

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

ISSN 1385 - 3015

LUCHT/WATER MANAGEMENT IN STEENWOLMATTEN

Eerste teelt komkommer, januari 1998 tot juni 1998

Project 2.208

Chr. Blok
Naaldwijk, maart 2000

Rapport 258
Prijs f 20,00

Rapport 258 wordt u toegestuurd na storting van f 20,00 op banknummer
300 177 976 ten name van Proefstation Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport
XX, Lucht/water management in steenwolmatten'.

271288

INHOUD

	SAMENVATTING	5
1.	INLEIDING	7
2.	MATERIAAL EN METHODEN	9
	2.1 Matten en mat-vochtregeling	9
	2.2 Teeltsysteem en behandelingen	10
	2.3 Metingen	11
3.	RESULTATEN	13
	3.1 Teelt en techniek	13
	3.2 Metingen	13
4.	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
	4.1 Discussie	17
	4.2 Conclusies	18
	LITERATUUR	19
	BIJLAGE 1. Plattegrond van kas 103a, 1998, komkommer	21
	BIJLAGE 2. Opbrengstgegevens	22
	BIJLAGE 3. Drainmetingen	24
	BIJLAGE 4. Matwatergehalteverloop	27
	BIJLAGE 5. EC-verloop	28
	BIJLAGE 6. Beworteling	29

SAMENVATTING

Uit voorgaande proeven is gebleken dat door sturing van het matwatergehalte de productie van tomaat, in kilogrammen versgewicht en in kilogrammen droge stof, beïnvloed kan worden. Zo gaf een matvochtgehalte van 60% een hoger gewicht aan tomaten dan een matvochtgehalte van 80%. De hogere productie bleek bij een gelijk bladoppervlak geproduceerd te worden. De efficiëntie van de fotosynthese, gezien als netto drogestofproductie per eenheid bladoppervlak, zou dus bij een matvochtgehalte van 80% lager zijn dan bij een matvochtgehalte van 60%.

Het doel van deze proef was de effecten van matwatergehalteverschillen bij komkommer te meten. Dit om een beter begrip van de fysiologische achtergrond van de al gevonden invloed van matvochtgehalte op drogestofproductie bij tomaat te krijgen en om praktisch advies te kunnen geven aan komkommertelers.

Essentieel voor de proef was het scheiden van het watergehalte in de mat van het aanbod aan water en voeding. Elke behandeling kreeg onafhankelijk van het matwatergehalte dezelfde gift aan water en voeding. Met behulp van een meet- en regelsysteem zijn verschillende matwatergehalten gehandhaafd en gecontroleerd. Ook is de drain van minuut tot minuut geregistreerd.

De beoogde watergehalten konden goed gehandhaafd worden. De uitkomsten mogen daarom vergeleken worden met de proeven met tomaat in voorgaande jaren. Vanaf het moment dat de kop van de plant de draad bereikte, produceerde de droogste behandeling tot 8% meer dan de natste behandeling. Dit verschil werd in korte tijd opgebouwd en was maar enkele weken significant. Vanaf mei was de productie gelijk. Het opgebouwde verschil bleef in absolute zin in stand maar nam relatief, ten opzichte van de cumulatieve opbrengst, snel af.

Trefwoorden: steenwol, watergehalte, drukhoogte, komkommer, drainmeting

1. INLEIDING

Dit verslag beschrijft opzet en resultaten van proef 2208.14. Van januari 1998 tot half juli 1998 is in een proefafdeling een komkommerteelt uitgevoerd. De proef is een vervolg op de proeven 6310.01, 6310.05, 6310.11 en 2208.01 die in dezelfde kas zijn uitgevoerd (Ouwerling en Van der Meer, 1995; Blok, 1997; Blok, 1999). De vorige proeven zijn voortgevloeid uit een samenwerkingsverband tussen het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente en substraatproducent Rockwool Grodan. Het onderhavige project is echter uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw. Dit omdat op grond van voorgaande proeven met tomaat interesse was ontstaan bij een groep komkommertelers. De proef is uitgevoerd door Chr. Blok.

In deze proef is gebruik gemaakt van een door Rockwool Grodan ontwikkeld meet- en regelsysteem waarmee de vochtgehalten van steenwolmatten continu beheerst kunnen worden, onafhankelijk van de watergift (Blok, 1989; Deckers en De Groot, 1993). Het regelsysteem staat bekend als ADS (Actief Drain Systeem), de vochtmeters worden aangeboden als WGM (Water Gehalte Meter) of WCM (Water Content Meter). Voor de tuinbouwpraktijk is het ADS-regelsysteem om de watergehalten van steenwolmatten te sturen te bedrijfsonzeker. Voor proefdoeleinden is het systeem bruikbaar. De ontwikkelde WGM-meetapparatuur voldoet en wordt wereldwijd verkocht (Hilhorst, 1997; De Groot, 1995).

Het doel van de proeven 6310.01 en 6310.05 was nagaan of het sturen van het watergehalte van steenwolmatten invloed heeft op de ontwikkeling en productie van tomaat. Dit bleek voor een aantal parameters, waaronder opbrengst, aantoonbaar het geval te zijn (Blok, 1996). Proef 6310.11 gaf aan dat er mogelijk verschillen in fotosynthese-efficiëntie van het blad bestaan tussen de behandelingen (Blok, 1997). Het doel van deze proef is het meten van:

- verschillen in productie tussen de behandelingen.
- verschillen in wortelgroei.

De tijdrovende en weinig nauwkeurige meting van fotosynthese-efficiëntie is voornamelijk niet meegenomen.

Een wezenlijk aspect van de proef is dat het matwatergehalte onafhankelijk van de watergift is gemaakt. Zowel matten met een laag matvochtgehalte als matten met een hoog matvochtgehalte krijgen op exact dezelfde manier water. Dit is wezenlijk anders dan proeven waarbij vochtgehalte in het substraat als behandelingsfactor is uitgevoerd met een vochtgehalte afhankelijk van de gift (Mitchell et al, 1991; Kitano et al, 1996; Xu et al, 1997). Als gift en vochtgehalte in het substraat niet onafhankelijk zijn, is het effect van matwatergehalte niet te scheiden van effecten van totale vochtaanvoer, totale aanvoer van voeding en resulterende EC-verschillen.

Osmotische zuigkrachteffecten van EC-verschillen tot 0,5 dS/m worden in deze proef geaccepteerd. Globaal gezien heeft de EC onder een waarde van 3,0 dS/m geen invloed op de versgewicht productie van komkommer. Daarboven geldt dat een verhoging van 1,0 dS/m overeen komt met een versgewichtreductie van 5% (Sonneveld en Van den Burg, 1991). Overigens heeft de EC pas bij EC-waarden boven de 17 dS/m invloed op de drogestofproductie van tomaat (Ehret en Ho, 1986; Ho en Adams, 1994). Een drain-

of doorspoelfactor van 0,4-0,5 is ingesteld om verschillen in EC en voedings-samenstelling te voorkomen.

Vochtgehalten tussen de 40 en 80% zijn gekozen omdat ze de vochtopname niet beperken. In bodem kan een vochtgehalte van 40% al beperkend zijn als de aanstroomsnelheid van water lager is dan de verdampingssnelheid. De geleidbaarheid voor water van steenwol is, ook bij 40% vocht, zo groot dat dit geen factor van betekenis kan zijn (Da Silva et al, 1993).

De drukhoogte in steenwol ligt tussen de 1 en 10 cm waterkolom, dit komt overeen met 0,1 en 1 kPa. Dit is zo gering vergeleken met drukverschillen door fluctuaties in EC, dat geen meetbare invloed op de groei is te verwachten. Een fluctuatie van 1,0 dS/m komt ruwweg overeen met een drukhoogte van -350 cm (35 kPa: Westerman R.L., 1990).

Een gebrekkige beschikbaarheid van zuurstof bij de wortel blijft een mogelijke verklaring voor de al gevonden verschillen. Bij 80% vocht zijn de onderste 1-2 cm van de mat bijna geheel verzadigd en is zuurstofgebrek aannemelijk (Baas et al, 1997). Om van betekenis te zijn moet zuurstofgebrek van een deel van de wortels een weerslag geven op de gehele plant. Er mag geen compensatie tussen de wortels optreden (Brouwer, 1981).

Ook metabolische verklaringen blijven mogelijk. De bekendste zijn ABA (Eise et al, 1996), ethyleen (English et al, 1995) en cytokinine (Van der Werf, 1996).

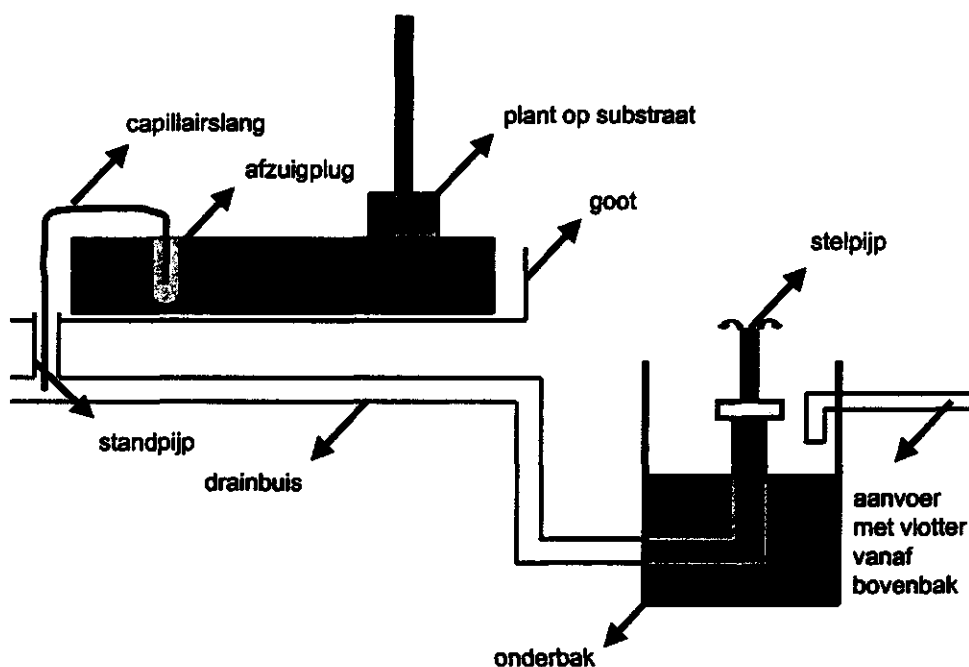
2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 MATTEN EN MAT-VOCHTREGELING

In de proef werd gebruik gemaakt van de Grodan Mastermat. De Mastermat heeft een bovenlaag met een dichtere structuur. Hierdoor is de gradiënt van watergehalte over de hoogte van de mat als gevolg van de zwaartekracht veel kleiner dan zonder deze laag.

De matten werden in plastic drainwater opvanggoten gelegd. De goten waren met behulp van piepschuimblokken en multiplex plankjes verhoogd tot de ten opzichte van de stelpijp gewenste hoogte +/- 5 mm. Er werden dertig goten van 3 m en zes goten van 1,50 meter gebruikt (zie plattegrond in Bijlage 1).

De watergift werd gestuurd door middel van een verdampingsmodel (De Graaf en Esmeijer, 1998). De gift werd bepaald op basis van de berekende verdamping. Er werd gestreefd naar een drainpercentage van 40% van de totale gift per beurt. Het drainpercentage was vrij hoog om de opbouw van EC-verschillen per behandeling in de matten tegen te gaan.



Figuur 1 - Schema van het gebruikte afzuigstelsel

Het drainwater werd uit de mat geheveld naar een recirculatiebak. Dit hevelstelsel, het Actief Drain Stelsel (ADS) wordt in *Figuur 1* in schema weergegeven (Blok, 1989; Deckers en De Groot, 1993). In de mat steekt op elke kopse kant één plug van zeer

dicht geperste steenwol. De plug voorkomt dat wortels het hevelslangetje van plug naar drainpijp verstoppert en voorkomt dat lucht in het hevelslangetje treedt. Via het hevelslangetje loopt water uit de mat naar het vrije wateroppervlak in de standpijp. Dit vrije wateroppervlak in de standpijp staat in directe verbinding met de stelpijp. De stelpijp is een in hoogte verstelbaar uiteinde van de drainpijpen. De stelpijp hangt boven de recirculatiebak. Er ontstaat een evenwicht tussen de waterspiegel in de stand- en stelpijp en de drukhoogte in de mat.

Er werd per behandeling een onafhankelijk regelbaar hevelsysteem aangelegd. Iedere behandeling was op deze wijze apart instelbaar qua drukhoogte en dus apart stuurbaar qua watergehalte.

Het water in de recirculatiebak werd aangevuld met voedingsoplossing uit een corresponderende voorraadbak, de bovenbak. De voedingsoplossing werd gemengd en aangevuld door een volautomatische voedingsunit die gebruik maakt van vloeibare meststoffen. Er werd een standaard komkommerschema gebruikt, dat rekening hield met plantstadia (De Kreij et al, 1997). Het water was regenwater uit een bassin.

2.2 TEELTSYSTEEM EN BEHANDELINGEN

Er werd gekozen voor Flamingo, een meeldauwtolerant ras. Het teeltsysteem was een traditioneel komkommersysteem met vier rijen steenwol per 3,20 meter kap. De planten groeiden tot de draad waarna de kop eruit ging en twee ranken over de draad naar beneden werden geleid. Het proefcompartiment was 11 x 10 meter. De locatie betrof Naaldwijk in Nederland. Enkele kerngegevens betreffende ras, plantdichtheid en zaai-, plant- en oogstdata staan in Tabel 1.

Tabel 1 - Basisgegevens van de teelten

Cultivar	Flamingo
Planten per m ²	1,1
Zaaidatum	19 januari 1998
Plantdatum	23 februari 1998
Laatste oogst	29-5-98

De planten werden gezaaid en opgekweekt in steenwolpotten door een commerciële plantenkwekerij. Gedurende de teelt werden de klimaatinstellingen in overleg met voorlichters minimaal wekelijks aangepast aan de geschatte behoeften van het gewas.

In elke goot stond één plant per mat en er stonden drie planten per goot. De goot was drie meter lang en tussen de goten was 50 cm tussenruimte (zie Bijlage 1).

Er waren zes behandelingen in zes herhalingen. Er waren zes blokken gemaakt waarbij in elk blok alle behandelingen steeds in enkelvoud voorkwamen. In Bijlage 1 zijn de blokken met Romeinse cijfers aangegeven. Het betrof een gewarde blokkenproef waarbij de blokken V en VI als randrijen golden en buiten de proef werden gelaten. Omdat bekend is dat de planten bij de gevels meer produceren, doordat ze profiteren van meer

licht, zijn de eerste rijen bij de zijgevels buiten de proef gehouden en liggen de blokken zoveel als kan evenwijdig aan de voor- en achtergevel. De behandelingen zijn weergegeven in Tabel 2 en in de tekst toegelicht.

Er zijn drie vochttrappen, 40%, 60% en 80%, ingesteld (zie Tabel 2). In deze Tabel worden zes behandelingen genoemd omdat er zes onafhankelijk regelbare pompen zijn gebruikt. Als de pompen – zoals verondersteld - geen invloed op de proef uitoefenen, dan zijn de behandelingen met gelijke vochttrap als één behandeling te beschouwen.

Tabel 2 - Behandelingen

Nummer	Ingesteld gehalte	Nummer	Ingesteld gehalte
1	Continu watergehalte 60%	4	Continu watergehalte 40%
2	Continu watergehalte 80%	5	Continu watergehalte 80%
3	Continu watergehalte 40%	6	Continu watergehalte 60%

2.3 METINGEN

Ter controle van de instellingen van het hevelsysteem werden watergehaltemetingen uitgevoerd. Hiertoe werd gebruik gemaakt van twee loggers met elk zes meetkoppens bekend als WGMA (continu Water Gehalte Meter). Het betrof een FD - Frequency Domain - meting (Hilhorst, 1997; Hilhorst et al, 1992). Per behandeling waren twee meetkoppens aangebracht, twaalf in totaal. De meetkop werd steeds in de middelste mat in een goot vlak naast de pot aangebracht. De matvochtgehalten werden om het uur (soms om de 15 minuten) ingelezen in een datalogger. Er werden ongeveer eens per maand controles op de watergehalten uitgevoerd met een WGM-handmeter (De Groot, 1995).

Omdat verschillen in waterverbruik per behandeling zouden resulteren in verschillen in drain, werd een opstelling gemaakt om drain te meten en zo nodig te corrigeren (Bijlage 3, Figuur 1). De drain viel in een opvangvat. Onder in het vat bevond zich een aansluiting naar een drukopnemer. Werd een ingestelde drukwaarde overschreden, dan ging de pomp lopen tot er geen drukverschil meer was. Het aantal omwentelingen van de pomp werd per minuut geregistreerd en was een maat voor de hoeveelheid drain. Bij dit type pomp, een slangenpomp, verplaatst elke omwenteling van de pomp een vaste hoeveelheid water. De constructie is zodanig dat de pomp de slang steeds op minstens één plaats afsluit, zodat geen water door de pomp kan lopen als deze niet draait.

De EC en pH werden één maal per twee weken gemeten in voorraadbak, recirculatiebak en ADS-standpijp. De meting in de voorraadbakken was een controle op de afgifte en verdeling door de unit. De EC werd gecorrigeerd bij afwijkingen +/- 0,5 dS/m en de pH werd tussen de 5,5 en 6,0 gehouden. Bij lage pH werd kaliumcarbonaat (K_2CO_3) toegevoegd en bij hoge pH een mengsel van kalisalpeteer en salpeterzuur ($KNO_3 + HNO_3$). In de recirculatiebakken werd de EC tussen 2,5 en 3,5 dS/m gehouden en de pH tussen 5,5 en 6,0. De EC in de recirculatiebakken werd verlaagd door de EC van de bovenbak in stappen van 0,25 dS/m per keer aan te passen. De EC/pH van de standpijp werd beschouwd als een monitor van de gewastoeestand.

De opbrengsten werden per goot geregistreerd, waarbij per oogstdatum zowel het aantal als het gewicht werd genoteerd van klasse 1- en klasse 2-vruchten en van krom en stek. Hieruit werd het gemiddeld vruchtgewicht per behandeling berekend. De producties per m² werden berekend op basis van de netto vierkante meters. De paden voor en achter en het halve zijpad rechts vanaf de deur gezien werden niet meegerekend (Bijlage 1). Er stonden derhalve 102 planten op 8,8 x 10,5 meter, hetgeen overeenkomt met 1,1 plant/m².

De wortels werden na de teelt beoordeeld. Voor de teelt waren de drooggewichten van de matten met hoes bepaald. Na de teelt werden de matten van de potten ontdaan en in een oven 72 uur bij 105 °C gedroogd. Het gewicht na de teelt minus het gewicht voor de teelt gaf een indicatie van de massa aan droge wortels die tijdens de teelt was gevormd. Met de aanname dat het drogestofgehalte van de wortels 10,0% bedroeg, werd een schatting van het versgewicht gemaakt.

3. RESULTATEN

3.1 TEELT EN TECHNIEK

Het gewas was bij afleveren goed in balans, de plant was gemiddeld 46 gram zwaar. Al na enkele weken ontstond een aantasting door ingelopen meeldauw. De bestrijding van ziekten en plagen met biologische bestrijding lukte tot mei. Daarna was de druk van wittevlug, mineervlieg en meeldauw zo hoog dat verder chemisch werd bestreden.

De afgifteverschillen tussen de pompen bleken in de eerste maand aanzienlijk te zijn. Dit werd veroorzaakt door de geringe afleesnauwkeurigheid van de manometers op de pompen, en door de geringe instelnauwkeurigheid van de driewegkraan op de pomp. Verschillen in drainpercentage van plus en min 10% moesten voor lief worden genomen. Na de eerste maand werd de werkdruk per pomp verhoogd of verlaagd, al naar de drainmetingen aangaven. Hierbij werd verondersteld dat de verdamping per behandeling gelijk was en dat verliezen aan water door lekken, slechte druppelaars en dergelijke geen rol speelden.

Er waren in tegenstelling tot voorgaande jaren weinig problemen met bacteriegroei in de pluggen. Mogelijk was de temperatuur onvoldoende lang hoog (Van den Burg, 1996).

De watergehaltemeting bleek betrouwbaar binnen 8%. De EC vertoonde een systematische afwijking naar beneden, 10% bij een watergehalte van 75% en 20% bij een watergehalte van 40%.

De regeling van het klimaat voor deze afdeling verliep grotendeels volgens het standaard PBG-programma voor komkommer.

3.2 METINGEN

Drain

Het drainpercentage bleef binnen een bandbreedte van 10% drain. Het streefpercentage was 40%. De gerealiseerde drainpercentages staan in Tabel 3 en Bijlage 3. De hogere waarden voor behandeling 4 en 5 zijn het gevolg van voor deze behandelingen te hoge gift in de eerste maand van de teelt, daarna waren de verschillen geringer.

Tabel 3 - Gewogen gemiddelde van gemeten drain als percentage van de gift over de periode 1-3 tot 1-6 per pomp

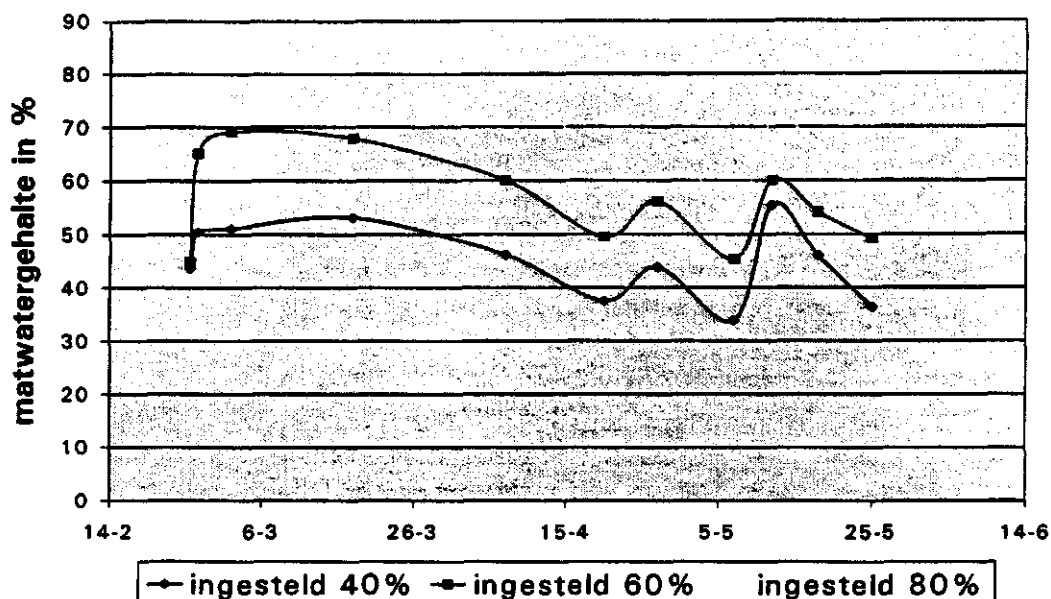
Behandeling	1	2	3	4	5	6
Gemiddelde	36	41	40	49	46	37

De drain nam af in de tweede en derde week van mei, bij mooi weer (Bijlage 3, Figuur 1). Op een onbewolkte dag was de drain tussen 9.00 en 16.00 uur vrij constant. Daarvoor en daarna was de gerealiseerde drain veel lager dan ingesteld (Bijlage 3, Figuur

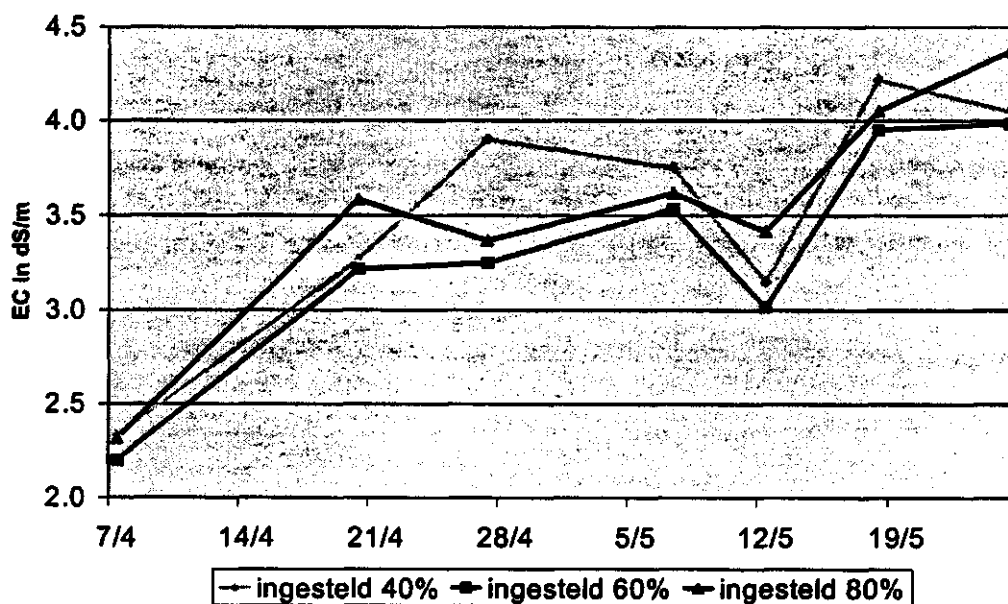
2). De vorm van de curve van opgevangen drain tegen de tijd is kenmerkend en constant van vorm en duur (Bijlage 3, Figuur 3 en 4). Plotselinge verschillen in de grafieken zijn voor een groot deel het gevolg van het meetinterval van 1 minuut.

Watergehalte en EC

De ingestelde watergehalten van de behandelingen weken af van de voorgenomen instellingen (Figuur 2 en Bijlage 4). De verschillen in watergehalte tussen de behandelingen waren maar net 10% in plaats van de beoogde 20%. De EC-verschillen bleven, op één datum na, binnen de gewenste bandbreedte van 0,5 dS/m (Figuur 3).



Figuur 2 - Verloop van de gerealiseerde watergehalten in de tijd voor gecombineerde behandelingen



Figuur 3 - Verloop van de gerealiseerde EC in de tijd voor gecombineerde behandelingen

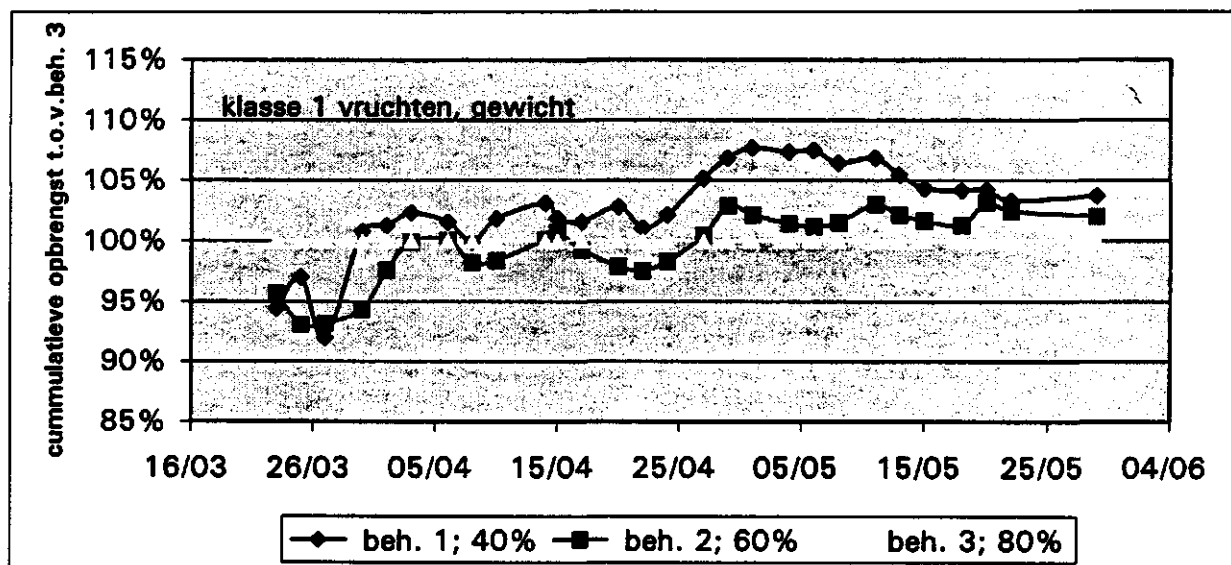
Opbrengst

De opbrengst van de klasse 1-vruchten was op de einddatum bij de droogste behandeling 4% hoger dan bij de natste behandeling. Dat is niet significant (Tabel 4, Bijlage 2). Slechts op drie dagen rond 1 mei was het verschil met bijna 8% significant (Figuur 4). De productie van klasse 2-vruchten was op de einddatum iets hoger voor de droogste behandeling, maar bleef tot 1 mei gelijk aan die van de andere behandelingen. Er was geen verschil in de productie van kromme vruchten. Het aantal stek was hoger naarmate het substraat natter was. De totaal-productie had ongeveer hetzelfde verloop als de klasse 1-productie maar de verschillen waren niet significant.

Tabel 4 - Opbrengst van klasse 1 vruchten op drie datums in kg/m² en in %

Datum	Streef 40%	Streef 60%	Streef 80%	Streef 40%	Streef 60%	Streef 80%
01/04	3,3	3,2	3,2	101,3%	97,6%	100,0%
01/05	12,1	11,5	11,2	107,7%	102,2%	100,0%
29/05	15,5	15,2	14,9	103,7%	102,0%	100,0%

De aantallen geogoste vruchten van klasse 1 waren 2-3% lager voor de natste behandeling. Het gemiddeld vruchtgewicht (GVG) was 1-2% hoger voor de droge behandeling, de midden- en natte behandeling liggen dicht bijeen.



Figuur 4 - Cumulative opbrengst klasse 1 vruchten in procenten ten opzichte van de natste behandeling

Beworteling

Tabel 5 toont een toename in de beworteling bij afnemend vochtgehalte in de mat. De matten in de natste behandelingen hadden wittere wortels dan matten in drogere behandelingen. De schatting van het aantal wortels aan de onderzijde van de mat hoeft

niet noodzakelijk overeen te komen met de beworteling in de mat. Als controle hierop werden enkele matten doormidden gescheurd. De indruk ontstond dat de drogere matten ook inwendig meer, maar dunnere wortels hadden dan de nattere matten.

Tabel 5 - Visuele schatting van de beworteling per ingesteld vochtgehalte

Ingesteld vochtgehalte	40,0	60,0	80,0
Geschat aantal	38,9	30,7	20,7
Geschatte kleur	5,4	3,5	2,4

De kleurschaal loopt van 1 = wit tot 9 = zwart.

De meting van de wortelmasa bleek deels mislukt. De uitkomsten waren 26 gram wortelmasa per mat voor de behandelingen ingesteld op 40%, mogelijk 15 gram voor 60% en mogelijk 19 gram voor 80%. Er kan dus alleen gezegd worden dat 40% meer wortelmasa bevat dan de andere behandelingen.

4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

4.1 DISCUSSIE

Opbrengst

De hogere versgewichtproductie van de droogste behandeling ten opzichte van de natste behandeling is, met 3-4% op de einddatum, kleiner dan de 5-10% die voor tomaat is gevonden (Blok, 1999). Alleen rond 1 mei is er een betrouwbaar verschil ($p=0,05$) van bijna 8% tussen de klasse 1-vruchten van de droogste en de natste behandeling. Het verschil in de versgewichtproductie van klasse 1-vruchten ontstaat pas in april, als de plant over de draad is. De verschillen nemen in mei niet verder toe.

Er zou een verband met een incidentele wisseling in teeltomstandigheden rond 20 april kunnen bestaan. De gegevens in Bijlage 4 tonen een dalend matwatergehalte voor alle behandelingen in de periode 20-4 en 7-5. Dit komt overeen met een heldere periode van 19-4 tot 24-4 en de start van een langere zomerse periode op 7-5. (stralingssomgegevens 1998, niet bijgevoegd). Dit zou kunnen betekenen dat pas bij hoge instraling, temperatuur of verdamping een effect van matvochtgehalte is te verwachten. Er zijn echter met evenveel recht verbanden te veronderstellen met andere factoren, bijvoorbeeld vruchtbelasting, wortelsterfte of de snelheid van een weersverandering.

De verschillen in opbrengst worden deels verklaard door het aantal geoogste vruchten en deels door een groter gemiddeld vruchtgewicht (GVG). Bij tomaat was het aantal stuks bij de behandelingen gelijk en werd de hogere versgewichtproductie bij de drogere behandelingen verklaard door een hoger GVG.

Het effect van het instellen van matwatergehalten op de opbrengst is bij komkommer in deze proefopzet beperkter dan bij tomaat. Het kan zijn dat de drogestofproductie van komkommer minder gevoelig is voor verschillen in matvochtgehalte dan de drogestofproductie van tomaat. Een andere mogelijkheid is dat komkommer meer vegetatieve massa vormt. Uit proeven met CO₂ is bekend dat komkommer extra drogestofproductie sneller dan tomaat omzet in extra vegetatieve massa (Esmeijer, 1999). Het in deze proef gebruikte traditionele teeltsysteem staat ongecontroleerde uitgroei van zijscheuten toe nadat de plant de draad heeft bereikt.

Watergehalte

De watergehalten in het gebruikte systeem waren handmatig moeilijk te beheersen. Zo zijn de verschillen in gerealiseerd vochtgehalte tussen de behandelingen ruim 10% geworden in plaats van de beoogde 20%. Het gevonden opbrengsteffect is mogelijk groter bij gerealiseerde vochtgehalten van 40%, 60% en 80%.

Drain

De per minuut geregistreeerde drain levert informatie over de juistheid van de gehanteerde gift. Zo onderschat het gebruikte verdampingsmodel bij mooi weer en in namiddag en nacht het verbruik. De constante vorm en responstijd van de kromme van drain tegen de tijd kan bij verdere automatisering van de watergift worden toegepast.

Beworteling

De beworteling neemt toe bij afnemend vochtgehalte in de mat. Dit verband is vaker in proeven gevonden (Lang en Thorpe, 1986; Blok, 1996). De matten in de natste behandelingen hebben minder vertakte en wittere wortels dan matten in drogere behandelingen. Kleurverschil tussen wortels bij voedingsbehandelingen zijn bekend bij paprika (Paternotte en Voogt, 1996). Waarom wortels bruin kleuren bij andere pH of nutriëntenverhoudingen is onduidelijk. Het is een aanwijzing dat de matvochtbehandelingen, ondanks gelijke EC en hoge drain toch zouden kunnen verschillen in opnamemogelijkheden.

4.2 CONCLUSIES

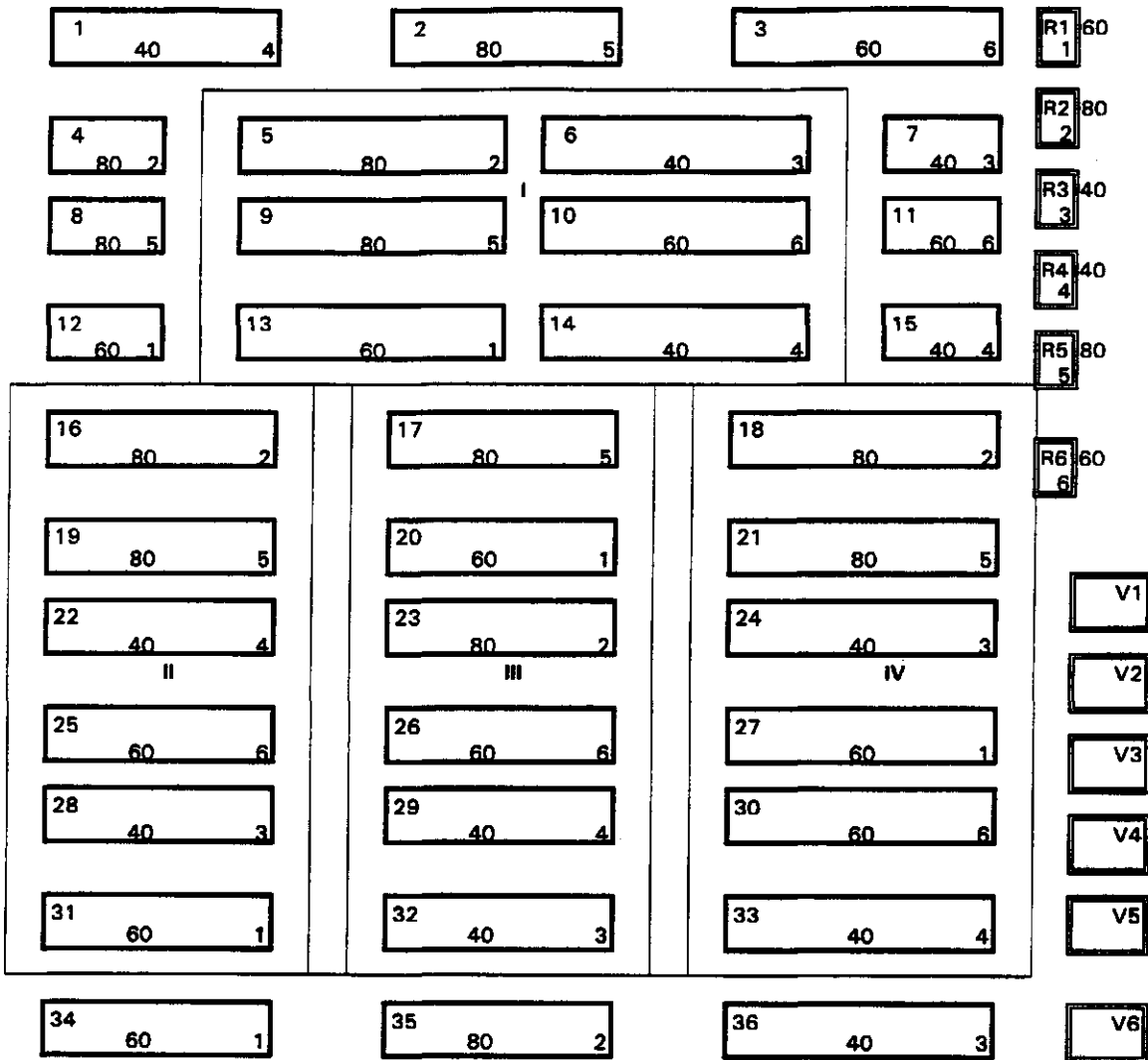
- Komkommer reageert op een lager matwatergehalte van 50% in plaats van 70% met een geringe meerproductie van 3-4%.
- Een hoog matwatergehalte van 70% in plaats van 50% leidt tot 25% meer stek.
- Het registreren van drain per minuut biedt mogelijkheden de watergift verder te automatiseren.

LITERATUUR

- Baas, R., Gislerød, H.R., Van den Berg, D., 1997. Do roots of rose cuttings suffer from oxygen deficiency during propagation in rockwool? *Acta Hort.* 450 123-131.
- Blok, C., 1989. Method and device for mineral wool culture of plants with suction pressure control. European patent 300536.
- Blok, C., 1996. Lucht/water management in steenwolmatten, tweede teelt tomaat: december 1994 tot november 1995. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk. Intern verslag 22.
- Blok, C., 1997. Lucht/water management in steenwolmatten, derde teelt tomaat: januari-november 1996. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk. Intern verslag 119.
- Blok, C., 1999. Air/water management in rockwool slabs. *Acta Hort.* 481 79-87.
- Brouwer, R., 1981. Coordination of growth phenomena within a root system of intact maize plants. *Plant and Soil* 63 65-72.
- Da Silva, F.F., Wallach, R., Chen, Y., 1995. Hydraulic properties of rockwool slabs used as substrates in horticulture. *Acta Hort.* 401 71-75.
- De Graaf, R.; Esmeijer, M.H., 1998. Comparing calculated and measured water consumption in a study of the minimal transpiration of cucumbers grown on rockwool. *Acta Hort.* 458, 103-111.
- De Graaf, R., 1988. Automation of the water supply of glasshouse crops by means of calculating the transpiration and the amount of drainage. *Acta Hort.* 229: 219-231.
- De Groot, J.F., 1995. Possibilities of water content measurement, in combination with substrate properties and draining system. *Acta Hort.* 401 493-500.
- De Kreij, C.; Voogt, W.; Van den Bosch, A.L.; Baas, R., 1997. Voedingsoplossingen voor de teelt van komkommer in gesloten systemen. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk, Holland.
- Deckers, C.L.M., De Groot, J.F., 1993. Active draining system, European patent application 533285.
- Eise, M.A., Tiekstra, A.E., Croker, S.J., Davies, W.J., Jackson, M.B., 1996. Stomatal closure in flooded tomato plants involves abscisic acid and a chemically unidentified anti-transpirant in xylem sap. *Plant Physiology* 112 239-247.
- English, P.J., Lycett, G.W., Roberts, J.A., Jackson, M.B., 1995. Increased 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase activity in shoots of flooded tomato plants raises ethylene production to physiologically active levels. *Plant Physiology* 109 1435-1440.
- Ehret, D.L., Ho, L.C., 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *Journal of Hort. Sc.* 61(3) 361-267.
- Esmeijer, M., 1999. Brochure CO₂ in de glastuinbouw. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk, Holland.
- Hilhorst, M.A.; Groenwold, J.; De Groot, J.F., 1992. Water content measurements in soil and stonewool substrates: dielectric sensors for automatic in situ measurements. *Acta Hort.* 304 209-218.
- Hilhorst, M.A., 1997. Dielectric characterisation of soil. Thesis, IMAG-DLO, Wageningen.
- Ho, L.C., Adams, P., 1994. The physiological basis for high fruit yield and susceptibility to calcium deficiency in tomato and cucumber. *Journal of Hort. Sc.* 69(2) 367-376.
- Kitano, M., Yokomakura, F., Eguchi, H. 1996. Interactive dynamics of fruit and stem growth in tomato plants as affected by root water condition II. Relation with sucrose translocation *Biotronics* 25 77-84.
- Lang, A., Thorpe, M.R., 1986. Water potential, translocation and assimilate partitioning. *J. Expt. Botany* 37(177) 495-503.
- Mitchell, J.P., Shennan, C., Grattan, S.R., 1991. Developmental changes in tomato fruit composition in response to water deficit and salinity. *Physiol. Plant.* 83 177-185.
- Ouwerling, M.C.M., Van der Meer, M.C., 1995. Lucht/water management in steenwolmatten bij tomaat, eerste teelt. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk. Verslag proef 6310.01.

- Paternotte, P., Voogt, W., 1996. Ammonium is een van de boosdoeners. *Groenten en Fruit* 29 18-19.
- Sonneveld, C.; Van der Burg, A.M.M., 1991. Sodium Chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. *Netherlands Journal of Agric. Sc.* 39 115-122.
- Van den Burg, N., 1990. Geen winst te behalen met nauwkeuriger watergeven. *Groenten en Fruit*. 2 februari 1990, 44-45.
- Van den Burg, N., 1996. Bacterieslijm teistert druppelaar. *Groenten en Fruit/Glasgroenten* 12 20-21.
- Van der Werf, A., 1996. Chapter 1. Growth analysis and photo assimilate partitioning. In: Zamski, E., Schaffer, A.A. (eds). *Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships*. New York, Marcel Dekker 1-20.
- Westerman, R.L., 1990. Soil testing and plant analysis. *Soil Sc. Soc. America Book Series Nr. 3*, Madison, Wisconsin, USA. Page 305.
- Xu, H., Gauthier, L., Gosselin, A., 1997. Geenhouse tomato photosynthetic acclimation to water deficit and response to salt accumulation in the substrate. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*65(4) 777-784.

BIJLAGE 1. Plattegrond van kas 103a, 1998, komkommer



Corridor en ingang links

Rechthoek
 Nr. linksboven
 Nr. rechtsonder
 Nr. midden onder

Een goot met 3 matten
 Volgnummer van de goten
 Behandelingsnummer
 Ingesteld vochtgehalte

Behandeling	Vocht
1	60 %
2	80 %
3	40 %
4	40 %
5	80 %
6	60 %

Stippellijn
 I, II, III, IV

Randomized block met 6 behandelingen
 Bloknummers

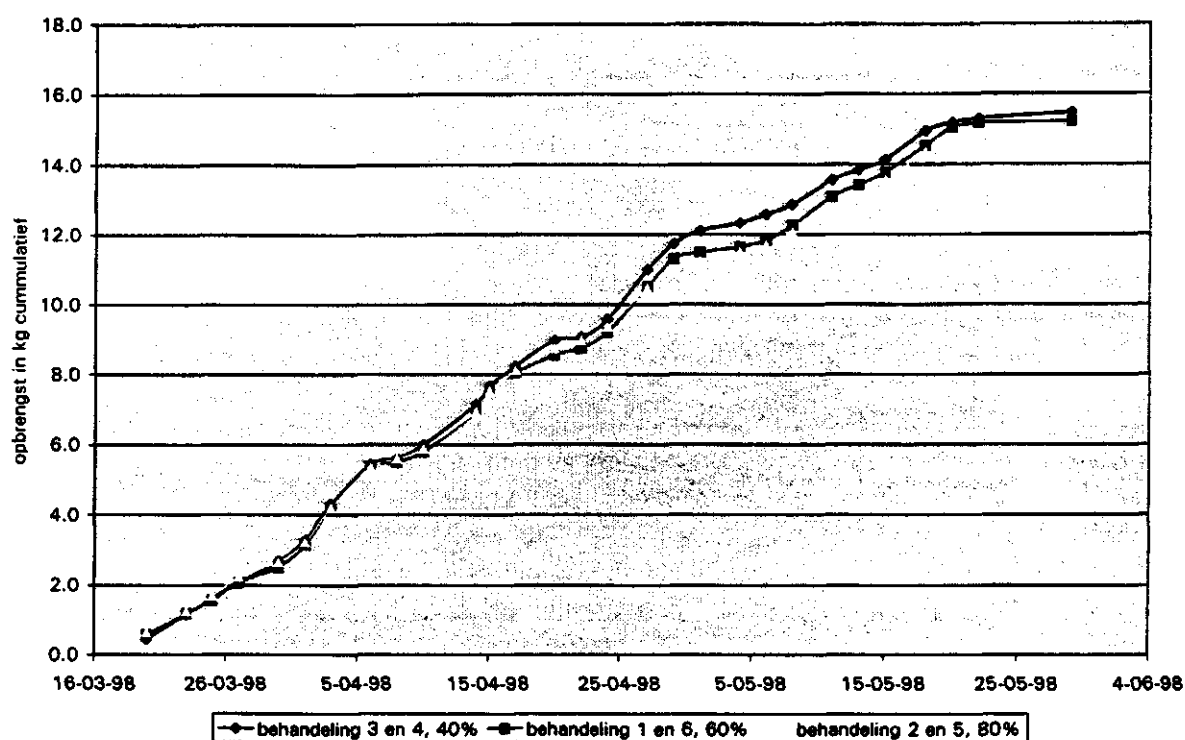
R1
 1

Recirculatiebak 1

V1

Vorraadbak 1

BIJLAGE 2. Opbrengstgegevens



Figuur 1 - Cumulatieve opbrengst klasse 1-vruchten

Tabel 1 - Gemiddelde opbrengstgegevens per behandeling en op 29-4 en 29-5

Behandeling	Eenheid	29/4/99			29/5/99		
		40	60	80	40	60	80
Gewicht klasse 1	Kg/m ²	11.7	11.3	11.0	15.5	15.2	14.9
Gewicht klasse 2	Kg/m ²	1.7	1.9	1.7	4.5	4.3	4.2
Gewicht krom	Kg/m ²	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Gewicht stek	Kg/m ²	0.1	0.3	0.4	0.7	0.9	1.0
Gewicht klasse 1 en 2	Kg/m ²	13.4	13.2	12.7	19.9	19.5	19.1
Gewicht totaal	Kg/m ²	13.7	13.6	13.2	20.8	20.6	20.2
Aantal klasse 1	Nr/m ²	27.7	27.3	26.5	36.6	36.7	35.8
Aantal klasse 2	Nr/m ²	4.3	4.9	4.4	12.3	12.3	11.8
Aantal krom	Nr/m ²	0.4	0.1	0.3	0.6	0.4	0.5
Aantal stek	Nr/m ²	0.6	1.0	1.6	3.2	3.7	4.2
Aantal klasse 1 en 2	Nr/m ²	32.0	32.2	30.8	48.9	48.9	47.5
GVG klasse 1	Gr.	423.3	414.4	415.0	422.5	415.1	417.0
GVG klasse 2	Gr.	399.6	390.6	389.5	363.3	348.7	353.6

GVG Gemiddeld vruchtgewicht

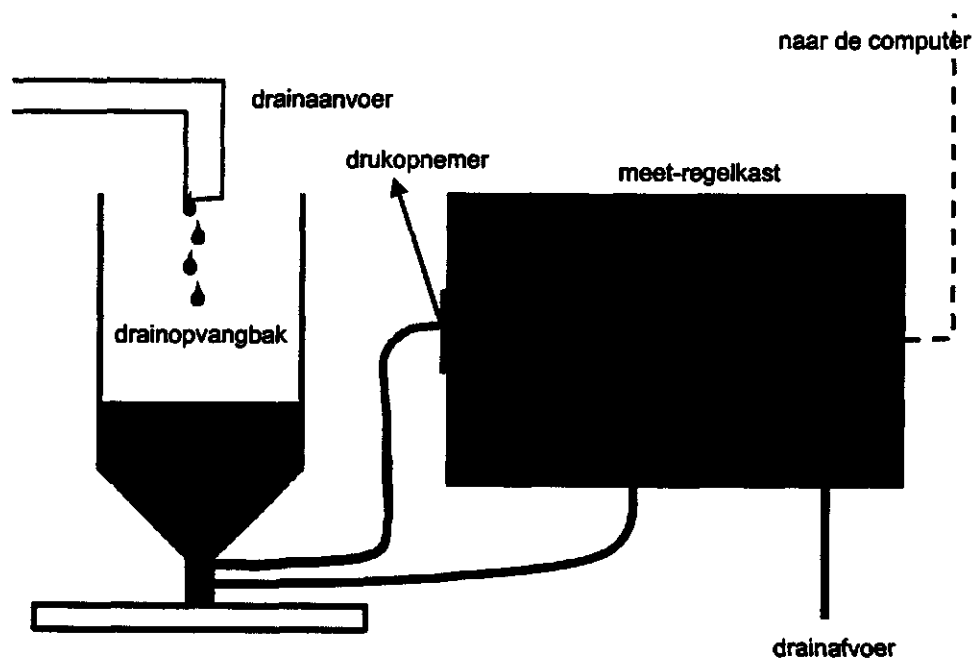
Tabel 2 - Cumulatieve opbrengst klasse 1 per oogstdatum per behandeling

Datum	Behandeling 40%	Behandeling 60%	Behandeling 80%
20/03	0.4	0.6	0.7
23/03	1.2	1.2	1.2
25/03	1.6	1.6	1.7
27/03	2.0	2.1	2.2
30/03	2.7	2.5	2.7
01/04	3.3	3.2	3.2
03/04	4.3	4.2	4.2
06/04	5.4	5.3	5.3
08/04	5.6	5.5	5.6
10/04	6.0	5.8	5.9
14/04	7.1	6.9	6.9
15/04	7.7	7.6	7.5
17/04	8.2	8.0	8.1
20/04	9.0	8.5	8.7
22/04	9.1	8.7	9.0
24/04	9.6	9.2	9.4
27/04	11.0	10.5	10.5
29/04	11.7	11.3	11.0
01/05	12.1	11.5	11.2
04/05	12.3	11.6	11.5
06/05	12.6	11.8	11.7
08/05	12.9	12.3	12.1
11/05	13.6	13.1	12.7
13/05	13.8	13.4	13.1
15/05	14.1	13.8	13.5
18/05	14.9	14.5	14.3
20/05	15.2	15.0	14.6
22/05	15.3	15.2	14.8
29/05	15.5	15.2	14.9

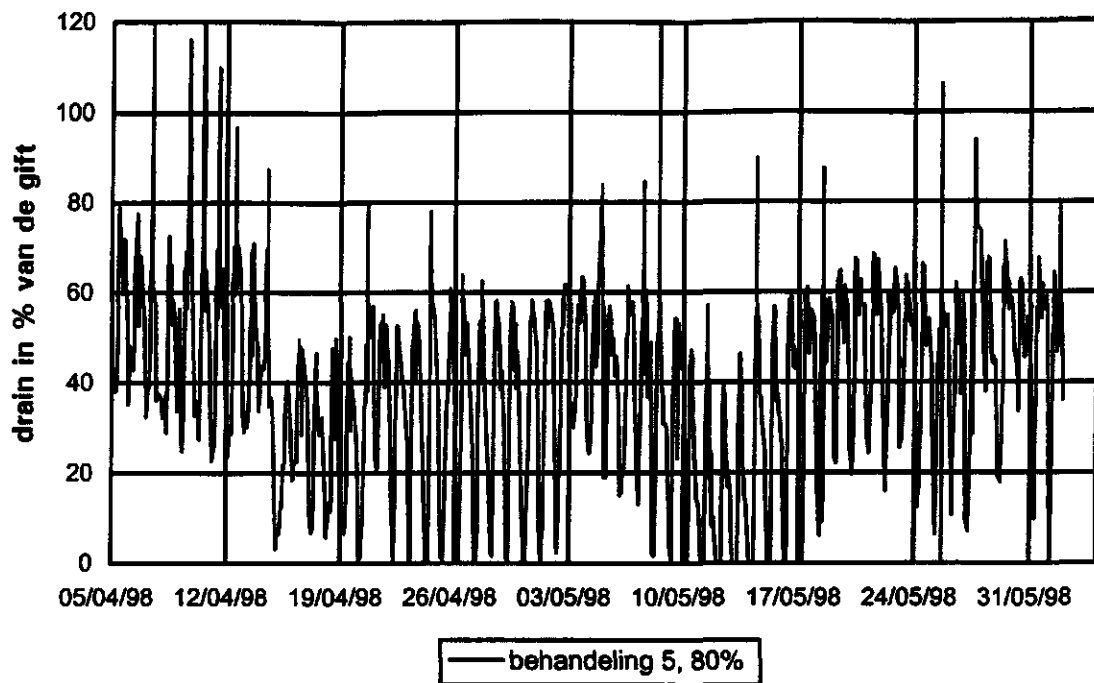
BIJLAGE 3. Drainmetingen

Tabel 1 - Gemeten drainpercentage per pompgroep voor wisselende perioden tussen 21-3 en 1-6

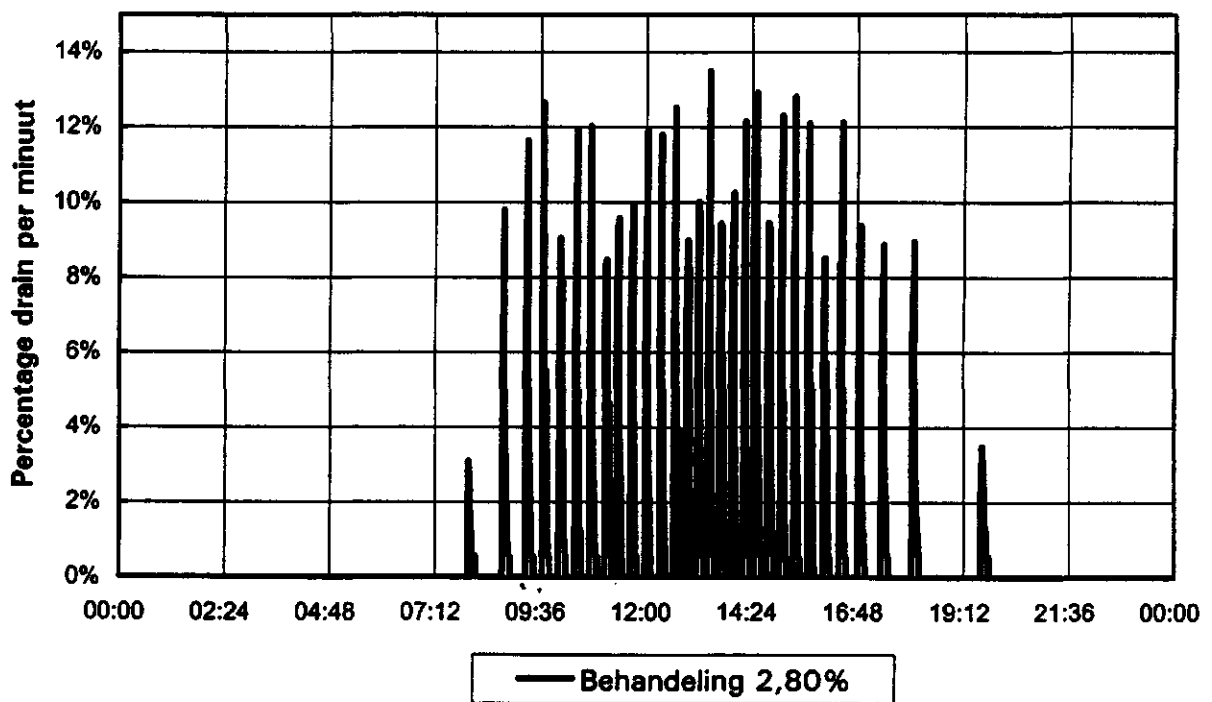
Van	tot	1, 60%	2, 80%	3, 40%	4, 40%	5, 80%	6, 60%
21/03	10/04	34	41	43	76	61	33
10/04	14/04	34	42	40	48	55	33
14/04	21/04	38	48	43	47	36	36
21/04	27/04	36	48	41	34	43	31
28/04	03/05	43	51	44	36	45	42
04/05	06/05	44	49	47	38	48	45
07/05	10/05	42	33	38	32	42	44
11/05	17/05	38	30	40	37	38	43
18/05	24/05	50	51	51	57	54	55
25/05	01/06	53	58	52	57	54	54
Gemiddelde		38	41	40	42	44	38
Gewogen gemiddelde		36	41	40	49	46	37



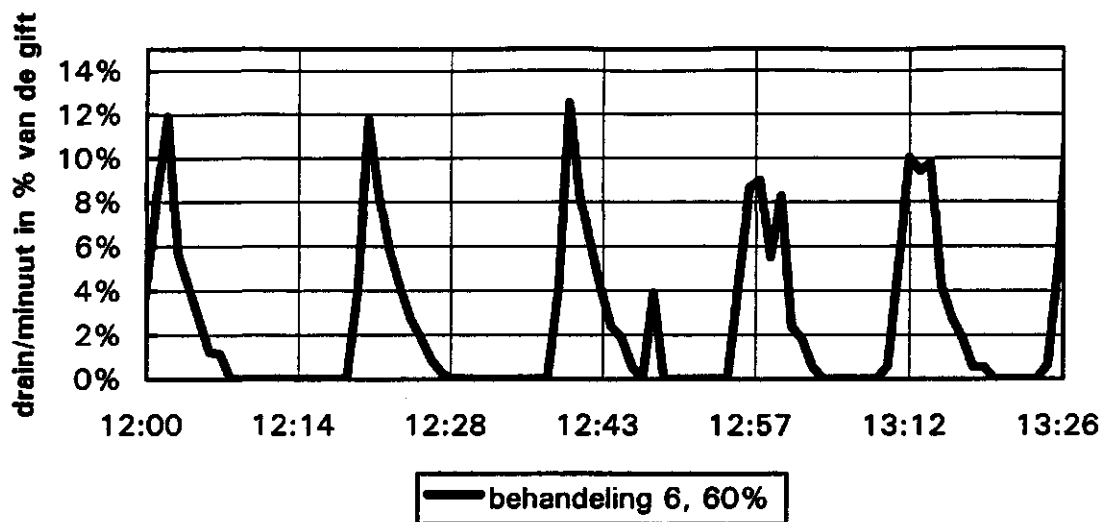
Figuur 1 - Drainmeetsysteem met opvang drainwater, meetgedeelte en regelgedeelte



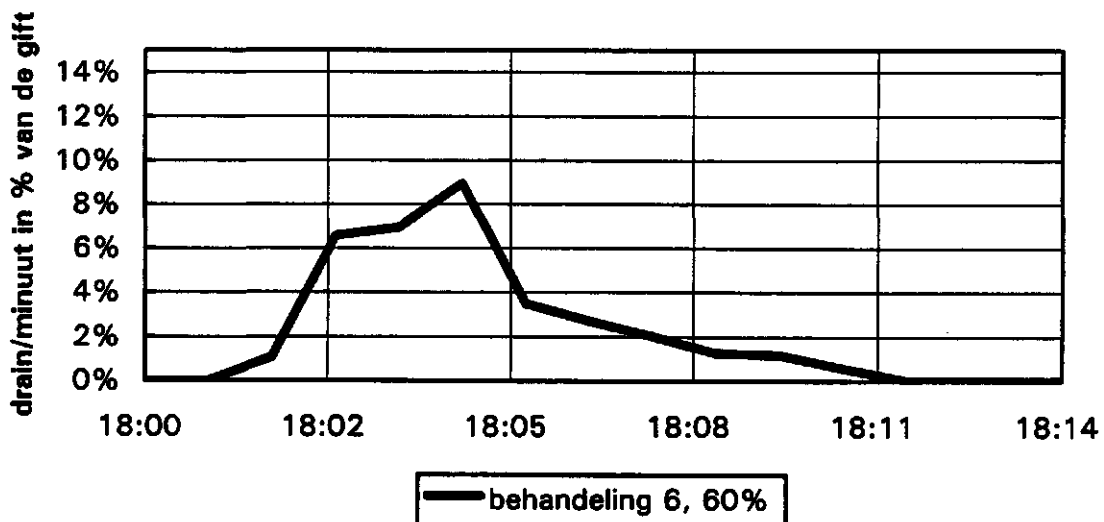
Figuur 2 - Ontvangen drain uitgedrukt als percentage van de gift voor vele beurten over meerdere dagen



Figuur 3 - Ontvangen drain per minuut uitgedrukt als percentage van de gift per beurt voor alle beurten van één dag



Figuur 4 - Ontvangen drain per minuut, uitgedrukt als percentage van de gift, voor enkele beurten



Figuur 5- Ontvangen drain per minuut, uitgedrukt als percentage van de gift, voor één beurt

BIJLAGE 4. Mat watergehalteverloop

Tabel 1 - Gemiddelde watergehalten per vochtinstelling

Datum/ vochtinstelling	40%	60%	80%
7-4	46.2	60.0	75.7
20-4	37.5	49.5	65.7
27-4	43.8	56.2	67.8
7-5	33.8	45.3	55.3
12-5	55.5	60.0	71.2
18-5	46.0	54.2	67.0
25-5	36.3	49.2	61.8

Tabel 2 - Gemiddelde watergehalten per behandeling

Datum/ behandeling	1, 60%	2, 80%	3, 40%	4, 40%	5, 80%	6, 60%
7-4	49.3	78.3	45.7	46.7	73.0	70.7
20-4	51.3	63.3	40.3	34.7	68.0	47.7
27-4	45.0	78.3	42.7	45.0	57.3	67.3
7-5	47.0	48.7	30.3	37.3	62.0	43.7
12-5	62.0	75.0	45.3	65.7	67.3	58.0
18-5	41.3	70.0	46.3	45.7	64.0	67.0
25-5	45.7	57.7	29.0	43.7	66.0	52.7

BIJLAGE 5. EC verloop

Tabel 1 - Gemiddelde EC in dS/m per vochtinstelling

Datum/ vochtinstelling	40%	60%	80%
7-4	2.3	2.2	2.3
20-4	3.3	3.2	3.6
27-4	3.9	3.3	3.4
7-5	3.8	3.5	3.6
12-5	3.2	3.0	3.4
18-5	4.2	4.0	4.1
25-5	4.1	4.0	4.4

Tabel 2 - Gemiddelde EC in dS/m per behandeling

Datum/ behandeling	1, 60%	2, 80%	3, 40%	4, 40%	5, 80%	6, 60%
7-4	2.3	2.5	2.3	2.4	2.1	2.1
20-4	3.4	3.5	3.2	3.3	3.7	3.0
27-4	3.1	3.4	3.5	4.3	3.3	3.4
7-5	3.3	3.7	3.4	4.1	3.6	3.7
12-5	3.6	3.3	3.2	3.1	3.5	2.4
18-5	4.1	4.3	4.4	4.0	3.8	3.8
25-5	4.4	3.7	4.3	3.8	5.0	3.6

BIJLAGE 6. Beworteling

Tabel 1 - Wortelbeoordeling naar aantal en kleur gemiddeld over de zes behandelingen

Behandelingen	1, 60%	2, 80%	3, 40%	4, 40%	5, 80%	6, 60%
Geschat aantal	34	18	44	33	24	28
Geschatte kleur	3.9	3.1	5.3	5.5	1.8	3.1

Geschat aantal betreft het percentage oppervlakte van de onderzijde van de mat bedekt door wortels.
De kleurschaal loopt van 1 = wit tot 9 = zwart.

Tabel 2 - Wortelbeoordeling naar aantal en kleur gemiddeld over de drie gecombineerde behandelingen, uitgesplitst naar positie binnen een goot

	Beh.	Mat 1		Mat 2		Mat 3	
		Helft 1	Helft 2	Helft 1	Helft 2	Helft 1	Helft 2
Geschat aantal	40%	44	44	20	23	55	48
	60%	45	44	10	16	34	36
	80%	28	25	19	11	20	23
Geschatte kleur	40%	5.5	5.5	4.3	4.8	6.3	6.0
	60%	4.8	3.8	3.5	3.5	2.8	2.8
	80%	3.5	3.0	1.5	1.3	2.3	3.0

De kleurschaal loopt van 1 = wit tot 9 = zwart.

Mat 1, helft 1, ligt het dichtst bij de deur, mat 3, helft 2, het dichtst bij de achtergevel.