

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Aalsmeer
Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer
Tel. 0297-352525, fax 0297-352270

ISSN 1385 - 3015

BEPALEN VAN DE VOCHTINHOUD EN VERDAMPING IN DE AFZET VAN POTPLANTEN MET BEHULP VAN EEN VOCHTMETING

Project 2221

R. Baas, A. Bulle, C. Vonk Noordegraaf, M. ten Hoope, H. Koedijk
Aalsmeer, februari 2001

Rapport 307
Prijs f 30,00

INHOUD

VOORWOORD

DEEL I INVENTARISATIE, VOCHTMETING EN TRANSPORTSIMULATIES

1. SAMENVATTING	7
2. INLEIDING ONDERZOEK	9
3. MATERIAAL EN METHODEN	10
3.1 KALIBRATIE FD-SENSOR VOOR POTGRONDEN EN POTVOLUMES	10
3.2 METINGEN BIJ GEWASSEN	10
3.2.1 Experiment 1: Spathiphyllum en Viburnum	10
3.2.2 Experiment 2: Spathiphyllum	11
3.2.3 Experiment 3: Spathiphyllum, Viburnum, potchrysan en Chamaecyparis	12
4. RESULTATEN	14
4.1 KALIBRATIE VAN POTGRONDEN EN POTVOLUMES	14
4.2 METINGEN BIJ GEWASSEN	16
4.2.1 Experiment 1: Spathiphyllum en Viburnum	17
4.2.2 Experiment 2: Spathiphyllum	19
4.2.3 Experiment 3: Spathiphyllum, Viburnum, potchrysan en Chamaecyparis	21
5. DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	27
6. BESCHRIJVING VAN DE SUBSTRAATPROBLEMATIEK RONDOM DE AFZET VAN POTPLANTEN EN BOOMKWEKERIJGEWASSEN IN CONTAINERS AAN DE HAND VAN LITERATUURGEGEVENS	29
LITERATUUR	34
BIJLAGEN	

DEEL 2 VOCHTINHOUD EN VERDAMPING IN VERSCHILLENDE SUBSTRAATMENGSELS EN INVENTARISATIE VEILINGAANVOER

1. INLEIDING	39
2. MATERIAAL EN METHODE	40
2.1 TEELT IN VERSCHILLENDE SUBSTRAATMENGSELS	40
2.2 FYSISCH ONDERZOEK	41
2.2.1 Ringen	41
2.2.2 Potten	41
2.2.3 Bepaling relatie FD-vocht met gravimetrisch vochtgehalte	41
2.3 VERDAMPING EN VERWELKING NA DE TEELT	41

3.	RESULTATEN	43
3.1	FYSISCH ONDERZOEK	43
3.2	GEWASGROEI EN BESCHIKBAARHEID WATER	45
3.3	WATEROPNAME VAN SUBSTRAATMENGSELS MET GEWAS	46
3.4	FD-METINGEN IN DIVERSE SUBSTRAATMENGSELS	47
3.5	VERDAMPING EN VERWELKING NA DE TEELT	48
4.	CONCLUSIES EN DISCUSSIE	51
5.	INVENTARISATIE VAN DE VOCHTVOORRAAD BIJ DE AFZET VAN POTPLANTEN	52
5.1	DOEL	52
5.2	UITVOERING	52
5.3	WAARNEMINGEN	53
5.4	RESULTATEN	53
	5.4.1 Impatiens	53
	5.4.2 Spathiphyllum	56
	LITERATUUR	60

VOORWOORD

In dit rapport worden u de resultaten gepresenteerd van twee jaar onderzoek met als doel een protocol op te stellen voor een goede vochtvoorziening van pot- en containerplanten tijdens de afzet. Met behulp van een FD-meter bleek het heel goed mogelijk via een gemakkelijk uit te voeren meting het volumepercentage vocht van verschillende substraten bij alle onderzochte potvolumes te schatten met een universele vergelijking. De voor de plant beschikbare vochtvoorraad in het substraat bleek vervolgens ook voldoende nauwkeurig te bepalen, mits het substraatvolume en het verwelkingspunt bekend is. Het verwelkingspunt (volumepercentage vocht op tijdstip van slap gaan gewas) bleek voor de meeste in de handel zijnde substraten en voor de onderzocht gewassen tussen de 15 en 20% te liggen. Bij kleitoevoeging bleek dit verwelkingspunt verhoogd te worden.

In het onderzoek zijn zes, qua vocht karakteristiek zeer verschillende substraten gebruikt. Uit de resultaten blijkt dus dat door het gebruik van zwaardere substraten (toevoeging van meer klei) de vochtinhoud kleiner wordt. Dit heeft invloed op de teelt, maar betekent ook dat planten over minder vocht kunnen beschikken tijdens de afzetperiode. Door het gebruik van een lichter substraat hebben de planten iets minder snel last van vochtstress. De maximale periode van transport is berekend door de - onder uiteenlopende condities - gemeten verdamping te delen door de vochtvoorraad. Er is ook een literatuuronderzoek uitgevoerd en er heeft bij enkele gewassen een inventarisatie plaatsgevonden van de voorraad vocht bij aflevering. Uit deze inventarisatie blijkt dat er partijen planten zijn die met een te geringe vochtvoorraad afgeleverd worden. Uit het onderzoek en aanvullende gegevens blijkt tevens dat bij de meeste gewassen de vochtvoorraad in de potgrond voldoende kan zijn om de planten zonder vochtstress de afzetketen te laten doorlopen. Bij sommige, sterk verdampende gewassen, zoals Impatiens, is de vochtvoorraad slechts voor enkele dagen toereikend, wat betekent dat men voor een langere afzetperiode tussendoor water moet geven. In het kader van garanderen van productkwaliteit, behoud van kwaliteit in de keten en aansprakelijkheid, is de FD- meter een gemakkelijk te hanteren meetinstrument wat hierin een belangrijke dienst kan bewijzen. Tevens is in dit onderzoek een stuk duidelijkheid verkregen over de invloed van de samenstelling van potgronden op de hoeveelheid vocht die voor de plant beschikbaar is. Het eerste deel van het onderzoek is gezamenlijk uitgevoerd met het Praktijkonderzoek Boomkwekerij. Het tweede deel is alleen uitgevoerd als bloemisterij-onderzoek.

DEEL 1

Inventarisatie, vochtmeting en transportsimulaties

1. SAMENVATTING

Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de vochtvoorziening van potplanten en boomkwekerijgewassen in de afzetperiode is

1. een beschrijving van de substraatproblematiek rondom de afzet van potplanten en boomkwekerijgewassen in containers aan de hand van literatuurgegevens (Hoofdstuk 6), en
2. onderzoek (Hoofdstukken 2-5) uitgevoerd.

In het onderzoek zijn de mogelijkheden onderzocht om door het meten van de permittiviteit, het vochtgehalte in potkluiten te schatten. In eerste instantie is bij twee potgronden en vier potmaten (inhoud 580 tot 3800 ml) de relatie tussen permittiviteit en vochtgehalte bepaald met twee sensortypen, welke verschilden in penlengte. Hieruit bleek dat het (volumetrisch) vochtgehalte gerelateerd kon worden aan de permittiviteit zonder dat onderscheid gemaakt hoefde te worden in potgrondsoort of potmaat. De relatie permittiviteit-vochtgehalte verschilde wel tussen de beide penlengten: met de langere pen werden hogere permittiviteiten gemeten, waarschijnlijk door de lagere positie van de pennen in het substraat. Besloten werd om met het gangbare pentype van 6,7 cm verder te gaan in het onderzoek met gewassen.

In drie proeven werd bij uiteenlopende gewassen (*Spathiphyllum*, *Viburnum*, potchrysan, *Chamaecyparis*) en potmaten (inhoud 294 tot 3822 ml) het vochtgehalte zowel door weging als met behulp van de FD-sensor bepaald onder verschillende naogstomstandigheden. Op deze manier kon onder meer het waterverbruik (zowel pot- als gewasverdamping) en het verwelkingspunt bepaald worden. De volgende resultaten en conclusies konden worden opgemaakt:

- met de meting van de permittiviteit kon het vochtgehalte en de vochtinhoud van de potgronden waarin de verschillende gewassen gegroeid waren redelijk tot goed geschat worden.
- het verwelkingspunt lag voor de verschillende gewassen in de aangeleverde potgronden tussen vochtgehalten van 13 en 18%. Door de variatie binnen partijen traden bij individuele planten al verwelkingsverschijnselen op (1^o slap in partij) bij een gemiddeld hoger vochtgehalte. Voor een gehele partij bleek dat bij een gemiddeld vochtgehalte van 14% (*Chamaecyparis*) en 20% (*Spathiphyllum*, potchrysan, *Viburnum*) de eerste verwelkingsverschijnselen zichtbaar werden.
- blijvend schadelijke effecten van verwelking zijn waargenomen bij *Spathiphyllum* en potchrysan als bladverkleuring en wortelsterfte.
- het waterverbruik was tijdens de – donkere – transportperiode lager dan tijdens geconditioneerde houdbaarheidsomstandigheden en deze lager dan tijdens kasomstandigheden.
- het waterverbruik tijdens de transportsimulatie was lager bij 70% r.v. dan bij 40% r.v. bij 15°C; bij 5°C was dit verschil geringer

- het waterverbruik bij de verschillende gewassen in de verschillende potmaten liep uiteen van 7 tot 91 g/pot per dag of 0,05-0,67 g/g gewas per dag onder transportomstandigheden.
- het waterverbruik bij de onderzochte gewassen in de verschillende potmaten liep uiteen van 6 tot 136 g/pot per dag of 0.1- 0.67 g/g gewas per dag onder geconditioneerde houdbaarheidsomstandigheden na een transportsimulatie.
- Uitgaande van het waterverbruik onder geconditioneerde houdbaarheidsomstandigheden werd een maximaal te bereiken transportduur -vanaf verzadiging van de potkluit tot indroging tot een vochtgehalte van 25% - berekend van 7-13 dagen (Spathiphyllum), 9 dagen (potchrysanthe), 10 dagen (Chamaecyparis) tot 13 dagen (Viburnum).
- Om een betrouwbare schatting van het vochtgehalte van de veilingrijpe partijen te krijgen diende de steekproefgrootte tussen de 9-23 waarnemingen groot te zijn.

2. INLEIDING ONDERZOEK

Tijdens de teelt wordt potgrond gebruikt die in de keten – wanneer geen vocht verstrekt wordt – indroogt. Weinig is bekend over de grootte van de verdamping van gewassen in de keten, en welke factoren hierop van invloed zijn, en over het verwelkingspunt van gewassen (zie Hoofdstuk 6).

Om onderzoek te verrichten naar deze aspecten van de vochthuishouding van gewassen in de afzetketen, zou een handzame, snelle methode een bruikbaar hulpmiddel kunnen zijn.

De afgelopen jaren is onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid om met behulp van het meten van de permittiviteit (of diëlektrische geleidbaarheid) het vochtgehalte van groeimedia te schatten (Baas en Straver 1996). Deze permittiviteit is een maat voor het polariserend vermogen van een medium in een wisselend elektrisch veld. Met een speciaal door IMAG-DLO ontwikkelde FD-sensor (Hilhorst 1998) kan gelijktijdig de permittiviteit, de bulk-EC en de temperatuur bepaald worden. Wanneer een kalibratie van gemeten permittiviteiten bij verschillende bekende vochtgehalten uitgevoerd wordt, kan vervolgens met deze ijklijn het vochtgehalte geschat worden in onbekende monsters.

Om meer inzicht te krijgen in de vochtvoorraad van bloemisterij- en boomkwekerij-producten tijdens de afzetfase zou deze vochtgehaltemeting een bruikbaar hulpmiddel kunnen zijn. Als onderzoeksvragen zijn geformuleerd:

- is de permittiviteitsmeting bruikbaar voor een goede schatting van het vochtgehalte en de vochtinhoud voor verschillende situaties (potmaten, potgronden, gewassen)?
- bij welk vochtgehalte treedt verwelking op, en wordt dit beïnvloed door de samenstelling van de potgrond, gewas en potvolume?
- is er herstel mogelijk na verwelking zonder kwaliteitsverlies?
- hoe groot is het waterverbruik door gewassen, en welke omstandigheden spelen hierbij een belangrijke rol?
- kan inzicht gegeven worden in een maximaal mogelijke transportduur zonder watertoediening op basis van gemeten vochtgehalte en ingeschat waterverbruik?

3. MATERIALEN EN METHODEN

3.1 KALIBRATIE FD-SENSOR VOOR POTGRONDEN EN POTVOLUMES

Voor de kalibratie van potgronden en potmaten zijn twee typen FD-sensoren gebruikt die geleverd zijn door IMAG-DLO. Het eerste type heeft een maximale penlengte van 6.7 cm en wordt de standaardsensor genoemd. Het tweede type is op verzoek gemaakt en heeft een maximale penlengte van 10 cm, waarvan de eerste 2.3 cm met krimpkous zijn geïsoleerd, waardoor bij een verticale meting effectief lager in een pot gemeten kan worden. Achterliggende gedachte hierbij was dat bij grotere potmaten dit tweede type sensor wellicht een betere schatting van het vochtgehalte zou kunnen geven bij grote vochtgradiënten in de pot (b.v. bij een ingedroogde bovenlaag). Beide sensoren zijn gekalibreerd met de bijbehorende IMAG-software, waarbij de permittiviteit voor lucht en water op 0 respectievelijk 100 gesteld zijn. De permittiviteiten werden altijd gecorrigeerd naar 25° C.

Voor de ijking is – na overleg met de begeleidingswerkgroep – gekozen voor twee potgronden (voor boomkwekerijgewassen op aanraden van T. Aendekerk, Proefstation Boomkwekerij en voor bloemisterijgewassen een op het PBG gebruikt eb/vloedmengsel) en een viertal potmaten, te weten P9 (vierkant), 13 cm, 15 cm, 21 cm. In Appendix 1 zijn de afmetingen weergegeven van de gebruikte potten, en de berekeningswijzen om het potvolume te bepalen.

Van ieder pottype zijn 16 potten gevuld met een potgrond, en vervolgens verzadigd met een voedingsoplossing (2 mS/cm) gedurende minimaal 48 uur. Aangezien de capillaire opstijging onvoldoende was in de 15 en 21 cm-potten, zijn hierna de 15 en 21 cm-potten ook nog bovendoor aangegoten. Vervolgens zijn de potten geplaatst op pF-bakken met 0, 10, 32 of 100 cm onderdruk (vier herhalingen = vier potten per onderdruk per potgrond per pottype). Na 24 uur zijn de potten gewogen, en is de permittiviteit in de potten gemeten met de twee typen FD-sensoren (drie metingen per sensor per pot). Bij een meting werden de pennen verticaal in de potgrond gestoken zodanig dat de behuizing op het substraat rustte.

Het volumetrisch vochtgehalte per pot is berekend na bepaling van het potgewicht en het drooggewicht van de potgrond na droging bij 105°C gedurende minimaal 48 uur.

Omdat na verwerking van de gegevens bleek dat door aanleggen van onderdruk tot 100 cm slechts een beperkt traject in vochtgehalten bereikt werd, zijn voor kalibratiemetingen in het drogere traject tien potten gebruikt die door verdamping van Viburnum indroogden tot verwelkingspunt.

3.2 METINGEN BIJ GEWASSEN

3.2.1 Experiment 1: Spathiphyllum en Viburnum

Het eerste experiment is uitgevoerd in de periode week 10 – week 13 (9 – 30 maart) 1999. Het plantmateriaal is rechtstreeks bij telers gehaald.

Spathiphyllum 'Cupido' is gehaald bij twee telers. Teler (herkomst) 1 leverde de planten in een 13 cm lage pot in een eb/vloed-mengsel, teler (herkomst) 2 leverde de planten in een 13 cm-container met een potgrondmengsel geschikt voor watergift bovenover.

Viburnum tinus is door één teler geleverd in een 21 cm-pot met potgrond geschikt voor boomkwekerijproducten.

Planten zijn na aankomst op het PBG gedompeld. De planten hebben een transportsimulatie ondergaan van zeven dagen bij 15°C/40% RV (vochtdeficit 6,3 g/kg) en 15°C/70% RV (vochtdeficit 3,2 g/kg). Tijdens deze transportsimulatie waren de planten niet ingehoesd. Ze stonden los op een Deense kar.

Na de transportsimulatie zijn de planten in de uitbloeiruimte gezet bij 20°C en 60% RV (dag en nacht) en een lichtintensiteit van 14 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gedurende 12 uur per etmaal.

Op het moment dat de helft van de planten van één behandeling verwelkingsverschijnselen vertoonde, is de behandeling beëindigd. Om te bepalen hoeveel vocht nog in de potkluit aanwezig is, zijn de volgende metingen uitgevoerd: gewicht volledige plant inclusief pot, versgewicht afgesneden plant en het drooggewicht van de potkluit (na 1 week na droging bij 70°C).

FD-waarden en gewichten zijn bepaald op de volgende momenten:

1. na verzadiging (geen gewichten)
2. na 2 dagen transportsimulatie (geen gewichten)
3. na 7 dagen transportsimulatie
4. na 3 dagen uitbloeiruimte
5. na 6 dagen uitbloeiruimte
6. 50% van de planten slap

Aanvankelijk zijn drie metingen per pot per tijdstip gedaan, later is dit teruggebracht naar twee metingen per pot per tijdstip omdat de grond te veel kapot geprikt werd.

3.2.2 Experiment 2: *Spathiphyllum*

Het tweede experiment is uitgevoerd in de periode van week 14 – week 20 (9 april – 17 mei) 1999. In dit experiment was alleen het gewas *Spathiphyllum* 'Cupido' opgenomen. De planten zijn weer rechtstreeks bij twee telers gehaald (dezelfde herkomsten als in experiment 1). Planten van herkomst 1 zijn weer geleverd in een 13 cm lage pot met een eb/vloed-mengsel en planten van herkomst 2 in een 13 cm-container met een potgrondmengsel voor watergift bovenover.

Planten zijn na aankomst op het PBG gedompeld. Alle planten hebben eenzelfde transportsimulatie ondergaan van zeven dagen bij 15°C en 70% RV (vochtdeficit 3,2 g/kg). De planten waren tijdens de transportsimulatie niet ingehoesd.

Na de transportsimulatie zijn de planten in de uitbloeiruimte gezet bij 20°C en 60% RV (dag en nacht) en een lichtintensiteit van 14 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gedurende 12 uur per etmaal.

Voor dit experiment zijn twee behandelingen uitgevoerd:

1. 10 planten uit laten drogen tijdens een transportsimulatie en daarna in de uitbloeiruimte tot verwelking, daarna herstel.
2. 10 planten direct na een transportsimulatie normaal watergeven (controle).

Op het moment dat de helft van de planten van de eerste behandeling verwelkingsverschijnselen vertoonde, is voor deze behandeling de proef beëindigd. Om te bepalen hoeveel vocht nog in de potkluit aanwezig is, zijn de volgende metingen uitgevoerd: gewicht volledige plant inclusief pot, versgewicht afgesneden plant en het drooggewicht van de potkluit (na 1 week bij 70°C).

FD-waarden en gewichten zijn bepaald op de volgende momenten:

1. na verzadiging
2. na 7 dagen transportsimulatie
3. 50% herkomst 1 slap; zowel herkomst 1 als 2 gemeten en gewogen
4. 50% herkomst 2 slap
5. eindmeting na herstelperiode

Per pot zijn twee metingen gedaan, zowel met de lange als de korte pennen. Bij de controle-behandeling is ook met de pennen geprikt.

3.2.3 Experiment 3: Spathiphyllum, Viburnum, potchrysan, Chamaecyparis

Het derde experiment is uitgevoerd in de periode van week 31 – week 38 (4 augustus – 20 september) 1999. Voor dit experiment zijn vier gewassen gebruikt, te weten Chamaecyparis (potmaat 9 cm), potchrysan (potmaat 12 cm), Spathiphyllum 'Cupido' (lage 13 cm-pot, dezelfde herkomst als nr.1 in de vorige experimenten) en Viburnum tinus (potmaat 21 cm).

De planten zijn na aankomst op PBG verzadigd door middel van een lange watergift met het eb/vloed-systeem. Ze zijn niet gedompeld omdat op die manier veel grond verloren gaat. Alle planten hebben een transportsimulatie ondergaan van zeven dagen bij verschillende omstandigheden:

- * 5°C / 40% RV/ vochtdeficit 3,3 g/kg
- * 5°C / 70% RV/ vochtdeficit 1,6 g/kg
- * 15°C / 40% RV/ vochtdeficit 6,3 g/kg
- * 15°C / 70% RV/ vochtdeficit 3,2 g/kg

Tijdens deze transportsimulatie waren potchrysan en Spathiphyllum ingehoesd, Chamaecyparis en Viburnum waren niet ingehoesd.

Na de transportsimulatie zijn er planten zowel in de kas als in de uitbloeiruimte gezet.

De omstandigheden in de uitbloeiruimte waren dag en nacht 20°C en 60% RV en een lichtintensiteit van $14\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gedurende 12 uur per dag.

De volgende behandelingen zijn uitgevoerd:

1. 10 planten uit laten drogen tijdens een transportsimulatie en daarna in de uitbloeiruimte tot verwelking, daarna herstel
2. 10 planten na een transportsimulatie normaal watergeven
2. 5 planten controle; deze planten zijn direct in de uitbloeiruimte of in de kas

geplaatst en hebben steeds voldoende water gehad.

FD-waarden en gewichten zijn bepaald op de volgende momenten:

1. bij aankomst (voor verzadiging)
2. 1 uur na verzadiging
3. na 7 dagen transportsimulatie
4. moment dat aan de 1^e plant van een behandeling verwelking te zien is
5. moment dat aan de laatste plant van een behandeling verwelking te zien is
6. na 2 (potchrysanthe en Spathiphyllum) of 3 (Chamaecyparis en Viburnum) weken herstel.

Per pot is één meting gedaan met de standaard sensor (korte pen).

De momenten waarop meting 4 en 5 gedaan werden, werden per vier behandelingen bepaald (alle behandelingen die droog stonden). Voor de kas en de uitbloeiruimte is dit moment apart bepaald.

Om te bepalen hoeveel vocht nog in de potkluit aanwezig is, zijn de volgende metingen uitgevoerd: gewicht volledige plant inclusief pot, versgewicht afgesneden plant en het drooggewicht van de potkluit (na 1 week bij 70°C).

Om het verwelkingspunt per plant te kunnen bekijken zijn de planten in de uitbloeiruimte, die wel een transportsimulatie hebben gehad, maar die vervolgens normaal water kregen, na afloop van experiment 3 droog gezet. Alleen voor Chamaecyparis was dit niet mogelijk, omdat veel planten schade vertoonden, waarschijnlijk als gevolg van de lage lichtintensiteit in de uitbloeiruimte.

Zodra een plant verwelkingsverschijnselen vertoonde is voor die plant de proef beëindigd. Om te bepalen hoeveel vocht nog in de potkluit aanwezig is, zijn de volgende metingen uitgevoerd: gewicht volledige plant incl. pot, versgewicht afgesneden plant en het drooggewicht van de potkluit (na 1 week bij 70°C).

4. RESULTATEN

4.1 Kalibratie van potgronden en potvolumes

De vocht karakteristiek en bulkdichtheid zoals deze van de potgrondsoorten bepaald is, is weergegeven in Tabel 1. Het eb/vloed-mengsel voor de bloemisterij

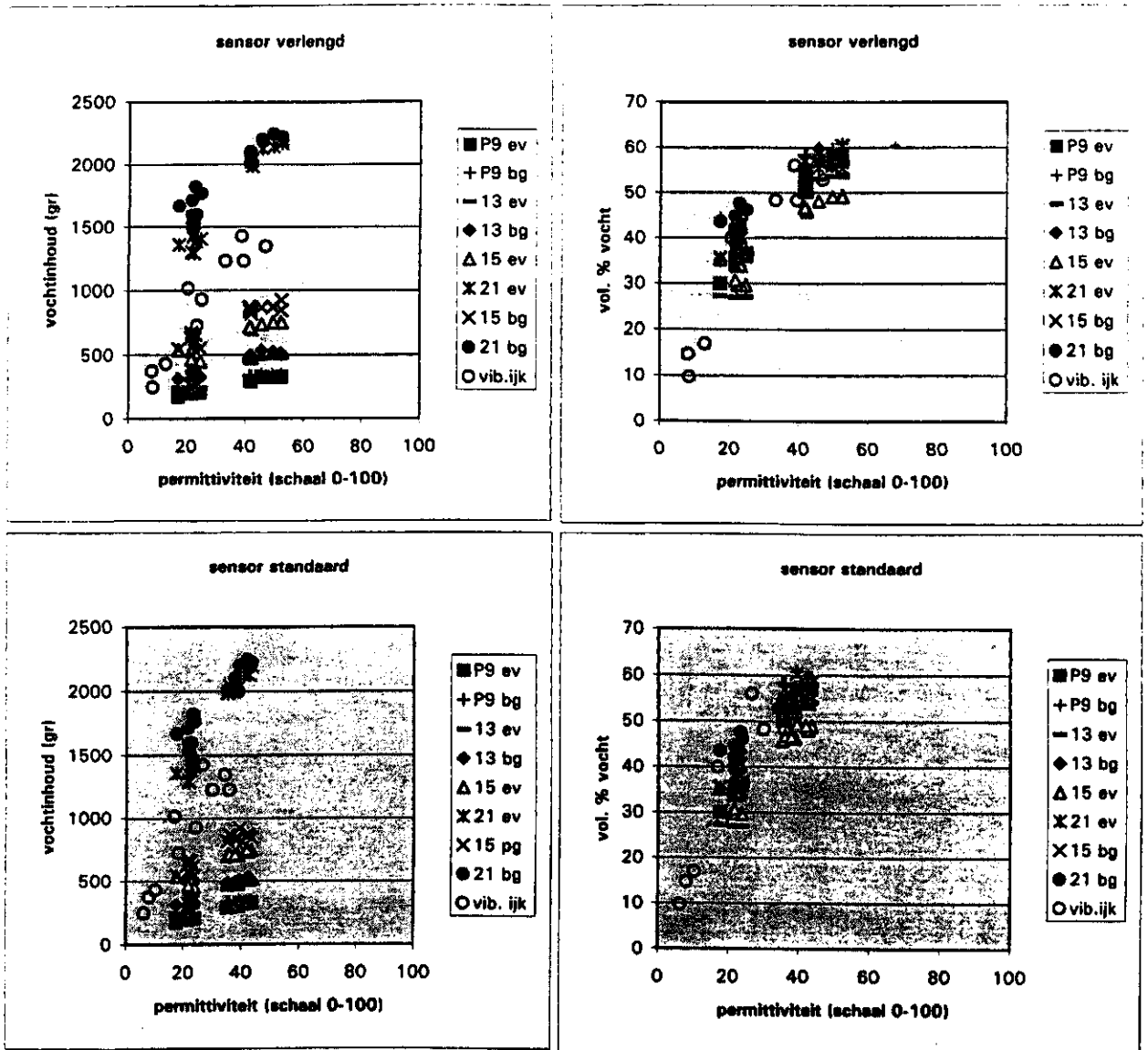
Tabel 1. Vocht karakteristiek en bulkdichtheid van gebruikte potgronden.

Onderdruk	Eb/vloed-mengsel					Boomkwekerij-mengsel					
	P9	13 cm	15 cm	20 cm		P9	13 cm	15 cm	20 cm		
cm	vol.%vocht				gem.						gem.
0	57	54	49	56	54	60	58	57	58	58	
10	52	50	46	53	50	57	54	55	53	55	
32	36	35	34	38	36	43	42	42	43	43	
100	34	28	31	35	32	41	35	38	43	39	
	bulkdichtheid (kg/m ³)				gem.						gem.
0	73	72	75	73	73	126	125	125	123	125	
10	73	73	75	74	74	130	125	125	125	126	
32	72	72	75	73	73	128	130	127	124	127	
100	71	72	75	74	73	130	124	128	125	127	

verschilde met name van het boomkwekerijmengsel in bulkdichtheid door het andere type toeslagstof: perliet ten opzichte van lava. Wat betreft vocht karakteristiek verschilden de mengsels niet erg: het eb/vloed-mengsel had bij dezelfde onderdruk een iets lager vochtgehalte. De invloed van het pottype op het vochtgehalte was erg gering.

De resultaten van de kalibraties met de FD-sensor staan in Figuur 1. De permittiviteiten die als gevolg van de onderdrukbehandelingen gemeten werden varieerden globaal tussen de 20 en 60 voor de lange sensor, en tussen de 20 en 50 voor de standaard sensor. Omdat uit voorgaand onderzoek was gebleken dat de gemeten permittiviteiten (ϵ) bij verwelking lager dan 20 zijn, en om de kalibratie over een breder traject mogelijk te maken zijn potten die door verdamping met Viburnum uitdroogden eveneens toegevoegd. (vib. ijk in Fig. 1). Hierdoor werden inderdaad permittiviteiten tot minimaal 6 gemeten. In Figuur 2 zijn alle gegevens per sensortype weergegeven inclusief de waarden voor lucht (permittiviteit 0) en water c.q. voedingsoplossing (permittiviteit 100). De gefitte 3^e-orde polynomen en de relaties zijn ook weergegeven voor de standaard sensor:

Figuur 1. Relatie tussen permittiviteit en vochtinhoud (links) resp. vochtgehalte (rechts) gemeten met verlengde en standaard sensor in verschillende potmaten en potgronden

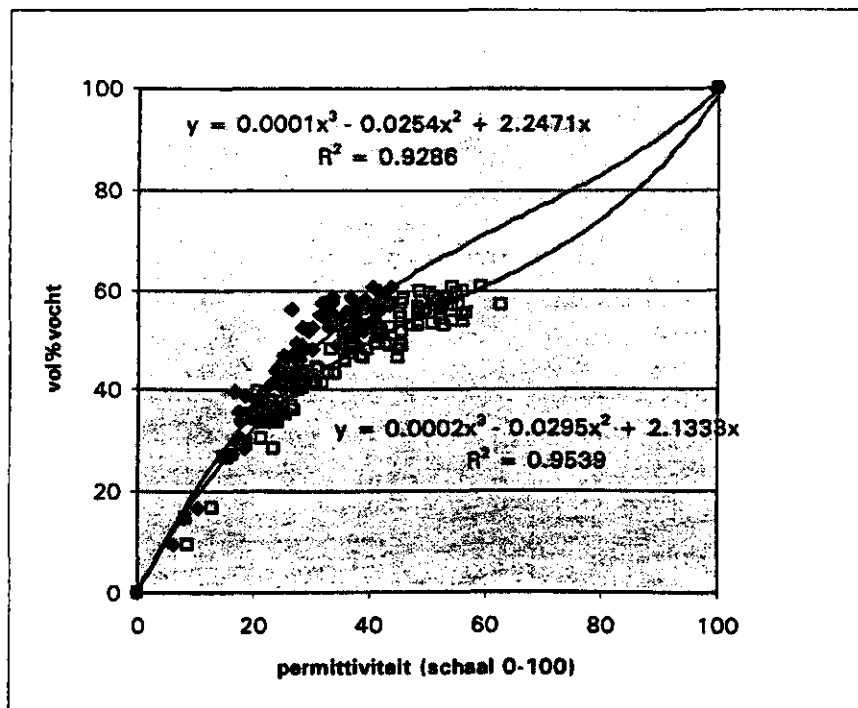


$$\text{vol.\%vocht} = 2.2471\varepsilon - 0.0254 \varepsilon^2 + 0.00013 \varepsilon^3 \quad r^2 = 0.93 \quad (1)$$

voor de verlengde sensor geldt:

$$\text{vol.\%vocht} = 2.1333 \varepsilon - 0.0295 \varepsilon^2 + 0.0002 \varepsilon^3 \quad r^2 = 0.95 \quad (2)$$

Het blijkt dus mogelijk met de sensoren in een grote reeks van potmaten en bij de twee gekozen potgrondsoorten betrouwbaar het vochtgehalte te schatten. Hoewel de verlengde sensor een iets betere schatting van het vochtgehalte geeft, is met de standaard sensor echter ook een goede schatting te verkrijgen. Gezien de lagere kosten en beschikbaarheid van deze sensor is er voor gekozen met de standaard sensor door te gaan in het vervolg van het onderzoek.



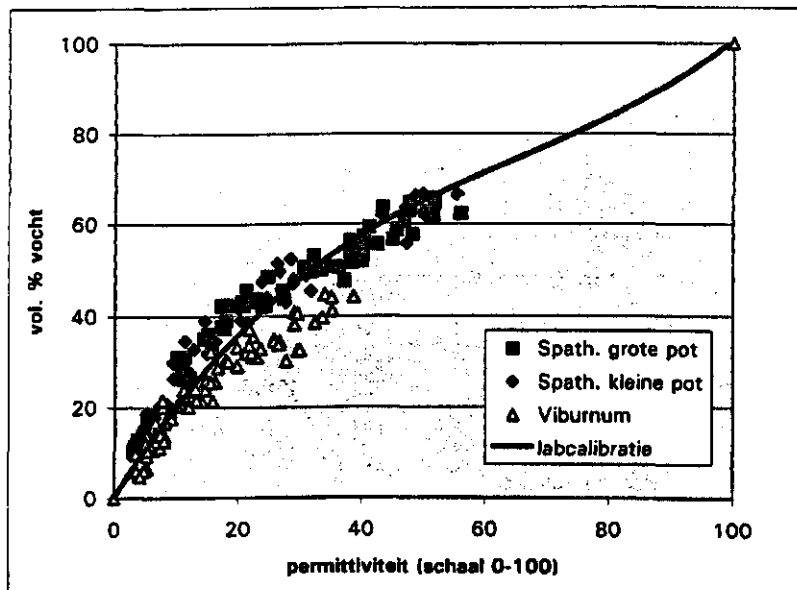
Figuur 2. Relatie tussen permittiviteit en volumetrisch vochtgehalte voor standaard sensor (dicht symbool) en verlengde sensor (open symbool) gevonden in de labkalibratie.

4.2 Metingen bij gewassen

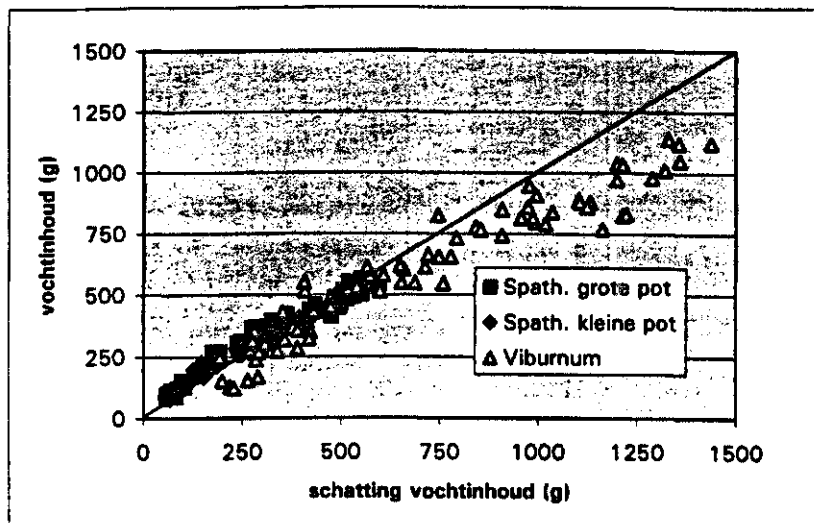
Om te onderzoeken of de kalibratieresultaten verkregen bij 3.1 bruikbaar zijn voor diverse potgronden/pottypen waarin wortelgroei heeft plaats gevonden, zijn een aantal experimenten uitgevoerd. Deze experimenten hebben daarnaast als doel gehad om verdampingsgegevens van verschillende gewassen onder verschillende transport- en houdbaarheidsomstandigheden te verkrijgen, om het verwelkingspunt te bepalen en de visuele schade na verwelking vast te stellen.

4.2.1 Experiment 1: Spathiphyllum en Viburnum

Op verschillende tijdstippen gedurende de afzetsimulatie zijn de planten gewogen en is de permittiviteit gemeten. Na correctie voor plantgewicht en drogestofgewicht potgrond (op de einddatum bepaald) werd het vol.% vocht vergeleken met de permittiviteit (Fig. 3a). Opvallend was dat hogere permittiviteiten gemeten werden dan in de verzadigde potten tijdens de labcalibratie (4.1). Enerzijds kan dit het gevolg zijn van de aanwezigheid van wortels (waarvan het vocht eveneens gemeten wordt), anderzijds kunnen andere fysische eigenschappen van de potgrond ten opzichte van de potgronden voor kalibraties een rol spelen. De relatie tussen permittiviteit en vochtgehalte week met name bij Viburnum iets af van de relatie (1) uit 4.1, waardoor een overschatting van de geschatte vochtinhoud optrad bij Viburnum (Fig. 3b).



Figuur 3a. Relatie tussen gemeten permittiviteit en vochtgehalte in experiment 1. De getrokken lijn is de relatie (1) uit 4.1.



Figuur 3b. Schatting vochtinhoud uit de permittiviteit volgens (1) en potvolume (Bijlage 1) in relatie tot vochtinhoud bepaald via weging.

Tabel 2. Plant- en potgrondparameters van experiment 1													
	Spathiphyllum bl. pot/70% r.v.		Spathiphyllum bl. pot/40% r.v.		Spathiphyllum gr. pot/70% r.v.		Spathiphyllum gr. pot/40% r.v.		Viburnum 70% r.v.		Viburnum 40% r.v.		
Potvolume (ml)	660	660	660	660	866	866	866	866	2547	2547	2547	2547	
Bulkdichtheid (kg/m ³)	120	115	101	104	98	104	98	104	228	228	216	216	
Plantgewicht (g)	101	101	101	101	107	107	107	107	127	127	136	136	
dag	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	schatting vochtinh.	% vocht FD
na verzadiging	0	475	72	0	606	70	0	615	71	0	1501	59	1630
na transport	7	370	56	7	546	63	7	442	51	7	1223	48	993
na 3 dagen HBR	10	284	43	10	468	54	10	346	40	10	917	36	637
na 6 dagen HBR	13	125	19	13	294	34	13	199	23	13	509	20	382
50% slap in HBR	15	73	11	13	66	10	22	69	8	18	280	11	280
verdamping	g/pot.dag	g/g.dag	g/pot.dag	g/g.dag	g/pot.dag	g/g.dag	g/pot.dag	g/g.dag	g/pot.dag	g/g.dag	g/pot.dag	g/g.dag	g/pot.dag
tijdens transport (niet ingevoerd)	15	0.15	25	0.24	9	0.09	25	0.23	40	0.31	91	0.67	
tijdens houdbaarheid	28	0.28	29	0.28	26	0.26	32	0.30	102	0.80	119	0.87	
3-6 dagen	83	0.52	31	0.30	58	0.57	49	0.46	136	1.07	85	0.62	
tot 50% slap	37	0.37	30	0.29	32	0.31	31	0.29	86	0.67	79	0.58	
max. transportduur (dagen)	11		12		17		18		14		17		
na verzadiging tot 50% slap	8		8		12		13						
tot 25% vocht	8		8		12		13						

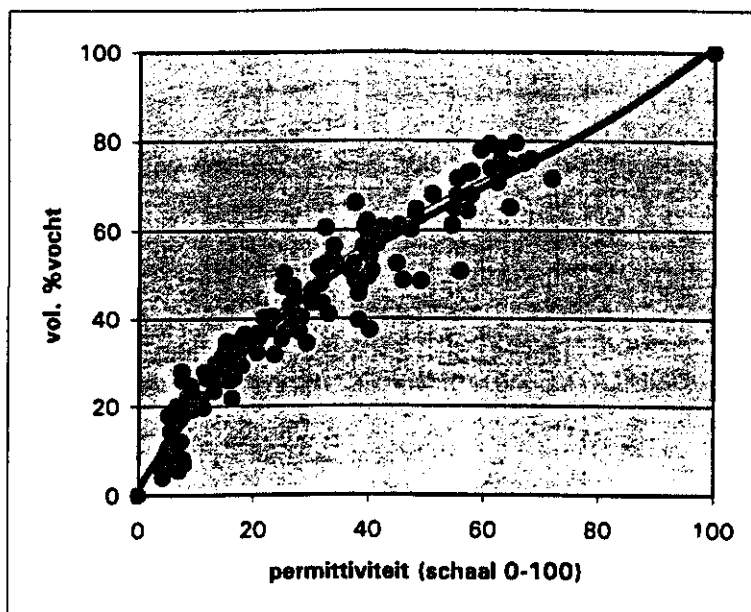
In Tabel 2 staan de effecten van de verschillende behandelingen en perioden in de gesimuleerde afzetperiode op het vochtgehalte weergegeven. Aan de hand hiervan kon de vochtvoorraad (door vermenigvuldiging met potvolume), de verdamping (evapotranspiratie, dus inclusief potverdamping) en de maximale transportduur berekend worden. Enkele opvallende punten zijn:

- er is een groot effect van de lagere r.v. (40% in plaats van 70%) tijdens de transportsimulatie op de verdamping van *Spathiphyllum* en *Viburnum*.
- de verdamping per gram gewas per dag was ca. 2x hoger bij *Viburnum* dan bij *Spathiphyllum*
- bij beide gewassen was 50% van de partij verwelkt bij een vochtgehalte van 8-11%
- de verdamping in de houdbaarheidsruimte was in de eerste drie dagen na de transportsimulatie lager dan in de daaropvolgende periode van drie dagen
- maximaal berekende transportduur na verzadiging tot een vochtgehalte van 25% is berekend door - uitgaande van verdamping zoals in de houdbaarheidsruimte gerealiseerd - bedroeg 8-13 dagen

4.2.2 Experiment 2: *Spathiphyllum*

Net als in experiment 1 bleek dat hogere permittiviteiten in de potten met planten gemeten werden dan in de verzadigde potten zonder planten, mogelijk als gevolg van wortelgroei (Figuur 4).

De relatie tussen permittiviteit en vochtgehalte bleek goed overeen te komen met de relatie berekend uit de labkalibratie(1).



Figuur 4. Relatie tussen permittiviteit en vochtgehalte bij *Spathiphyllum* (experiment 2) en geschat volgens relatie (1) uit labkalibratie (dunne lijn).

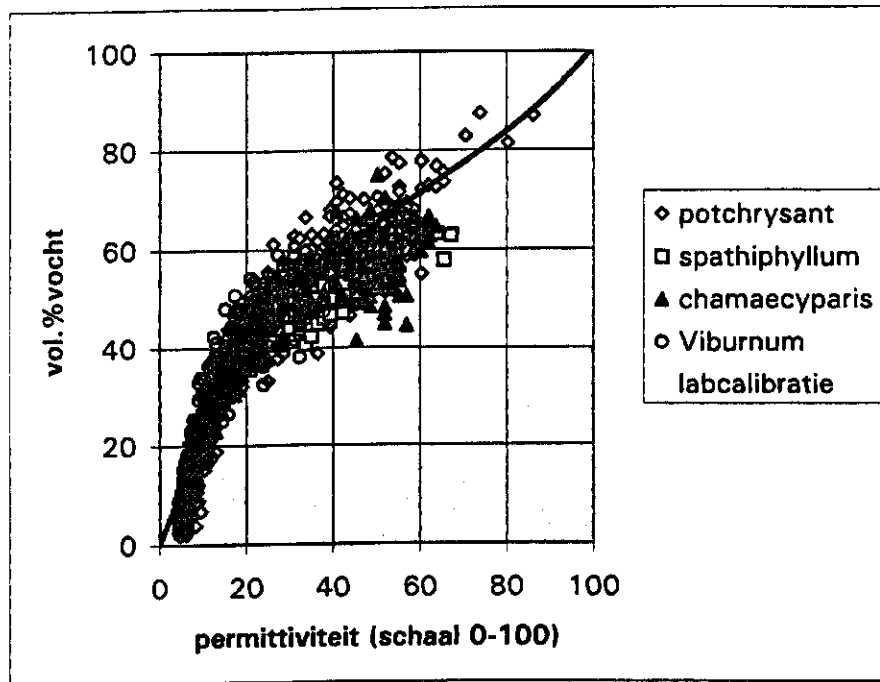
	Spathiphyllum					
	kleine pot			grote pot		
Potvolume (ml)		660			866	
bulkdichtheid (kg/m ³)		137			145	
Plantgewicht (g)		111			116	
		schatting			schatting	
	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD
verzadiging	0	469	71	0	615	71
na transp (70% r.v.)	7	317	48	7	494	57
50% slap in HBR	14	112	17	20	87	10
eindmeting na herstel	38	271	41	38	277	32
verdamping		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag
tijdens transport (niet ingehoesd)		22	0.20		17	0.15
tijdens houdbaarheid		29	0.26		31	0.27
max. transportduur (dagen)						
na verzadiging tot 50% slap		16			20	
tot 25% vocht		10			13	

Tabel 3. Plant- en potgrondparameters van experiment 2.

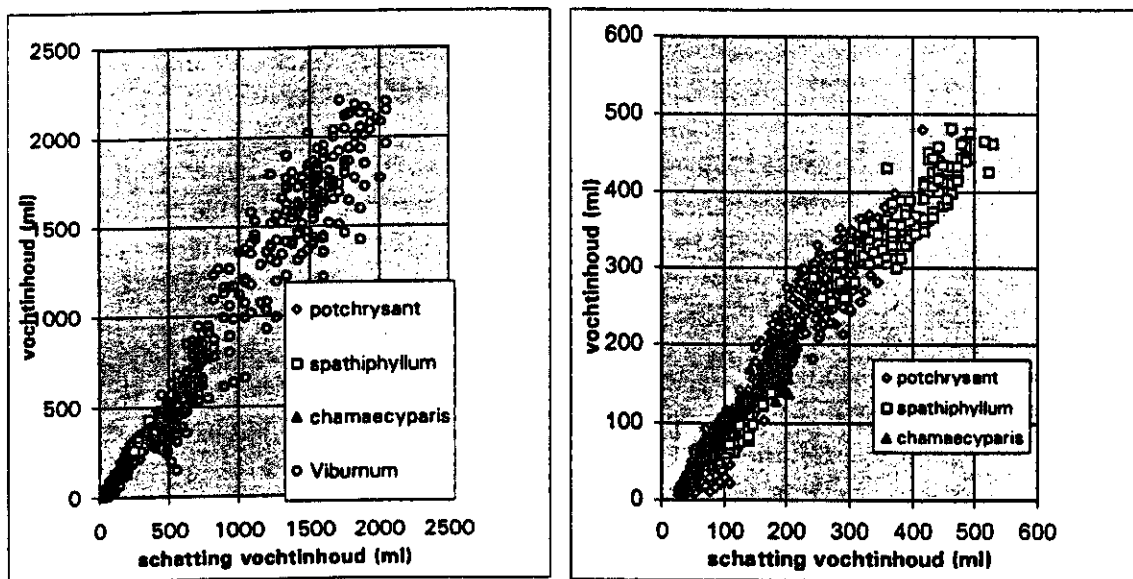
In Tabel 3 staan de effecten van de verschillende behandelingen en perioden in de gesimuleerde afzetperiode op het vochtgehalte weergegeven. Aan de hand hiervan kon de vochtvoorraad (via vergelijking (1) berekend), de verdamping (evapotranspiratie, dus inclusief potverdamping!) en de maximale transportduur berekend worden (Tabel 2). Enkele opvallende punten zijn:

- de verdamping tijdens transport was met 0,15-0,27 g/g.dag hoger dan in experiment 1 (0,09-0,15 g/g.dag)
- de verdamping in de houdbaarheidsruimte (HBR) was hoger dan in de transportperiode, en was vergelijkbaar met experiment 1.
- 50% van het gewas vertoonde verwelkingsverschijnselen bij een vochtgehalte van 10-17%; dit komt overeen met experiment 1.
- na verwelking vertoonden de planten van herkomst 1 (kleine pot) bruine wortels en bruin blad; planten van herkomst 2 (grote pot) herstelden zich zonder zichtbare schade.

4.2.3 Experiment 3: Spathiphyllum, Viburnum, potchryasant, Chamaecyparis



Figuur 5. Relatie tussen gemeten permittiviteit en vochtgehalte bij de verschillende gewassen in experiment 3, en relatie volgens labcalibratie.



Figuur 6. Schatting van vochtvoorraad via FD-meting (labcalibratie) en via weging bij de gewassen van experiment 4. De onderste figuur is exclusief de data van Viburnum.

In Figuur 5 is de relatie tussen de gemeten permittiviteiten en vochtgehalte op verschillende tijdstippen in het na-oogst experiment bij de verschillende gewassen weergegeven. De labkalibratie uit Figuur 2 is eveneens weergegeven; deze blijkt bij de grote variatie in gewassen (wortelgroei), teeltduur, potgronden en potmaten een redelijk gemiddelde van de individuele waarden te geven. Bij extreem lage permittiviteiten wordt wel een onderschatting van het vochtgehalte verkregen, waardoor de vochtvoorraad iets onderschat wordt (Figuur 6).

In de tabellen 4a, 4b, 4c en 4d staan de effecten van de verschillende behandelingen en perioden in de gesimuleerde afzetperiode op het vochtgehalte weergegeven. Aan de hand hiervan kon de vochtvoorraad, de verdamping en de maximale transportduur berekend worden. Enkele opvallende punten zijn:

- Na aflevering blijkt dat het vochtgehalte van het substraat al aanzienlijk lager kan liggen dan na verzadiging. Zo was bij potchrysanthe het vochtgehalte vergelijkbaar met de vochtgehalten na de transportsimulatie. Chamaecyparis en Viburnum waren wel bijna verzadigd. Bij Viburnum lag het vochtgehalte bij verzadiging wel lager (50-53%) dan bij de andere gewassen (62-67%).
- het verwelkingspunt lag voor de gewassen tussen de 13 en 16%.
- dit verwelkingspunt lijkt onafhankelijk te zijn van de potmaat, met andere woorden de residuele hoeveelheid vocht is groter in grotere potten. Het verwelkingspunt lijkt dus meer samen te hangen met de bindingskracht aan het substraat dan met de absolute hoeveelheid vocht.
- bij alle gewassen was de evaporatie minder in de behandelingen met 70% r.v. in vergelijking met 40% tijdens de transportperiode; het effect was groter bij 15°C dan bij 5°C.
- Spathiphyllum vertoonde kouschade (blad met zwarte plekken en slap) na de transportperiode bij 5°C en is vervolgens niet meer meegenomen in het vervolgonderzoek
- de evaporatie bij 5°C was – met name bij 40% r.v. - lager dan bij 15°C.
- er is geen schade waargenomen bij Viburnum en Chamaecyparis na verwelking. Beide gewassen vertoonden wel schade als gevolg van de lage lichtintensiteit in de uitbloeiruimte. Viburnum had veel verdroogde bloemtrossen en Chamaecyparis had veel bruine takken.
- Bij potchrysanthe is bladvergeling waargenomen na de herstelperiode. Gemiddeld had een plant zes (in de kas) of vijf (uitbloeiruimte) gele bladeren als gevolg van uitdroging. Bij de controle behandeling is nauwelijks bladvergeling gezien. Zowel in de kas als in de uitbloeiruimte hadden planten die droog gestaan hebben veel bruine wortels.
- Spathiphyllum vertoonde ook schade aan de wortels; verbruining van de wortels, zowel in de kas als in de uitbloeiruimte. Bovengronds is enige bladvergeling waargenomen, in de kas zelfs bij de controlebehandeling.

Tabel 4 a. Plant- en grondparameters van potchrysan experiment 3													
	transport 15°C/40% r.v.			transport 15°C/70% r.v.			transport 5°C/40% r.v.			transport 5°C/70% r.v.			
	potvolume (ml)	550		550			550			550			
bulkdichtheid (kg/m ³)	97		97			97			97				
Plantgewicht (g)	116		116			116			116				
	schatting		schatting			schatting			schatting				
	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD	
aflevering	0	270	49	0	281	51	0	270	49	0	275	50	
verzadiging	0	369	67	0	352	64	0	341	62	0	358	65	
na transp	7	220	40	7	275	50	7	259	47	7	270	49	
1e slap in kas	9	99	18	9	110	20	9	116	21	9	121	22	
laatste slap in kas	12	77	14	12	83	15	12	83	15	12	88	16	
1e slap in HBR	14	94	17	14	99	18	14	94	17	14	88	16	
laatste slap in HBR	16	77	14	16	83	15	16	77	14	16	83	15	
verwelkingspunt (individueel)							13						
verdamping		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag	
tijdens transport (ingehoes)		21	0.18		11	0.09		12	0.10		13	0.11	
tijdens kas		61	0.52		83	0.71		72	0.62		74	0.64	
tijdens houdbaarheid		18	0.16		25	0.22		24	0.20		26	0.22	
max. transportduur (dager)		15			10			11			10		
tot 1e slap		10			7			7			7		
tot 25% vocht		13			9			9			8		

Tabel 4 b. Plant- en grondparameters van <i>Spathiphyllum</i> experiment 3									
		transport 15°C/40% r.v.		transport 15°C/70% r.v.					
Potvolumen (lml)	735							735	
bulkdichtheid (kg/m ³)	111							111	
Plantengewicht (g)	145							145	
	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD
verzadiging na transp									
	0	458	62	0	483	63			
	7	360	49	7	412	56			
1e slap in kas	11	132	18	11	147	20			
laatste slap in kas	15	110	15	15	110	15			
1e slap in HBR	13	132	18	13	169	23			
laatste slap in HBR	16	103	14	16	125	17			
verwelkingspunt (individueel)				16					
verdamping		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag			
tijdens transport (ingehoe		14	0.09		7	0.05			
tijdens kas		57	0.39		66	0.46			
tijdens houdbaarheid		38	0.26		40	0.28			
max. transportduur (dagen)									
tot 1e slap		9			7				
tot 25% vocht		7			7				

Tabel 4 c. Plant- en grondparameters van <i>Chamaecyparis</i> experiment 3																
		transport 15°C/40% r.v.	dag	% vocht FD	% vocht FD	transport 15°C/70% r.v.	dag	% vocht FD	vochtinh.	% vocht FD	transport 5°C/40% r.v.	dag	% vocht FD	vochtinh.	% vocht FD	transport 5°C/70% r.v.
Potvolume (ml)		294				294					294					294
Bulkdichtheid (kg/m ³)		113				113					113					113
Plantgewicht (g)		32				32					32					32
			schatting				schatting					schatting				
dag			vochtinh.	% vocht FD	% vocht FD		vochtinh.	% vocht FD	% vocht FD	% vocht FD		vochtinh.	% vocht FD	% vocht FD		
aflevering	0	178	0	60	60	178	0	60	60	60	0	178	0	60	60	178
verzadiging	0	188	0	66	66	188	0	66	66	66	0	191	0	66	66	194
na transp	7	56	7	26	26	76	7	26	26	26	7	94	7	26	26	103
1e slap in kas	10	35	10	14	14	41	10	14	14	14	10	41	10	14	14	41
laatste slap in kas	11	32	11	38	38	38	11	38	38	38	11	38	11	38	38	38
1e slap in HBR	10	38	10	41	41	41	10	41	41	41	10	44	10	41	41	44
laatste slap in HBR	14	32	14	11	11	32	14	11	11	11	14	35	14	11	11	35
verwelkingspunt (individueel)				niet bepaald	niet bepaald											
verdamping		g/pot.dag		g/g.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag	g/g.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag	g/g.dag	g/g.dag	
tijdens transport (niet inge)	19	0.59		17	0.53	17	17	0.53	0.53	0.53	14	0.43	14	0.43	0.41	13
tijdens kas	7	0.21		12	0.37	12	12	0.37	0.37	0.37	18	0.55	18	0.55	0.64	21
tijdens houdbaarheid	6	0.18		12	0.37	12	12	0.37	0.37	0.37	17	0.52	17	0.52	0.55	18
max. transportduur (dager)	26			13		13					9		9			8
tot 1e slap	24			12		12					8		8			7
tot 25% vocht	20			10		10					7		7			7

Tabel 4 d. Plant- en grondparameters van Viburnum experiment 3													
			transport 15°C/40% r.v.		transport 15°C/70% r.v.		transport 5°C/40% r.v.		transport 5°C/70% r.v.				
Potvolume (ml)			3733		3733		3733		3733				transport 5°C/70% r.v.
bulkdichtheid (kg/m ³)			132		132		132		132				132
Plantgewicht (g)			498		498		498		498				498
			schatting		schatting		schatting		schatting				schatting
dag			vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD	dag	vochtinh.	% vocht FD
aflivering	0	1755	47	0	1792	48	0	1755	47	0	1792	48	0
verzadiging	0	1867	50	0	1978	53	0	1867	50	0	1904	51	0
na transp	7	1232	33	7	1605	43	7	1493	40	7	1605	43	7
1e slap in kas	13	523	14	13	635	17	13	635	17	13	747	20	13
laatste slap in kas	14	485	13	14	560	15	14	635	17	14	635	17	14
1e slap in HBR	16	635	17	16	859	23	16	1045	28	16	859	23	16
laatste slap in HBR	21	448	12	21	523	14	21	672	18	21	672	18	21
verwelkingspunt (individueel)							14						
verdamping		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag		g/pot.dag	g/g.dag	
tijdens transport (niet inge)		91	0.18		53	0.11		53	0.11		43	0.09	
tijdens kas		118	0.24		162	0.32		143	0.29		143	0.29	
tijdens houdbaarheid		66	0.13		83	0.17		50	0.10		83	0.17	
max. transportduur (dager)		19			14			17			13		
tot 1e slap		17			11			14			11		
tot 25% vocht		14			13			19			12		

5. DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Naar aanleiding van de gevonden resultaten blijkt dat met de standaard sensor uit de gemeten permittiviteit (na temperatuurcorrectie) het volumetrisch vochtgehalte van de gebruikte potgronden in diverse potvolumes (potmaten) goed te schatten valt door gebruik te maken van de standaardrelatie zoals deze in de labkalibratie bepaald is.

Uit het volumetrisch vochtgehalte kan de vochtinhoud geschat worden indien het substraatvolume bekend is. Dit substraatvolume zou onder praktijkomstandigheden geschat kunnen worden door de gemiddelde diameter (d_{gem}) van de pot en de substraathoogte (h) te meten. Substraatvolume is dan $\pi * (d_{gem}/2)^2 * h$.

Vochtinhoud is dan vochtgehalte * substraatvolume. Hierbij moet bedacht worden dat deze vochtinhoud meer is dan de totale hoeveelheid beschikbaar vocht voor de planten omdat een deel van het gemeten vocht in de wortels aanwezig is, en een deel niet opgenomen kan worden wegens te sterke binding aan het substraat. In de proeven bleek dat deze hoeveelheid vocht ca. 10-15% bedroeg, het verwelkingspunt. Onbekend is dus welk deel van dit percentage vocht in de wortels aanwezig is en welk deel aan het substraat gebonden water.

Door de spreiding in vochtgehalte en evaporatie binnen partijen, was het gemiddelde vochtgehalte waarbij de eerste verwelkingsverschijnselen zichtbaar werden – zoals bepaald in experiment 3, tabel 4 - uiteraard hoger: bij 14% (*Chamaecyparis*) en 20% (*Spathiphyllum*, potchrysan, *Viburnum*).

Om verwelkingsverschijnselen zeker tegen te gaan zal daarom gerekend moeten worden met een hoger vochtgehalte bijvoorbeeld 25%. Gezien het vochtgehalte dat gerealiseerd is na verzadiging (50-67%) is de beschikbare hoeveelheid vocht dus slechts 25-42% van het potvolume. De evaporatie bepaalt de duur waarbij zonder problemen deze gemakkelijk beschikbare hoeveelheid vocht beschikbaar is. Afhankelijk van de omstandigheden blijkt deze evaporatie zeer sterk te kunnen verschillen. Zowel de transportcondities (r.v., temperatuur, inhoezen) zelf als het gewas blijken grote invloed te hebben, waardoor onder transportomstandigheden evaporatiesnelheden van 7 tot 91 g/pot.dag of 0,05- 0,67 g/g gewas.dag gemeten werden (Tabel 2, 3, 4). Onder geconditioneerde houdbaarheidscondities na transport bleken de verschillen in evaporatie uiteen te lopen van 6-136 g/pot.dag of 0,10 – 0,67 g/g.dag. Onder kasomstandigheden na transport (tabel 4) was dit 7-162 g/pot.dag of 0,24- 0,71 g/g.dag.

Wanneer uitgegaan wordt van verzadigde potkluiten en de gerealiseerde evaporatie onder geconditioneerde transport- (15 gr. C; 70% r.v.) en houdbaarheidsomstandigheden tot verwelking, varieerde de berekende maximale transportduur bij *Spathiphyllum* van 7-20 dagen (Tabel 2, 3, 4b), bij *Viburnum* 14 dagen (Tabel 2, 4c), bij potchrysan 10 dagen (Tabel 4a) en *Chamaecyparis* 13 dagen (Tabel 4c). Uitgaande van een veilige grens in vochtgehalte van 25% was dit voor *Spathiphyllum* 7-13 dagen, *Viburnum* 13 dagen, *Chamaecyparis* 10 dagen, potchrysan 9 dagen. Gezien de gevonden grote variatie in verdamping valt de variatie in maximale transportduur dus mee. Blijkbaar is het potvolume zodanig gekozen dat dit voor deze gewassen vergelijkbare waarden oplevert. Uiteraard zullen de maximale transportduren verminderen indien op het tijdstip van aflevering het vochtgehalte lager is dan bij verzadiging, zoals dat bij potchrysan duidelijk het geval was (Tabel 4a).

Om de gewenste steekproefgrootte van een partij voor een goede schatting van het vochtgehalte te verkrijgen moeten de gewenste nauwkeurigheid, de standaardafwijking van het vochtgehalte dat aanwezig is binnen een partij, en het gewenste onderscheidingsvermogen bekend zijn (Owen 1962). Stel de gewenste nauwkeurigheid op 5 vol.% ($\Delta = 5$), en het onderscheidingsvermogen op 95% ($\beta = 0,05$). De standaardafwijking (σ) in vochtgehalten tijdens de transportfase van partijen die afgeleverd zijn (proef 3) bedroeg 3% tot maximaal 6%. Dit betekent volgens Bijlage 2 dat de steekproefgrootte 9-23 waarnemingen bedraagt.

6. BESCHRIJVING VAN DE SUBSTRAATPROBLEMATIEK RONDOM DE AFZET VAN POTPLANTEN EN BOOMKWEKERIJGEWASSEN IN CONTAINERS AAN DE HAND VAN LITERATUURGEGEVENS

Inleiding

Er zijn de afgelopen jaren verschillende artikelen in de vakbladen verschenen over de kwaliteit van substraten en de daarmee samenhangende problematiek van de waterhuishouding in de afzetketen. Daarnaast hebben verschillende organisaties inventariserend onderzoek laten uitvoeren om de problematiek wat duidelijker in kaart te brengen. In de hierbij opgenomen literatuurlijst zijn een aantal van deze publicaties en onderzoeken vermeld. Aan de hand van literatuurgegevens wordt de problematiek in het kort beschreven en aangegeven waar mogelijkheden liggen voor verbetering.

Inventarisatie problematiek

Pot- en kuipplanten, maar ook steeds meer boomkwekerijgewassen en vaste planten worden door telers in kleinere of grotere potten afgeleverd en maken de gang naar de consument in de pot en het substraat waarin ze zijn geteeld. Afhankelijk van het product blijven ze bij de consument in de betreffende pot en substraat staan (veel pot- en kuipplanten) of ze worden, ontdaan van de pot, in de tuin geplant (perkplanten en veel boomkwekerijproducten).

Bij de keuze van potmaat en substraat zal de teler zich laten leiden door zijn ervaring, teeltsysteem, wijze van watergeven en bemesten, economische motieven en eventuele andere aspecten die te maken hebben met de teelt. In het algemeen zal het substraat dat de teler kiest voor de teelt, niet slecht zijn voor de andere schakels in de afzetketen. Maar de vraag is wel of de wijze van watergeven in de vervolgschakels wel mee-genomen is in de substraatkeuze. Bij de teelt gebeurt dit automatisch, meestal via eb/vloed-systemen of druppelbevloeiing. Zonder moeite en arbeid kunnen planten iedere dag of als dat nodig is meerdere malen per dag water krijgen, of worden ze bij buiten-teelten soms door de overvloedige regen verzadigd. Een belangrijke eis voor het substraat tijdens de teelt is, dat het substraat in met water verzadigde toestand voldoende lucht blijft bevatten, zodat er geen wortelrot optreedt als gevolg van zuurstofgebrek voor de wortels. Hiervoor zijn er speciale eb/vloed-substraatmengsels ontwikkeld.

Wanneer planten afgezet worden, stopt het watergeven en moeten de planten het kortere of langere tijd doen met het water dat in het substraat aanwezig is. Of dit voldoende is hangt af van drie factoren:

- a. Hoe groot is de aanwezige voorraad
- b. Hoe lang duurt het voor ze weer water krijgen
- c. Wat is het waterverbruik in deze periode

ad a. In de eerste plaats is de voorraad water die aanwezig kan zijn, afhankelijk van het vochthoudend vermogen van het substraat. De teler kan door vlak voor het afleveren water te geven de voorraad water die meegegeven wordt zo groot mogelijk maken. Om allerlei redenen schort het hier vaak aan. Een deel van de

planten wordt te droog afgeleverd, zodat ze kort daarna water moeten krijgen of anders met verschijnselen van verwelking op hun bestemming aankomen. Er zijn ook planten die naar hun omvang gerekend in zo'n kleine pot staan dat de maximale voorraad die ze mee kunnen krijgen, slechts voor korte tijd toereikend is.

ad b. Er is een groot verschil in afzetketens en in duur dat planten onderweg zijn. Tijdens de vermarkting en transport is het veelal niet mogelijk om water te geven, o.a. door de verpakking. Bovendien is uitpakken en water geven meestal ook niet iets wat direct bij afleveren plaatsvindt. Wanneer het substraat eenmaal te droog is vraagt het veel zorg en aandacht om het weer voldoende vochtig te krijgen, zodat een vluchtige wijze van water geven dikwijls onvoldoende is. Sommige substraten zijn nauwelijks weer goed vochtig te krijgen als ze eenmaal sterk ingedroogd zijn.

ad c. Het verbruik wordt bepaald door de verdamping van de plant en in zeer geringe mate van het substraattoepervlak. Plantensoort, grootte, wijze van verpakking, klimaat beïnvloeden in sterke mate deze verdamping. Om te kunnen zeggen hoeveel water aanwezig dient te zijn om de periode van verhandelen en transporteren te overbruggen, zal men een reële inschatting van het verbruik moeten hebben.

Op het verkooppunt (tuincentrum, winkel, supermarkt) en daarna voor zover planten in pot blijven staan, ook bij de consument, krijgen de planten meestal met de hand water. Hierbij gaat het vooral om de frequentie en wijze van watergeven. Het ontbreken van een gietrand (veelal het gevolg van mechanisch oppotten) en het ontstaan van ruimte tussen substraat en potwand, als gevolg van indrogen van het substraat, bemoeilijken in hoge mate het voldoende vochtig krijgen en houden van het substraat.

Bij de verkooppunten heeft men te maken met verschillende plantensoorten, variërend in grootte, potmaat en type substraat. Dat maakt het moeilijk om het watergeven op deze verkooppunten adequaat uit te voeren. Vooral als het substraat bij aankomst of daarna te droog is geweest.

Substraten

Daar het watergeven vaak automatisch plaatsvindt en tijdens de teelt zeer frequent kan gebeuren, is men in de teelt steeds meer overgegaan tot het gebruik van luchtige potgronden. Dit zijn substraten met een groot poriënvolume en veel grote poriën, zodat ze ook in verzadigde toestand nog voldoende lucht bevatten. Het waterbufferend vermogen van deze substraten is minder dan bij potgronden die in het verleden gebruikt werden. Bij een goede teeltwijze worden de planten steeds voldoende vochtig gehouden en bij een goede potmaat staan de planten door het aanwezige vocht voldoende stevig. Een veel gehoorde klacht van verkoopcentra e.d. is dat deze luchtige mengsels als ze eenmaal te droog zijn, inkrimpen, waardoor de planten los in de pot komen te staan en het substraat moeilijk te verzadigen is omdat het water langs het substraat afloopt of de kluit gaat drijven. Toevoegen van andere mengsels zoals klei of zand verandert de water/luchtverhouding van het substraat. Het heeft echter geen invloed op het gemakkelijk omvallen. Het is het water dat gewicht aan de pot geeft. Als het substraat droog wordt vallen planten gemakkelijk om en kunnen uit de pot waaien.

Veel verkooppunten beschikken niet over een automatisch watergeefstelsel, wat meestal betekent dat er met een slang water gegeven wordt. Als het substraat dan niet voldoende water opneemt voor de volgende gietbeurt, krijgt de plant te maken met droogtestress. Planten die te droog zijn geworden kan men eigenlijk alleen door dompelen weer goed verzadigen.

De grote variatie aan gewassen, afkomstig van verschillende telers en in verschillende substraattypen, zal er toe leiden dat verkoopcentra blijvend met deze problemen geconfronteerd zullen worden. Telers dienen te luchtige substraten te vermijden en moeten er voor zorgen dat planten met voldoende vochtvolume worden afgeleverd. Daarnaast zal er een goede verhouding tussen plant en potvolume moeten zijn.

In het vervolg van de keten wordt ook de consument geconfronteerd met pot- en kuipplanten die vrij frequent water moeten hebben. De kans dat het fout gaat bij de consument wordt dan groter, met mogelijk gevolg dat de consument geen planten meer koopt omdat de verzorging te moeilijk wordt.

Omstandigheden rondom de afzet

Het klaarmaken, sorteren, inhoezen en verpakken van planten voor aflevering vraagt vrij veel arbeid en tijd op het productiebedrijf. Gedurende deze tijd krijgen de planten geen water meer. Meestal krijgen ze ook geen water vlak voor het rapen, daar dit minder prettig is voor degene die ze verzendklaar maakt en de kans op lekken van water op andere planten. In deze periode gebruiken ze reeds een deel van de aanwezige voorraad in het substraat. Tijdens het vervolg van de afzetperiode (schuur, veiling, vrachtwagen, tussenhandel) moeten ze het ook doen met deze voorraad, daar er maar in uitzonderingsgevallen tussendoor water gegeven wordt.

De mate van verdamping en de tijdsduur zijn bepalend of de vochtvoorraad in het substraat voldoende is of niet. De wijze van verpakken en de luchtvochtigheid zijn de belangrijkste factoren die de mate van verdampen in deze periode beïnvloeden. Een hoge luchtvochtigheid, met als gevolg dat er gemakkelijk vocht op de plant condenseert bij temperatuurwisseling, beperkt de verdamping, maar verhoogt de kans op Botrytis. Onderzoek naar de wijze van afzet en de omstandigheden gedurende de afzet geven een zeer grote variatie te zien, ook binnen een zelfde afzetkanaal en bij een zelfde planten-soort. Om tot verbetering te komen, moet enerzijds het streven gericht zijn op verkorting van de afzetketen en anderzijds op het bewaken en registreren van de afzetcondities. Daarnaast is het nodig om te weten welke omstandigheden door het product zonder schade verdragen worden. Een van de onderdelen hierbij is te weten wat de vochtvoorraad is en hoe lang de plant hiermee kan volstaan.

Afzetsimulatie

Uit het onderzoek naar en de beschrijving van ketencondities blijkt dat de omstandigheden sterk kunnen variëren. Gebaseerd op het ketenonderzoek van de VBN in 1988 is een afzetsimulatie opgesteld voor snijbloemen en potplanten. In 1996 is in een minder omvangrijk onderzoek nagegaan in hoeverre de condities veranderd waren. Hieruit bleek dat de omstandigheden niet zodanig veranderd

waren dat dit een bijstelling van de afzetsimulatie nodig maakte. Voor kuip- en perkplanten is door de VBA in 1997 een onderzoek naar de afzetketen uitgevoerd. Op grond hiervan is ook voor deze planten een afzetsimulatie voorgesteld. De omstandigheden waaronder planten en boomkwekerijgewassen in container, op tuincentra en andere verkooppunten komen te staan variëren zeer sterk, mede afhankelijk van de weersomstandigheden. Deels komen ze in kassen en deels buiten te staan.

Om onderzoekresultaten over te dragen en het onderzoek te kunnen herhalen is het gewenst om de omstandigheden waarbij planten tijdens en na de afzet geplaatst worden te omschrijven. Het gaat er niet om te bepalen aan welke omstandigheden planten zonder schade blootgesteld kunnen worden, maar om na te gaan hoe planten zich bij genormeerde ketencondities in de naoogstfase gedragen. Wanneer het doel van het onderzoek is te bepalen bij welke omstandigheden er schade optreedt, zal de invloed van de afzonderlijke factoren als temperatuur, donkerperiode en luchtvochtigheid nader onderzocht moeten worden.

Op grond van bovengenoemde, gemeten ketencondities is de volgende standaard-simulatie voor potplanten opgesteld:

TRANSPORTFASE (TELER TOT VERKOOPPUNT)

Tijdsduur	bloeiende planten 7, groene planten 9 dagen (gerekend vanaf rapen)
Temperatuur	15°C
RV	70%
Ethyleen	max. 0,03 ppm
Lichtconditie	donker
Verpakking	standaard wat gebruikelijk of voorgeschreven is
Trillen	eventueel 1000 km transport

Vervolgens wordt er van uitgegaan dat bloeiende planten zes dagen en groene planten twaalf dagen bij het verkooppunt staan, alvorens ze aan de consument verkocht worden.

De omstandigheden hier worden gelijk gesteld met die bij de consument, n.l. 20°C, 60% RV en 12 uur licht $13,8 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Voor kuipplanten heeft er een inventarisatie van afzetketens plaatsgevonden en daarbij kwam men tot een tijdsduur van twee dagen van teler tot inkopende handel. Daar een groot deel van deze producten in ons eigen land blijft en direct bij tuincentra afgeleverd wordt, zal de gemiddelde donkerperiode korter zijn dan bij veel potplanten.

Een deel van de kuipplanten wordt geïmporteerd vanuit zuidelijke landen en deze planten zullen een veel langere afzetketen doormaken. Zeker als ze daarna vanuit Nederland weer geëxporteerd worden.

Voor boomkwekerijproducten heeft er in 1994 een ketenonderzoek plaatsgevonden.

Hierbij zijn de ketencondities echter niet zodanig geïnventariseerd dat er op grond van gemeten omstandigheden een afzetsimulatie opgesteld kan worden. Te meer daar dit onderzoek voor een groot deel betrekking had op niet in container geteelde planten. Er zijn argumenten om voor boomkwekerijgewassen dezelfde afzetsimulatie toe te passen als voor bladplanten, daar een deel van de

containerplanten via de veiling afgezet wordt en hetzelfde handelskanaal volgt als potplanten. Daarnaast kan men ook redenen aanvoeren dat een afzetketen zoals beschreven voor kuisplanten meer met de werkelijkheid overeenkomt, n.l.

2 dagen donker bij 18° C en 70% R.V.

9 dagen bij 20°C een R.V. van 40% en 13 uur licht in een kas (tuincentrum)

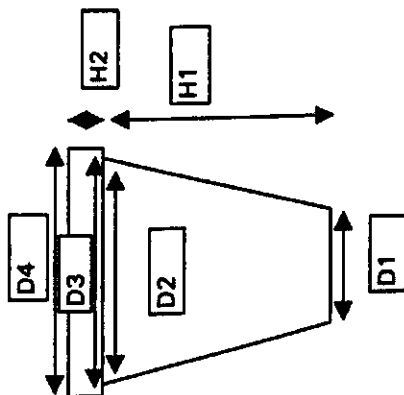
Er bestaat tussen beide afzetsimulaties een groot verschil wat betreft de periode donker, maar het blijkt dat deze periode bij 15°C voor veel gewassen geen enkel probleem oplevert, mits er geen andere stressfactoren zijn.

Om in het onderzoek geen gunstiger omstandigheden aan te leggen als in de praktijk voorkomen, wordt in dit onderzoek aan alle planten dezelfde afzetsimulatie gegeven en wel zoals deze voor bloeiende en groene planten is omschreven.

LITERATUUR

- Baas R, Straver NA, 1996. Sensor meet vocht en EC. Vakblad Bloemisterij 20: 31.
- Arnold Bik R, 1970. Nitrogen, salinity, substrates and growth of gloxinia and chrysanthemum. Pudoc, Wageningen.
- Arts M., Halman M, 1995. Uitdroging van potgronden van boomkwekerijgewassen in pot en container. Afstudeeropdracht uitgevoerd in opdracht van de Nederlandse Raad voor de Boomkwekerij.
- Hees-Boukema EM van e.a., 1994. Kwaliteitsbeheersing in de keten; Ketenonderzoek boomkwekerij. Eindrapport, Boskoop.
- Hilhorst MA, 1998. Dielectric characterisation of soil. Proefschrift LUW.
- Klein PGC de, 1997. Afzetketen en houdbaarheid van kuip- en perkplanten. Een verkennend onderzoek, uitgevoerd als afstudeeropdracht in opdracht van de VBA.
- Owen, 1962. Handbook of Statistical tables. Addison-Wesley.
- Rijnberk H van, Vonk Noordegraaf C 1994. Uitkomsten zonder vraagtekens via standaard afzetsimulatie. Vakbl. Bloem. 38: 40-41.
- Rijsewijk W van, 1998. Oplossing voor droge potgronden ligt nog altijd niet in het verschiet. De Boomkwekerij 16.
- Stroom JR van der, 1998. Droogtegevoeligheid Potgrond bij Tuincentra en Bloemisten, Nederland, Duitsland en Verenigd Koninkrijk. Rapport PT.

Bijlage 1. Afmetingen en berekende volumina van gebruikte potten



$I D4 = \text{Inhoud kegel diameter } D4 = 0.33 * \pi * (0.5 * D4)^2 * (H2 * 0.5 * D4 / (D4 - D3))$
 $I D3 = \text{Inhoud kegel diameter } D3 = 0.33 * \pi * (0.5 * D3)^2 * (H2 * 0.5 * D3 / (D4 - D3))$
 $I D2 = \text{Inhoud kegel diameter } D2 = 0.33 * \pi * (0.5 * D2)^2 * (H1 * 0.5 * D2 / (D2 - D1))$
 $I D1 = \text{Inhoud kegel diameter } D1 = 0.33 * \pi * (0.5 * D1)^2 * (H1 * 0.5 * D1 / (D2 - D1))$

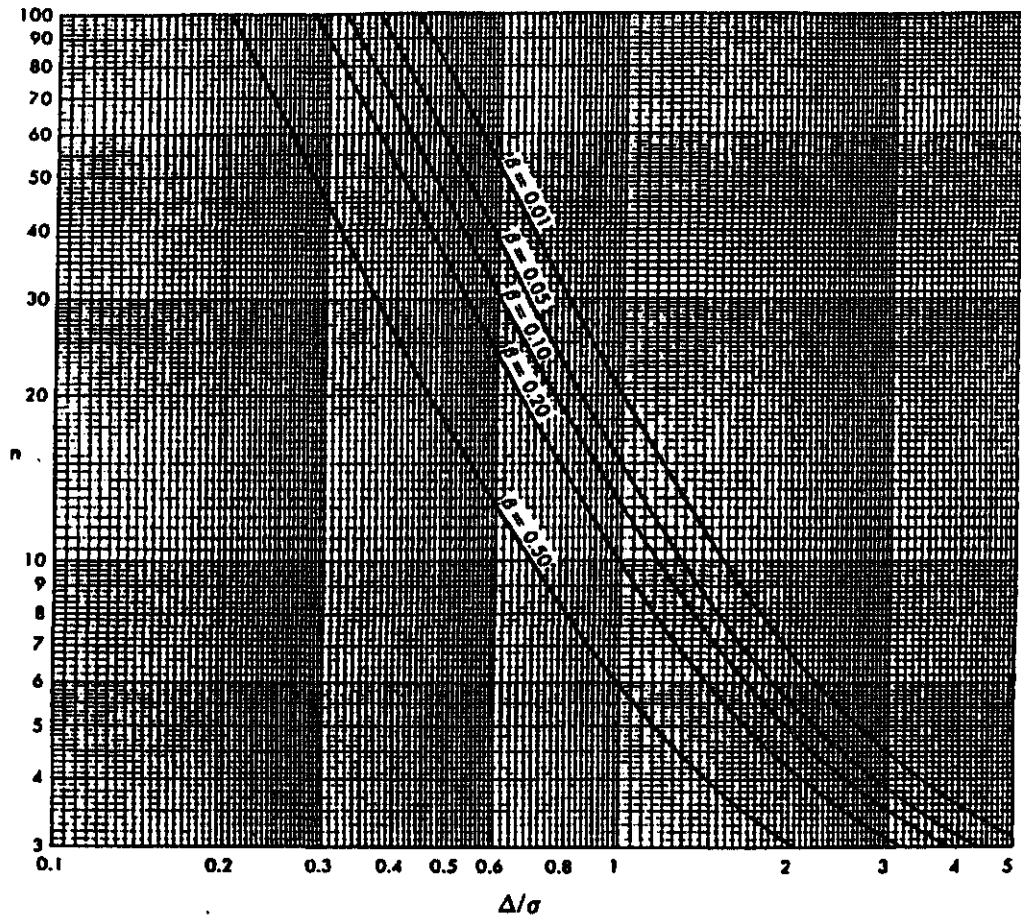
volume via kegels = $I D4 - I D3 + I D2 - I D1$

volume diameter halve hoogte = $\pi * [(D1 + D4) / 4]^2 * (H1 + H2)$

	Labcalibratie			Proef 1,2		Proef 3		Viburnum		Chamaecyp		Potchrysan		Spathiph.		Viburnum	
	P9	13 cm	15 cm	21 cm	laag 13 cm	hoog 13 cm	9 cm	12 cm	13 cm	21 cm	9 cm	12 cm	13 cm	21 cm	9 cm	12 cm	21 cm
D1	8	9	11.2	15.9	8.9	9.4	14.3	6.5	8.1	8.9	16						
D2	10	11.4	12.9	18.3	10.5	11	15.7	7.7	10.1	11	18.3						
D3		12	13.4	20	11	11.4	16.5	8.1	11.1	11.7	19.4						
D4		12.6	14	20.5	12	11.8	17	8.6	11.6	12.7	20						
H1	9.2	8.1	9.9	13.6	7.1	8.7	11.1	5.7	6.9	6.9	13						
H2	9.2	2	2.8	2.3	2.4	2.6	3.9	1.3	2	2	2.8						
I D4		1728	3319	10271	1075	2768	9932	429	1618	1062	9676						
I D3		1493	2910	9538	828	2496	9081	358	1418	830	8831						
I D2	1192	1296	3240	9001	1331	1876	7952	562	921	1133	8978						
I D1	610	638	2121	5904	811	1171	6009	338	475	600	6000						
Vol. berekend kegels	582	894	1528	3831	768	977	2794	294	646	765	3822						
Vol. berekend diam. h.h.		925	1584	4136	815	997	2885	313	678	815	4021						
Volume gebruikt	575	894	1528	3831	660	866	2547	294	550	735	3733						

indien Volume gebruikt kleiner is dan berekend komt dit door geringere gerealiseerde vulling
n.b. P9 omgerekend naar konische pot (via $l * b = \pi * r^2$)

Bijlage 2. Figuur voor het vaststellen van de benodigde steekproefomvang (uit: Owen 1962: Handbook of statistical tables)



Figuur B1. Benodigde steekproefomvang n bij het toetsen van het gemiddelde van een normale verdeling ($\alpha=0.05$)

- β = kans op fout van de 2^e soort ($1-\beta$ = onderscheidingsvermogen)
- Δ = kleinste relevant geachte afwijking
- σ = standaardafwijking binnen de populatie

DEEL 2

**Vochtinhoud en verdamping in verschillende substraatmengsels
en inventarisatie veilingaanvoer**

INLEIDING

In de eerste fase van het project zijn de mogelijkheden onderzocht om het vochtgehalte in een potkluit te kunnen bepalen door het meten van de permittiviteit met een FD-sensor. Het bleek bij verschillende gewassen goed mogelijk met behulp van FD-metingen het vochtgehalte en de vochtinhoud van een potkluit te bepalen (Baas et al., 1999). Om een bruikbare methode te ontwikkelen is het nodig te weten wat de resultaten van FD-metingen betekenen voor planten. Belangrijk is het om te weten waar de kritische grens ligt voor vochtgebrek, en welke aspecten hierbij van belang zijn.

Op het PBG in Aalsmeer is onderzoek uitgevoerd met de gewassen *Impatiens* en *Spathiphyllum*, die in zes verschillende substraatmengsels zijn geteeld en die vervolgens verschillende naoogstbehandelingen hebben ondergaan.

De doelstellingen van het onderzoek waren:

- * onderzoeken of FD-meting geschikt is voor bepaling van het vochtgehalte in sterk uiteenlopende substraatmengsels;
- * onderzoeken of het substraat invloed heeft op het verwelkingspunt;
- * onderzoeken wat de invloed is van het substraat op de wateropname na indrogen;
- * onderzoeken wat de invloed is van het substraat op de verdamping.

Naast dit onderzoek is een inventarisatie gedaan naar de vochtigheid van potkluiten op het moment dat de planten op de veiling staan. Het doel hiervan was een indruk te krijgen van de hoeveelheid vocht die planten meekrijgen bij aflevering en van de hoeveelheid vocht die ze tijdens de afzet verliezen.

1. MATERIALEN EN METHODEN

1.1 TEELT IN VERSCHILLENDE SUBSTRAATMENGSELS

Op het PBG in Aalsmeer zijn de gewassen *Spathiphyllum* en *Impatiens* geteeld in zes verschillende substraatmengsels in een pot met een maximale inhoud van 814 ml bij volledige vulling. De diameter was 12,2 cm aan de bovenkant van de pot. De samenstelling van de gebruikte potgronden is met advies van H. Verhagen van de Stichting RHP tot stand gekomen. Uitgangspunt was de hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar water te variëren door gebruik te maken van kleitoevoeging. In Tabel 1 zijn de gebruikte mengsels weergegeven. De poederklei was afkomstig van BARA. Als basisveen is gekozen voor lers grofveen (IC, Irish coarse). Daarnaast is lers veen 10-20 mm schone fractie gebruikt. Alle materialen zijn geleverd door Slingerland potgrond B.V. Bij de bekalking is rekening gehouden met de aanwezige hoeveelheid veen, zodat de pH tussen de 5 en 6 lag.

Tabel 1 - Samenstelling van de gebruikte substraatmengsels (per 300 liter)

	lers grof	Perliet 2	lers 10- 20mm	Poeder klei	Dolokal	PGMIX 12-14-24	naam mengsel
	liter	liter	liter	kg	kg	kg	
Mengsel 1	300	0	0	0	1.35	0.22	Puur lers Coarse (IC)
Mengsel 2	225	75	0	0	1.01	0.22	IC + 25% Perliet
Mengsel 3	0	0	300	0	1.35	0.22	Puur lers schone fractie 10-20 mm
Mengsel 4	275	0	0	45	1.24	0.22	IC + 10% poederklei
Mengsel 5	200	75	0	45	0.90	0.22	IC + 25% Perliet + 10% poederklei
Mengsel 6	255	0	0	75	1.15	0.22	IC + 15% poederklei

De teelt van *Spathiphyllum* is gestart op 11 april 2000 (week 15) en van *Impatiens* op 2 mei 2000 (week 18). Voor alle substraatmengsels was de watergift en de bemesting gelijk. In het begin van de teelt is één keer per dag een vloedbeurt van tien minuten gegeven, later is dit verhoogd naar twee keer per dag een vloedbeurt van vijf minuten. Met iedere watergift is voeding meegegeven, de EC van de voedingsoplossing was 1,1 mS/cm voor *Impatiens* en 2,2 mS/cm voor *Spathiphyllum*.

De temperatuur was voor *Spathiphyllum* ingesteld op 21/20°C (dag/nacht) en voor *Impatiens* op 18/17°C.

Het kasdek van beide kassen was licht gekrijt, en daarbij werd *Spathiphyllum* nog geschermd vanaf een lichtniveau van 250 W/m². *Impatiens* is nauwelijks extra geschermd. In week 27 is de teelt beëindigd voor *Impatiens*, waarna de naogst-behandelingen zijn gestart. Voor *Spathiphyllum* was dit in week 32.

1.2 FYSISCH ONDERZOEK

1.2.1 ringen

Voor een fysische karakterisering van de gebruikte mengsels is uitgebreid fysisch onderzoek volgens Wever en Pon (1990) uitgevoerd.

Voor het uitgebreid fysisch onderzoek is materiaal in ringen gebracht op gestandaardiseerde wijze en zijn de uitdrogings- en hervezadigingskarakteristiek (na drogen bij 40°C) bepaald. Als extra stap bij het uitgebreid fysisch onderzoek is een onderdruk van -500 cm aangebracht. Bulkdichtheid, krimp en organisch stofgehalte zijn eveneens bepaald (n = 2).

1.2.2 potten

Naast het onderzoek in ringen is ook uitgebreid fysisch onderzoek verricht aan de onbewortelde potkluiten van de mengsels, na één week watergift (n = 3).

Bovendien is een hervezadigingskarakteristiek bepaald van bewortelde potkluiten (n = 3; week 27 Impatiens, week 28 Spathiphyllum).

1.2.3 bepaling relatie FD-vocht met gravimetrisch vochtgehalte

Gedurende de teelt zijn volgroeide planten van Impatiens (week 27) en Spathiphyllum (week 33 en 34) op een verhoging geplaatst waardoor deze uitdroogden. Iedere dag (Impatiens), c.q. iedere twee dagen (Spathiphyllum) is in één (Impatiens) of in twee (Spathiphyllum) potten per mengsel met de FD-meter de permittiviteit gemeten. Van deze potten is het gewas afgesneden, en is eveneens het volume en het gravimetrisch vochtgehalte bepaald. Deze procedure is herhaald tot het verwelkingpunt van beide gewassen, waardoor een uitdrogingsreeks verkregen werd.

1.3 VERDAMPING EN VERWELKING NA DE TEELT

Voor het onderzoek naar de invloed van het substraat op de verdamping tijdens de afzet zijn planten na de teelt gedurende zeven dagen (Impatiens) of negen dagen (Spathiphyllum) in een transportsimulatie gezet. Op het moment dat planten uit de kas gehaald zijn, was het substraat zo goed mogelijk verzadigd door een extra lange vloedbeurt. De transportsimulatie vond plaats onder verschillende omstandigheden:

I. temperatuur 15°C / relatieve luchtvochtigheid 70% / donker;

II. temperatuur 20°C / relatieve luchtvochtigheid 70% / donker.

Tijdens de transportsimulatie waren de planten niet ingehoed, maar waren wel de karren ingeseald.

Na de transportsimulatie zijn de planten in de uitbloeiruimte gezet bij een temperatuur van 20°C, een relatieve luchtvochtigheid van 60% en een lichtintensiteit van $14 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gedurende twaalf uur per etmaal. Op het moment dat een plant duidelijke verwelkingsverschijnselen vertoonde, zijn waarnemingen gedaan, waarna de plant via een vloedbeurt van tien minuten water kreeg. Na een

herstelperiode van vier uur is de proef beëindigd. Voor iedere plant is apart gekeken wanneer verwelking optrad.

Gegevens over de vochttoestand van het substraat zijn verzameld door metingen met een FD-meter te doen en door planten te wegen op de volgende momenten:

1. aan het eind van de teelt na verzadiging;
2. direct na de transportsimulatie;
3. op het moment dat planten duidelijke verwelking vertoonden;
4. na de herstelperiode van vier uur.

2. RESULTATEN

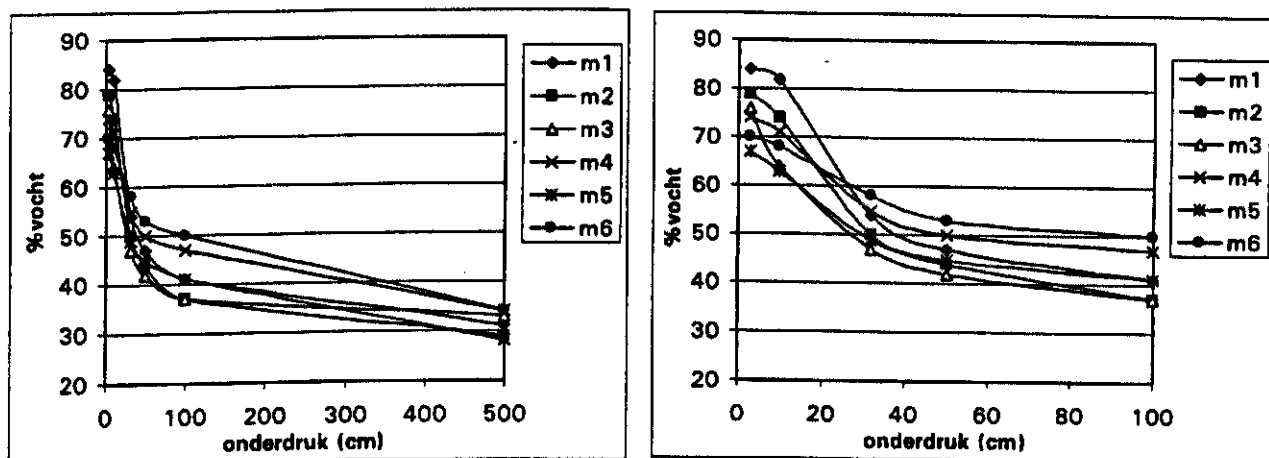
2.1 FYSISCH ONDERZOEK

In Tabel 2 is een overzicht van enkele fysische eigenschappen van de gebruikte mengsels gegeven. De mengsels zijn duidelijk in het organische stofgehalte verlaagd door perliet en/of kleitoevoeging. De bulkdichtheid en krimp zijn toegenomen, en het poriëngehalte is afgenomen.

Tabel 2 - Overzicht fysische eigenschappen gebruikte substraatmengsels

substraatmengsel	o.s. (%)	bulkdichtheid (kg/m ³)	krimp (%)	poriën (%)
1. lers coarse (IC)	93	119	25	93
2. IC + 25% 'perliet 2'	70	118	12	93
3. lers schone fractie 10-20 mm	94	134	17	92
4. IC + 10% klei	41	284	35	86
5. IC + 25% 'perliet 2' + 10% klei	28	281	25	87
6. IC + 15% klei	28	389	36	82

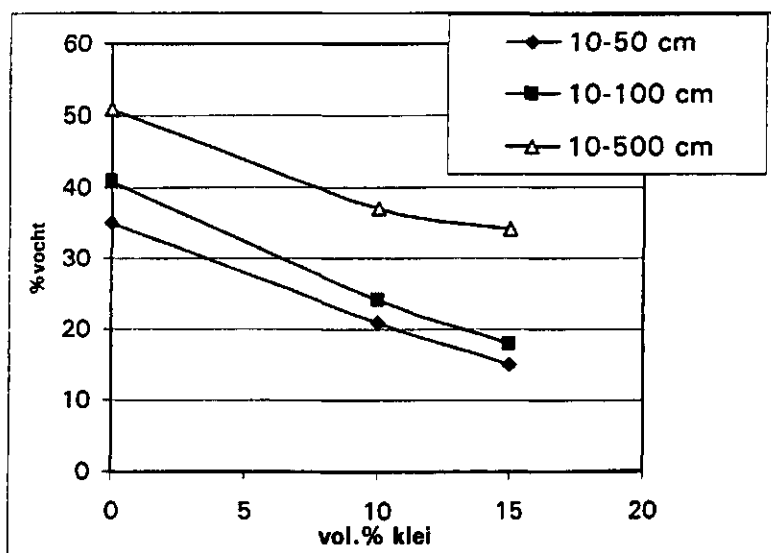
Er zijn duidelijke verschillen in uitdrogingskarakteristieken tussen de verschillende mengsels (Figuur 1). Het mengsel met de meeste klei (mengsel 6) vertoonde de sterkste binding met water. Bij bestudering van het traject 0-100 cm onderdruk (Figuur 1, rechter grafiek) is dit nog duidelijker zichtbaar. Perliet gaf ook een geringe vermindering van de hoeveelheid beschikbaar water.



Figuur 1 - Waterretentiekarakteristiek van de gebruikte mengsels, in het traject 0-500 cm onderdruk (links) en in het traject 0-100 cm onderdruk (rechts)

De grootste hoeveelheid beschikbaar water was aanwezig in de mengsels zonder klei (Tabel 3). Gemiddeld genomen nam de hoeveelheid beschikbaar water af met

1,5% per procent poederklei (Figuur 2). Bij perliettoevoeging nam de hoeveelheid beschikbaar water ook af: de afname was 0,2% per procent perliet.

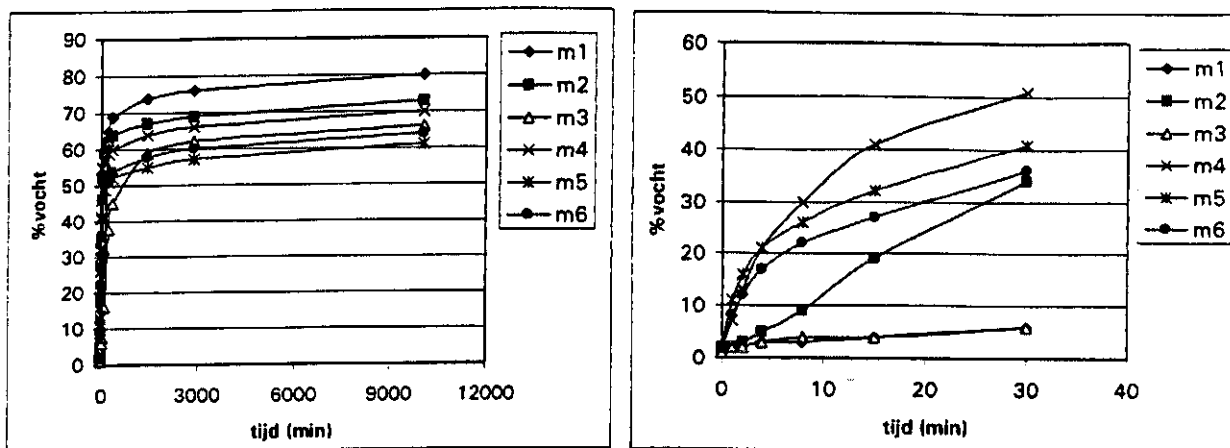


Figuur 2 - Relatie tussen beschikbaar water en het kleigehalte

Tabel 3 - Beschikbaarheid van water zoals bepaald met uitgebreid fysisch onderzoek

substraatmengsel	vochttraject		
	10 - 50 cm % beschikbaar vocht	10 - 100 cm % beschikbaar vocht	10 - 500 cm % beschikbaar vocht
1. lers coarse (IC)	35	41	51
2. IC + 25% 'perliet 2'	30	37	45
3. lers schone fractie 10-20 mm	22	27	31
4. IC + 10% klei	21	24	37
5. IC + 25% 'perliet 2' + 10% klei	18	22	35
6. IC + 15% klei	15	18	34

In de wateropnamekarakteristiek na indrogen waren eveneens duidelijke verschillen tussen de substraten te zien; de verschillen waren echter op lange en korte termijn verschillend. Op korte termijn (tot 30 minuten herverzadiging) bleek er een duidelijk positief effect van klei te zijn (Figuur 3, rechter figuur); op de lange termijn bleken de vochtgehalten bij de mengsels zonder klei echter hoger te worden (Figuur 3, linker figuur).



Figuur 3 - Opzuigkarakteristiek ringmonsters, tot 10000 minuten (links) en tot 30 minuten (rechts) na herverzadiging

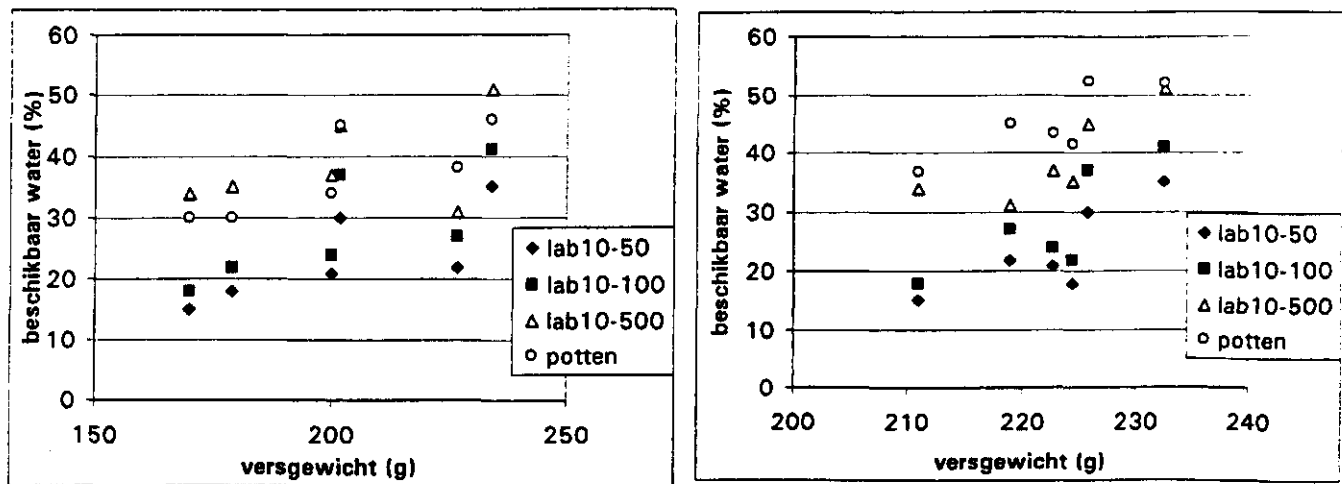
2.2 GEWASGROEI EN BESCHIKBAARHEID WATER

De gewasgroei van Impatiens is beïnvloed door de substraten: de kleimengsels en de toevoeging van perliet hadden een groeireductie tot gevolg (Tabel 4). Blijkbaar was de beschikbare hoeveelheid water bij deze mengsels onvoldoende.

Tabel 4 - Vergewicht en percentage vocht op moment van verwelking van Impatiens en Spathiphyllum geteeld in verschillende substraten; LSD = kleinste betrouwbare verschil, n.s. = niet significant

substraatmengsel	Impatiens versgewicht (g)	% vocht bij verwelking	Spathiphyllum versgewicht (g)	% vocht bij verwelking
1. lers coarse (IC)	234	18	232	23
2. IC + 25% 'perliet 2'	202	19	226	19
3. lers schone fractie 10-20 mm	227	18	219	21
4. IC + 10% klei	200	27	223	28
5. IC + 25% 'perliet 2' + 10% klei	179	25	224	25
6. IC + 15% klei	170	30	211	31
LSD	14	2	n.s.	2

In Figuur 4 is de relatie tussen beschikbaar water en versgewicht grafisch weergegeven. Er werd inderdaad een betrouwbaar positief verband gevonden tussen versgewicht en beschikbaar water voor Impatiens (Figuur 4, linker figuur). Bij Spathiphyllum werden geen betrouwbare verschillen in versgewicht (groei) gevonden, hoewel eveneens een positief verband tussen het beschikbaar water en het versgewicht gevonden werd (Figuur 4, rechter figuur).



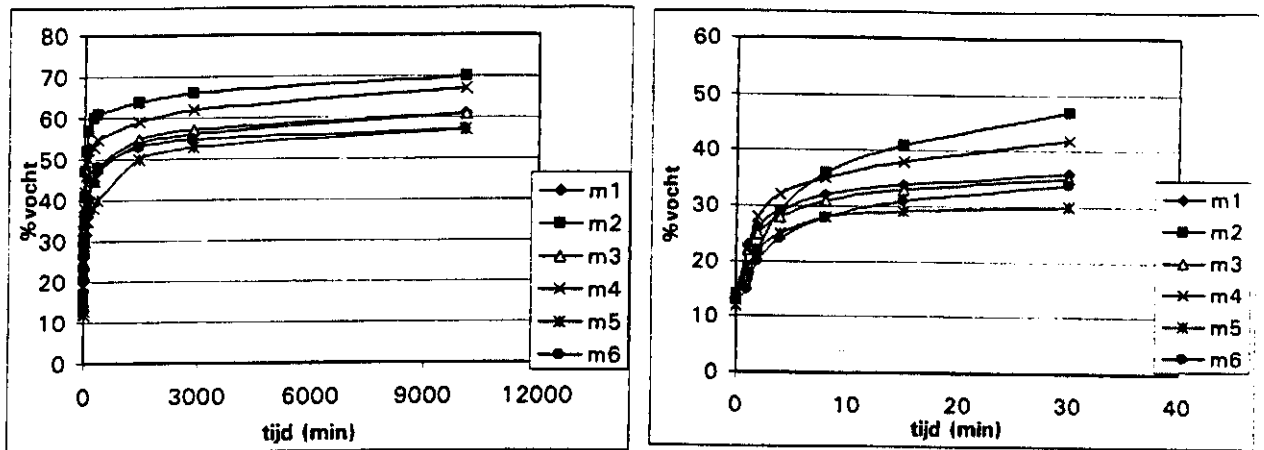
Figuur 4 - Relatie tussen beschikbaar water (zoals bepaald onder laboratorium- en teeltomstandigheden) en versgewicht voor Impatiens (links) en Spathiphyllum (rechts)

In Figuur 4 is naast de hoeveelheid beschikbaar vocht zoals bepaald met de ringmethode met uitgangsmateriaal bij verschillende onderdruk, ook de hoeveelheid beschikbaar vocht vanuit de potsituatie berekend (potten). Dit is berekend als het verschil tussen het vochtgehalte na verzadiging (bepaald aan begin transportperiode) en het vochtgehalte op het verwelkingpunt. Deze hoeveelheid beschikbaar vocht kwam het best overeen met de hoeveelheid beschikbaar water bij 10-500 cm onderdruk.

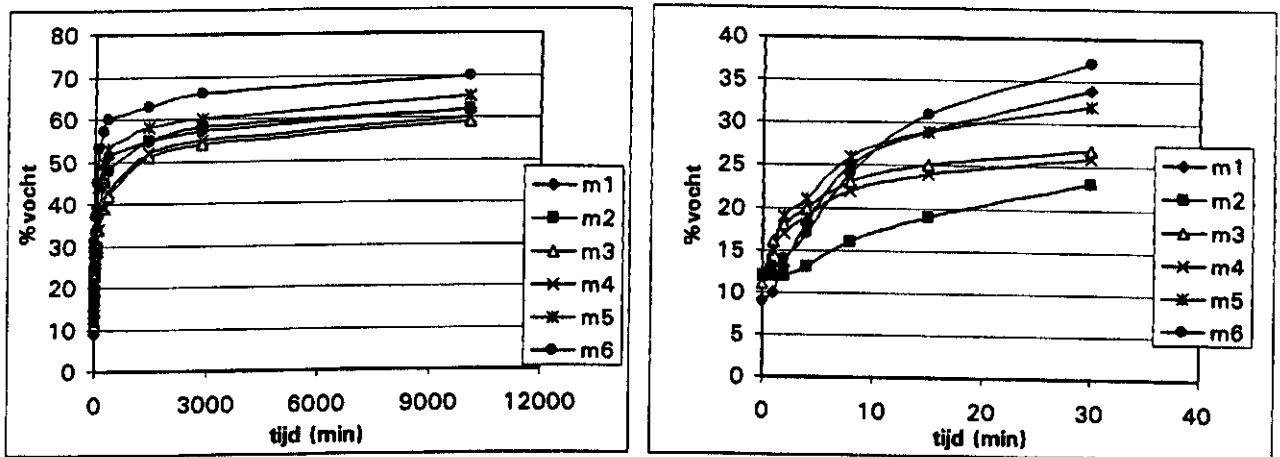
Het verwelkingspunt was duidelijk verschillend voor de verschillende mengsels (Tabel 4): de mengsels die klei bevatten vertoonden een hoger verwelkingspunt. Het hoogste verwelkingspunt (30-31%) werd bij mengsel 6 met 15% klei gevonden. Tussen de gewassen Impatiens en Spathiphyllum werden geen duidelijke verschillen in verwelkingspunt gevonden. De resultaten komen goed overeen met de resultaten van de inventarisatie (Hoofdstuk 5) waarbij het verwelkingspunt voor een 19-tal partijen Impatiens en Spathiphyllum in uiteenlopende potmaten/substraten tussen de 14 en 19% lag.

2.3 WATEROPNAME VAN SUBSTRAATMENGSELS MET GEWAS

De wateropname van potkluiten waarvan planten verwelkt waren is eveneens bepaald (Figuren 5 en 6). Hierbij bleken de verschillen tussen de mengsels – zoals deze wel bij de ingedroogde ringmonsters gevonden waren - grotendeels verdwenen te zijn. Enerzijds kan dit mogelijk verklaard worden door een verbetering van de capillaire werking door de aanwezigheid van wortels, anderzijds kan het hogere vochtgehalte van de potkluiten in vergelijking met de ringmonsters na indrogen hiermee verband houden door een geringere hysteresewerking.



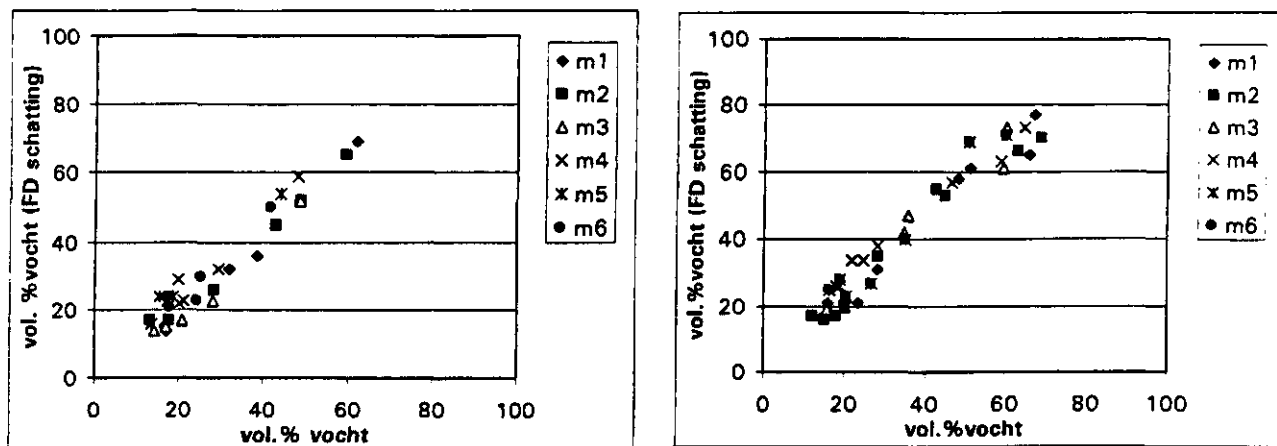
Figuur 5 - Opzuigkarakteristiek potkluiten Impatiens na verwelking, tot 10000 minuten na herverzadiging (links) en tot 30 minuten na herverzadiging (rechts)



Figuur 6 - Opzuigkarakteristiek potkluiten Spathiphyllum na verwelking, tot 10000 minuten (links) en tot 30 minuten (rechts) na herverzadiging

2.4 FD-METINGEN IN DIVERSE SUBSTRAATMENGSELS

Gedurende de teelt zijn bij uitdrogende planten zowel het vochtgehalte bepaald door middel van een eerder bepaalde relatie tussen permittiviteit en volumetrisch vochtgehalte met behulp van de FD-meting (Baas et al., 1999), en door middel van bepaling van gravimetrisch vochtgehalte. Het bleek dat geen onderscheid tussen de verschillende mengsels gemaakt behoeft te worden en dat de gevonden relatie een goede schatting van het vochtgehalte gaf (Figuur 7).



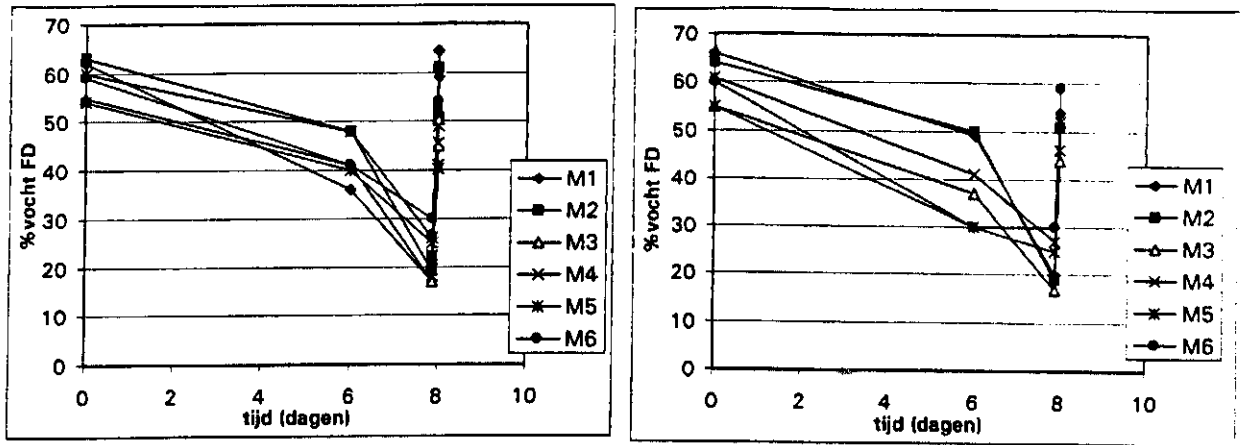
Figuur 7 - Relatie tussen vochtgehalte bepaald volgens weging en via FD-meting bij *Impatiens* (links) en *Spathiphyllum* (rechts)

2.5 VERDAMPING EN VERWELKING NA DE TEELT

Impatiens

In Figuur 8 is de afname van het percentage vocht tijdens en na de transportsimulatie weergegeven voor *Impatiens*. Tijdens de transportsimulatie van zeven dagen neemt het percentage vocht met circa 20% af. De in dit onderzoek gebruikte mengsels met veel klei drogen iets sneller en meer in tijdens de transportsimulatie dan venige mengsels. Opmerkelijk is dat er geen duidelijk verband tussen de transporttemperatuur en het verloop in vochtgehalte gevonden wordt. De verschillen tussen de substraten bleken erg groot te zijn; mogelijk dat de positie van de substraten op de veilingkar in de transportcel van invloed geweest is op de variatie in verdamping.

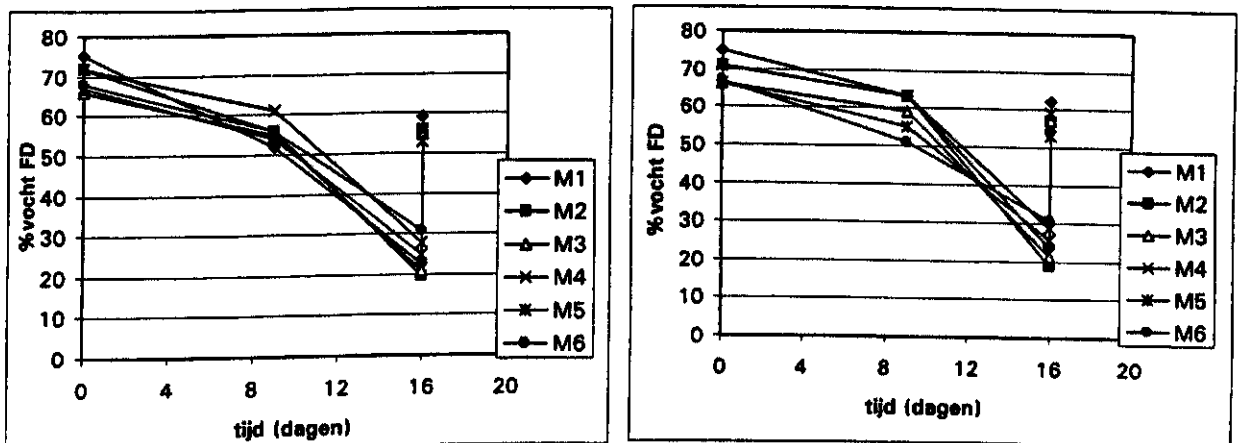
In de uitbloeiruimte is vervolgens bepaald op welk moment de planten verwelkingsverschijnselen gingen vertonen. Bij *Impatiens* was dit al na een halve dag het geval bij mengsel 6 en na drie dagen ook bij mengsel 2. Het percentage vocht waarbij planten verwelking vertoonden, hing af van het gebruikte substraat. Zoals al beschreven in hoofdstuk 3.2 konden de *Impatiens* in de mengsels met veel klei geen water meer aan het substraat onttrekken bij een vochtpercentage lager dan ongeveer 30%, terwijl dit bij venige mengsels bij ongeveer 20% lag. Na watergift en een herstelperiode van vier uur blijkt dat de verschillende mengsels weer zo veel water opgenomen hebben dat de planten zich konden herstellen.



Figuur 8 - Vochtverloop in substraat tijdens transport bij 15°C (links) en 20° C (rechts) van Impatiens

Spathiphyllum

In Figuur 9 zijn de resultaten van de vochtmetingen bij Spathiphyllum weer-gegeven. Evenals bij Impatiens is het vochtverlies tijdens de transport-simulatie ongeveer 20%, zelfs al is deze periode bij Spathiphyllum twee dagen langer geweest dan bij Impatiens. Opmerkelijk is dat ook bij Spathiphyllum een transporttemperatuur van 20°C niet meer vochtverlies tot gevolg heeft dan 15°C. In de uitbloeiruimte duurt het nog gemiddeld zeven dagen tot planten verwelkings-verschijnselen vertonen. Het percentage vocht in het substraat waarbij verwelking optrad, lag voor de meeste behandelingen rond 20%. Alleen planten die geteeld waren in het mengsel met de meeste klei, gingen slap bij een vochtpercentage van ongeveer 30%. Deze vochtpercentages zijn vergelijkbaar met die van Impatiens. Na watergift en een herstelperiode van vier uur hebben alle substraatmengsels weer een vochtpercentage dat ligt tussen 50 en 60%. De planten hadden zich in deze tijd weer hersteld en vertoonden geen verwelking meer.



Figuur 9 - Vochtverloop in substraat tijdens transport bij 15°C (links) en 20°C (rechts) van Spathiphyllum

Uit de gemeten vochtgehalten en het potvolume kan de verdamping tijdens de transportperiode en gedurende de houdbaarheidsperiode bepaald worden (Tabellen 5 en 6). Vervolgens kan met behulp van de hoeveelheid beschikbaar water (berekend als potvolume maal verschil in vochtgehalte tussen begin transportperiode na verzadiging en vochtgehalte op moment van verwelking) de maximale transportduur berekend worden. Onder de beschreven transportomstandigheden zou Impatiens tussen de acht en twintig dagen zonder extra water kunnen. Voor Spathiphyllum is deze tijd veel langer, namelijk 23 tot 42 dagen. De kortste periode uiteraard voor het substraat met het hoogste kleigehalte, c.q. geringste hoeveelheid beschikbaar water.

Wanneer de planten direct onder houdbaarheidsomstandigheden geplaatst zouden worden is de tijd dat planten zonder extra water kunnen veel geringer: drie tot vier dagen voor Impatiens, en elf tot vijftien dagen voor Spathiphyllum.

Tabel 5 - Verdamping, beschikbaar water en maximale tijd zonder extra water onder standaard transport- en houdbaarheidsomstandigheden voor Impatiens

substraatmengsel	verdamping pot + plant		beschikbaar water (g/pot)	maximale transporttijd (dagen)	maximale tijd uitbloeiruimte (dagen)
	in transport (g/dag)	in uitbloeiruimte (g/dag)			
1. lers coarse (IC)	25	86	355	14	4
2. IC + 25% 'perliet 2'	18	90	361	20	4
3. lers schone fractie 10-20 mm	15	102	297	19	3
4. IC + 10% klei	12	87	226	19	3
5. IC + 25% 'perliet 2' + 10% klei	18	67	202	11	3
6. IC + 15% klei	22	65	179	8	3

Tabel 6 - Verdamping, beschikbaar water en maximale tijd zonder extra water onder standaard transport- en houdbaarheidsomstandigheden voor Spathiphyllum

substraatmengsel	verdamping pot + plant		beschikbaar water (g/pot)	maximale transporttijd (dagen)	maximale tijd uitbloeiruimte (dagen)
	in transport (g/dag)	in uitbloeiruimte (g/dag)			
1. lers coarse (IC)	11	30	365	35	12
2. IC + 25% 'perliet 2'	10	32	382	37	12
3. lers schone fractie 10-20 mm	8	30	349	42	11
4. IC + 10% klei	9	27	317	36	12
5. IC + 25% 'perliet 2' + 10% klei	10	23	303	29	13
6. IC + 15% klei	12	18	271	23	15

3. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

Uit dit onderzoek bleek opnieuw dat de FD-meting goed bruikbaar is voor schatting van het vochtgehalte. Zelfs in substraatmengsels met veel klei geeft de FD-meting een goed beeld van het vochtgehalte. Door toevoeging van klei aan het substraat komt wel het verwelkingspunt hoger te liggen, doordat de hoeveelheid beschikbaar water wordt verminderd door kleitoevoeging. Het bleek dat per procent kleitoevoeging de beschikbare hoeveelheid water met 1,5% afneemt. Ook de toevoeging van perliet leidde tot een kleine vermindering van de hoeveelheid beschikbaar water, 0,2% minder vocht per procent toegevoegd perliet. Bij veenmengsels lag het vochtgehalte waarbij verwelking optreedt meestal onder 20%, bij mengsels met klei lag dit altijd boven 25%. Uit eerder onderzoek bleek ook al dat bij een vochtpercentage van circa 20% verwelking op gaat treden (Baas et al., 1999). In de zomer van 2000 heeft een inventarisatie plaatsgevonden van vochtpercentages waarmee planten op de veiling worden afgeleverd (zie hoofdstuk 5). Van deze partijen is ook onderzocht bij welk vochtpercentage verwelking op ging treden, en ook hier was het bij circa 20%. Bij de op dit moment gangbare substraatmengsels moet daarom 20-25% vocht als kritieke ondergrens aangenomen worden.

Het bleek dat de hoeveelheid beschikbaar water voor de plant, zoals bepaald uit het verzadigings- en verwelkingspunt bij potten met planten, 30-45% bedraagt. Dit komt overeen met de hoeveelheid beschikbaar water zoals bepaald in laboratoriumproeven in het traject bij 10-500 cm onderdruk. Omdat planten in mengsels met klei eerder het verwelkingspunt bereiken hebben, zal de maximale tijd dat ze zonder extra water kunnen korter zijn, of wel de maximale transportduur zal korter zijn.

De groei vertoonde een positieve relatie met de hoeveelheid beschikbaar water. Naarmate minder vocht beschikbaar was voor de plant, was het versgewicht van planten lager. Indirect heeft dit te maken met de samenstelling van het substraat: door kleitoevoeging neemt de hoeveelheid beschikbaar water af, wat leidt tot een lager plantgewicht. Voor gewassen waarbij groeiregulatie gewenst is, kan klei daarom een positief effect hebben.

Uit het fysisch onderzoek van de gebruikte substraatmengsels bleek een positief effect van klei op de wateropname gedurende het eerste half uur na herverzadiging. Op de lange termijn is een betere wateropname geconstateerd bij de mengsels zonder klei. Aan het eind van de teeltfase bleek het positieve effect van klei op de wateropname geheel verdwenen. Bij bewortelde potten is geen verschil in wateropname tussen de mengsels waargenomen.

Het vochtverlies bij een transporttemperatuur van 15°C verschilde niet duidelijk van het vochtverlies bij 20°C. Dit is niet opmerkelijk, want bij een temperatuurverschil van 5°C en gelijke RV is het verschil in vochtdeficit niet zo groot en bij de verdamping gaat het om dit verschil. Maar bij de meeste transporten zal de luchtvochtigheid zo hoog zijn, dat een klein verschil in vochtdeficit geen grote gevolgen voor de verdamping heeft. Pas bij de detaillist of het tuincentrum zullen verschillen in verdamping tot uiting komen. Van enkele gewassen is bekend dat ze veel vocht verbruiken (bijvoorbeeld Impatiens en Azalea), en zal al wel verwelking tijdens het transport op kunnen treden.

4. INVENTARISATIE VAN DE VOCHTVOORRAAD BIJ DE AFZET VAN POTPLANTEN

4.1 DOEL

Het doel van deze proef was om door middel van steekproeven uit afgeleverde partijen planten een indruk te krijgen van de hoeveelheid vocht die planten meekrijgen bij aflevering en na te gaan wat zij tijdens de afzet verdampen.

4.2 UITVOERING

Op 31 mei zijn er van verschillende telers vijf partijen Nieuw Guinea Impatiens en vijf partijen Spathiphyllum betrokken. Daar een deel van de Impatiens-planten bij aankomst al vrij droog was, hebben alle vijf partijen via eb/vloed eenmaal water gekregen en zijn de volgende dag na wegen en meten van plantgrootte en vochtgehalte in transport geplaatst. De Spathiphyllum-planten zijn direct bij aankomst, na weging en meting, in transport geplaatst in de verpakking waarin ze waren afgeleverd. De transportsimulatie was voor Impatiens zeven dagen in het donker bij 15°C en een RV van 70%, voor Spathiphyllum was dit negen dagen. Ondanks de extra watergift bleek een groot deel van de Impatiens-planten na vijf dagen (5 juni) transport slap te hangen. De planten waren tijdens de transportsimulatie niet dagelijks gecontroleerd en daardoor ontbraken de metingen op het moment van begin verwelking. Er is toen besloten alle Impatiens-planten op dat moment via eb/vloed water te geven. Voor en na de watergift zijn de planten gewogen en is het vochtgehalte gemeten om te weten hoeveel water zij opnamen.

Uit deze verwelking tijdens de transportsimulatie bleek dat de hoeveelheid water die de planten meekrijgen bij aflevering, voor Impatiens vaak onvoldoende is om de afzetperiode te overbruggen. Vooral de planten in stenen pot waren snel te droog.

Vervolgens zijn de planten twee dagen later uit transport gehaald, opnieuw gewogen en het vochtgehalte gemeten en in de uitbloeirimte geplaatst zonder dat ze water kregen. Eenmaal per dag zijn de planten op verwelking gecontroleerd. Als planten begin van verwelking vertoonden werden ze uit de parij gehaald, gewogen en werd het vochtgehalte gemeten. Daarna kregen de planten dagelijks water. Wanneer alle planten het punt van verwelking bereikt hadden en zich weer volledig hersteld hadden, zijn de eindbepalingen uitgevoerd. Dit betekende bij vochtig substraat en volledig turgescente planten, bepalen van vers plantgewicht, potgewicht, substraat volume en het meten van het vochtgehalte. Aan de Spathiphyllum-planten hebben dezelfde waarnemingen plaatsgevonden. Deze planten waren voldoende vochtig om het transport te doorstaan en hebben dus tussendoor geen water ontvangen.

Een week later zijn opnieuw, maar nu van andere telers, vijf partijen Impatiens en Spathiphyllum betrokken. Eén partij Impatiens is binnen de veiling zoek geraakt, waardoor er vier overbleven. Ook nu hebben de Impatiens-planten eerst water gekregen alvorens ze de afzetsimulatie ingingen. Deze keer zijn de planten tijdens

de afzetsimulatie regelmatig gecontroleerd en als er planten waren met verwelkingsverschijnselen zijn ze er uit gehaald om het vochtgehalte van de grond te bepalen. Er zijn dus planten die reeds voor het einde van de transportsimulatie verwelking vertoonden. Na de transportsimulatie zijn de planten in de uitbloeiruimte geplaatst tot ze verwelking lieten zien. Dan zijn ze gemeten en gewogen en hebben daarna dagelijks water gekregen tot alle planten verwelking vertoonden. Daarna is de eindbepaling uitgevoerd.

Bij *Spathiphyllum* is hetzelfde gebeurd. Deze planten verdampten tijdens het transport weinig, zodat er geen planten waren die tijdens het transport al verwelking te zien gaven.

4.3 WAARNEMINGEN

In deze proef zijn de vochtmetingen steeds verricht door meten met FD-sensoren en wegen op hetzelfde moment. Hierdoor is het mogelijk om na te gaan of deze metingen bij planten die in verschillend substraat geteeld zijn, parallel lopen.

- a. Bij aankomst is het vochtgehalte van het substraat bepaald. Bij *Impatiens* was dit een dag na aankomst, omdat de planten bij aankomst eerst water kregen.
- b. Wanneer de planten uit de transportsimulatie kwamen is het vochtgehalte opnieuw bepaald.
- c. Op het moment dat de planten duidelijk symptomen van verwelking vertoonden, slappe bladeren, is het vochtgehalte gemeten.
- d. De eindbepaling vond plaats nadat alle planten hersteld waren van verwelking en het substraat goed vochtig was.

4.4 RESULTATEN

4.4.1 *Impatiens*

Bij een deel van de *Impatiens*-planten was de verdamping tijdens de transportsimulatie zo groot dat ze, ondanks het feit dat ze bij aankomst nog water gekregen hadden, reeds verwelking vertoonden tijdens de transportsimulatie (zeven dagen donker bij 15°C en een RV van 70%).

Bij een ander deel van de planten was de periode na de transportsimulatie tot aan verwelking in de houdbaarheidsruimte maar heel kort, zodat geen duidelijk beeld van de verdamping verkregen kon worden.

Uit de verdampingscijfers in Tabel 7 blijkt dat *Impatiens* tijdens het transport in het donker een sterke verdamping heeft. In de uitbloeiruimte met twaalf uur licht is deze nog hoger. Een goede vergelijking is niet mogelijk omdat veel planten aan het eind van de transportsimulatie al begin van verwelking vertoonden of snel daarna, waardoor deze gegevens maar op enkele planten of een heel korte periode gebaseerd zijn.

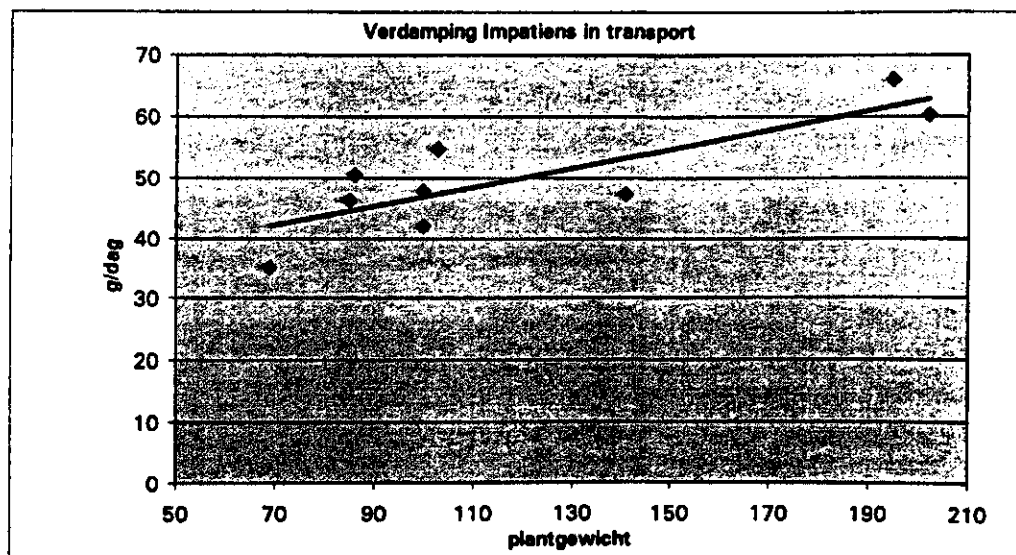
Twee partijen *Impatiens* waren in de transportperiode sterk verwelkt, alvorens ze water hebben gekregen. Mogelijk heeft dat de verdamping van deze planten geremd, de verdamping kan anders hoger geweest zijn.

Tabel 7 - Verdamping van Impatiens tijdens transport bepaald door wegen en daarna in de houdbaarheidsruimte als gemiddelde van tien planten

Plantgewicht (g)	Verdamping/dag tijdens transp.	Verdamping/dag in hbr
69	35.2	41.4
85	46.3	78.5*
86	50.4	53.7
100	42.1	53.2
100	47.8	76.7
103	54.8	58.6
141	47.4	73*
195	66	-
202	60.3	78*

*gegevens gebaseerd op enkele planten gedurende korte tijd

Een uitgevoerde correlatieberekening met de gegevens van de afzonderlijke planten toonde aan dat er een verband bestaat tussen plantgewicht en de verdamping per dag (Figuur 10). Uit de meetgegevens (niet opgenomen) blijkt dat plantgrootte (hoogte en diameter) nagenoeg parallel loopt met plantgewicht. De verschillen in verdamping tussen partijen planten met nagenoeg hetzelfde gewicht kunnen een gevolg zijn van de plaats van de planten in de temperatuurcel tijdens de transportsimulatie of het effect van bepaalde teeltfactoren.



Figuur 10 - Verdamping in gram per dag tijdens het transport als gemiddelde van tien planten, uitgezet tegen het gemiddeld plantgewicht met toevoeging van een trendlijn ($r^2 = 0,69$)

Tabel 8 - Gemiddelde vochtpercentages per plant, gemeten bij aanvang van de transportsimulatie en bij begin verwelking

Gemid.plantgewicht	Substraat volume in ml	% vocht bij begin transport	% vocht bij begin verwelken
69	800	59.4	14.7
85	800	57.9	15.6
86	600	60.9	16.3
100	800	66.5	20.8
100	900	55.2	17.9
103	900	67.0	18.4
141	800	61.3	20.0
195	800	48.0	17.4
202	750	53.1	22.5

De in Tabel 8 vermelde vochtpercentages bij het begin van de transportsimulatie zijn gemeten de morgen na aankomst, nadat ze 's middags via eb/vloed water hadden gekregen. De planten zijn dus vochtiger het transport ingegaan dan ze aangeleverd waren. Wanneer de hoeveelheid beschikbaar vocht voor de plant, met de gegevens uit Tabel 8, berekend wordt en gelegd naast de verdamping per dag uit Tabel 7, dan blijkt dat Impatiens heel snel het verwelkingspunt bereikt.

Tabel 9 - Gemiddelde hoeveelheid water in grammen die een Impatiens plant verdampte vanaf aankomst tot verwelken, zowel bepaald door wegen als door meten met FD-sensoren. Gemiddelde van tien planten.

Partij nr	Verdamping bepaald door weging	Verdamping bepaald met FD-sensoren
1	418	437
2	302	268
3	338	366
4	305	336
5*	300	230
6	361	330
7	373	358
8	343	338
9	264	245

* Planten stonden in stenen pot. Deel van de verdamping vanuit de potwand.

In Tabel 9 is gegeven de gemiddelde hoeveelheid water die een plant verdampte vanaf het moment dat deze het transport inging (bij aankomst) tot begin verwelking.

Bij de partij planten in stenen pot (5) is het vocht in de potwand meegewogen, maar bij de berekening van de vochthoeveelheid met de FD-waarden is het substraatvolume gebruikt. Dit verklaart het grote verschil tussen beide bepalingen. Een correlatieberekening met de gegevens per plant ($r^2 = 0,61$) toont aan dat er een overeenkomst bestaat tussen beide meetmethoden. Uit Tabel 9 blijkt dat de berekende hoeveelheid vocht door middel van wegen bij de meeste partijen planten hoger is dan de via FD-meting bepaalde vochthoeveelheid. Een verklaring voor deze verschillen kan zijn dat de volumes potgrond niet exact gelijk waren aan

de bij de berekening gebruikte volumes. Een andere reden kan zijn dat er door de vlezige wortels van Impatiens bij de FD-meting afwijkingen ontstaan zijn.

Conclusie

Uit de resultaten van deze inventarisatie blijkt dat Impatiens niet voldoende vocht mee krijgt om zonder problemen een transportsimulatie te kunnen doorstaan. De planten verdampen veel, ook in het donker. Bij het gebruikte substraatvolume is een afzetperiode zonder watergift van een week ongeveer het maximum zonder dat de planten verwelken. Het substraat moet dan voor aflevering met water verzadigd zijn en de planten in plastic pot geteeld worden. In enkele partijen vertoonden planten bij een gemeten vochtgehalte van ruim 20% al begin van verwelking, maar bij de meeste planten lag het verwelkingspunt onder de 20% vochtvolume.

Voorbeeld-berekening van de vochtvoorraad

Bij een substraatvolume van 800 ml en een vochtvolume bij aflevering van 60 – 70% kan een plant 320 – 400 ml water verdampen alvorens het verwelkingspunt te bereiken. Bij een verdamping van 50 – 60 ml per etmaal betekent dit dat een plant globaal vijf tot acht dagen met deze vochtvoorraad kan volstaan. In veel gevallen zal dit betekenen dat planten als ze in die periode geen water krijgen, niet zonder verwelking de afzet doorstaan.

4.4.2 Spathiphyllum

Door de planten te wegen bij aankomst, dat is op het moment dat de transportsimulatie begon, aan het eind daarvan en op het moment dat de eerste verwelkingsverschijnselen optraden, is bepaald hoeveel water de planten in deze perioden verdampten (Tabel 10).

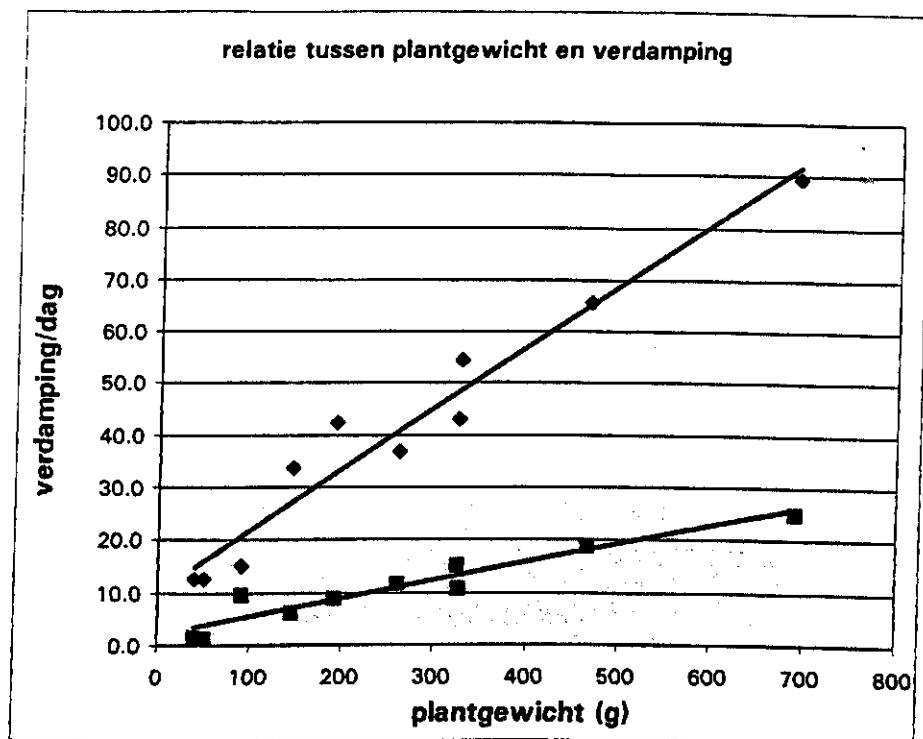
Tabel 10 - De gemiddelde verdamping van tien planten in gram per plant per dag tijdens en na transport tot begin verwelking

Plantgewicht in g	Verdamping/dag tijdens transport	Verdamping/dag in hbr van transport tot verwelken
41	1.4	12.8
50	1.3	12.7
91*	9.5	15.0
145	6.1	33.7
192	9.0	42.5
261	11.7	36.9
326	15.2	43.2
328**	10.9	54.4
468	18.8	65.6
691	25.2	89.6

* planten niet ingehoesd ** planten ingehoesd in gesloten doos

De verdamping is duidelijk minder als planten ingehoesd zijn. Door ze bovendien in een gesloten doos te plaatsen neemt de verdamping nog verder af. Tijdens het

transport in het donker verdampt *Spathiphyllum* minder dan in de uitbloeiruimte met twaalf uur licht (zie ook Figuur 11).



Figuur 11 - Verdamping uitgedrukt in gram per dag bij de gemiddelde versgewichten per plant, tijdens transport (□) en in de houdbaarheidsruimte (◆), met toevoeging van de trendlijnen.

Correlatieberekening met de gegevens van de afzonderlijke planten toont aan dat er een verband bestaat tussen plantgewicht en de verdamping tijdens het transport ($r^2 = 0,90$) en in de uitbloeiruimte ($r^2 = 0,80$).

In Tabel 11 zijn de gemiddelde vochtpercentages gegeven bij aankomst, na transport en bij verwelking, zoals die uit metingen met FD-sensoren naar voren kwamen.

Tabel 11 - De gemiddeld gemeten vochtpercentages met FD-sensoren bij aankomst, na transport en bij begin verwelking

Verpakking	Plantgewicht	Bij aankomst	Na transport	Begin verwelking
In hoes	41	53.3	52.2	19.4
In hoes	50	60.4	61.5	14.5
Niet ingehoesd	91	64.1	43.3	16.4
In hoes	145	65.4	57.0	17.4
In halve hoes	192	53.8	49.5	14.0
In hoes	261	50.4	53.2	14.3
In hoes	326	50.0	42.4	19.7
In hoes in doos	328	56.2	55.8	14.0
In hoes	468	44.2	32.2	18.1
In hoes	691	46.8	42.0	17.3

Uit deze resultaten blijkt dat twee partijen na transport een iets hoger vochtgehalte hadden dan voor de transportsimulatie. Dit bevreemdt omdat tijdens het transport geen water is gegeven. Het kan alleen verklaard worden door fouten bij het meten of afwijkingen in de apparatuur. Verder blijkt dat het inhoezen een sterke reductie in de verdamping geeft ten opzichte van niet inhoezen. Dit is reeds in voorgaande proeven aangetoond. Planten in een hoes in een gesloten doos verdampten heel weinig. De wijze van verpakken is van grote invloed op de mate van verdamping.

Alle gemeten partijen *Spathiphyllum* waren bij aflevering voldoende vochtig om de transportsimulatie te doorstaan en konden daarna nog een redelijke periode in de houdbaarheidsruimte staan zonder water te krijgen. Toch varieerde het vochtgehalte van het substraat bij aflevering meer dan 20%. De planten met het laagste vochtgehalte na transport, vertoonden het snelst verwelkingsverschijnselen. De planten konden met de aanwezige vochtvoorraad onder de beschreven omstandigheden 23 tot 33 dagen zonder watergift. Om geen verwelking te krijgen en daarmee kans op schade, dient het vochtgehalte boven de 20% te blijven. Bij aflevering dient men te streven naar een vochtgehalte tussen de 50 en 60%.

Tabel 12 - Vergelijking van de verdamping, gemeten vanaf aankomst tot begin verwelking, via wegen en meten met FD-meters. Gemiddelde van tien planten.

Gem. plantgewicht	Gem. verdamping bepaald door wegen	Gem. verdamping gemeten met FD-meters
41	102	90
50	137	127
91	239	212
145	432	371
192	398	378
261	650	721
326	545	564
328	844	919
468	522	543
691	1328	1275

De verdamping is steeds bepaald door middel van wegen en door het meten van de vochtgehalten van het substraat met FD-meters. Hierdoor kon worden nagegaan in hoeverre de waarden van beide methoden overeenstemden. Uit de correlatieberekening met de gegevens van alle planten voor het vochtverlies vanaf aankomst tot verwelking bleek dat beide methoden sterk overeenstemmen ($r^2 = 0.93$).

Conclusie

Uit de resultaten met *Spathiphyllum* blijkt dat ondanks de grote variatie in potmaat, plantafmetingen en het verschil in substraat, alle partijen planten voldoende vocht hadden meegekregen om de afzetketen te doorstaan. Tijdens het transport in het donker verdampen de planten weinig. Door ze in te hoezen vermindert de verdamping nog verder. Enkele partijen zouden met meer vocht afgeleverd kunnen worden om de kans op vochttekort tijdens de afzet te verkleinen. Om droogteschade te voorkomen dient het vochtgehalte niet beneden 20% te komen.

Voorbeeld-berekening van de vochtvoorraad

Als planten van 400 g, geteeld in containers met een inhoud van 2 liter, afgeleverd worden met een vochtvolume van 50%, kunnen ze 600 ml water verdampen alvorens het verwelkingspunt te bereiken. Planten van 400 g in plastic hoes verdampen tijdens het transport ongeveer 15 ml per etmaal en bijna 60 ml onder huiskameromstandigheden. Dit betekent dat planten die voldoende vochtig afgeleverd worden, zonder kans op vochttekort getransporteerd kunnen worden en daarna nog een aantal dagen zonder watergift kunnen.

LITERATUUR

- Baas, R., A. Bulle, C. Vonk Noordegraaf en M. ten Hoope, 1999. Bepalen van de vochtinhoud en verdamping in de afzet van potplanten met behulp van een vochtmeting. PBG-rapport 234.
- Baas, R., A. Bulle, 2000. Vochtvoorraad bij potplanten nu eenvoudig te bepalen. Vakblad voor de Bloemisterij 2: 64-65.
- Wever, G. en M.H. Pon, 1990. Fysische analysemethoden voor potgrond en veen met aanpassingen 1989. PTG, Intern verslag 31.