

Proefstation voor de Bloemisterij
Linnaeuslaan 2a
1431 JV Aalsmeer

ISSN 0921-710X

EFFECT VAN BESCHIKBAARHEID VAN
ZUURSTOF IN HET WORTELMILIEU
BIJ SNIJBLOEMEN

Rapport nr. 96

Prijs: f 10,-



M. Warmenhoven
R. Baas
september 1990

Rapport nr. 96 wordt u toegestuurd na storting van f 10,- op girorekening
174855 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van : 'Rapport
nr. 96 Zuurstof in het wortelmilieu'.

LEN = 282244



INHOUD

	blz
1. Inleiding	3
2. Methode	
2.1 Teeltomstandigheden	4
2.2 Waarnemingen	5
3. Resultaten	
3.1 Anjer	7
3.2 Aster	9
3.3 Chry sant	10
3.4 Gerbera	13
3.5 Analyse voeding	18
4. Discussie	
4.1 Anjer	20
4.2 Aster	20
4.3 Chry sant	21
4.4 Gerbera	22
5. Samenvatting en conclusie	24
6. Literatuur	26
Bijlagen	27

1. INLEIDING

Sommige problemen in de substraatteelt zouden mogelijk kunnen worden toegeschreven aan 'te nat telen', ofwel zuurstofgebrek.

Symptomen van zuurstofgebrek (Marschner, 1989) zijn verwelking en het sterk achterblijven in de groei, met op langere termijn gebreksverschijnselen in vooral het oudere blad. Verantwoordelijk voor de verwelking van de spruit zijn, volgens Marschner, de accumulatie van ethyleen in de spruit, en een verminderde wateropname van de wortel. Dit ethyleen wordt gevormd in de wortel. Door verminderde wortelgroei en wortelademhaling daalt ook de opname en transport van voedingselementen (Marschner 1989, V.Veen 1988, gebreksverschijnselen). Een hoge concentratie ethyleen bevordert de vorming van aerenchym ('luchtkanalen') in de wortel en het onderste gedeelte van de steel (Van Noordwijk, Brouwer 1988a). Het vermogen tot de vorming van aerenchym in de wortel is van gewas tot gewas verschillend. De mogelijkheid om aerenchym te vormen, is voor een gewas als anjer gering. Met behulp van de wortelporositeitmeting (Van Noordwijk, Brouwer 1988b) kan worden bekeken in welke mate het gewas aerenchym vormt onder anaerobe omstandigheden.

Ook de temperatuur van de voedingsoplossing (Varade, 1971 en Nieuwenhuizen, 1984) heeft invloed. De oplosbaarheid van zuurstof in water is namelijk temperatuur-afhankelijk. Het doel van deze proeven was om snijbloemen te toetsen op hun gevoeligheid voor zuurstofgebrek. Dit is uitgevoerd door een voedingsoplossing waarop planten groeiden, wel of niet te beluchten.

2. METHODE

Vier verschillende gewassen zijn verdeeld over twee proeven.

2.1 Teeltomstandigheden

Proef 1:

Bij deze proef is uitgegaan van de gewassen anjer ('Adelfie'), aster ('Pink Butterfly') en chrysanth ('Cassa'). Er werden twee behandelingen aangelegd: de voedingsoplossing beluchten en de voedingsoplossing niet beluchten. De behandelingen zijn per gewas in twee herhalingen uitgevoerd. Er werd geteeld in bakken met een inhoud van 23 liter, afgedekt met een deksel waarin dertien gaten waren geboord. Elf gaten om planten in op te hangen en twee gaten om de luchttoevoer te realiseren. De plantgaten (diameter 7,6 cm) werden afgedekt met tempex schijven. Deze waren voorzien van een kleine opening in het midden en een gleuf (zodat de plantjes in het midden konden worden opgehangen). De lucht werd met behulp van een luchtpomp in de leidingen gepompt. De luchttoevoerslangen waren aan het eind voorzien van 'aquariumsteentjes', dit om een betere luchtverdeling in de bak te bewerkstelligen.

De stekken werden in de voeding (samenstelling zie bijlage 1) gehangen op 14 september 1989 en de daglengte werd verlengd tot 14 a 16 uur. De anjers zijn getopt op vijf bladparen op 25 september 1989.

De eerste elf dagen vanaf de start werden alle behandelingen belucht, de kasttemperatuur werd op 20 °C gehouden. De verschillen tussen de behandelingen werden ingesteld op 25 september 1989 (t=0), waarna de temperatuur langzaam werd afgebouwd naar 16 °C. Overdag kon de temperatuur echter oplopen tot 25 °C.

Als standaard-voedingsoplossing is gekozen voor het A.O.O.O. schema van anjer (zie bijlage 1). De voedingsoplossing werd wekelijks ververs, en had een EC van 1,5 mS/cm en een pH van 6,00.

De lichtperiode (met behulp van hogedrukkwiklampen, HPIT 400 W) in de eerste vijf weken was 16 uur. Omdat bij de aster na 40 dagen reeds generatieve groei ontstond werd de lichtperiode daarna verkort tot 14 uur.

Proef 2:

Bij deze proef is uitgegaan van het gewas Gerbera ('Terra Fame'). De behandelingen, wel of niet beluchten, werd in tien herhalingen aangelegd. Ook hier werd geteeld in bakken met een inhoud van 23 liter, welke waren afgedekt met een deksel waarin zich vier plantgaten bevonden. De plantgaten (diameter 10 cm) werden afgedekt met tempex schijven. Deze waren voorzien van een gat (diameter 3,5 cm) waarin de Gerbera-plantjes (opgekweekt in steenwolpluggen) pasten. De luchttoevoer werd gerealiseerd met behulp van een luchtpomp. De lucht kwam via een leidingennet, waarvan de eindstukken over een lengte van 90 cm waren voorzien van kleine gaatjes, in de bakken. Zuignapjes hielden de slang op de bodem van de bakken vast. Dit gaf een betere luchtverdeling in de bak dan de aquariumsteentjes in proef 1.

De plantjes werden in de voeding (samenstelling zie bijlage 1) gehangen op 20 maart 1990. Overdag werd belicht met hogedruk kwiklampen (HPIT, 400W), een lamp per 6 m².

Vanaf de start werden alle behandelingen belicht, de temperatuur (dag en nacht) werd op 20 °C gehouden. De verschillen tussen de behandeling werden ingesteld op 27 maart 1990 (t=0), waarna de temperatuur geleidelijk aan werd verlaagd tot 18 °C 's nacht en 19 °C overdag. Overdag kon de temperatuur oplopen tot 25 °C. De relatieve luchtvochtigheid bedroeg 's nachts 70-90% en overdag 50-70%.

2.2 Waarnemingen

Er waren bij beide proeven drie oogsten. Op 9 oktober (t=14), 31 oktober (t=38) en 30 november (t=68) 1989 in proef 1; op 2 april (t=28), 21 mei (t=56) en 18 juni (t=84) 1990 in proef 2. Per oogsttijdstip werden aan het gewas de volgende metingen gedaan.

- Aan de spruit - de lengte in cm (niet bij Gerbera)
- het gewicht in g (droog en vers)
- bladoppervlak in cm² (bij chrysant en Gerbera) met behulp van Area meter systeem (Delta - T)
- aantal bladeren per plant (bij chrysant en Gerbera)
- gewasanalyse, nutriënten in mmol/kg drooggewicht bij

anjer, chrysant en Gerbera (Walinga e.a., 1989) van
het laatste oogsttijdstip
- bloemproduktie bij Gerbera

Aan de wortel - de lengte in cm
- het gewicht in g (droog/vers)
- de ademhaling in mg O₂/(g wortel * uur) en in mg O₂/
(per plant * uur) met behulp van een biologische
zuurstofmonitor (YSI 5300) bij 20 °C
- de porositeit in % (G.Brouwer 1988)
- worteldiameter in mm
- gewasanalyse, nutriënten in mmol/kg drooggewicht bij
Gerbera (Walinga e.a., 1989) van het laatste
oogsttijdstip

In de voeding - EC, pH en de samenstelling tijdens de teelt, elke
zeven dagen in proef 1 en elke veertien dagen in
proef 2
- zuurstofgehalte (Golterman 1983)

Met behulp van bovenstaande waarnemingen zijn de volgende parameters
berekend: drogestofgehalte, spruitwortelverhouding en alleen bij chrysant
en Gerbera de Leaf Weight Ratio (g bladdroog / g plantdroog) en de Specific
Leaf Area (cm² bladvers / g bladdroog).

De resultaten werden met behulp van variantie-analyse per oogst-
tijdstip en per gewas verwerkt. Elke geoogste plant werd hierbij als
waarneming beschouwd.

3. RESULTATEN

De resultaten worden per gewas weergegeven.

3.1 Anjer

Waarnemingen en de daaruit berekende resultaten, van anjer, zijn weergegeven in tabel 1.

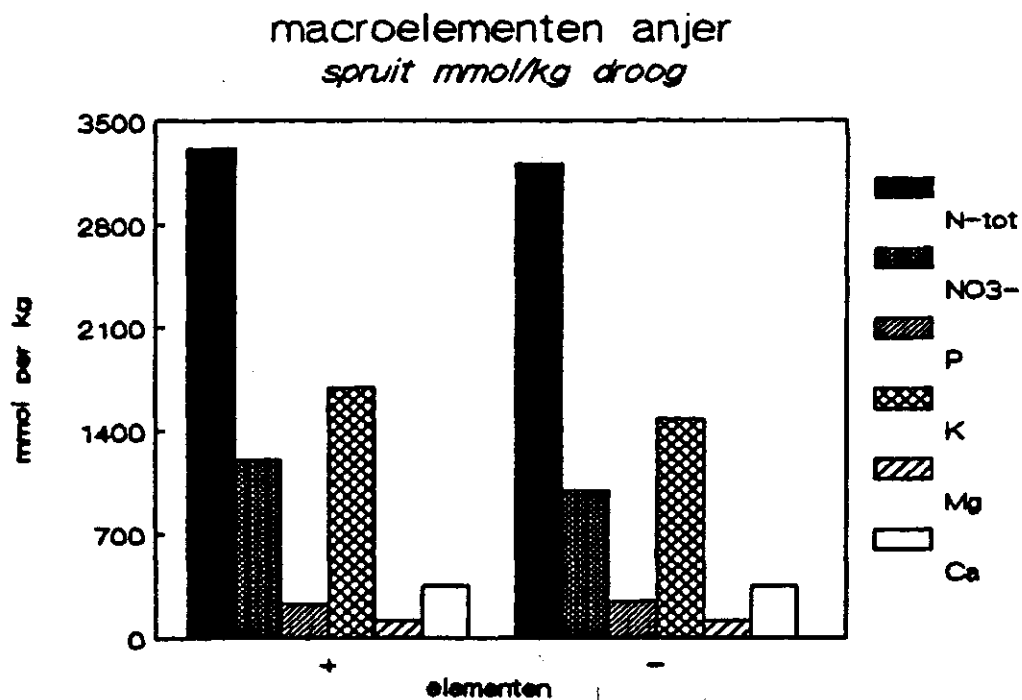
Tabel 1. Spruit - wortelgewicht (g vers, droog), spruit - wortellengte (cm vers), drogestof (%(spruit,wortel)), spruitwortelverhouding (g/g(spruit/wortel), porositeit (%), wortelademhaling per gram wortel (mg O₂/ (per gram wortel(droog) * uur)) en wortelademhalingplant (mg O₂/ per plant * uur), in anjer. Verschillende letters tussen haakjes op één rij geven significante verschillen aan (p < 0.05) tussen belucht en onbelucht.

*	belucht			onbelucht		
	t=14	t=38	t=68	t=14	t=38	t=68
spruitvers	8.8	17.3	54.6 (b)	7.2	15.5	34.1 (a)
wortelvers	0.63	2.17	3.93 (b)	1.83	1.88	2.93 (a)
spruitdr	1.11	1.83	5.48 (b)	1.06	1.87	3.84 (a)
worteldr	0.12	0.15	0.27 (b)	0.14	0.13	0.19 (a)
spruitl	20.2	30.8	57.6 (b)	17.5	31.1	49.2 (a)
wortell	18.5	26.1	29.0	19.0	22.9	27.0
%ds-spruit	12.6 (a)	10.6 (a)	10.1 (a)	14.7 (b)	12.0 (b)	11.2 (b)
%ds-wortel	7.7	6.7	6.9	7.7	6.9	6.4
s/w-vers	5.5 (b)	8.1	13.9 (b)	4.0 (a)	8.3	11.6 (a)
s/w-droog	9.2	12.8	20.5	7.6	14.8	20.6
porositeit	1.7	1.4	0.2	1.8	0.4	0.2
wadem-gwd	3.7	3.9	3.5 (a)	4.5	4.8	4.9 (b)
wadem-pl	0.46	0.55	0.92	0.62	0.61	0.89

*) Oogsttijdstip in dagen na start proefbehandelingen

Er bleken geen significante verschillen te zijn in de porositeit, wortellengte, het drogestof-percentagte van de wortel, de spruitwortelverhouding droog en de wortelademhaling per gram wortel(droog). Het gewicht van spruit en wortel zowel vers als droog, is alleen significant verschillend bij de laatste oogst. Dit is ook het geval bij de spruitlengte. Opvallend is het hogere drogestof-percentagte, in de spruit, in de behandeling waar niet belucht wordt. De spruitwortelverhouding is significant lager bij de eerste en derde oogst van de onbeluchte behandeling. Niet beluchten geeft een hogere ademhaling ten opzichte van wel beluchten.

Voor gewasanalyse is de gehele spruit gedroogd bij 70 °C. De gemiddelde elementgehalten zijn weergegeven in figuur 1. Aan het gewas anjer waren geen gebreksverschijnselen waarneembaar, wel waren de onbeluchte anjers zichtbaar fijner van opbouw.



Figuur 1. De gemiddelde elementgehalten van de hoofdelementen in mmol per kg drooggewicht; met (+) en zonder (-) beluchting.

3.2 Aster

In tabel 2 worden de waarnemingen en de daaruit berekende resultaten weergegeven .

Tabel 2. Spruit - wortelgewicht (g vers,droog), spruit - wortellengte (cm vers), drogestof (%(spruit,wortel)), spruitwortelverhouding (g/g(spruit/wortel)), porositeit (%), wortelademhaling per gram wortel (mg O₂/ (per gram wortel(droog) * uur)) en wortelademhaling plant (mg O₂/ per plant * uur), in aster. Verschillende letters tussen haakjes op één rij geven significante verschillen aan (p < 0.05) tussen belucht en onbelucht.

*	belucht			onbelucht		
	t=14	t=38	t=68	t=14	t=38	t=68
spruitvers	1.91	8.40	17.5	2.50	8.53	16.5
wortelvers	1.02	2.83	6.90	1.02	3.48	5.39
spruitdr	0.28	1.27	3.38	0.33	1.26	3.27
worteldr	0.08	0.23	0.66 (b)	0.07	0.21	0.37 (a)
spruitl	20.5	27.3	20.6	19.1	28.4	36.2
wortell	48.9	76.0 (b)	73.2	38.6	57.3 (a)	73.9
%ds-spruit	14.9	15.4	20.5	13.9	15.1	20.3
%ds-wortel	8.08 (b)	8.03 (b)	10.30	6.88 (a)	6.08 (a)	7.04
s/w-vers	1.99	2.90	3.15	2.35	2.50	3.07
s/w-droog	3.45	5.62	5.51	4.73	6.04	9.55
porositeit	6.50 (a)	5.73 (a)	5.50 (a)	7.60 (b)	7.58 (b)	6.80 (b)
wadem-gwd	5.87	3.61	1.60	6.25	3.71	2.49
wadem-pl	0.47	0.92	0.99	0.44	0.77	0.88

*) Oogsttijdstip in dagen na start proefbehandelingen

Er waren geen significante verschillen in het gewicht van spruit en wortel vers, het spruitgewicht droog, de spruitlengte, het percentage drogestof in

de spruit, de spruitwortelverhouding (vers/droog), en de wortelademhaling (per g wortel/per plant).

Het drooggewicht van de wortel is alleen bij de derde oogst significant verschillend, ook het percentage drogestof van de wortel is significant verschillend. De behandeling die niet belucht werd geeft een significant hoger percentage wortelporositeit. Verder valt op dat de spruitwortelverhouding bij aster vrij constant is. Opvallend is ook de afname van de wortelademhaling per gram wortel in de loop van de tijd. Uiterlijk waren er aan het gewas weinig verschillen waarneembaar.

3.3 Chry sant

De bladeren van de chry sant waren groot genoeg om daaraan het bladoppervlak per plant te bepalen. Verder zijn nog het bladgewicht droog, steelgewicht droog en het aantal bladeren per plant bepaald. In tabel 3 worden de waarnemingen en de daaruit berekende resultaten weergegeven. Alleen het drooggewicht steel geeft geen significante verschillen. Wel significant verschillend zijn onder andere het spruitgewicht (vers/droog) en het wortelgewicht (vers/droog). De wortellengte is zelfs bij alle oogsten significant verschillend en consequent hoger bij beluchten. Opvallend is het hogere percentage drogestof in spruit en wortel wanneer er niet belucht wordt. Ook komen er significante verschillen voor bij de spruitwortelverhouding (vers/droog), die oploopt in de tijd. Beluchting van de voeding geeft bij de wortelporositeit een stijging te zien terwijl er een daling optreedt als er niet belucht wordt. De wortelademhaling per gram wortel is in de tweede en derde oogst, wanneer er niet belucht wordt, hoger. De wortelademhaling per plant belucht is hoger ten opzichte van niet belucht. Significante verschillen komen ook voor bij het aantal bladeren, bladoppervlak, drooggewicht blad, Specific Leaf Area en de Leaf Weight Ratio per plant. Niet gemeten, maar wel zichtbaar was een toenemende wortelstrefte bij die behandeling waar niet belucht werd.

Tabel 3. Spruit - wortelgewicht (g vers,droog), spruit - wortellengte (cm vers), drogestof (%(spruit,wortel)), spruitwortelverhouding (g/g(spruit/wortel)), porositeit (%), wortelademhaling per gram wortel (mg O₂/(per g wortel(droog) * uur)), wortelademhaling plant (mg O₂/ plant * uur), aantal bladeren, bladoppervlak (cm² per plant), steel-bladgewicht (g droog) Specific Leaf Area (bladoppervlak cm² /bladgewicht g droog) en de Leaf Weight Ratio (bladgewicht g droog/plantgewicht g droog) in chrysant. Verschillende letters tussen haakjes op één rij geven significante verschillen aan (p < 0.05) tussen belucht en onbelucht.

*	belucht			onbelucht		
	t=14	t=38	t=68	t=14	t=38	t=68
spruitvers	23.4	80.3 (b)	207 (b)	22.5	55.0 (a)	104 (a)
wortelvers	3.47	10.81 (b)	27.0 (b)	3.03	5.08 (a)	7.50 (a)
spruitdr	1.88	7.20 (b)	20.95	1.91	5.83 (a)	17.11 (a)
worteldr	0.13	0.35 (b)	0.70 (b)	0.11	0.17 (a)	0.23 (a)
spruitl	45.0	87.1	135 (b)	45.1	84.5	121 (a)
wortell	37.9 (b)	35.3 (b)	46.1 (b)	20.9 (a)	25.9 (a)	23.5 (a)
%ds-spruit	8.01 (a)	8.90 (a)	10.1 (a)	8.48 (b)	10.5 (b)	16.9 (b)
%ds-wortel	3.78	3.20	2.57 (a)	3.70	3.40	3.05 (b)
s/w-vers	6.90	7.61 (a)	7.77 (a)	7.45	11.04 (b)	14.33 (b)
s/w-droog	14.7 (a)	21.3	30.6 (a)	17.4 (b)	34.6	79.1 (b)
porositeit	1.83 (a)	1.98	2.97 (b)	2.57 (b)	1.85	1.70 (a)
wadem-gwd	9.10 (b)	7.19	6.88 (a)	7.55 (a)	8.38	11.63 (b)
wadem-pl	1.17	2.53	4.45 (b)	0.83	1.43	2.62 (a)
nblad	32	84	235 (b)	35	62	171 (a)
bladopp	381	1233 (b)	3474 (b)	368	833 (a)	1804 (a)
steeldr	0.89	4.10	12.97	0.95	3.55	11.43
bladdr	0.95	3.10	7.98 (b)	0.96	2.28	5.68 (a)
SLA	403 (b)	405	437 (b)	385 (a)	381	320 (a)
LWR	0.47	0.41	0.37 (b)	0.48	0.38	0.33 (a)

*) Oogsttijdstip in dagen na start proefbehandelingen

Ook bij chryasant zijn gewasanalyses gedaan in gedroogd (bij 70 °C) materiaal. Hierbij werd de spruit gescheiden in steel en blad. De elementgehalten in blad en steel zijn weergegeven in de figuren 2 en 3. Na 35 dagen manifesteerde zich, vooral in de bladranden van de oudere bladeren, gebreksverschijnselen. Deze uitten zich in chlorose, necrose en paarsverkleuring. Verder waren de beluchte planten duidelijk meer vertakt dan de niet beluchte planten.

In tabel 4 wordt weergegeven het concentratie-element belucht gedeeld door het concentratie-element onbelucht.

Tabel 4. Verhouding tussen elementgehalte belucht en elementgehalte onbelucht bij chryasant

Element / plantdeel	Blad	Steel
N-tot	1,27	2,05
NO ₃ ⁻	3,88	3,47
P	2,47	2,92
K	1,39	3,32
Mg	1,58	1,90
Ca	1,51	1,34

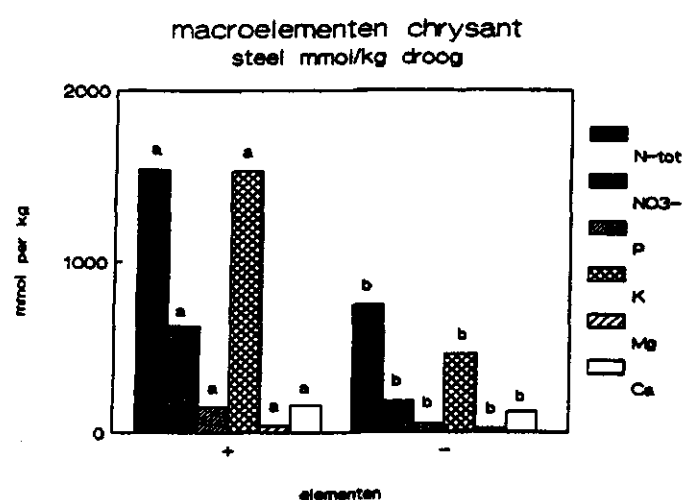
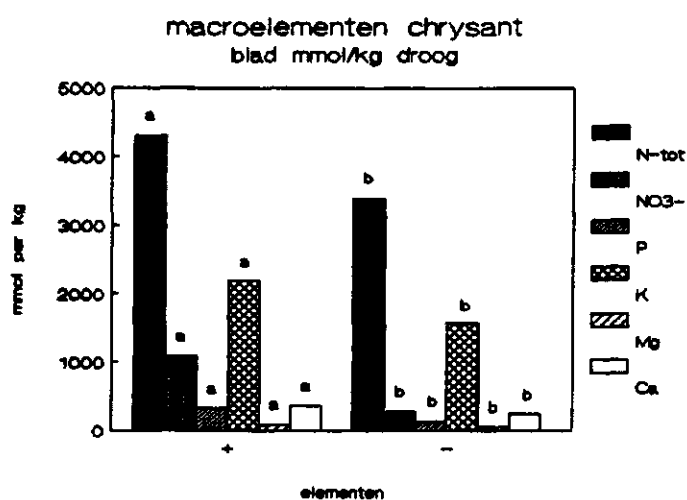


Fig. 2 Elementgehalten in blad in mmol/kg drooggewicht

Fig. 3 Elementgehalten in steel in mmol/kg drooggewicht

Verschillende letters geven significante verschillen aan ($p < 0.05$) tussen belucht (+) en onbelucht (-).

Opvallend is de sterke afname in concentratie van NO_3^- en P, in zowel het blad als de steel, wanneer er niet belucht wordt. In de steel neemt ook het kaliumgehalte sterk af.

3.4 Gerbera

Aan het begin van de teelt werden er relatief veel "vlezige" en bolle bladeren gevormd in beide behandelingen. Dit leidde tot een vertraging in de ontwikkeling van de spruit. Beluchten gaf al snel een groter wortelstelsel in vergelijking tot niet beluchten. Bij de onbeluchte behandeling kwam de wortelgroei bijna tot stilstand en ging soms zelfs over tot wortelsterfte. Later werden er wel weer nieuwe wortels gevormd, maar deze waren kort, dik en weinig vertakt. Onderzoek, naar pathogenen in de voedingsoplossing, toonde aan dat er onder andere sporen van *Fusarium* aanwezig waren in beide behandelingen. Daarom is op 16 mei 1990 eenmaal Benlate (4 gram per 20 liter) aan de voedingsoplossing toegevoegd.

Waarnemingen en de daaruit berekende resultaten, van Gerbera, zijn weergegeven in tabel 5.

Na vijf weken werden dof blad en paarsbruine vlekken in vooral het oudere blad waargenomen bij alle beluchte planten. Na toevoeging van extra koper aan de voedingsoplossing verdwenen de symptomen binnen enkele dagen. De teelt werd ook belaagd door rauwvliegjes (biologisch bestreden met aaltjes) en later wittevlug (bestreden met een experimenteel middel).

Er zijn significante verschillen bij spruitgewicht (vers/droog), wortelgewicht (vers/droog), wortellengte, percentage drogestof spruit, spruit/wortelverhouding (vers/droog), porositeit wortel, wortelademhaling per plant, aantal bladeren, bladoppervlak en Specific Leaf Area. Figuur 4 toont de spruit/wortelverhouding (droog) bij wel en niet beluchten. Opvallend is de daling van de spruit/wortelverhouding als er niet belucht wordt.

Geen of nauwelijks significante verschillen zijn er bij percentage drogestof wortel, wortelademhaling per gram wortel (daarom op oogstdatum t=84 geen ademhaling bepaald), wortel diameter (dik/dun). De diameter van de dunne wortels was echter in het begin nog wel significant verschillend.

Tabel 5. Spruit - wortelgewicht (g vers, droog), wortellengte (cm vers), drogestof (%(spruit,wortel)), spruitwortelverhouding (g/g(spruit/wortel)), porositeit (%), wortelademhaling per gram wortel (mg O₂/(per g wortel(droog) * uur)), wortelademhalingpl (mg O₂/plant * uur), aantal bladeren, bladoppervlak (cm² per plant), Specific Leaf Area (bladoppervlak cm² / bladgewicht g droog), Leaf Weight Ratio (bladgewicht g/droog plantgewicht g droog) en de worteldiameter (mm dik,dun) in Gerbera. Verschillende letters tussen haakjes op één rij geven significante verschillen aan (p < 0.05) tussen belucht en onbelucht.

*	belucht			onbelucht		
	t=28	t=56	t=84	t=28	t=56	t=84
spruitvers	38.9 (b)	116.2 (b)	227.9 (b)	22.6 (a)	40.1 (a)	47.0 (a)
wortelvers	22.5 (b)	55.5 (b)	85.5 (b)	4.5 (a)	7.6 (a)	12.6 (a)
spruitdr	5.29	16.47 (b)	32.73 (b)	4.78	8.05 (a)	9.95 (a)
worteldr	2.17 (b)	5.65 (b)	8.72 (b)	0.40 (a)	0.80 (a)	1.40 (a)
wortell	31.8 (b)	49.3 (b)	56.7 (b)	15.4 (a)	13.7 (a)	14.8 (a)
%ds-spruit	13.54 (a)	14.20 (a)	14.44 (a)	21.28 (b)	20.35 (b)	21.77 (b)
%ds-wortel	9.64	10.3	10.23 (a)	8.91	11.02	11.11 (b)
s/w-vers	1.72 (a)	2.01 (a)	2.75 (a)	5.07 (b)	5.29 (b)	3.95 (b)
s/w-droog	2.46 (a)	2.92 (a)	3.86 (a)	12.06 (b)	10.29 (b)	7.43 (b)
porositeit	2.66	2.78 (a)	3.70 (a)	2.65	3.98 (b)	4.79 (b)
wadem-pl	5.15 (b)	6.54 (b)	-	1.16 (a)	1.06 (a)	-
wadem-gwd	2.41 (b)	1.94	-	2.94 (a)	1.34	-
nblad	16.7 (b)	24.0 (b)	37.2 (b)	12.4 (a)	13.3 (a)	13.7 (a)
bladopp	790 (b)	1864 (b)	3681 (b)	510 (a)	692 (a)	832 (a)
SLA	149.0 (b)	125.2 (b)	126.4 (b)	105.9 (a)	89.2 (a)	97.5 (a)
LWR	0.71 (a)	0.74 (a)	0.71	0.92 (b)	0.90 (b)	0.77
wdiamdun	0.36 (a)	0.41 (a)	0.27	0.52 (b)	0.68 (b)	0.30
wdiamdik	2.75	2.95	2.89	2.50	2.62	2.88

*) Oogsttijdstip in dagen na start proefbehandelingen

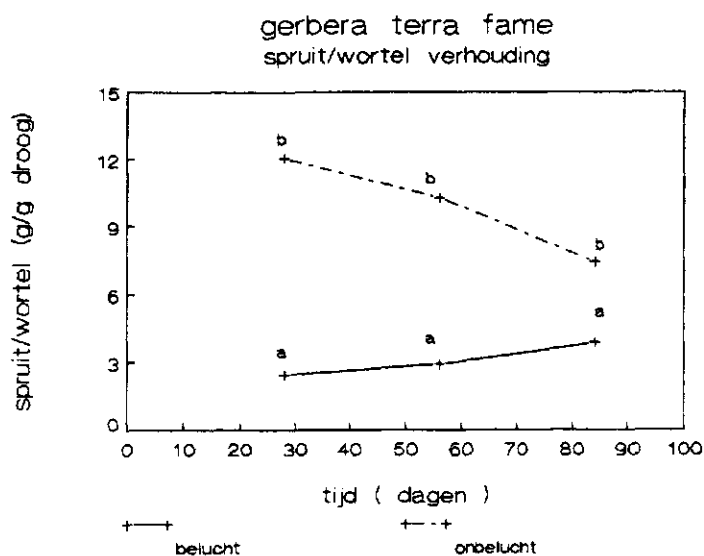


Fig. 4. Spruitwortelverhouding in g drooggewicht

Verschillende letters geven significante verschillen aan ($p < 0.05$)

Tabel 6. Elementgehalte in blad en wortel in mmol/kg drooggewicht bij Gerbera op $t=84$ en de verhouding tussen belucht(+) en onbelucht(-) (conc. belucht/conc. onbelucht). Verschillende letters geven significante verschillen aan ($p < 0.05$).

Gerbera	Blad		Wortel		Blad	Wortel
	+	-	+	-		
behandeling	+	-	+	-	+/-	+/-
N-tot	1884 (b)	1096 (a)	3422	3638	1.72	0.94
P	128 (b)	76 (a)	235 (a)	267 (b)	2.62	0.88
K	1468 (b)	740 (a)	1385	1345	1.98	1.03
Mg	76	67	106	120	1.13	0.88
Ca	345 (b)	273 (a)	245	273	1.26	0.90
Zn	1.88 (b)	0.69 (a)	5.18 (b)	1.44 (a)	2.72	3.60
Cu	0.31 (b)	0.10 (a)	0.43 (a)	1.26 (b)	3.10	0.34
Mn	5.20 (b)	1.10 (a)	7.79 (b)	1.84 (a)	4.72	4.23
Fe	10.00 (b)	1.91 (a)	41.3 (b)	22.2 (a)	5.24	1.86
Na	28	31	33	38	0.90	0.87

Gewasanalyses zijn gedaan in gedroogd (bij 70 °C) materiaal van blad en wortel. Met het achterblijven van de wortelgroei, bij niet beluchten, bleef ook de spruitgroei achter. Op den duur manifesteerde zich dezelfde gebreksverschijnselen als bij chrysanth (chlorose, necrose en paarsverkleuring van het blad), met dit verschil dat er ook bladsterfte optrad. Tabel 6 geeft de elementgehalten in wortel en blad, en de verhouding tussen elementgehalte belucht en elementgehalte onbelucht, aan het einde van de proef weer.

De spoorelementen zijn zowel in het blad als in de wortel significant verschillend. Opvallend zijn de hoge concentraties aan zink, mangaan en ijzer in blad en wortel bij beluchten. Magnesium en natrium geven geen significante verschillen in blad of wortel. Van de hoofdelementen geeft alleen fosfaat in blad en wortel een significant verschil, terwijl N-totaal, kalium en calcium alleen in het blad significante verschillen geven. Net als bij chrysanth zijn er relatief grote concentratieverschillen van stikstof, fosfaat en kalium in het blad tussen wel en niet beluchten.

De bloemproductie is tijdens de teelt ook bijgehouden en wordt weergegeven in figuur 5.

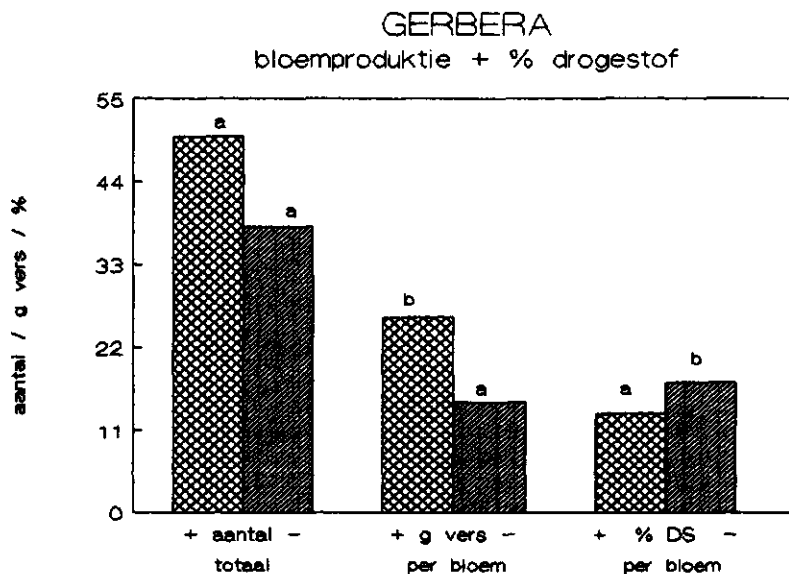


Fig. 5. Bloemproductie (stuks), versgewicht bloem in grammen en drogestof-% van de bloem bij Gerbera. Verschillende letters geven significante verschillen aan ($p < 0.05$). Belucht = + en onbelucht = -.

Geen significante verschillen in het aantal geproduceerde bloemen, maar wel

in de kwaliteit, die onder andere wordt weer gegeven door het significante verschil in versgewicht per bloem.

Aan het einde van de teelt zijn van de wortel coupes gesneden en onder de microscoop, bij een vergroting van 10X, gefotografeerd (zie figuur 6 en 7).

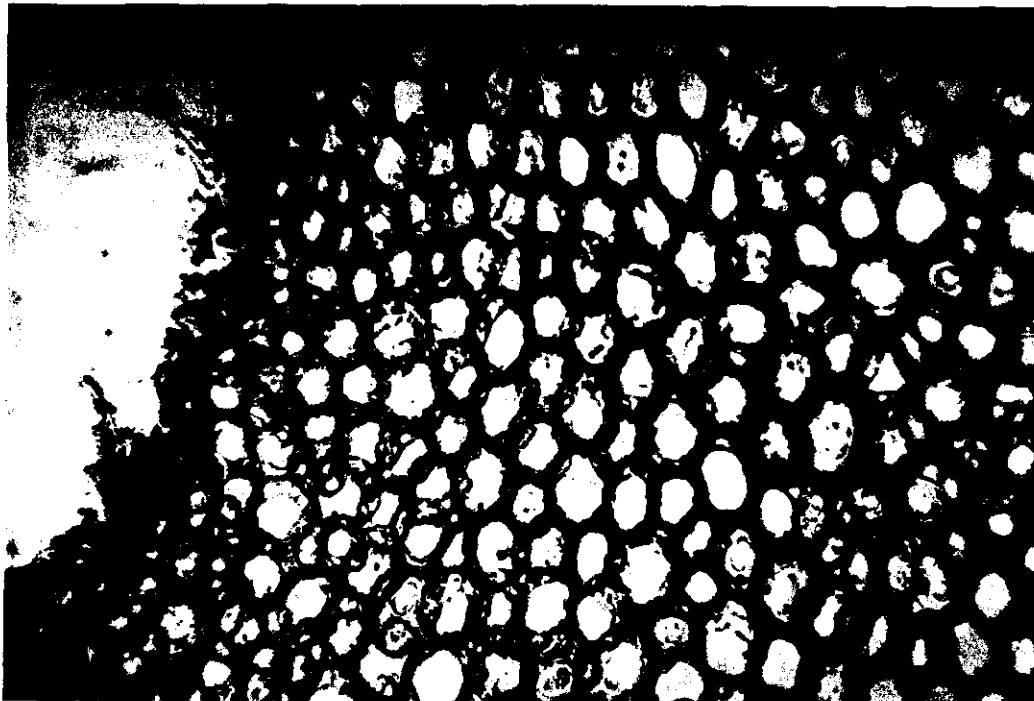


Fig. 6. Horizontale doorsnede beluchte Gerbera-wortel (10X)

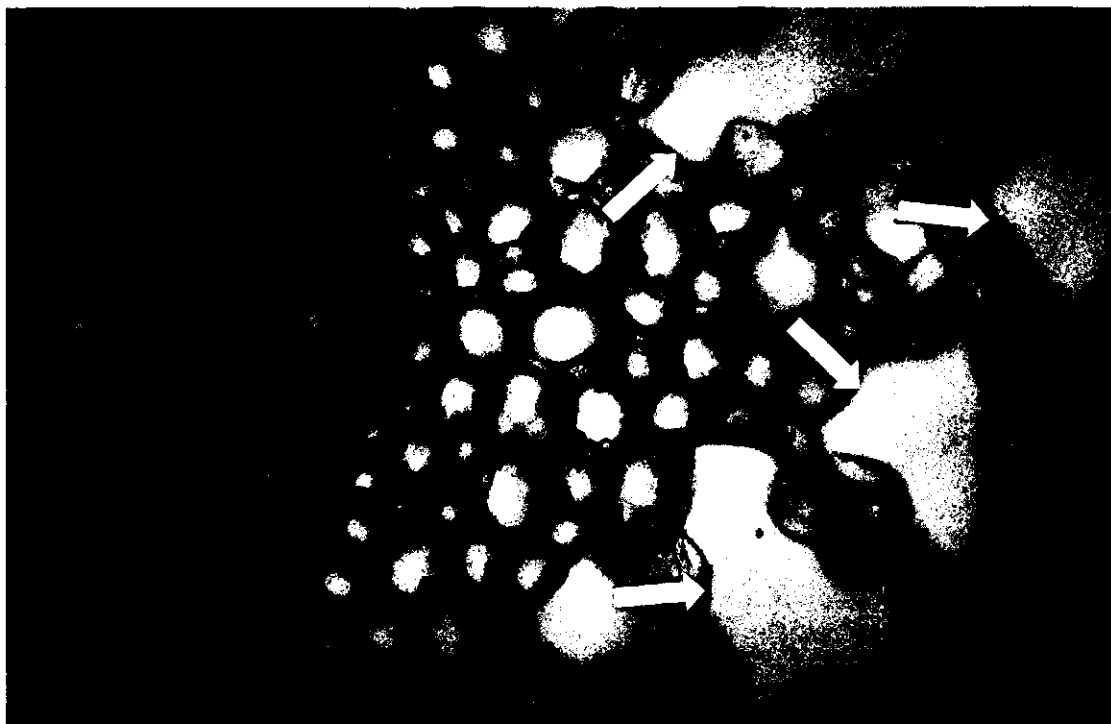


Fig. 7. Horizontale doorsnede onbeluchte Gerbera-wortel (10X)

In figuur 7 is het gevormde aerenchym duidelijk waarneembaar. Er zijn van de wortel op verschillende hoogtes coupes gesneden. Hieruit bleek dat het aerenchym niet doorliep tot de stengelbasis.

3.5 Analyse voeding

Proef 1:

De EC-waarde (start EC 1,5 mS/cm) van de toegediende voedingsoplossing verliep gedurende de teelt maar weinig. Alleen bij het snel groeiende gewas chrysant was op den duur een verlaging van de EC (c.q. de concentratie der voedingselementen) waarneembaar bij de behandeling waar belucht werd.

De pH in de bakken daalde van 6.00 naar 4.00 in een tijdsbestek van een week.

Proef 2:

De regelmatig gemeten EC- en pH-waarden verschilden significant tussen wel en niet beluchten; dit is weergegeven in tabel 7.

Tabel 7. Overzicht van de gemiddelde EC- en pH-waarden. + = beluchten, - = niet beluchten. Verschillende letters geven significante verschillen aan ($p < 0.05$).

behandeling	+	-
EC	1.33 a	1.47 b
pH	4.46 a	5.25 b

In tabel 8 staan de gemiddelde gehalten der hoofdvoedingselementen in de voeding gedurende de teelt.

Tabel 8. Overzicht van de gemiddelde gehalten aan hoofdelementen in de voedingsoplossing in mmol/l bij anjer, aster, chrysant en Gerbera.
+ = beluchten, - = niet beluchten

Gewas	Anjer - Aster		Chrysant		Gerbera		
	behandeling	+	-	+	-	+	-
NO ₃ ⁻		9.0	9.0	8.0	9.0	8.2	10.1
P		0.80	0.79	0.70	0.95	0.70	0.85
K		4.2	4.3	3.4	4.4	3.3	5.0
Mg		0.77	0.77	0.90	0.90	0.75	0.82
Ca		2.7	2.7	3.0	3.0	2.3	2.4
NH ₄ ⁺						0.10	0.40

In proef 1 is eenmaal tijdens de teelt het zuurstofgehalte in de bak gemeten (t = 29 dagen). Er stonden op dat moment per bak acht planten. In proef 2 is op verschillende momenten het zuurstofgehalte bepaald. Deze bleek gedurende de teelt redelijk stabiel te zijn. Tabel 9 geeft een overzicht.

Tabel 9. Het gemiddelde zuurstofgehalte in de bakken. Belucht is op 100% vastgesteld.

Gewas	onbelucht
Anjer	81
Aster	35
Chrysant	27
Gerbera	62

4. DISCUSSIE

4.1 Anjer

De wortelgroei was gedurende de gehele teelt zeer gering. Er werd wel een zichtbaar fijner wortelgestel gevormd bij beluchting. Het percentage drogestof (tabel 1) geeft bij beide behandelingen een daling te zien. Beluchting geeft een lager drogestof-percentages te zien, dit zou te verklaren zijn uit de verminderde wateropname (minder celstrekking) bij niet beluchten (Veen, 1988 en Marschner, 1989). De wortelporositeit bij anjer is laag (Van Noordwijk, Brouwer, 1988) en neemt zelfs af in de loop van de tijd. Het feit dat er geen significant hoger percentage wortelporositeit wordt gevonden bij niet beluchten, geeft aan dat de anjer niet het vermogen bezit om aerenchym te vormen. Het geringe verschil in zuurstofconcentratie (tabel 9), ten opzichte van wel beluchten, in de voeding laat zich waarschijnlijk verklaren door de relatief lage wortelactiviteit. Opvallend is de hogere wortelademhaling wanneer er niet belucht wordt. Waarschijnlijk moet de oorzaak gezocht worden in de bepalingmethode. De wortelademhaling wordt gemeten met een zuurstofelektrode die in een luchtverzadigde oplossing wordt geplaatst. Gemeten wordt de afname van zuurstof veroorzaakt door de ademhaling van de wortel. Het idee is dat de wortel komende uit een anaerob milieu, in het aerobemilieu sneller gaat ademen.

De gewasanalyses (figuur 1) laten relatief hoge concentraties aan N-tot, P en K (bijlage 2) zien. Dit zou kunnen betekenen dat de EC-waarde van de toegediende voeding wat te hoog is geweest. Het geringe verschil in elementconcentratie tussen wel en niet beluchten zou mogelijk zijn oorzaak kunnen vinden in het feit dat de zuurstofconcentratie (tabel 9) in het wortelmilieu niet werd uitgeput, en dus geen beperkende factor was voor de opname van voeding.

4.2 Aster

Vanaf de start waren er op het oog geen verschillen waarneembaar tussen de behandelingen bij aster. Beluchten gaf ook hier een fijner vertakt wortelstelsel te zien. Het lagere drogestof-percentages (tabel 2)

bij niet beluchten doet vermoeden dat, ondanks een geringer zuurstofaanbod (tabel 9) de groei niet verschillend is ten opzichte van wel beluchten. Door de vorming van aerenchym (Van Noordwijk, Brouwer, 1988) zouden deze significante verschillen in wortelporositeit kunnen worden verklaard. Het beschikbare percentage zuurstof was voor aster wel lager dan bij anjer, maar ook hier moet men zich afvragen of er een totale uitputting van het zuurstofgehalte in de rhizosfeer (direct rond de wortel) is gerealiseerd. De daling van de wortelademhaling per gram wortel drooggewicht in de loop van de tijd kan waarschijnlijk zijn oorzaak vinden in een groter ademhalend worteloppervlak en in het feit dat oudere wortels langzamer ademen dan jongere wortels.

4.3 Chrysant

Bij chrysant traden na de start al snel waarneembare verschillen in groei op. Na drie weken werden er vanuit het onderste gedeelte van de steel veel nieuwe wortels gevormd (bij beluchting meer dan bij niet beluchten). Volgens Hale en Orcutt (1987) is dit een symptoom dat kenmerkend is voor waterovermaat. Volgens Van Veen (1988) treedt er na verlaging van het zuurstofgehalte in het donker al een vermindering op in de wateropname van 20%. De verminderde wateropname zal tot gevolg hebben dat de celstrekking, bij de onbeluchte planten, achterblijft. Het zou een verklaring kunnen zijn voor het relatief hoge percentage drogestof (tabel 3). Een lager Specific Leaf Area (tabel 3) bij onbeluchte planten wordt veroorzaakt door het hogere percentage drogestof. De vorming van aerenchym (Van Noordwijk, Brouwer, 1988) in de chrysantewortel vindt gezien de kleine verschillen (tussen wel en niet beluchten) in porositeit (tabel 3), nauwelijks plaats. Waarschijnlijk is de cortex van de wortel hier te dun voor. Niet beluchten gaf een minder ontwikkeld (vertakt) wortelstelsel. De slechtere wortelgroei, bij niet beluchten, wordt nog eens bevestigd door de sterke stijging van de spruit/wortelverhouding (vers/droog). De wortelademhaling, die nodig is voor groei, ionenopname en onderhoud, was bij niet beluchten, net als bij anjer, hoger. Ook hier geldt dat dit waarschijnlijk is toe te schrijven aan een stijgende wortelademhaling op het moment dat de wortels in een zuurstofrijker milieu komen.

De elementgehaltenes in blad en steel (figuur 2 en 3) zijn significant

verschillend. Opvallend is de grote afname in concentratie van nitraat en fosfaat. Deze zou verklaard kunnen worden door een lagere ademhaling als gevolg van zuurstofgebrek. Het kaliumgehalte (tabel 4) neemt in de steel sterker af dan in het blad. Van Veen schrijft dit toe aan het stoppen van de kaliumopname na verlaging van de zuurstoftoevoer. Dit komt overeen met de gehalten die gevonden zijn (tabel 8) in de voedingoplossing. De elementgehalten van magnesium en calcium (tabel 4) nemen in gelijke mate af.

4.4 Gerbera

Zuurstofgebrek gaf duidelijk verschillen te zien bij Gerbera. Dit wordt ondermeer weergegeven door de significante verschillen in spruitwortelgewicht, bladoppervlak, aantal bladeren en de wortellengte (tabel 5). Verlaging van het zuurstofgehalte geeft verlaging van de wateropname (Van Veen, 1988). Even als bij chrysan zal deze verminderde wateropname gevolgen hebben voor de celstreking bij onbeluchte planten. Ook bij Gerbera wordt een hoger percentage aan drogestof - wanneer er niet belucht wordt - gevonden, met als gevolg een lager Specific Leaf Area bij niet beluchten.

De aanwezigheid van Fusarium, in beide behandelingen, zou geen invloed hebben op de resultaten (De Kreij, 1989). De behandeling met Benlate leek een positief effect te hebben op de wortelgroei. Dit is echter niet verder uitgezocht. Aerenchym-vorming (Van Noordwijk, Brouwer, 1988) bij de onbeluchte behandeling wordt bevestigd door het significante verschil in porositeit (tabel 5) en de figuren 6 en 7. Opvallend is het niet doorzetten van de vorming van aerenchym tot de basis van de stengel. Mogelijk dat Gerbera profijt van het aerenchym kan hebben wanneer een gedeelte van de wortels onder aerobe omstandigheden verkeert. Niet beluchten resulteerde in een sterk achtergebleven en slecht ontwikkeld wortelstelsel. Onbeluchte wortels zouden een grotere diameter hebben (Varade e.a., 1971, Van Noordwijk, Brouwer, 1988). In deze proef waren alleen significant verschillen in worteldiameter bij de dunne wortels op de tijdstippen t=28 en t=56. De wortelademhaling gaf weinig betrouwbare verschillen en is daarom bij de laatste oogst niet meer gemeten.

Uit de analyse van het gewas blijkt dat er een accumulatie van fosfaat en koper optreedt, in de wortel, wanneer er niet belucht wordt (tabel 6).

De elementgehalten in het blad zijn over het algemeen significant lager als er niet belucht wordt. Belangrijkste oorzaak is de verminderde ademhaling als gevolg van verlaging van de zuurstofbeschikbaarheid (Van Veen 1988). De gehalten aan zink, koper, mangaan en ijzer zijn relatief hoog (bijlage 2) in blad (De Kreij e.a. 1990) en wortel bij beluchten. Toch waren er geen overmaat- verschijnselen waarneembaar. Waarschijnlijk zijn de concentraties aan spoorelementen in de voedingsoplossing aan de hoge kant geweest.

De significant lagere pH-waarde, in de voeding bij beluchting (tabel 8), kan waarschijnlijk worden toegeschreven aan een hogere wortelactiviteit als gevolg van de snellere groei en voedingsopname.

5. SAMENVATING EN CONCLUSIE

In september 1989 is een proef opgezet met anjer, aster en chrysanth om het effect van zuurstofbeschikbaarheid in het wortelmilieu te toetsen. In maart 1990 is nog een tweede proef opgezet met hetzelfde doel, met Gerbera als toetsgewas. Twee behandelingen zijn aangelegd, te weten het al dan niet beluchten van de voedingsoplossing.

Er bleek een klein effect te zijn van de zuurstofbeschikbaarheid op de ontwikkeling van de spruit bij anjer. Mogelijk wordt het effect nog groter naarmate het gewas ouder wordt. Door de geringe groei van de wortels in beide behandelingen ontstond een sterke stijging in de spruitwortelverhouding. De anjer is nauwelijks in staat om aerenchym te vormen. Als reactie op een lager aanbod aan zuurstof werd een minder zwaar gewas gevormd, met een hoger drogestof-percentages, terwijl bij beide behandelingen het drogestof-percentages in de tijd terugliep.

Aster bleek het vermogen te bezitten om onder anaerobe omstandigheden aerenchym te vormen, getuige de significant hogere porositeit in de wortel wanneer er niet belucht wordt. Dit wordt ondermeer bevestigd door een constante spruit/wortelverhouding. Bij aster werd geen effect op de ontwikkeling van de plant waargenomen wanneer de zuurstofbeschikbaarheid verandert.

Aerenchym-vorming bij chrysanth blijkt zeer gering te zijn. Niet beluchten gaf een geremde groei en gebreksverschijnselen te zien. De gebreksverschijnselen werden in grote mate veroorzaakt door een tekort aan nitraat, kalium en fosfaat. Ook de ontwikkeling van de spruit (minder vertakt) en wortel (kleiner en minder vertakt), bij niet beluchten, bleef achter ten opzichte van wel beluchten. De hogere wortelademhaling per gram wortel is mogelijk toe te schrijven aan een verhoging van de wortelademhaling op het moment dat de wortel in een aeroob milieu komt (bij bepaling ademhaling). Het significante verschil in spruitversgewicht wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een verminderde celstrekking bij de niet beluchte behandeling. De chrysanth is dus wel gevoelig voor veranderingen van de zuurstofbeschikbaarheid.

Bij Gerbera werd, in het begin van de teelt, door de vorming van vlezige en bolle bladeren de groei vertraagd. Er is geen vertraging ontstaan door de bestrijding van ziekten en of plagen. Ook Gerbera heeft

het vermogen om aerenchym te vormen; dit laat het significante verschil in porositeit duidelijk zien. Niet beluchten resulteerde in een sterk geremde groei en gebreksverschijnselen in het blad. De gebreksverschijnselen gingen in grote mate gepaard met een tekort aan stikstof, kalium en fosfaat. Het niet doorlopen van het aerenchym naar de basis van de spruit is waarschijnlijk de verklaring voor het feit dat ondanks de vorming van aerenchym er toch zuurstofgebreksverschijnselen optraden. Misschien is in het wortelmilieu de uitputtingsgrens van het zuurstofgehalte niet bereikt. In de wortel accumuleerden de gehalten aan fosfaat en koper wanneer er niet belucht werd. Het transport van deze elementen lijkt gestagneerd. De relatief hoge gehalten aan zink, koper, mangaan en ijzer werden niet vertaald in overmaatverschijnselen. De verschillen in EC en pH in de voedingsoplossing werden waarschijnlijk veroorzaakt door de grotere wortelactiviteit van het grotere wortelstelsel van de beluchte planten. Een lage zuurstofbeschikbaarheid in het wortelmilieu zal dus een negatief effect hebben op de ontwikkeling van Gerbera.

6. LITERATUUR

- Brouwer, G., (1988). - Methode voor het meten van luchtgevulde wortelporositeit met de pyknometer, Voorschrift Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. Afdeling Bodem Fisica en Wortelecologie.
- Golterman, H.L. (1983). - The Winkler Determination.
- Hale, M.G., D.M. Orcutt, (1987) - The physiology of plants under stress, p. 206
- Kreijde, C. 1990. Uitval bij de opkweek van Gerbera. Vakblad voor de Bloemisterij 21, 58 - 59.
- Kreijde, C. 1989. Effect of substrate, fusarium, laboratory, root damage and pH on growth and die-back during propagation of gerbera tissue-culture plants. PTG, intern verslag nr. 44
- Kreijde, C., C. Sonneveld, M.G. Warmenhoven, N. Straver, 1990. Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. PBN PTG No. 15, tweede druk
- Marschner Horst, (1989). - Mineral Nutrition of Higher Plants. Third printing, 498-510.
- Nieuwenhuizen, W. W. (1984). - System included variations in oxygen uptake by submerged tomato roots and their possible effects on ethyleen biosynthesis, foliar degeneration, root browning and root death. ISOSC Proceedings. 447 - 464
- Noordwijk van, M., G. Brouwer (1988a). Luchtkanalen in wortels: Verschillen gewassen verklaren aanpassingsproblemen op substraat. Vakblad voor de Bloemisterij 26, 38 - 41
- Noordwijk van, M., G. Brouwer (1988b). Quantification of air filled root porosity: A comparison of two methods. Plant and Soil 111, 255 - 258.
- Penningsfeld, F. 1980. Gerbera, 202 - 204
- Varade, S.B., J. Letey and J.H. Stolzy (1971). - Growth responses and root porosity of rice in relation to temperature, light intensity and aeration. Plant and Soil 34, 415 - 420
- Veen, B.W. (1988). - Influence of oxygen deficiency on growth and function of plant roots. Plant and Soil 111, 259 - 266
- Walinga, I., W. Vark van, V.J.G. Houba, J.J. van der Lee, (1989). - Soil and Plant Analyses, Part 7 (Plant Analysis Procedures), p 263

BIJLAGE 1

De voedingsoplossing A.0.0.0. voor anjer is in deze proef gebruikt.

Bron: Voedingsoplossingen voor de teelt van anjer in steenwol. Voogt, De Kreij. Serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw NO. 6

NO ₃	mmol/l	13,0
H ₂ PO ₄		1,25
SO ₄		1,25
NH ₄		1,0
K		6,25
Ca		3,75
Mg		1.0
Na		-
Cl		-
Fe	umol/l	25
Mn		10
Zn		4
B		30
Cu		0.75
Mo		0.5
EC	mS/cm	1.7

BIJLAGE 2

Normen voor gehalten aan voedingselementen van Gerbera*

K	1000 - 1280
Ca	250 - 500
Mg	100 - 260
N-totaal	1800 - 3500
N03	
S-totaal	
P	80 - 200
Cl	
Na	4 - 15
Fe	1.0 - 2.0
Mn	0.7 - 2.7
Zn	0.50 - 0.80
B	2.8 - 3.7
Cu	0.06 - 0.20
Mo	

Gehalten in mmol per kg droge stof.

Bron: Kreijde, C., C. Sonneveld, M.G. Warmenhoven en N. Straver, 1990.
Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder
glas. PBN PTG No. 15, tweede druk