit zou verhelpen is niet duidelijk. Omdat er met 21 liter substraat per vierkante meter nog steeds een behoorlijke buffer ligt, lijkt het waarschijnlijk dat de voorraadbemesting uit het substraat op is. Dit komt overeen met de conclusie uit voorgaande teelten dat een EC van 1.6 in de gift domweg te weinig voeding aanvoerd voor het niveau van groei in deze teelten.

Wortelsproei:

De weggroei van de stekken op de sproei-bedden was zeer goed. De stekken op het sproeisysteem zijn eerder geremd en had in principe eerder de korte dag in gekund. Voor alle watersystemen zouden de voorbehandelde stekken meer ontwikkelde wortels kunnen hebben voordat ze op de systemen geplaatst kunnen worden. Dit zou de teeltduur in de kas verkorten. Wortels die ontwikkelen in water kunnen makkelijk verplaatst worden naar een volgende watersysteem. Het lijkt wel belangrijk dat vooral in een eb en vloed systeem de temperatuur van het water na overplaatsing van de voorbehandeld stek op peil gehouden moet worden. Als het water te koud is, kan wortels afsterven en daarnaast is nutriëntenopname geremd door lager temperaturen. Hier is een apart nevenonderzoek naar gestart.

Er was geen verschil gevonden als gevolg van regelmatig broeizen. Dit kan komen doordat de kas relatief droog is (relatief weinig verdampend gewas een geen verdamping vanaf de paden).

De reactietijd van de planten op alle systemen was 51 dagen in de herfstteelt en 56 in de winterteelt.

4.2 Conclusies

De kwaliteit van de stelen in alle systemen was goed met in alle teelten minstens 1 g per cm lengte

De sproeibedden en de EC van 2.8 tot aan 8 dagen in de KD geven zwaardere kwaliteit dan de behandeling met een lage EC van 1.2 bij aanvang van de teelt. Ook in de winter geeft deze behandeling bij hoge plantafstanden een acceptabel kwaliteit.

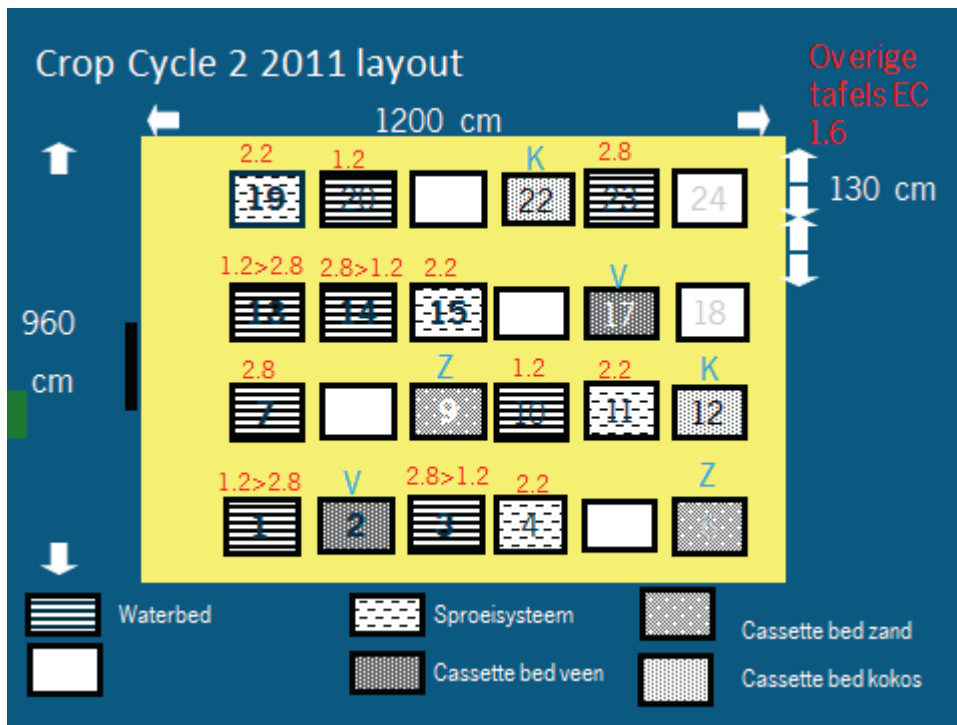
Een EC van 2.8 aan het einde van de proef remt te veel. Hier zou in de remstrategie rekening mee gehouden moet worden en het biedt perspectief om minder remmiddel te gebruiken.

De kwaliteit van de stelen in de zand en fijne kokos cassettes was teleurstellend met 8-9% minder versgewicht dan in de cassettes gevuld met veen en perliet. Een verlaging van de substraat volume van 42 tot 21 liter per vierkante meter veroorzaakt waarschijnlijk uitputting van de voeding uit de gift en voorraadbemesting. Deze niveaus kunnen de gewasbehoefte niet aan. Een EC van 1.6 is dit geval niet hoog genoeg.

In een watersysteem is het veel eenvoudiger dan voor een systeem met substraat de opname van het gewas te berekenen en aan te geven wat voor EC en dus concentratie het meest optimum is.

Bijlage I Kasplattegronden

Plattegrond kas 10.02 : Waterbedden, sproeisystemen en cassettebedden.



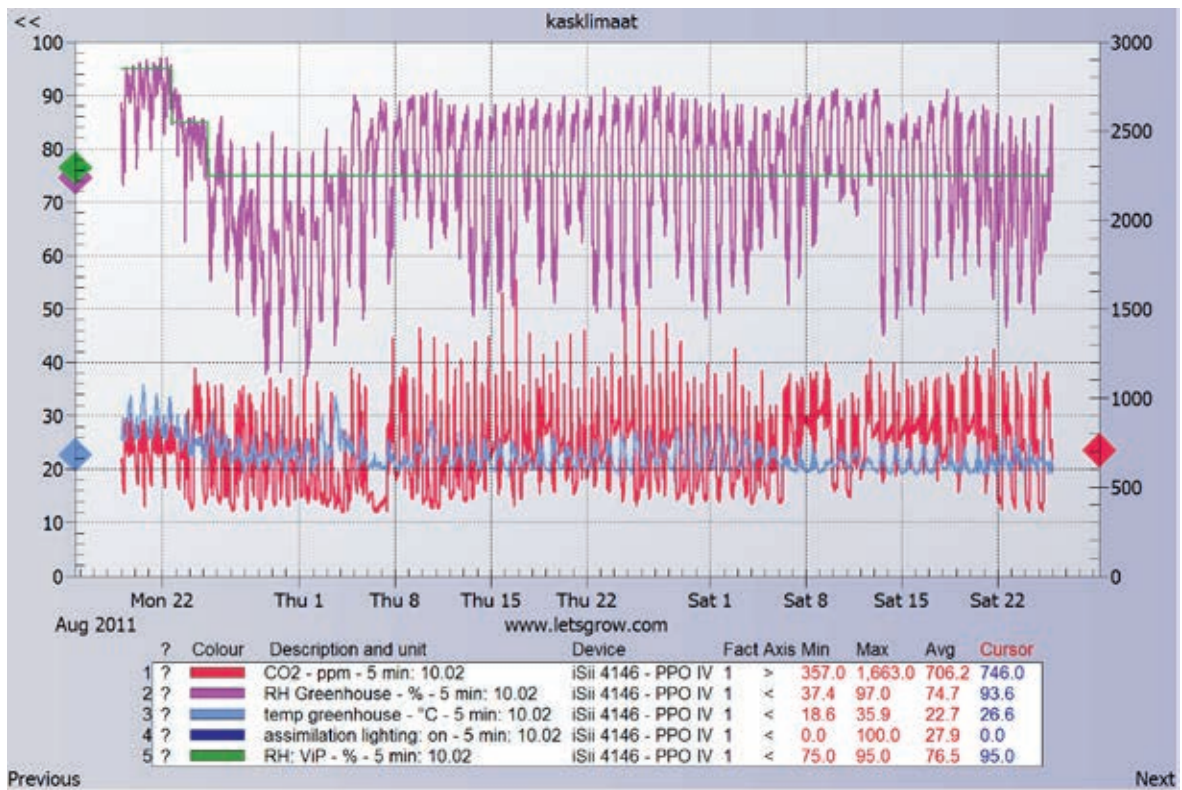
Bijlage II Plantafstand

1.25 meter breed en 1.80 meter lang (pad niet mee berekend).

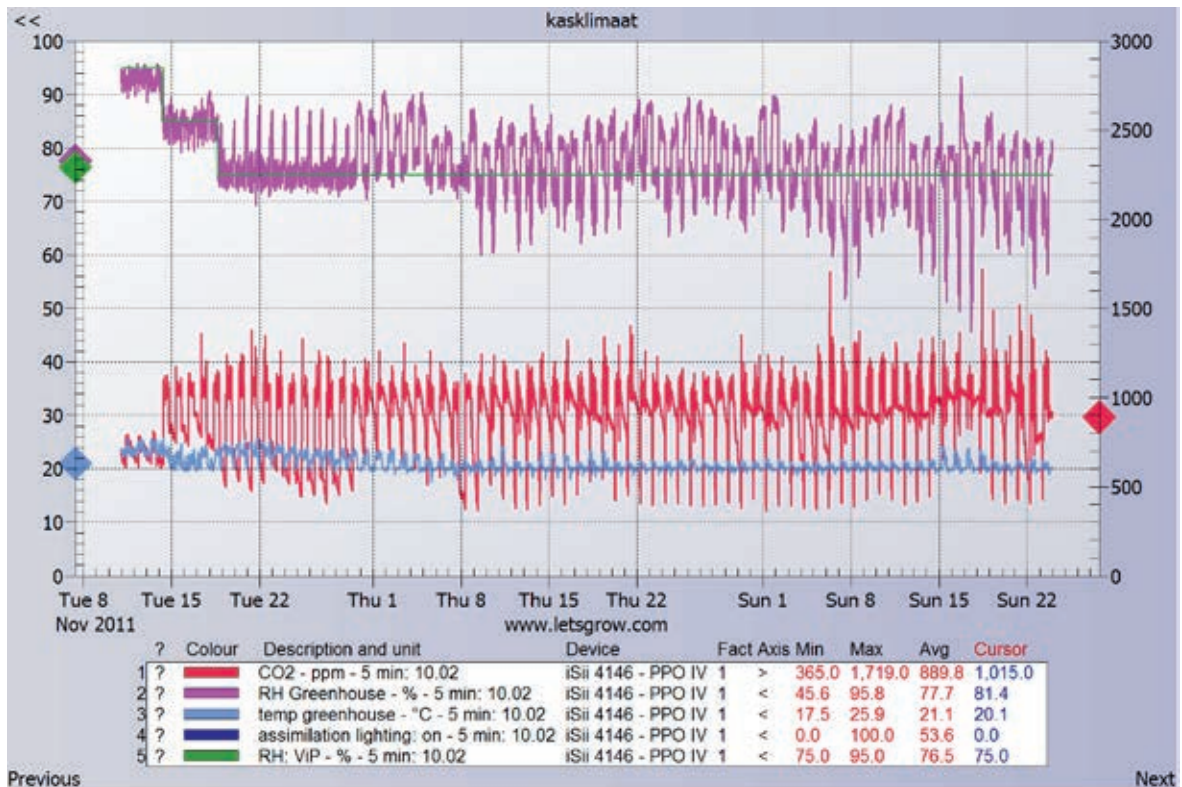
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	pad
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	pad
2	x		x		x		x		x		x	x	
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4	x	x		x		x		x		x		x	
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
6	x		x		x		x		x		x	x	
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
8	x	x		x		x		x		x		x	
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
10	x		x		x		x		x		x	x	
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
12	x	x		x		x		x		x		x	
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
14	x		x		x		x		x		x	x	
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
16	x	x		x		x		x		x		x	
17	x		x		x		x		x		x	x	
18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
deur													

Bijlage III Kasklimaat

Kasklimaat waterbedden en cassette bedden voor de proefperiode teelt 1



Kasklimaat waterbedden en cassette bedden voor de proefperiode teelt 2

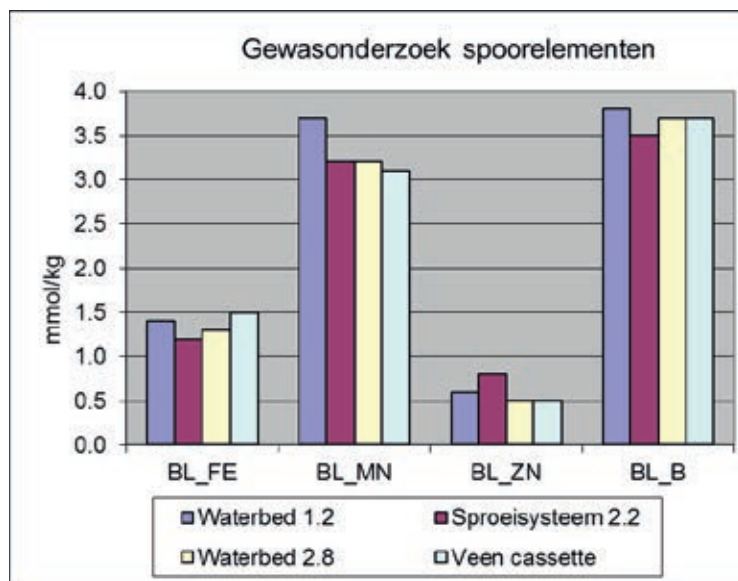


Bijlage IV Voedingsoplossing

Voedingsrecept vegetatieve en generatieve fase

Beschrijving	vegetatief	vegetatief	generatief	generatief
EC(mS/cm)	2.2	1.6	2.2	1.6
pH	5.5	5.5	5.5	5.5
NH ₄ (mmol)	1.9	1.4	1.2	0.8
K(mmol)	9.4	6.8	12.0	8.8
Na(mmol)	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca(mmol)	3.0	2.2	3.0	2.2
Mg(mmol)	1.7	1.2	1.0	0.8
NO ₃ (mmol)	11.8	8.6	14.0	10.2
Cl(mmol)	0.0	0.0	0.0	0.0
SO ₄ (mmol)	3.6	2.6	3.2	2.4
HCO ₃ (mmol)	0.3	0.2	0.0	0.0
P(mmol)	1.1	0.8	0.8	0.6
Si(mmol)				
Fe(μmol)	60	60	60	60
Mn(μmol)	10	10	10	10
Zn(μmol)	5	5	5	5
B(μmol)	20	20	20	20
Cu(μmol)	1	1	1	1
Mo(μmol)	1	1	1	1

Bijlage V Gewasonderzoek spoorelementen



BL = blad en stengel. Waterbed EC 1.2, Waterbed EC 2.8, Sproeisysteem EC 2.2 en Cassettes EC 1.6.
Spoorelementen ijzer, mangaan, zinc en boron.

