

# Monitoring vochtgehalte en wortelgroei van Zantedeschia op potgrond

P.J. van Leeuwen en J.P.T. Trompert

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving  
Bloembollen, boomkwekerij & fruit  
Maart 2010  
PPO nr. 32 360550 00 / PT nr. 13243

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

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

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Bloembollen, boomkwekerij en fruit.

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



PPO – projectnummer: 32 360550 00  
PT – projectnummer: 13243

### Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Bloembollen, boomkwekerij & fruit

Adres : Prof. van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse  
: Postbus 85, 2160 AB Lisse  
Tel. : 0252 – 46 21 21  
Fax : 0252 – 46 21 00  
E-mail : [infobollen.ppo@wur.nl](mailto:infobollen.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
2 MATERIAAL EN METHODE .....	9
2.1 1 <sup>e</sup> proef .....	10
2.2 2 <sup>e</sup> proef .....	10
3 RESULTATEN .....	11
3.1 1 <sup>e</sup> proef .....	11
3.2 2 <sup>e</sup> proef .....	19
4 DISCUSSIE .....	27
5 CONCLUSIE.....	29
6 LITERATUUR.....	31



# Samenvatting

Tijdens de teelt van *Zantedeschia* als snijbloem of potplant ontstaat vaak wortelrot gevolgd door uitval van de planten. De oorzaak van het wortelrot is niet bekend. Op rotte wortels worden schimmels en bacteriën gevonden waarvan meestal niet bekend is of deze pathogeen zijn voor *Zantedeschia*, maar vaak worden er ook geen ziekteverwekkers aangetroffen. Vanuit de praktijk is gemeld dat de watergift tijdens de teelt de oorzaak is van glazige en rotte wortels.

In twee proeven is onderzocht wat de invloed is van verschillende vochtgehaltenes in het kokos/veensubstraat op het ontstaan van glazige en rotte wortels. Bij vochtpercentages van 25 tot 30% ontstonden er nauwelijks rotte wortels bij *Zantedeschia* 'Crystal Blush'. Bij vochtpercentages van 40-45% ontstonden al snel glazige en rotte wortels. Dit leidde wel tot minder goede wortelstelsels maar niet tot uitval. De potgrond is bij 60-65% vocht verzadigd. Ook bij het tijdelijk verhogen van het percentage vocht van 30 naar 45% ontstonden snel glazige en rotte wortels. Mogelijk was een voldoende hoog volumepercentage lucht in het substraat en/of voldoende lage RV in de kas tijdens de teelt er de oorzaak van dat wortels bij een hoog percentage vocht niet massaal gingen rotten.

Op de glazige en rotte wortels werden soms de schimmels *Trichoderma* en *Fusarium* aangetroffen, waarvan onduidelijk is of deze ziekteverwekkers zijn in *Zantedeschia*. Vaak werden op de glazige wortels geen ziekteverwekkers aangetroffen. Een overmaat aan vocht of een tekort aan zuurstof lijkt daarom de primaire oorzaak van glazige en rotte wortels.

De WET-sensor, een electronisch bodemvocht-meetinstrument bleek een goed en nauwkeurig hulpmiddel te zijn om te bepalen of en hoeveel water er gegeven moest worden. Voor 'Crystal Blush' bleek starten met een vochtpercentage van 25% in de proefomstandigheden goed te zijn om glazigheid en zweters in het blad te voorkomen. Door vanaf het moment dat de eerste bladeren open kwamen een vochtpercentage van 30% aan te houden werden problemen met glazige en rotte wortels voorkomen. Dit lijken daarom de meest veilige vochtgehaltenes.

In dit onderzoek was de bloemproductie bij alle watergiften gelijk. De stelling uit de praktijk dat meer water leidt tot meer bloemen werd niet bevestigd.



# 1 Inleiding

Na het planten van Zantedeschia knollen vindt over het algemeen een vlotte beworteling en een goede ontwikkeling van het gewas plaats. Wanneer het gewas een aantal bladeren per plant heeft gevormd en de bloemknoppen zichtbaar worden ontstaan er vaak problemen bij de wortels. In een groot aantal monsters dat de afgelopen jaren bij PPO DiagnostiekService is gebracht zijn op dergelijke aangetaste wortels verschillende schimmels gevonden, vooral *Pythium* en *Rhizoctonia* maar ook *Trichoderma* en *Fusarium culmorum*. Daarnaast was er ook vaak rot door de bacterie *Erwinia* aanwezig. Het is niet helder welke ziekteverwekker primair en welke secundair aanwezig was. Het lijkt er echter op dat eerst problemen met de wortels ontstaan (glazigheid en afsterven) waarna schimmels en bacteriën voor verdere afbraak van de wortels en de plant zorgen.

Planten met een dergelijke aantasting gaan verloren of produceren geen bloemen meer en zijn niet meer verkoopbaar als potplant. Zelfs als een potplant er goed uit ziet maar geen gaaf wortelgestel heeft mogen deze potten niet via een bloemenveiling worden verhandeld. Gemiddeld over alle bedrijven bedraagt de uitval meer dan 10% wat neerkomt op een jaarlijkse schade van meer dan 3 miljoen euro.

Vanuit de praktijk zijn er aanwijzingen dat de watergift en het vochtgehalte in de potgrond de oorzaak zijn van het probleem. Teveel vocht of een wisselend vochtgehalte zou de aanleiding kunnen zijn voor wortelrot. In dit verslag is het onderzoek beschreven dat in 2008 en 2009 door PPO Bloembollen te Lisse is uitgevoerd waarbij verschillende vochniveaus in potten zijn aangehouden en tweewekelijks de wortels zijn beoordeeld om een mogelijk verband tussen watergift/vochtgehalte en wortelrot vast te stellen.





## 2 Materiaal en methode

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van Zantedeschia 'Crystal Blush', knolmaat 18/20. Voor deze cultivar is gekozen omdat deze veel wordt gebruikt in de broeierij op substraat en in potten en gevoelig is voor wortelproblemen.

De knollen zijn geplant in potgrond die bestond uit 50% kokos, 25% lers veen en 25% veenmosveen. Per m<sup>3</sup> substraat is 1 kg PGmix en 2,5 kg Dolokal toegevoegd. De potgrond bevat circa 60-65 volumeprocent lucht.

De knollen zijn geplant in 15 cm containerpotten met een inhoud van circa 2 liter.

In de kas is gestookt tot 16 °C en vanaf 17 °C gelucht. Bij een lichtintensiteit van meer van 400 Joule/m<sup>2</sup>. sec ging het schermdoek dicht om teveel instraling en een te hoge kastemperatuur te voorkomen.

In eerste instantie is water gegeven met bassinwater, vanaf het opkomen van het eerste blad is voeding gegeven. Er is voeding gegeven met Kristalon witmerk (15+5+30+3 met ijzer). De EC van de voedingsoplossing was 1,9 – 2,0. Dit is gegeven tot het einde van de teelt.

Het vochtgehalte van de potgrond is gemeten met een WET-sensor (MCM-101 voeler, drie pennen van 7 cm naast elkaar) aangesloten op een Psion-meter (foto 1). Deze meter (WET-sensor) geeft het volumepercentage vocht (W), de EC (E) en de temperatuur (T) van potgrond.

Gedurende twee weken zijn steeds dagelijks zelfde vijf potten gemeten. Alle potten van een behandeling hebben water gehad op basis van de meting van deze vijf potten. Daarbij is rekening gehouden met het gemeten percentage vocht en de weersverwachting voor die dag (temperatuur en instraling). De planten hebben individueel boven op de grond water gekregen. Na twee weken zijn deze vijf potten beoordeeld op beworteling en ontwikkeling van de plant. Rot in de wortels is beoordeeld op basis van een wortelrotindex. De wortelrotindex loopt van 1 (0-10% rotte wortels) tot 10 (90-100% rotte wortels). Dit was een destructieve beoordeling. Bij deze meting is ook het vochtpercentage op 2 cm van de bodem van de pot gemeten.

Na deze metingen zijn gedurende twee weken vijf andere potten gebruikt om het percentage vocht te meten enz. Hiermee is voorkomen dat steeds dezelfde vijf potten zijn gebruikt gedurende de gehele proef om het vocht te meten met het risico dat wortels beschadigd raken door de metingen.

De exacte behandelingen en details zijn in de volgende paragrafen per proef weergegeven.

Omdat het onderzoek representatief moet zijn voor alle teelten op substraat (bloemen of potplant) is er geen remstof gebruikt zoals bij de teelt als potplant gebruikelijk is.

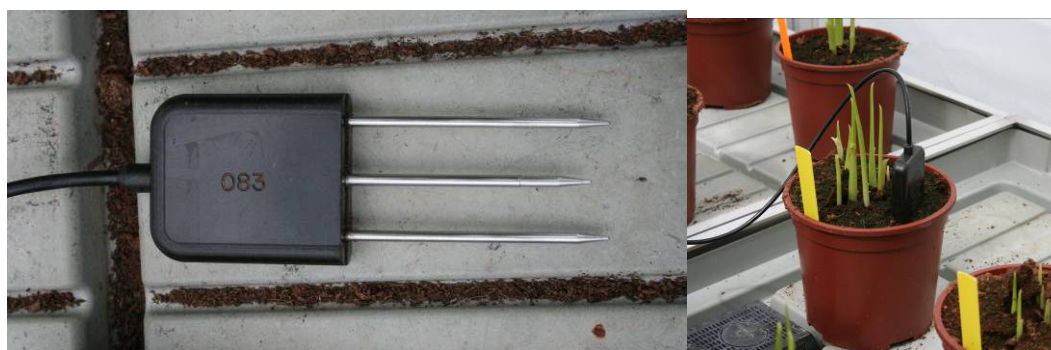


Foto 1. Wetsensor met pennen van 7 cm lengte en toegepast tijdens metingen.

De data zijn statistisch verwerkt met het programma Genstat waarbij variantie-analyse is toegepast. Er is getoetst op 95% betrouwbaarheid. Een LSD (Least Significant Difference = kleinst betrouwbare verschil) geeft aan of een verschil tussen twee getallen betrouwbaar is. Een verschil tussen twee getallen moet groter zijn dan de LSD-waarde om betrouwbaar genoemd te worden.

## 2.1 1<sup>e</sup> proef

De knollen zijn geplant en in de kas gezet op 28 mei 2008. Er is overgeschakeld van water geven met bassinwater op water met voeding op 17 juni 2008 toen de eerste bladeren open kwamen. Vanaf 25 juni hebben de verschillende behandelingen een verschillende hoeveelheid water gehad. De proef is op 3 september 2008 beëindigd. In tabel 1 staan de behandelingen weergegeven.

Tabel 1. Behandelingen en streefwaarden van volume percentage vocht

Behandeling	Naam	Streefwaarde vocht	Aanhouden van streefwaarde
1	Normaal	30%	Continu
2	Vochtig	40%	Vanaf 25 juni
3	Tijdelijk vochtig	30% en driemaal >40%	17 juli (6 dagen), 7 aug (3 dagen), 20 aug tot einde (24 dagen)
4	Tijdelijk droog	30% en viermaal <20%	2 juli (3 dagen), 23 juli (3 dagen), 6 aug (4 dagen), 20 aug tot einde (24 dagen)

Er is voor gekozen om te starten met een vochniveau van 30% en pas verschillen aan te leggen na het open komen van de bladeren om te voorkomen dat de wortels zouden verrotten direct bij aanvang van de teelt.

## 2.2 2<sup>e</sup> proef

De knollen zijn geplant en in de kas gezet op 27 maart 2009. Er is overgeschakeld van water geven met bassinwater op water met voeding op 15 april 2009 toen de eerste bladeren open kwamen. Vanaf 29 april hebben de verschillende behandelingen een verschillende hoeveelheid water gehad. De proef is op 22 juli 2009 beëindigd. In tabel 2 staan de behandelingen weergegeven.

Tabel 2. Behandelingen en streefwaardes van volume percentage vocht

Beh.	Naam	Streefwaarde	Aanhouden van streefwaarde
1	Normaal	25% later 30%	25% vanaf begin, 30% vanaf 29/4
2	Normaal later vochtig	25% later 45%	25% vanaf begin, 45% vanaf 29/4
3	Droog	20-25%	20-25% vanaf begin
4	Normaal tijdelijk vochtig	25% later 30%, enkele malen 45%	25% vanaf begin, 30% vanaf 29/4, 45% 8 t/m 17 mei, 10-23 juni en 10-22 juli
5	Vochtig	40-45%	40-45% vanaf begin

Bij een aantal behandelingen is er voor gekozen om te starten met een vochniveau van 25% en pas verschillen aan te leggen na het openkomen van de bladeren om te voorkomen dat de wortels zouden verrotten direct bij aanvang van de teelt. De proef is droger gestart dan in 2008 omdat toen de planten bij een vochtpercentage van 30% in het begin flink gingen zweten. Verder is de proef in 2009 op enkele andere punten aangepast omdat in de proef van 2008 minder grote verschillen ontstonden dan werden verwacht. Er is een droge behandeling toegevoegd die vanaf het begin droger is gehouden dan de normale behandeling.

Tenslotte is ook een vochtige behandeling toegevoegd die vanaf het begin af aan vochtig is gehouden.

### 3 Resultaten

#### 3.1 1<sup>e</sup> proef

##### *Groei gewas*

Vanaf 5 juni, 8 dagen na planten, kwam het gewas op. Op 16 juni was er 100% opkomst bij alle behandelingen. Dat was 19 dagen na planten en 11 dagen na begin opkomst (figuur 1). De ogenschijnlijke verschillen in opkomsten berusten op toeval omdat op 25 juni (6 dagen na 100% opkomst) pas is gestart met verschillen tussen de behandelingen.

Rond 14 juni zijn 's morgens zweters waargenomen, planten met openkomende bladeren en nog gesloten neuzen die glazige plekken hadden (foto 2). Blijkbaar konden de planten moeilijk hun vocht afvoeren. Vanaf 17 juni begonnen bladeren open te komen. Vanaf dat moment is begonnen met watergeven met voeding.

Vanaf 25 juni waren meerdere bladeren per plant open en is er begonnen met verschillen in watergift. Op de oudste bladeren waren vaak ingezonken spikkels en gekartelde/gebobbelde randjes zichtbaar. Dit waren de gevolgen van de glazigheid kort na opkomst. Op 22 juli kwamen de eerste bloemen in bloei en zat het gewas vol met knoppen.

Figuur 1. Percentage opkomst per behandeling

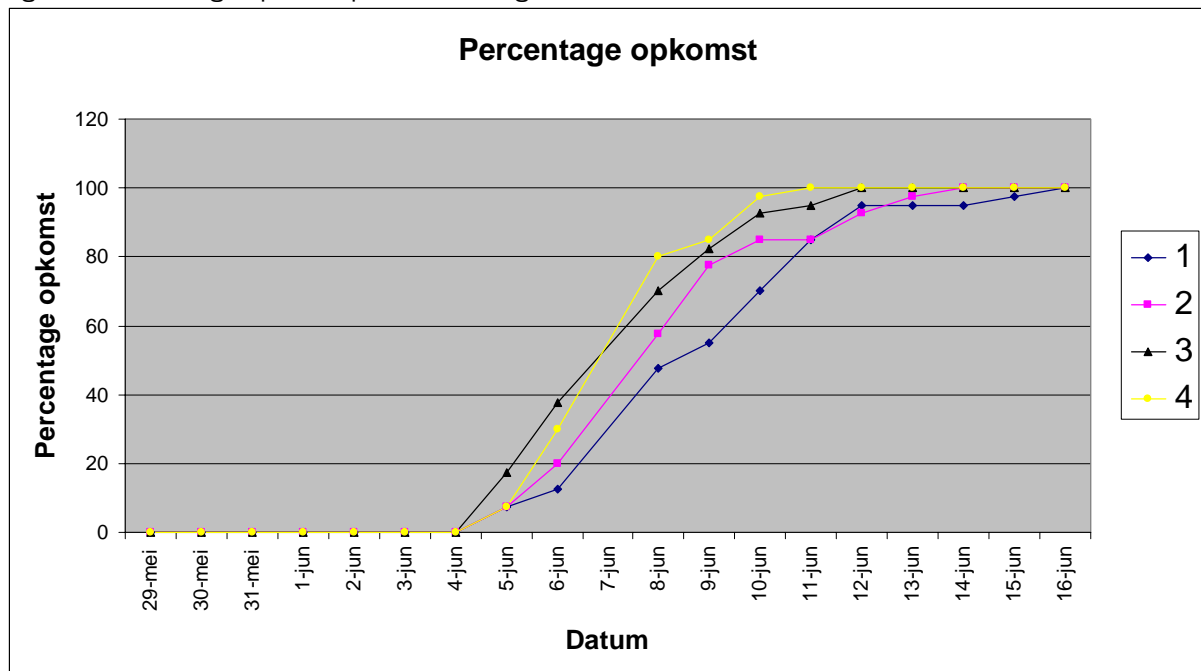




Foto 2. Gevolgen van zwetters in blad van 'Crystal Blush', van links naar rechts in oplopende gradatie van schade



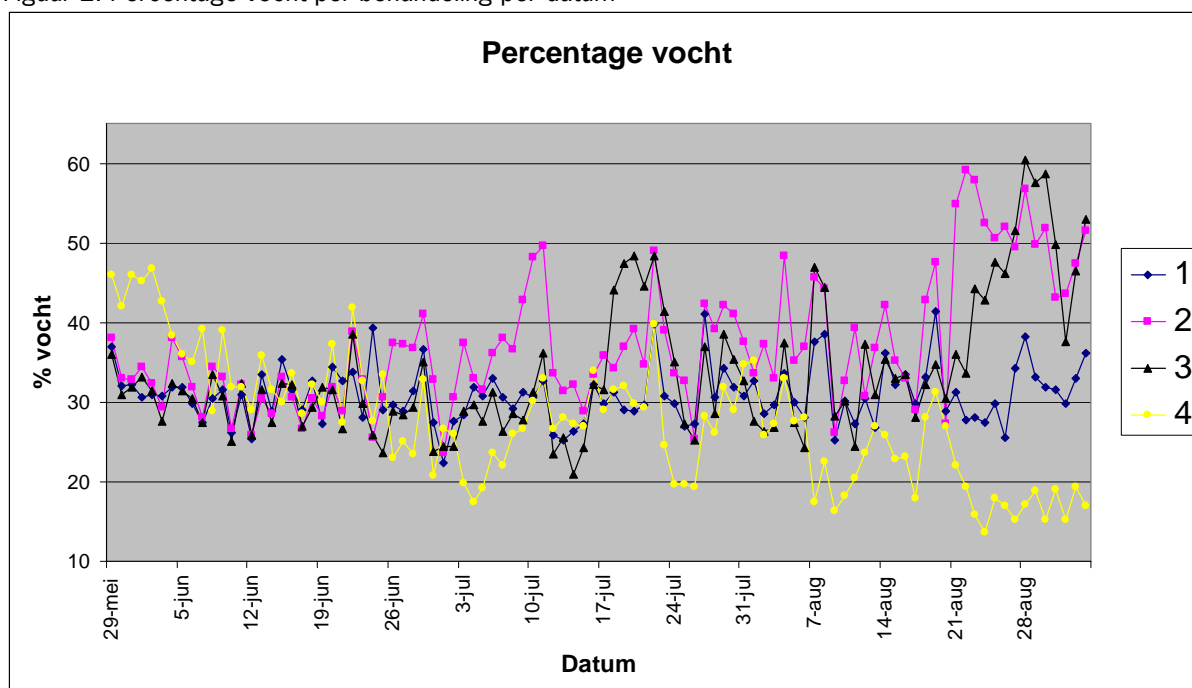
Foto 3. Guttatiedruppels aan bloem en blad, vooral 's morgens in behandelingen met vochtige potgrond

#### *Percentage vocht*

Het was lastig om het percentage vocht op het gewenste niveau te krijgen of te houden ondanks het dagelijks meten van het percentage vocht en rekening houdend met het weer, de weersvoorspelling en de (verwachte) instraling. De variatie tussen de potten binnen een behandeling viel erg mee.

In figuur 2 is het percentage vocht tijdens de proef weergegeven. Het percentage vocht van behandeling 1, de controle (symbool ruit) schommelde rond de 30%, het gewenste niveau. Behandeling 2 (symbool vierkant) was de vochtige/natte teelt. Het is duidelijk te zien dat het percentage vocht van deze behandeling vanaf 25 juni hoger lag dan die van behandeling 1. Echter het percentage vocht zakte regelmatig terug naar 30% terwijl 40% gewenst was. Vanaf 20 augustus was bij behandeling 2 het percentage vocht veel hoger dan de gewenste 40%. Dit werd veroorzaakt doordat een aantal potten rotte wortels hadden (bleek achteraf) die ondanks dat ze geen water meer kregen toch nat bleven. Bij behandeling 3 (symbool driehoek), de tijdelijk vochtige pot vanaf 17 juli, 3 augustus en 20 augustus, is te zien dat de vochtigheid in de gewenste periodes inderdaad naar het gewenste niveau boven de 40% liep. Bij behandeling 4 (symbool cirkel) zijn ook duidelijk de periodes waarin de potten droog zijn gehouden tot een niveau onder de 20% goed te herkennen.

Figuur 2. Percentage vocht per behandeling per datum



Het gemiddelde percentage vocht per behandeling liet een duidelijk verschil zien tussen de behandelingen (tabel 3). Hieruit blijkt dat de streefwaardes redelijk goed zijn gehaald.

Tabel 3. Percentage vocht gemiddeld per behandeling

Behandeling	% vocht
Behandeling 1, normaal	31.0
Behandeling 2, vochtig	37.3
Behandeling 3, soms vochtig	33.7
Behandeling 4, soms droog	27.6
LSD	1.93

Bij het beoordelen van de wortels (elke 2 weken vanaf planten) is ook het vochtpercentage op 2 cm van de bodem van de pot gemeten (figuur3). In figuur 3 is te zien dat in bijna alle gevallen het percentage vocht onderin de pot (stippellijn) lager was dan het vochtpercentage in het bovenste gedeelte van de pot (getrokken lijn). Een voorbeeld is ook te zien op foto 4.

Figuur 3. Percentage vocht gemeten van bovenaf (b) in de pot of in de onderste (o) 2 cm gemiddeld per behandeling

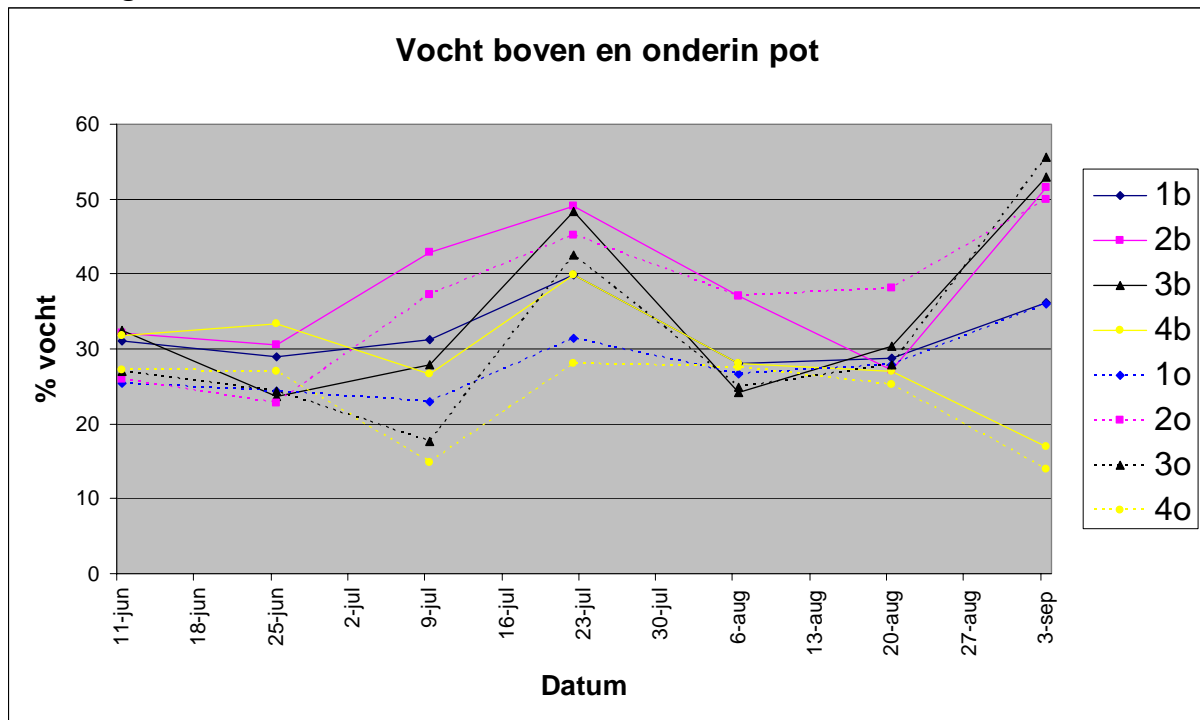
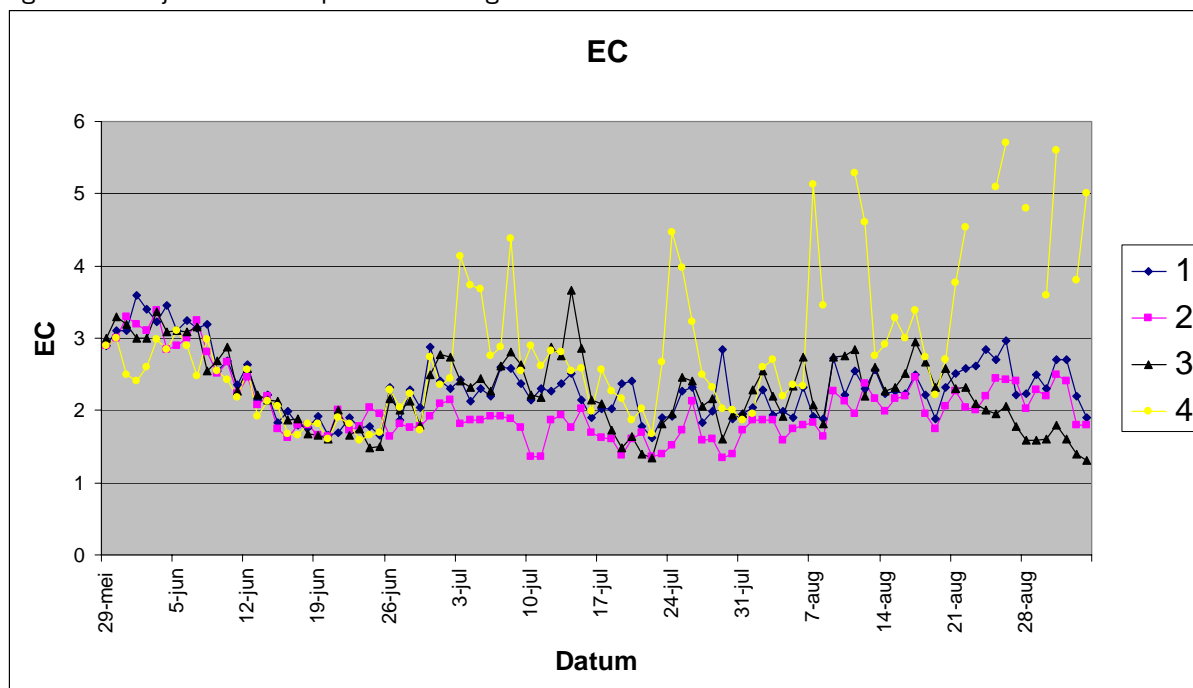


Foto 4. Pot was onderin vaak droger dan bovenin



Figuur 4. EC tijdens de teelt per behandeling



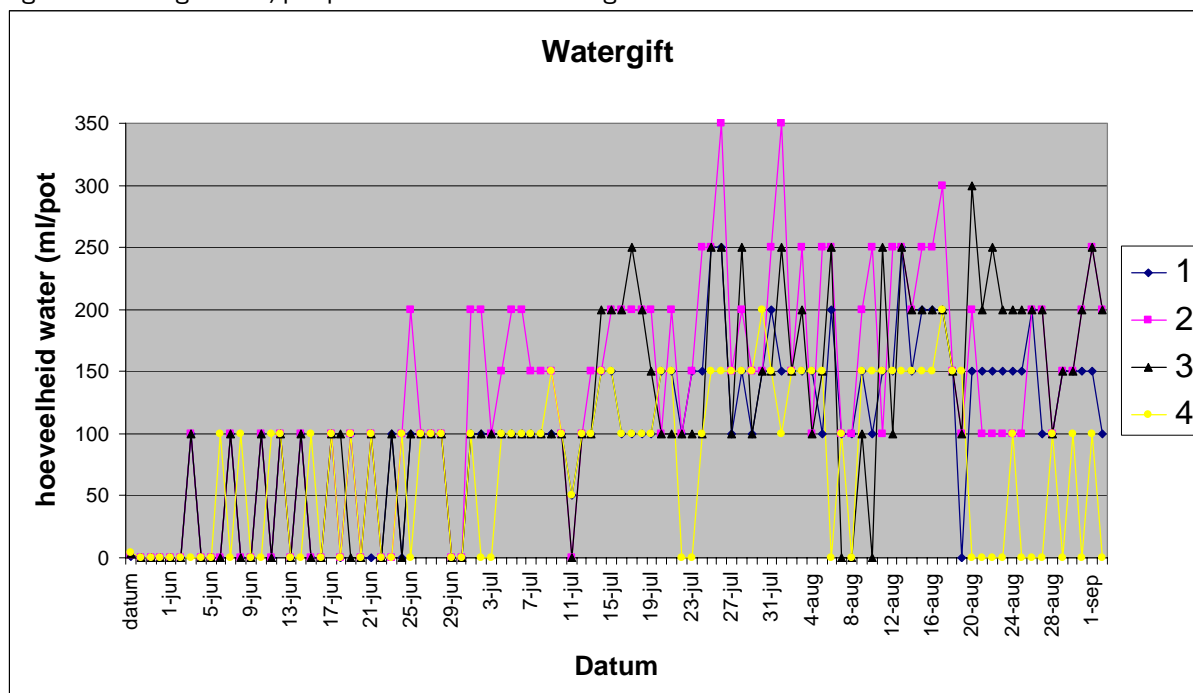
#### De EC

De verschillen in EC gedurende de teelt zijn weergegeven in figuur 4. Daarin is te zien dat de verschillen tijdens de teelt niet groot waren. Duidelijke uitschieter is behandeling 4, tijdelijk droog houden. Op het moment dat behandeling 4 werd droog gehouden steeg de EC. Als de pot erg droog was (waarden onder 20% vocht) gaf de meter afwijkend hoge waarden aan die weggelaten zijn uit het figuur. De potgrond startte met een EC van 3. Tijdens de teelt bleef de EC veelal rond de 1,5 en 2,5 schommelen. Dit is te verwachten vanwege de watergift met een EC van 1,9. De EC van de natte behandeling 2 was over het algemeen lager dan van de drogere behandeling 1 zoals verwacht mocht worden. De gemiddelde EC van behandeling 1 t/m 3 varieerde van respectievelijk 2,3 en 2,0 tot 2,3. Er was geen betrouwbaar verschil tussen deze behandelingen. Behandeling 4 (droog) had een EC van 3,3 en was betrouwbaar hoger dan de andere behandelingen.

#### Watergift

In figuur 5 is de watergift over de hele periode weergegeven. In dit figuur zijn de verschillen tussen de behandelingen niet goed te zien maar wel het feit dat de watergift flink gevarieerd moest worden om op het gewenste vochniveau te komen of te blijven. Op sommige dagen moest de watergift meer dan verdubbeld worden ten opzichte van de vorige dag om op het gewenste niveau te blijven.

Figuur 5. Watergift in ml/pot per datum en behandeling



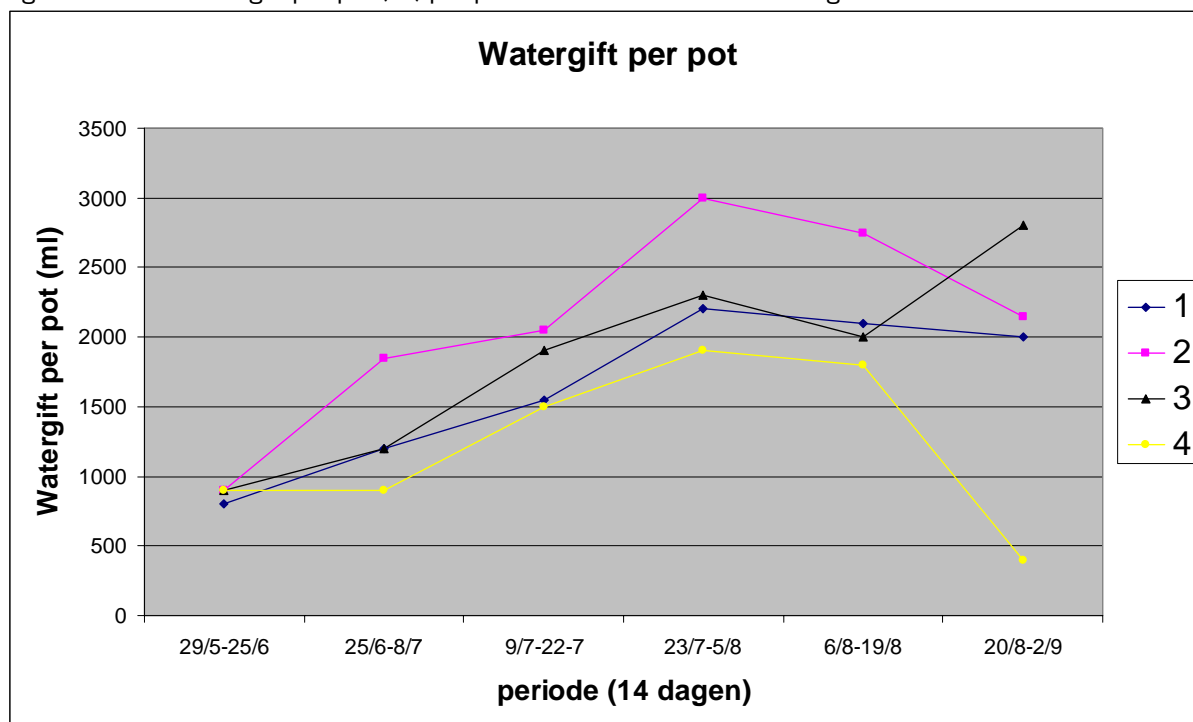
In tabel 4 is de totale watergift per behandeling weergegeven. Het verschil tussen de grootste en de kleinste watergift was minder dan een factor 2. Daarbij moet wel worden bedacht dat de watergift gedurende de eerste vier weken bijna gelijk was omdat na vier weken de verschillende behandelingen pas zijn gestart. In figuur 6 is daarom de watergift per periode weergegeven. Daarin is duidelijk het verschil tussen de nattere en drogere behandelingen te zien. Opvallend is wel dat de behandeling die af en toe nat werd gehouden (behandeling 3) bijna nooit meer water heeft gehad dan de behandeling die constant vrij vochtig is geteeld (behandeling 2). Verder is duidelijk te zien dat de droge behandeling aan het einde van de proef echt droog is gehouden om een reactie van de wortel op te roepen.

Tabel 4. Watergift in ml per pot per behandeling

Behandeling	Watergift
Behandeling 1, normaal	9850
Behandeling 2, vochtig	12700
Behandeling 3, soms vochtig	11100
Behandeling 4, soms droog	7400



Figuur 6. Totale watergift per pot (ml) per periode voor de vier behandelingen



#### Beoordeling wortels en planten

Vanaf planten zijn elke twee weken de wortels van vijf planten per behandeling beoordeeld.

Na twee weken (11 juni) waren alle wortels gezond.

Na 4 weken (25 juni) bij het begin van de ontwikkeling van de zijwortels waren ook alle wortels gaaf en gezond.

Na 6 weken (9 juli) waren alle wortels van behandeling 1, 3 en 4 gezond. Bij behandeling 2, die sinds twee weken vochtiger is gehouden hadden twee van de vijf potten enkele glazige haarwortels. Bij behandeling 4 zagen enkele zijwortels bovenin de pot er verdroogd uit.

Na 8 weken (22 juli) hadden de zijwortels bij alle behandelingen een grauwe kleur, maar ze waren niet glazig. Bij vier van de vijf potten (80%) van behandeling 2 én 3 waren enkele glazige hoofdwortels aanwezig. Soms waren de glazige wortels al helemaal leeg. De knollen van deze behandelingen waren gaaf en gezond.

Na 10 weken (6 augustus) zagen de zijwortels er grauw uit net als twee weken hiervoor. Ze waren echter niet glazig en rotten niet weg. Alleen in behandeling 2 zijn duidelijk glazige en lege hoofdwortels waargenomen. Het rotten is sinds twee weken niet verder gegaan. Vreemd genoeg zijn bij behandeling 3 geen glazige wortels gevonden in tegenstelling tot 2 weken hiervoor.

Na 12 weken (20 augustus) waren nog steeds alle zijwortels grauw van kleur. Behandeling 2 had veel glazige hoofdwortels, soms had een sector van de pot glazige wortels. In behandeling 3 zijn ook volop glazige wortels gevonden maar minder dan in behandeling 2. Ook in behandeling 1 zijn enkele glazige hoofdwortels waargenomen. In de droge behandeling 4 waren geen glazige wortels zichtbaar.

Na 14 weken (3 september) zijn de laatste potten beoordeeld. Op die datum is een cijfer op basis van een wortelrotindex gegeven en is het percentage rotte wortels geschat (tabel 5).

Behandeling 2 had een duidelijk hoger percentage rotte wortels dan de andere behandelingen (foto 5, 6, 7). Hoewel het percentage rotte wortels bij behandeling 3 hoger leek dan bij behandeling 1 en 4 was het verschil niet betrouwbaar. Bij de wortelrotindex is hetzelfde te zien. Behandeling 2 had meer wortelrot dan de andere behandelingen maar behandeling 3 niet meer dan behandeling 1 en 4.

Overigens was bovengronds nog geen reactie van de plant te zien op het feit dat een gedeelte van het wortelgestel was verrot. De planten hingen nog niet slap door een tekort aan goede wortels of de planten of knollen rotten nog niet weg. Ook bij behandeling 2 waren de knollen nog gaaf.

Tabel 5. Percentage rotte wortels en wortelrotindex (1 = 0-10% rot, 2 = 10-20%, 10 = 90-100%)

behandeling	% rotte wortels	Wortelrotindex
Behandeling 1, normaal	4.1	1.1
Behandeling 2, vochtig	44.5	4.7
Behandeling 3, soms vochtig	16.0	2.1
Behandeling 4, soms droog	6.6	1.3
LSD	18.79	1.79



Foto 5. Potten van behandeling 1 op 3 september. Nauwelijks wortelrot zichtbaar.



Foto 6. Potten van behandeling 2 op 3 september. Drie van de vijf potten had veel rotte wortels.



Foto 7. Links behandeling 3 met enkele glazige wortels, rechts behandeling 4, droge teelt zonder rot.

Elke twee weken is bij het beoordelen ook de wortellengte gemeten. Bij de eerste meting was die gemiddeld 17 cm. Op alle andere data waren de wortels iets korter. Dit komt enerzijds doordat bij het scheiden van grond en wortels er wel eens stukjes wortels afbraken, anderzijds gingen de wortels na twee weken volop zijwortels maken en groeiden ze niet meer in de lengte.

Er was slechts op een moment een betrouwbaar verschil in wortellengte tussen de behandelingen, nl. aan het einde van de proef op 3 september. Op dat moment had behandeling 2 (vochtige behandeling) kortere wortels dan de andere behandelingen. Dit werd veroorzaakt doordat er veel wortelrot was in deze behandeling waardoor de wortels van de plant afvielen.

Een betrouwbaar verschil in bladlengte is alleen gevonden op 9 juli (6 weken na aanvang). Op dat moment hadden de planten van behandeling 2 iets langer blad dan die van behandeling 1 en 4, respectievelijk 64 cm en 58-59 cm. Het lengteverschil is mogelijk veroorzaakt doordat behandeling 2 de twee weken daarvoor meer water heeft gehad dan behandeling 1 en 4. Op alle andere beoordelingsdata waren er geen verschillen in bladlengte.

Gemiddeld over de hele proef zijn 18,4 bloemen per pot geteld. Tussen de behandelingen varieerde dit van 17,4 tot 19,2. Deze verschillen waren niet betrouwbaar.

### *Kasklimaat*

In tabel 6 is de gemiddelde kasttemperatuur en RV aangegeven evenals de uitersten per periode van 2 weken. De gemiddelde temperatuur lag iets boven de 20 °C wat niet slecht is voor een zomerperiode. De RV varieerde sterk met de temperatuur. Als het overdag erg warm was (30 °C) zakte de RV soms weg tot onder de 30%.

Tabel 6. Gemiddelde, minimum en maximum temperatuur en RV per 2 weken

periode	Gemid temp	Min temp	Max temp	Gemid RV	Min RV	Max RV
25/5 – 7/6	20.7	15.8	33.4	67	28	87
7/6 – 20/6	20.8	15.6	35.7	55	19	82
21/6 – 4/7	21.8	15.7	35.3	58	24	89
5/7 – 18/7	20.0	15.7	30.2	69	35	90
19/7 – 1/8	22.0	15.7	33.4	75	48	92
19/8 – 1/9	19.9	15.0	33.8	72	37	90

## 3.2 2<sup>e</sup> proef

### *Groei gewas*

Op 5 april (6 dagen na planten) was er bij 50% van de planten opkomst zichtbaar. Op 15 april waren alle planten opgekomen. In de vochtige behandeling 5 kwamen in het begin van de teelt enkele zweters voor. Dit leidde tot misvorming van het eerste en soms tweede blad. Ook in de droge behandelingen kwam een enkele zweter voor. Vanaf 10 mei, circa 6 weken na planten, kwamen de eerste planten in bloei. Bij de laatste beoordeling op 22 juli was het gewas uitgebloeid.



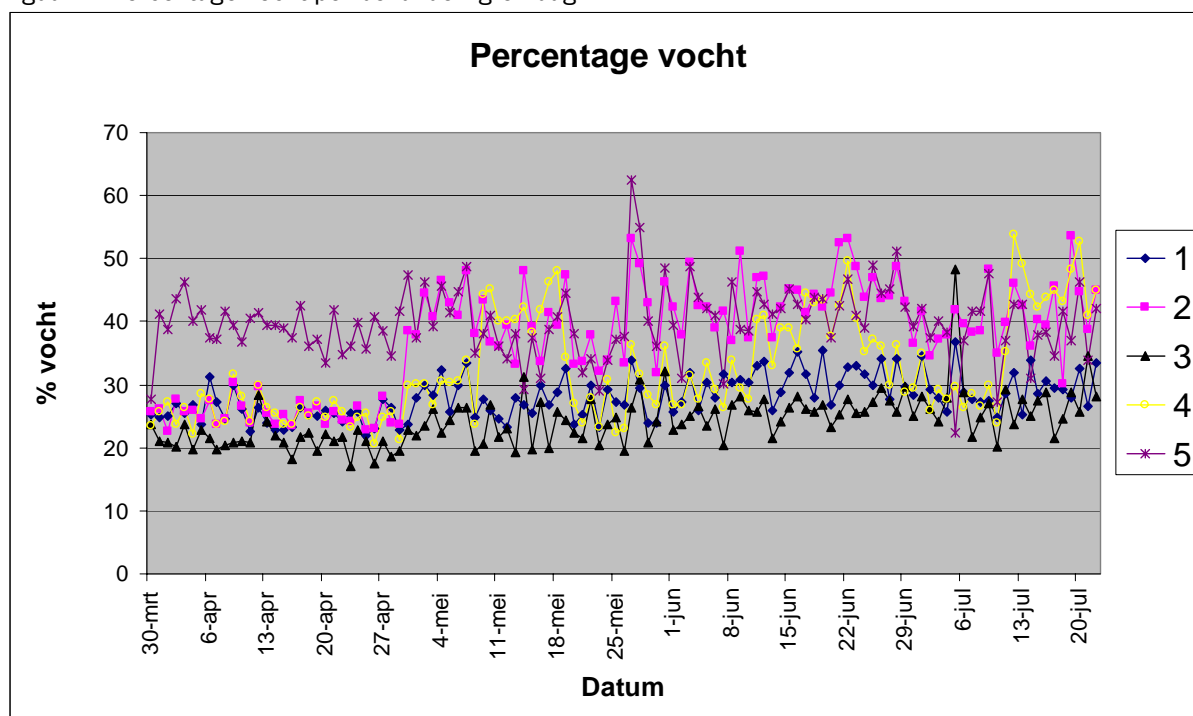
Foto 8. Stand van het gewas in de kas acht weken na planten



### Percentage vocht

Het handhaven van het gewenste percentage vocht verliep beter dan in de eerste proef in 2008. Enerzijds komt dit mogelijk door de ervaring van het eerste jaar en het nog beter anticiperen op de omstandigheden met betrekking tot het water geven. Anderzijds is de proef eerder in het seizoen uitgevoerd dan in 2008 waardoor er in het begin van de teelt minder extreme zomerse kasomstandigheden zijn geweest. In figuur 7 is het vochtpercentage in de proef per behandeling weergegeven. In het figuur is duidelijk te zien dat de aangehouden verschillen in percentage vocht ook goed zijn gerealiseerd. Wel moet worden bedacht dat de dagelijkse meting vooraf ging aan het water geven zodat de meting altijd het droogste moment van de dag weergeeft. Behandeling 5 (symbool ster) was vanaf het begin vochtig en behandeling 3 ( symbool driehoek) is gedurende de gehele proef het droogste geweest. In het figuur is te zien wanneer een vochniveau is veranderd zoals aangegeven in tabel 2.

Figuur 7. Percentage vocht per behandeling en dag



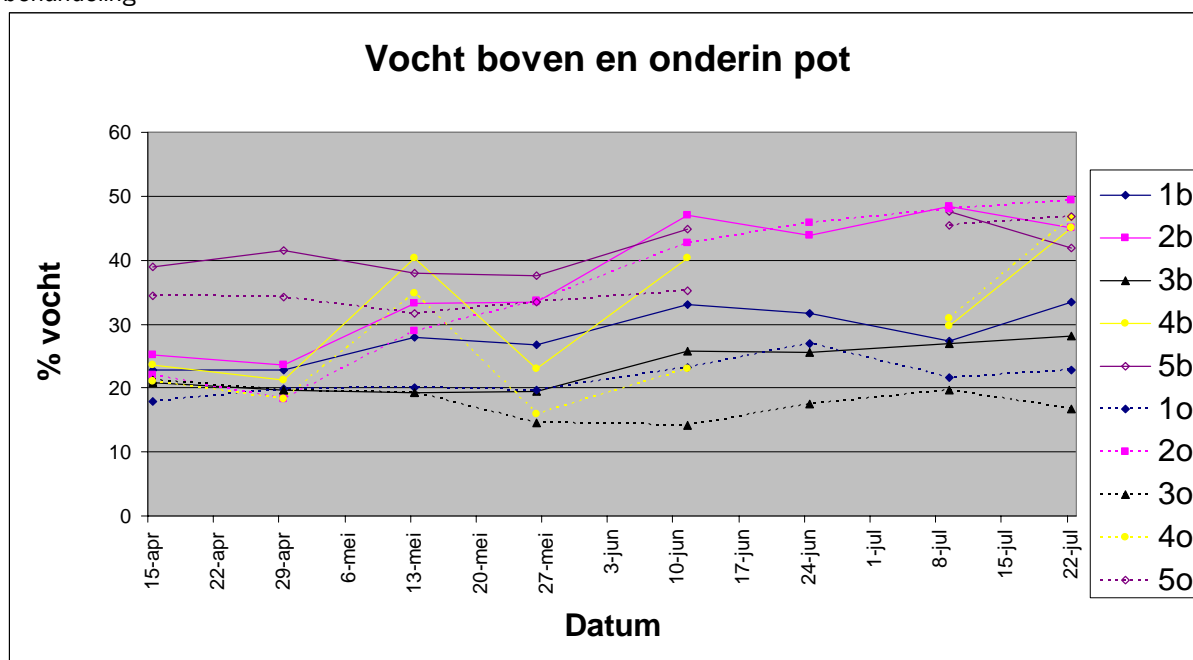
In tabel 7 is het gemiddelde percentage vocht over de proef weergegeven. Daarin is te zien dat de gewenste percentages vocht goed zijn gerealiseerd.

Tabel 7. Percentage vocht gemiddeld per behandeling

behandeling	streefwaarde	Percentage vocht
1 normaal	25% later 30%	28.1
2 normaal, later vochtig	25% later 45%	37.3
3 droog	20-25%	24.3
4 normaal, soms vochtig	25% later 30%, paar maal 45%	32.5
5 vochtig	40-45%	39.9
LSD		1.29

Elke twee weken bij het bemonsteren van de potten is ook de vochtigheid onderin de pot gemeten. Het vergelijk tussen de vochtigheid in de bovenste helft van de pot en de onderste 2 cm van de pot is weergegeven in figuur 8. In figuur 8 is te zien dat de vochtigheid onderin de pot bijna altijd lager was dan in de bovenste helft van de pot. Het verschil lijkt vooral groter bij de behandelingen 1 (symbool dichte ruit) en 3 (symbool driehoek) die het droogste zijn geteeld.

Figuur 8. Percentage vocht gemeten van bovenaf (b) in de pot of in de onderste (o) 2 cm gemiddeld per behandeling



### EC

In figuur 9 zijn de verschillen in de EC tijdens de teelt bij de verschillende behandelingen weergegeven. In het figuur is te zien dat de meest vochtige behandeling (behandeling 5) vooral in het begin de laagste EC had omdat de eerste 14 dagen met water zonder voeding is watergegeven en deze behandeling op dat moment veruit het meeste water heeft gehad. Verder is te zien dat de droge behandeling (3, symbool driehoek) veruit de hoogste EC had. De EC gaat enige tijd nadat is gestart met het geven van voeding met een EC van 2.0 oplopen. Dat de EC in de potgrond vrij hoog oploopt wordt o.a. veroorzaakt doordat de EC steeds is gemeten vlak voordat de planten water kregen, het moment waarop de EC de hoogste waarde van de dag had bereikt.

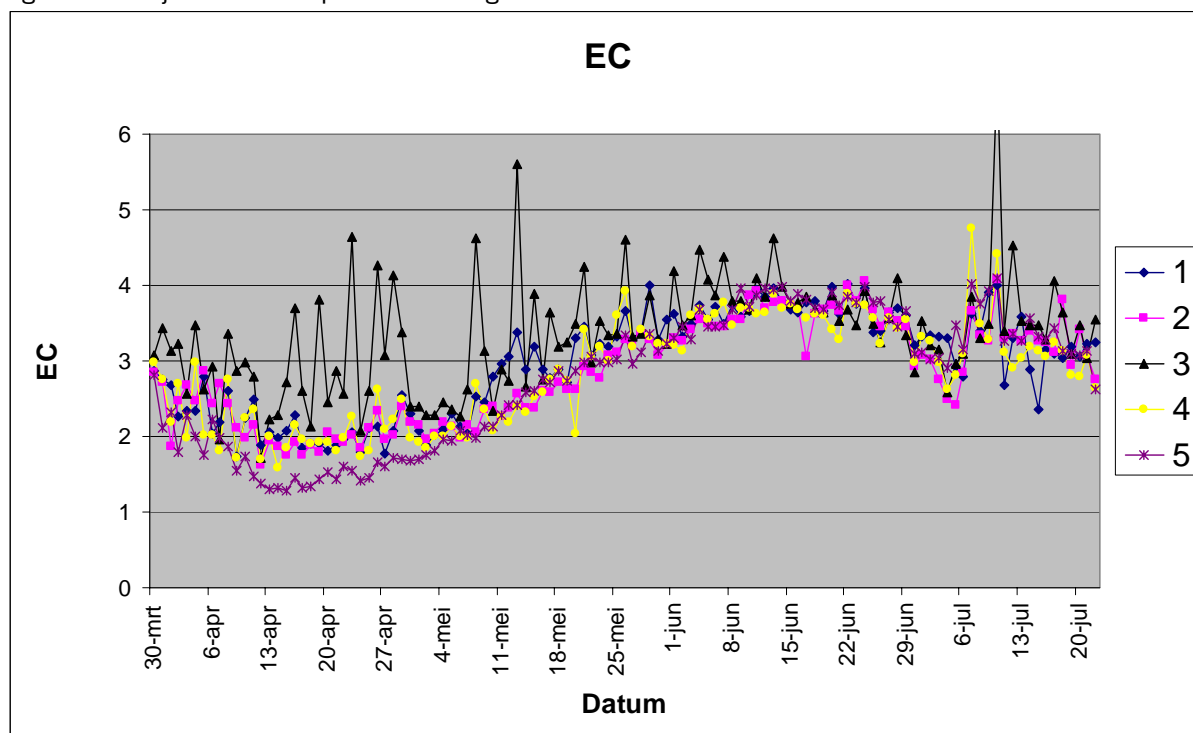
In tabel 8 is de gemiddelde EC over de hele proef weergegeven. In de tabel is te zien dat de hoogste EC is bereikt bij de droge behandeling 3. De EC van behandeling 1 was lager. De EC van behandeling 2, 4 en 5 was lager dan van behandeling 1. Er was geen verschil tussen behandeling 2, 4 en 5.

Ten aanzien van de EC moet nog de opmerking worden gemaakt dat de EC van de WET sensor bij droge potgrond duidelijk gaat afwijken.

Tabel 8. EC gemiddeld per behandeling

behandeling	EC
1 normaal	2.96
2 normaal, later vochtig	2.85
3 droog	3.36
4 normaal, soms vochtig	2.85
5 vochtig	2.76
LSD	0.092

Figuur 9. EC tijdens de teelt per behandeling



#### Watergift

In figuur 10 is de watergift over de hele periode weergegeven. In het figuur is te zien dat de watergift flink gevarieerd moest worden om op het gewenste vochniveau te komen of te blijven. Op sommige dagen moest de watergift meer dan verdubbeld worden ten opzichte van de vorige dag om op hetzelfde niveau te blijven.

In tabel 9 is de totale watergift per behandeling weergegeven. Het verschil tussen de grootste en de kleinste watergift was meer dan een factor 2. De verschillen waren groter dan in de 1<sup>e</sup> proef. In figuur 11 is de watergift per periode weergegeven. Daarin is duidelijk het verschil tussen de droge, normale en de (tijdelijk) vochtige behandelingen te zien.

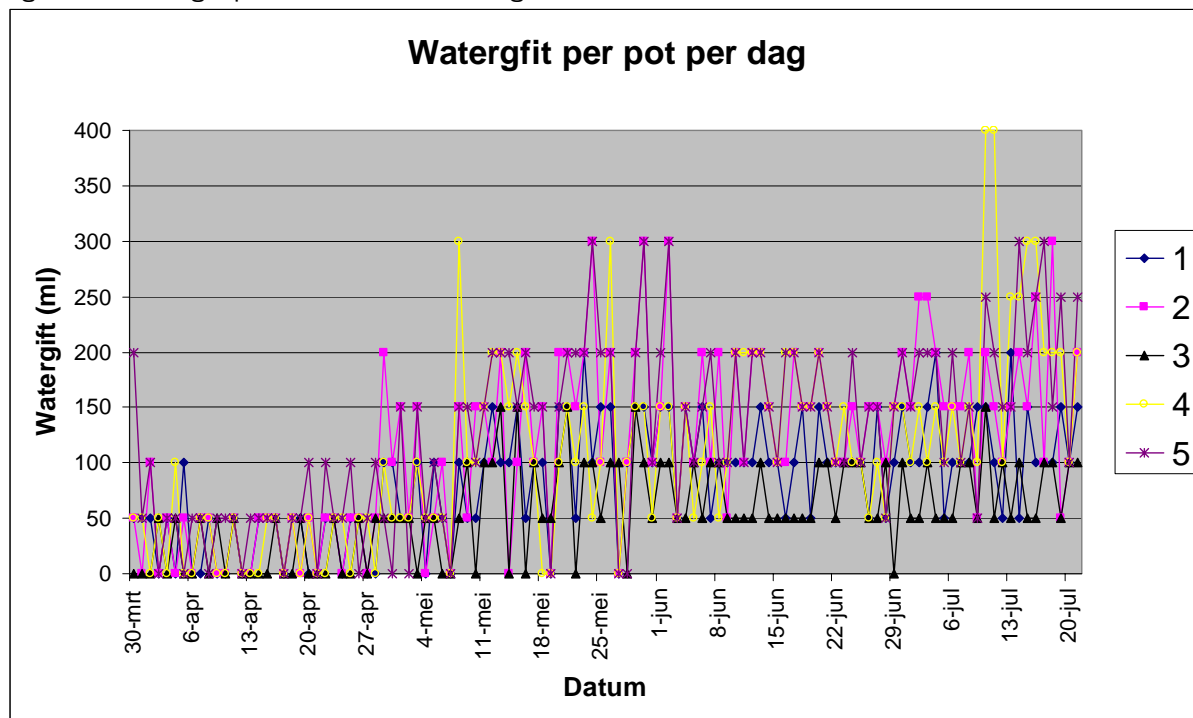
Bij behandeling 4 zijn duidelijk de periodes te herkennen waarin deze behandeling meer water heeft gehad dan behandeling 1.

Vanaf begin mei, circa 6 weken na planten, was te zien dat na het water geven de potten van behandeling 2 en 5 (de vochtige behandelingen) licht uitdraineerden. Ook bij behandeling 4 was uitdraineren waar te nemen op het moment dat deze behandeling meer water kreeg om een hoger vochtpercentage te bereiken.

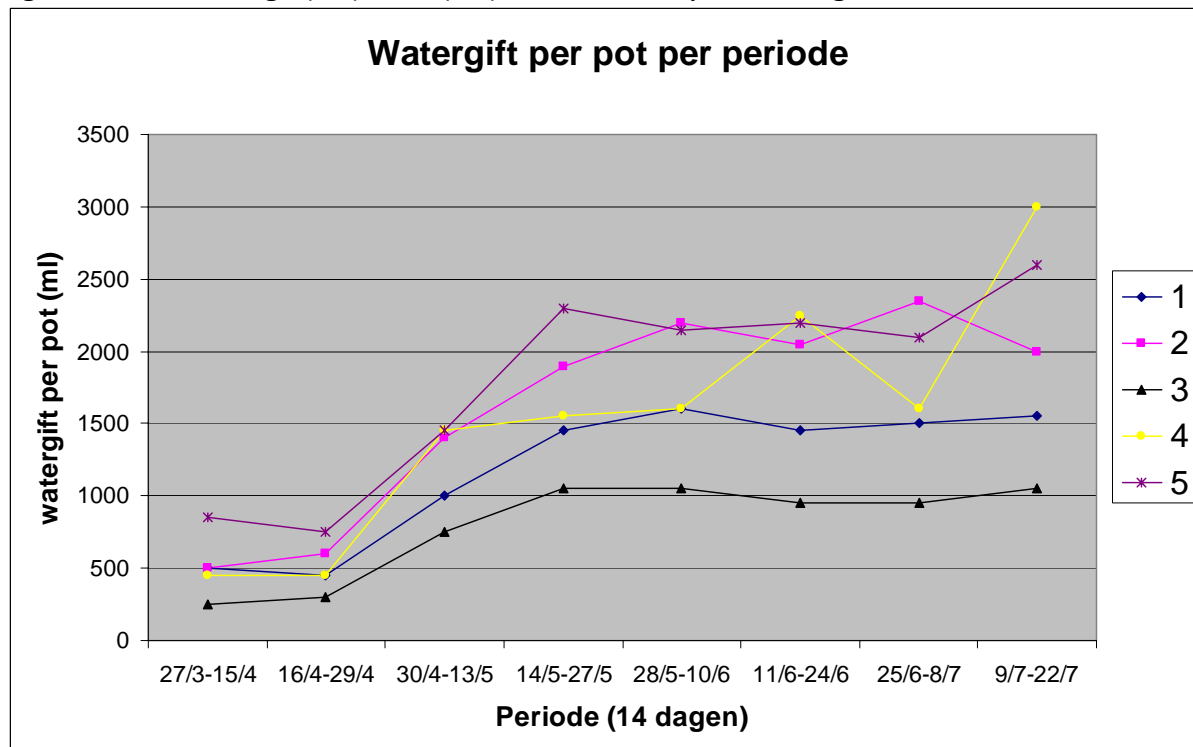
Tabel 9. Watergift in ml per pot per behandeling

behandeling	Watergift
1 normaal	9.500
2 normaal, later vochtig	13.000
3 droog	6.350
4 normaal, soms vochtig	12.350
5 vochtig	14.400

Figuur 10. Watergift per datum en behandeling



Figuur 11. Totale watergift per pot (ml) per periode voor de vijf behandelingen



### Beoordeling wortels en planten

Vanaf planten zijn elke twee weken de wortels van vijf planten per behandeling beoordeeld.

Na twee weken (15 april) waren bijna alle wortels gezond. Alleen bij behandeling 5, de vochtige behandeling, waren enkele glazige wortels zichtbaar. Er was geen betrouwbaar verschil in wortelrotindex tussen de verschillende behandelingen (tabel 10).

Na 4 weken (29 april) had behandeling 5 meer glazige en rotte wortels dan de andere behandelingen. De andere behandelingen hadden op een enkele wortel na alleen maar gave wortels.

Na 6 weken (13 mei) hadden vooral de drie vochtige behandelingen (2, 4 en 5) glazige en rotte wortels, betrouwbaar meer dan de normale en droge behandeling. De vochtige behandelingen hadden grijzige, glazige haarwortels.

Na 8 weken (26 mei) zijn in de twee vochtige behandelingen (2 en 5) duidelijk meer glazige en rotte/lege wortels aangetroffen dan in de andere behandelingen. Opvallend is dat de wortels van behandeling 4 bijna allemaal gaaf en gezond zijn terwijl in de potten die 2 weken daarvoor zijn beoordeeld volop rotte wortels aanwezig waren.

Na 10 weken (10 juni) hadden behandeling 2 en 5 (de vochtige behandelingen) een hogere wortelrotindex dan de andere behandelingen. Ook nu is weer enige rot aangetroffen in behandeling 4 zoals op 13 mei.

Na 12 weken (9 juli) had alleen behandeling 2 een hogere wortelrotindex dan behandeling 1 en 3.

Behandeling 5 had net niet betrouwbaar meer rotte wortels.

Na 14 weken (22 juli) bij de beoordeling van de laatste potten hadden behandeling 2, 4 en 5 een hogere wortelrotindex dan behandeling 1 (normaal) en 3 (droog).

Vanaf het moment dat een behandeling vochtige potgrond kreeg nam de mate van wortelrot betrouwbaar toe. Echter, de wortelrot leidde in deze proef nooit tot compleet verrotte wortelgestellen.

Tabel 10. Wortelrotindex per datum. 0 = 0-10% rotte wortels, 10 = 90-100% rotte wortels.

behandeling	15/4	29/4	13/5	26/5	10/6	9/7	22/7
1 normaal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.06
2 normaal, later vochtig	0.0	0.0	1.0	1.2	2.0	1.6	1.2
3 droog	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 normaal, soms vochtig	0.0	0.0	1.0	0.0	0.4	0.8	1.4
5 vochtig	0.4	1.0	1.6	2.2	1.4	1.2	1.4
LSD	Ns	0.04	0.85	0.39	0.81	1.21	1.03

Ns = niet significant

Op alle data zijn ook de wortellengtes gemeten. Na 14 dagen waren de wortels 14-15 cm lang. Bij de latere metingen waren de wortels één of meer cm korter doordat wortels afbraken bij het beoordelen. De behandelingen waren niet duidelijk van invloed op de wortellengte.

Wel leken de vochtigere behandelingen (2 en 5) meer haarwortels te hebben. Ook de droge behandeling 3 had veel haarwortels, alleen bovenin de pot. Dit is blijkbaar een reactie van de plant om het spaarzame water direct goed op te kunnen nemen.

Er zijn op enkele momenten betrouwbare verschillen gevonden in de bladlengte tussen de handelingen.

Op 15 april (bladlengte 8,8 cm) waren er geen verschillen. Ook op 29 april (24,1 cm) waren er geen betrouwbare verschillen. Op 13 mei had behandeling 3 (droog) korter blad (31,8 cm) dan de andere behandelingen (37.1 cm). Op 26 mei hadden de vochtigere behandelingen 4 en 5 langer blad (47 cm) dan behandeling 1, 2 en 3 (42 cm).

Op 10 juni was er geen betrouwbaar verschil en op 24 juni gaf de droge behandeling (42,2 cm) het kortste blad. Op 9 juli was er weer geen verschil en op 22 juli gaf behandeling 5 langer blad (48.8 cm) dan de andere behandelingen (44.5 cm).

Over het geheel gezien gaven de vochtigere behandelingen wat langer blad en de wat drogere behandelingen wat korter blad.



### *Aantal bloemen*

Bij de tweewekelijkse beoordeling van de potten is ook het aantal bloemen geteld. Aan het einde van de proef (22 juli) waren er geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen ten aanzien van het aantal bloemen. Gemiddeld had een pot (knol) 20.6 bloemen.

Na de laatste beoordeling is van elke behandeling een plant nader onderzocht op aanwezige bloemen en (verdroogde) bloemknoppen.

Tabel 11. Aantal scheuten, goede bloemen en aanwezige bloemknoppen met opmerkingen bij één pot per behandeling aan het einde van het onderzoek

Behandeling	Aantal scheuten	Aantal goede bloemen	Aantal knoppen + opmerkingen
1 normaal	9	25	2 (1 en 5 cm) komen er niet meer uit.
2 normaal, later vochtig	6	20	1 (6 cm) komt er niet meer uit.
3 droog	9	23	5 (2 goede knoppen van 0,5 en 1 cm en 3 verdrogende knoppen van 2 tot 8 cm).
4 normaal, soms vochtig	8	19	5 (2 goede knoppen van 0,3 en 1 cm en 3 verdrogende knoppen van 8 tot 10 cm).
5 vochtig	6	19	2 (een goede knop van 10 cm en een verdroogde knop van 1,5 cm).

Door het stadiumonderzoek aan het einde van de bloei ontstaat een beeld waarbij elke plant nog meerdere knoppen had die niet tot bloei zijn gekomen. Enkele knoppen zijn al duidelijk verdroogd maar andere zien er nog goed uit maar gaan verdrogen omdat de planten aan het einde van de bloei zijn. Er lijkt geen verschil te zijn tussen de behandelingen.

### *Ziekteverwekkers op wortels*

Glazige en lege wortels van de normale en vochtige behandeling (1 en 5) zijn eind mei onderzocht op de aanwezigheid van schimmels. Daarvoor zijn glazige en lege wortels gebruikt evenals wortels met bruine verdroogde topjes. De schimmel die het meeste uitgroeide was *Trichoderma*. Vaak groeide er ook niets uit de glazige wortels. Een enkele keer groeide een *Fusarium* (vermoedelijk *F. culmorum*) of *Cylindrocarpon* uit de wortels. *Trichoderma* en *Fusarium culmorum* wordt vaker gevonden indien kluwen van wortels samen groeien langs plastic bakken en potten zonder dat er potgrond/medium tussen de wortels zit. Onder deze voor wortels onnatuurlijke omstandigheden kunnen deze schimmels goed groeien. Van geen van deze schimmels is bekend of ze pathogeen kunnen zijn voor *Zantedeschia*. Een eerder uitgevoerd onderzoek met besmetting met *Fusarium* geïsoleerd uit *Zantedeschia* leidde niet tot een aantasting. Gezien het feit dat er vaak ook niets uit de wortels groeide lijkt het aannemelijk dat de schimmels secundair zijn gaan groeien op afgestorven of afstervende wortels.

### *Kasklimaat*

In tabel 12 zijn de gemiddelde kasttemperatuur en RV aangegeven evenals de uiterste per periode van circa 2 weken.

De gemiddelde temperatuur lag iets boven de 20 °C wat gunstig is voor een zomerperiode.

De RV varieerde sterk met de temperatuur. Als het overdag erg warm was (30 °C) zakte de RV weg tot onder de 30%. Alleen 's nachts kon de RV tot 80% oplopen. Over het algemeen is de RV laag te noemen.

Tabel 12. Gemiddelde, minimum en maximum temperatuur en RV per 2 weken

periode	Gemid temp	Min temp	Max temp	Gemid RV	Min RV	Max RV
11/4 – 24/4	19.8	14.1	32.0	52	20	78
25/4 – 1/5	19.7	15.6	31.3	52	17	76
2/5 – 15/5	20.0	15.6	31.7	52	16	81
16/5 – 29/5	20.3	15.6	31.8	57	14	86
3/6 – 16/6	20.6	15.7	33.4	53	24	80
17/6 – 30/6	22.9	15.7	35.7	56	23	83
2/7 – 15/7	23.7	16.3	40.9	56	25	82
16/7 – 22/7	23.1	17.5	35.9	57	24	85



## 4 Discussie

Het is goed gelukt om met behulp van het dagelijks meten met een WET-sensor een vooraf vastgesteld vochtpercentage in de potgrond te realiseren tijdens de teelt van *Zantedeschia* op potgrond.

Glazige, opgeblazen en rotte wortels zijn vooral aangetroffen bij de vochtig geteelde planten. Zodra een vochtpercentage van 40 tot 45% (volumepercenten) werd aangehouden ontstonden al snel glazige wortels. Bij deze vochtgehalten draineerde de overtollige hoeveelheid water uit na een watergift. Bij een droge teelt (20-25% vocht) of een normale teelt (30% vocht) zijn slechts enkele glazige en rotte wortels aangetroffen. Bij deze vochtgehalten vond er geen drainage van water plaats na een watergift. Opmerkelijk is dat in beide proefjaren een vochtige grond bijna nooit leidde tot extreem hoge percentages rotte wortels en ook niet leidde tot uitval van planten. In een Belgisch onderzoek leidde een vochtgehalte van 40% tot 10% uitval bij *Crystal Blush* en een vochtgehalte van 50% tot 46% uitval. (Sierteeltonderzoek in Vlaanderen 2006). Aan één kant is dit Belgische onderzoek een bevestiging van de hier gepresenteerde onderzoekresultaten dat natte grond sneller en eerder leidt tot glazige en rotte wortels. Aan de andere kant moeten er meer factoren van invloed zijn op de uitval omdat bij het onderzoek bij PPO geen uitval heeft plaatsgevonden bij vergelijkbare behandelingen met het Belgische onderzoek.

Een factor die hierbij een rol kan spelen is de luchtigheid van het substraat. Het voor dit onderzoek gebruikte substraat staat bekend als luchtig, ook als het substraat vochtig is. Bij 60-65% vocht is de grond verzadigd. Een tekort aan lucht in een vochtig substraat wordt gezien als de oorzaak van het glazig worden en gaan rotten van wortels. Er zijn geen details bekend over het in België gebruikte substraat. Mogelijk is het daar gebruikte substraat minder luchtig geweest waardoor bij vergelijkbare volumepercentages vocht wel wortelrot is ontstaan.

Vanuit de praktijk wordt soms ook wel gemeld dat planten onder constant vochtige/natte omstandigheden goed kunnen groeien zonder uitval. Daarom zijn ook behandelingen uitgevoerd waarbij het vochtgehalte sterk is gevarieerd tijdens de teelt. Wanneer werd gevarieerd van normaal (30% vocht) naar droog (<20%) leidde dit niet tot glazige en rotte wortels. Echter, wanneer werd gevarieerd van normaal naar vochtig (> 40%) leidde dit al snel tot glazige en rotte wortels. Maar ook in deze situatie heeft er geen uitval plaatsgevonden. Gezien het feit dat de vochtige behandelingen na een watergift gingen uitdraineren kan niet worden gesteld dat de vochtige behandelingen 'te droog' waren.

De WET-sensor bleek in dit onderzoek een goed en nauwkeurig hulpmiddel te zijn om te bepalen of en hoeveel water er gegeven moest worden. De visuele waarneming kwam niet altijd overeen met de meting waardoor soms meer of minder water moest worden gegeven dan op het oog werd verwacht.

*Crystal Blush* is, zoals vanuit de praktijk ook al was aangegeven, gevoelig voor zweten. Bij zweten kan de plant onvoldoende vocht afvoeren door middel van verdamping waardoor cellen kapot worden gedrukt en bladeren donkergroen en waterdoorschoten worden. Na het zweten zijn deze bladeren blijvend misvormd. De mate van misvorming is afhankelijk van de mate van zweten. Door de teelt in de zomer te starten met een vochtpercentage van 30% (en een EC van de potgrond van 3) ontstonden veel zweters. Toen de teelt het jaar erna werd gestart met een vochtpercentage van 25% waren er bijna geen zweters. Dit geeft aan dat de start bij deze cultivar niet te vochtig moet zijn om zweters te voorkomen. In hoeverre zweters van invloed zijn op de uiteindelijke bloemproductie is niet bekend maar verwacht mag worden dat het verlies van blad door zweters kan leiden tot minder bloemen.

Het lijkt erop dat glazige en opgeblazen wortels primair ontstaan door fysiologische omstandigheden en niet door pathogenen. De eerste aanwijzing daarvoor is dat de glazige wortels vooral en direct ontstaan na het verhogen van het vochtgehalte van de potgrond. De tweede aanwijzing vormen de isolaties die gemaakt zijn van glazige en rotte wortels waar vaak geen schimmels uit groeiden. Als er wel schimmels uit groeiden waren dat o.a. *Trichoderma* en *Fusarium* waarvan onduidelijk is of die pathogeen zijn voor *Zantedeschia*.

Door sommige laboratoria die bijvoorbeeld Fusarium in zieke wortels aantreffen wordt aangegeven dat dit de ziekteverwekker is. Een infectieproef uitgevoerd door PPO met een Fusarium geïsoleerd uit Zantedeschia liet echter geen rot zien. Deze niet geslaagde infectieproef in combinatie met de waarneming dat vaak geen schimmels of bacteriën groeien uit glazige wortels doet vermoeden dat het ontstaan van glazige wortels wordt veroorzaakt door fysiologische omstandigheden.

Vanuit de praktijk wordt soms gemeld dat het 'natter' telen van Zantedeschia meer bloemen oplevert. In beide jaren is er geen betrouwbaar verschil gevonden in bloemproductie afhankelijk van de hoeveelheid water die gegeven is. Blijkbaar is het nat of droog telen, binnen de grenzen van dit onderzoek, niet van invloed geweest op de bloemproductie. Daarbij moet worden bedacht dat in dit onderzoek de bloemen niet zijn geoogst. Het is denkbaar dat bij een droge teelt het oogsten van de bloemen moeilijker, stroever verloopt dan bij een nattere teelt waardoor er bij de oogst van bloemen in een droge teelt tweede knoppen worden losgetrokken die daardoor verloren gaan.

Tijdens het onderzoek schommelde de gemiddelde luchtvochtigheid in de kas tussen de 50 en 60%. Dit is gemiddeld lager dan in de praktijk. Het is denkbaar dat door de gemiddeld lagere RV tijdens het onderzoek de planten meer konden verdampen dan in de praktijk onder vochtigere omstandigheden waardoor een nattere grond minder snel tot problemen leidde dan in de praktijk. Deze hypothese zou getoetst moeten worden. Indien een verband wordt gevonden tussen de hoeveelheid vocht in grond, de RV en het rotten van wortels kan nog nauwkeuriger worden aangegeven welke teeltomstandigheden ideaal zijn om problemen met de wortels te voorkomen.

## 5 Conclusie

Het ontstaan van glazige en rotte wortels tijdens de teelt van *Zantedeschia* op potgrond wordt voorkomen door te telen bij 20 tot 30 volumeprocenten vocht. Deze vochtpercentages lijken daarom voor de praktijk het best bruikbaar. Hoewel een vochtpercentage van 40% snel leidde tot glazige en rotte wortels heeft dit gedurende twee proefjaren niet tot daadwerkelijke uitval van planten geleid.

Het ontstaan van glazige en rotte wortels lijkt vooral een fysiologisch probleem dat ontstaat door natte/vochtige teeltomstandigheden. Uit glazige en rotte wortels groeiden vaak geen schimmels en soms schimmels die niet bekend staan als pathogeen voor *Zantedeschia*.

Het droog starten van de teelt met 25% vocht kan zweters bij aanvang van de teelt voorkomen.



## 6 Literatuur

- Sierteeltonderzoek in Vlaanderen 2006, Vlaamse overheid  
Hoofdstuk 14, Invloed van watergift op de productie en kwaliteit van Zantedeschia