

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

ISSN 1385 - 3015

INVLOED VOEDINGSELEMENTEN OP BLADBESCHADIGINGEN BIJ SPATHIPHYLLUM

Proef 6113.42

Ing. H. Verberkt
D. van den Berg
L. Hüner

Aalsmeer, maart 1998

Rapport 124
Prijs f 30,00

Rapport 124 wordt u toegestuurd na storting van f 30,00 op gironummer 174855 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 124, Invloed voedingselementen op bladbeschadigingen bij Spathiphyllum'.

ISSN 947746

INHOUD

	pag.
1. INLEIDING EN DOEL	5
2. MATERIAAL EN METHODE	6
2.1 Proefopzet	6
2.2 Accomodatie	6
2.3 Teeltgegevens	7
2.4 Waarnemingen	9
3. RESULTATEN	10
3.1 Controlebehandeling	10
3.2 IJzer	13
3.3 Mangaan	13
3.4 Zink	15
3.5 Borium	17
3.6 Koper	17
3.7 Molybdeen	19
3.8 Magnesium	19
4. OVERZICHTEN	21
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	25

LITERATUUR

BIJLAGEN

- 1 Bemestingsadviesbasis
- 2 Overzicht kenmerken en functies spoorelementen
- 3 Resultaten gewasanalyses

1. INLEIDING EN DOEL

Bij het gewas *Spathiphyllum* treden soms tijdens de teelt diverse schadebeelden op aan het blad. Ook het afgelopen jaar (1996/1997) zijn er weer problemen geconstateerd in de praktijk. De schadebeelden lopen uiteen van bladpunten en bladvlekken tot verkleuringen van het blad van geel tot aan wit. Deze schadebeelden hebben een negatief effect op de uitwendige kwaliteit van dit gewas. Uit onderzoek is gebleken dat het klimaat een belangrijke rol speelt bij het optreden van bladpunten. Bij hoge temperaturen treden meer bladpunten op (Verberkt, 1993). Ook de EC heeft hier invloed op. Een hoge EC van 4 mS/cm in de voedingsoplossing geeft meer bruine bladpunten dan een lagere EC van 2 mS/cm (Straver e.a., 1986).

Ten aanzien van bladvlekken en verkleuringen op het blad zijn er aanwijzingen dat de bemesting een belangrijke rol speelt. Enerzijds hebben het EC- en pH-niveau invloed en anderzijds de gehalten van de afzonderlijke elementen. In een rassenonderzoek op het PBG-Noord Nederland bij *Spathiphyllum* zijn donkerbruine necrotische vlekken tussen de zijnerf van het blad geconstateerd (Van Leeuwen, 1989). Uit de gewasanalyses bleek dat deze planten een hoog kaligehalte en een laag magnesiumgehalte hadden. In een vervolgprouf met verschillende K/Mg-verhoudingen zijn bij enkele rassen dezelfde necrotische bladvlekken geconstateerd (Van Leeuwen, 1990). Ook hier bleek dat de bladeren van de planten met de schadebeelden een laag Mg-gehalte in het blad hadden. Het schadebeeld trad echter op bij alle K/Mg-behandelingen. Mogelijk speelde de EC hierbij ook een rol. Deze was vrij hoog (tot aan 3,2 mS/cm) en bij een hogere EC wordt namelijk minder magnesium (en/of calcium) opgenomen. Ook hoge K-gehalten veroorzaken lagere Mg- en Ca-opname (antagonisme).

Uit Amerikaans onderzoek (Broschat and Donselman, 1986) bleek dat bij Mn-gebrek witachtige chlorotische vlekken op het blad onstonden. Ook in Nederland komt in de praktijk dit soort witte verkleuringen voor.

In Duitsland is met name onderzoek gedaan aan *Spathiphyllum* in hydrocultuur. Hierbij is de invloed van de pH op de opname van de spoorelementen onderzocht (Meinken und Fischer, 1991). Een hoge pH gaf chlorose aan de bladranden en -punten van de oude bladeren. Deze gingen later over in necrotische randen en punten. Uit de gewasanalyses bleek dat deze bladeren een laag N- en P-gehalte hadden en een hoog Ca-, Mg- en B-gehalte. Uit gewasanalyses van alleen de beschadigde bladranden en -punten bleek dat deze een hoog B-gehalte hadden. Verder bleek uit dit onderzoek dat hoge gehalten aan Zn en Cu, Fe-gebrek veroorzaken dat zich uit in chlorose van de jonge bladeren. Dit is ook gebleken bij andere gewassen uit onderzoek op het PBG (Verberkt, pers. mededeling). Een te lage pH kan Mn-overmaat veroorzaken. Dit kan in de praktijk ook tot problemen leiden.

Het doel van dit onderzoek was nagaan in hoeverre bepaalde voedingselementen invloed hebben op het ontstaan van schade aan het blad bij *Spathiphyllum*.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 PROEFOPZET

Om oorzaken van schadebeelden bij *Spathiphyllum* uit de praktijk beter te benoemen zijn gebreks- en overmaatverschijnselen van een aantal spoorelementen en magnesium (Mg) opgewekt. De teelt heeft op watercultuur (zonder substraat) plaatsgevonden. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de proeffactoren met de bijbehorende niveaus. In Bijlage 2 is een overzicht gegeven van de onderzochte spoorelementen met daarin de streefcijfers, specifieke kenmerken en de belangrijkste functies in de plant.

Tabel 1 - Proeffactoren met bijbehorende niveaus

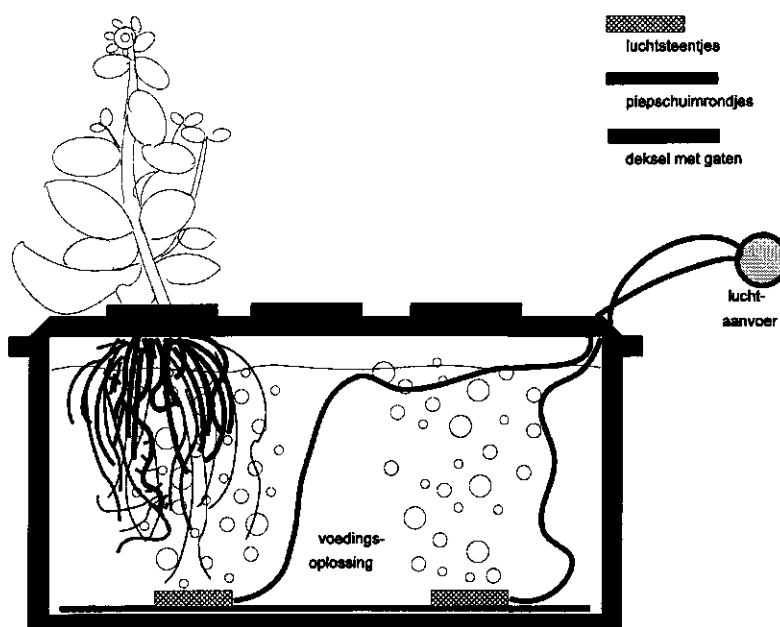
proeffactor	aantal niveaus	beschrijving	
voedingselementen	7	IJzer	(Fe)
		Mangaan	(Mn)
		Zink	(Zn)
		Borium	(B)
		Koper	(Cu)
		Molybdeen	(Mo)
		Magnesium	(Mg)
concentratie	2	gebrek = 0	
		overmaat	
cultivar	2	'Cupido'	(zaailing)
		'Ceres'	(weefselkweek)

Om een overmaat of gebrek van Mg te creëren is uitgegaan van verschillende K/Mg-verhoudingen. Om alle behandelingen uit te voeren waren per herhaling 14 onafhankelijke bakken noodzakelijk. Daarnaast is een controlebehandeling aangehouden. De proef is in drievoud uitgevoerd. In totaal zijn $3 * 15 = 45$ gelijke onafhankelijke bakken gebruikt voor dit onderzoek. Er zijn drie blokken aangehouden. Binnen de blokken zijn de behandelingen vrij geloot. Per bak is één bemestingsbehandeling aangehouden. In elke bak zijn vijf planten van elk ras geplaatst. Het plus- en min-teken voor het element in dit rapport staan respectievelijk voor overmaat en gebrek.

2.2 ACCOMODATIE

De proef is uitgevoerd in kas A9 van het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente (PBG), vestiging Aalsmeer. De kas is omgrensd door corridors en kasafdelingen. In de kas staan 45 gelijke onafhankelijke bakken met een inhoud van 20 l. Elke bak is

voorzien van beluchting (zie Figuur 1). In leidingwater kunnen geringe hoeveelheden spoorelementen voorkomen. Om deze reden is het herkomstwater (= leidingwater) voor gebruik gedemineraliseerd. In een mengbak is eerst de voedingsoplossing met de hoofdelementen aangemaakt. Voor de behandeling waarbij een andere K/Mg-verhouding is aangehouden zijn ook eerst de voedingsoplossingen aangemaakt met de hoofdelementen. De spoorelementen zijn naderhand handmatig per bak toegediend. De meststoffen die zowel voor de hoofd- als de spoorelementen gebruikt zijn, zijn pro-analysi-meststoffen. Deze zijn zeer zuiver. De EC- en pH-metingen moesten handmatig worden verricht en indien nodig handmatig worden bijgesteld.



Figuur 1 - De planten staan in onafhankelijke bakken met een beluchtingssysteem

2.3 TEELTGEGEVENS

Dit onderzoek is uitgevoerd bij *Spathiphyllum*. Reeds bewortelde planten zijn in week 34 (1996) in de bakken met een voedingsoplossing gehangen. De eerste vijf weken is in elke bak de standaardvoedingsoplossing aangehouden met spoorelementen om het gewas over voldoende goede wortels te laten beschikken. Voor de voedingsoplossing is uitgegaan van de bemestingsadviesbasis voor de glastuinbouw. Voor *Spathiphyllum* wordt gewasgroep 4 geadviseerd met een EC van 2,2 mS/cm en een pH tussen 5,2 en 6,0. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de standaardsamenstelling van de voedingsoplossing. Om effecten van NH_4 op de pH te voorkomen is N volledig als NO_3 toegediend. Voor het inzetten van de behandelingen zijn de bakken en de wortels gespoeld met gedemineraliseerd water. Na vijf weken, in week 39, zijn de behandelingen ingezet. In de bakken is een EC van 2,2 mS/cm en een pH van 5,6 aangehouden. De gerealiseerde EC is over de gehele proefperiode iets hoger geweest (2,5 mS/cm) evenals de pH (5,75).

Eerst zijn de voedingsoplossingen opnieuw aangemaakt zonder spoorelementen, ook die met een afwijkende K/Mg-verhouding. De spoorelementen zijn per bak handmatig, conform het proefschema, toegediend. In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid spoorelementen die in de voedingsoplossingen zijn aangehouden. De concentraties van de spoorelementen in de controle zijn gelijk aan de geadviseerde concentraties voor potplanten in de bemestingsadviesbasis. Alleen voor Fe is een uitzondering gemaakt. Voor dit element is de dubbele hoeveelheid (30 $\mu\text{mol/l}$) in de controlebehandeling aangehouden omdat in de eerste weken al een lichte mate van Fe-gebrek is geconstateerd met 15 $\mu\text{mol/l}$. Bij een gebrek van een spoorelement is het desbetreffende element geheel weggelaten in de voedingsoplossing. Voor de overige elementen zijn de standaardconcentraties aangehouden. Bij een overmaat van een spoorelement is de concentratie aangehouden zoals vermeld in Tabel 3. Voor een laag en hoog Mg-gehalte is de K/Mg-verhouding aangepast (zie Tabel 2). Ook hierbij zijn voor de overige elementen de standaardconcentraties aangehouden. Regelmatig zijn de bakken bijgevuld met de desbetreffende voedingsoplossing. Voor het toedienen van de spoorelementen zijn de volgende meststoffen gebruikt:

- * IJzerchelaat (Fe-DPTA 3,5% vlb.)
- * Mangaansulfaat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- * Zinksulfaat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- * Natriummolybdaat ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- * Kopersulfaat (CuSO_4)
- * Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

Tabel 2 - Concentraties hoofdelementen (mmol/l)

	NH_4	K	Ca	Mg	NO_3	SO_4	H_2PO_4
standaard	0	7,2	5,3	1,0	15,2	1,3	2,0
Mg-laag	0	8,2	5,3	0,5	15,2	1,3	2,0
Mg-hoog	0	6,4	5,3	1,5	15,2	1,4	2,0

Tabel 3 - Concentraties spoorelementen ($\mu\text{mol/l}$)

	Fe	Mn	Zn	Mo	Cu	B
standaard	(15) 30	5	3	0.5	0.5	10
gebrek	0	0	0	0	0	0
overmaat	100	50	100	100	10	50

Tijdens de teelt is een stooktemperatuur van 20°C aangehouden. Eén graad boven setpoint is gestart met luchten. Om een teveel aan straling te voorkomen is op het dek een krijtlaag aangebracht. Daarnaast is geschermd boven de 200 W/m². Om de luchtvochtigheid voldoende hoog te houden in de kas (70%) zijn op de open plaatsen op

de tafels *Nephrolepis* geplaatst. Daarnaast is de lucht bevochtigd met een miststelsel. Het onderzoek is in week 12 (1997) beëindigd in de kas.

2.4 WAARNEMINGEN

Om na te gaan of de behandeling die per bak is gegeven ook gerealiseerd is, zijn bij aanvang watermonsters per bak en later in de teelt mengmonsters per drie bakken met dezelfde behandeling genomen en geanalyseerd. Tevens is wekelijks de pH gemeten. Zonodig is er bijgestuurd met loog in de vorm van kalibicarbonaat of zuur in de vorm van fosforzuur.

Om na te gaan in hoeverre de planten de afzonderlijke elementen hebben opgenomen zijn bij de eindbeoordeling gewasmonsters geanalyseerd. Voor de gewasmonsters zijn de jonge bladeren, de oude bladeren en de wortels apart geanalyseerd. De gewasanalyses zijn uitgevoerd op het PBG-Naaldwijk.

Per gewas en per element zijn de gebreks- en overmaatverschijnselen beschreven en vastgelegd op foto's.

3. RESULTATEN

3.1 CONTROLEBEHANDELING

De wortels van de controleplanten waren wit tot iets lichtgroen van kleur. 'Cupido' had iets groenere wortels. De wortels bij 'Ceres' waren iets dikker en meer vertakt dan de wortels van 'Cupido'. De jonge bladeren vertoonden bij beide rassen een lichte chlorose veroorzaakt door Fe-gebrek. Op de oude bladeren waren enkele necrotische (dode) plekken zichtbaar, omringd met een gele rand (Mg-gebrek). Met name aan de bladranden vertoonde het oude blad ook chlorose. Bij 'Ceres' was dit schadebeeld sterker dan bij 'Cupido'. Dit schadebeeld van Mg-gebrek was in alle behandelingen wel enigszins zichtbaar, behalve in de behandeling met een hoog Mg-gehalte in de voedingsoplossing.

In Bijlage 3 zijn de resultaten van de gewasmonsters per ras weergegeven. De gegevens zijn uitgedrukt in mmol of μmol (Cu en Mo) per kg drogestof. Tevens zijn in deze bijlage de gegevens procentueel uitgedrukt ten opzichte van de gehalten in de controleplanten. Hierbij zijn de gehalten in de controleplanten op 100 gesteld. In Tabel 4 zijn de gegevens van de gewasmonsters van de controleplanten met daarbij de richtwaarden van *Spathiphyllum* weergegeven. In de controleplanten bevat het oude blad iets meer K en Ca dan het jonge blad. Voor beide rassen en beide elementen zitten de meeste monsters binnen de richtwaarden. Ten aanzien van Mg zijn de hoogste gehalten gevonden in de wortels. De hoeveelheid Mg in het blad is vrij laag. Alleen het Mg-gehalte in het oude blad bij 'Cupido' valt binnen de richtwaarden. Bij de andere monsters is de hoeveelheid Mg onder de richtwaarde. Ook de hoeveelheid P in het blad ligt bij beide rassen onder de richtwaarde. In de wortels is een veel hoger gehalte aan P gevonden. Ten aanzien van het N-totaal-cijfer in het blad zijn bij beide rassen gehalten gevonden die binnen de richtwaarde liggen. In de wortels bij 'Ceres' is een hoger N-totaal-cijfer gevonden.

In de wortels zit duidelijk meer Fe dan in het blad. Daarnaast is het Fe-gehalte in het oude blad hoger dan in het jonge blad. Alleen bij 'Ceres' in het jonge blad is een Fe-gehalte gevonden dat net onder de richtwaarde zit. De andere gevonden waarden in het blad liggen binnen of iets boven de richtwaarde. In de wortels is relatief weinig Mn gevonden. Het oude blad bevat meer Mn dan het jonge blad. Van mangaan is bekend dat het zich ophoopt gedurende de teelt. Vandaar dat in het oudere blad hogere gehalten aan Mn gevonden zijn. Opvallend is het hoge Mn-gehalte in het oude blad bij 'Cupido'. De overige waarden liggen binnen of iets boven de richtwaarde. In het blad is een lager Zn-gehalte gevonden dan in de wortels. Deze liggen ook iets onder de richtwaarde van Zn. In de wortels zit relatief weinig B. De gehalten in het blad zijn duidelijk hoger. De gevonden waarden in het blad liggen iets boven de richtwaarde van B. Alle gevonden Cu-gehalten, zowel in het jonge blad, het oude blad als in de wortels liggen binnen de richtwaarden van Cu. Van Mo is geen richtwaarde bekend. In het blad zijn gehalten gevonden van 18-21 $\mu\text{mol}/\text{kg}$. In de wortels zijn duidelijk hogere gehalten gevonden, 54-71 $\mu\text{mol}/\text{kg}$.

Tabel 4 - Resultaten gewasmonsters controle-planten en richtwaarden

Element	richtwaarde	gebrek	overmaat	'Ceres'		'Cupido'		wortels	oud blad	wortels
				oud blad	jong blad	oud blad	jong blad			
K (mmol/kg)	1000-1500	<800		1730	1474	1730	1389	1247	1468	1386
Ca (mmol/kg)	200-300			371	204	371	249	180	369	185
Mg (mmol/kg)	70-100	<50		60	61	60	110	56	77	90
P (mmol/kg)	100-200			85	78	85	240	75	95	215
Ntot (mmol/kg)	2400-3000	<2000		2510	2579	2510	3515	2175	2351	2610
NO ₃ (mmol/kg)				174	86	174	423	97	158	372
SO ₄ (mmol/kg)				<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Fe (mmol/kg)	1,0-2,0			1,76	0,96	1,76	9,26	1,15	2,29	8,42
Mn (mmol/kg)	1,0-3,5		> 5,0	3,80	2,04	3,80	1,34	2,89	7,43	1,60
Zn (mmol/kg)	0,80-1,80			0,72	0,60	0,72	1,23	0,48	0,52	1,25
B (mmol/kg)	2,0-3,0			4,04	3,29	4,04	1,75	3,59	5,12	1,39
Cu (µmol/kg)	10-100			79	59	79	83	39	68	69
Mo (µmol/kg)				18	21	18	54	18	21	71

De richtwaarden, gebrek- en overmaatgegevens zijn afkomstig uit de PBG-serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw, No.15: Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. Voor deze bepalingen zijn jonge volgroeide bladeren genomen.

Foto 1 - IJzergebrek (-Fe)
treedt op in het jonge
blad

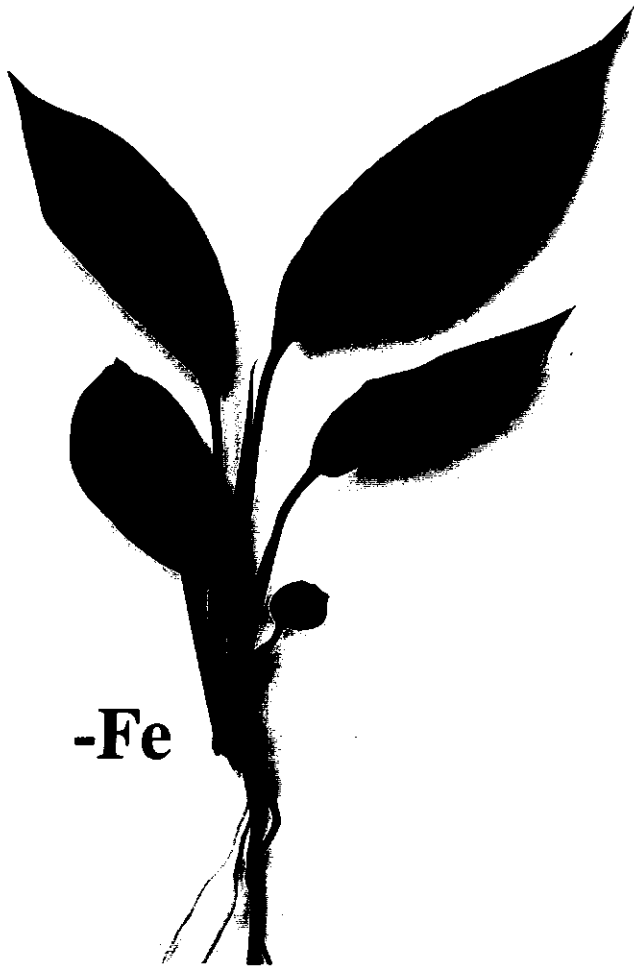
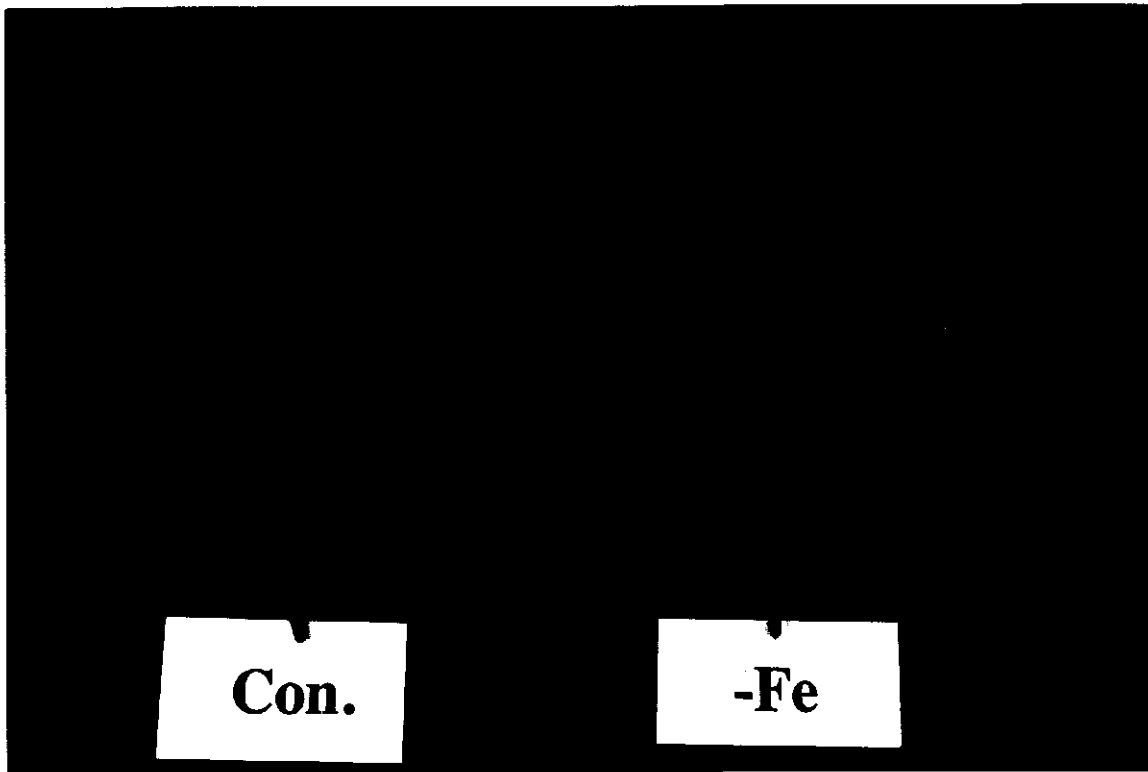


Foto 2 - Bij ijzergebrek (-Fe)
blijven de hoofdnerfen
in eerste instantie
groen, later wordt het
gehele blad geel



3.2 IJZER

Gebrek (-Fe-behandeling)

Al vrij snel, één tot twee weken na inzetten van de behandelingen werd het bladmoes van de jongste bladeren tussen de nerven lichtgroen tot geel (Foto 1). De hoofdnerven bleven in eerste instantie groen. Later werden de jonge bladeren geheel geel (Foto 2). Opvallend was dat na negen weken het gebrek zich leek te herstellen. De chlorose aan het jonge blad werd iets minder. De oudere bladeren verkleurden niet, maar bleven groen. De wortels vertoonden een lichte kleur, beige tot wit. Ook waren de wortels vrij lang en minder vertakt dan de controle, met name de nieuwe jonge wortels. De planten vertoonden een duidelijke achterstand in groei ten opzichte van de controle-planten.

Het Fe-gehalte in zowel het jonge als oude blad was duidelijk lager dan in de controle-planten. De hoeveelheid Fe in de wortels was veel lager dan in de controle-planten. Mogelijk vindt Fe-transport vanuit de wortels naar de bladeren plaats bij een gebrek. Dit zou ook de verklaring kunnen zijn van het feit dat de bladkleur na negen weken weer groener werd. Uit de gewasmonsters bleek verder dat, met name het Cu- en Zn-gehalte in zowel het blad als de wortels hoger waren dan in de controle-planten. Ook het gehalte aan Mo was hoger, vooral in de wortels. In het blad is ook iets meer Mn gevonden.

Overmaat (+ Fe-behandeling)

Het jonge blad van de planten met een Fe-overmaat waren donkergroen. Ook het oude blad was donkergroen. Bij 'Cupido' viel op dat de kleine oudste blaadjes afgestorven waren bij deze behandeling en dat op het oude blad enkele zwarte necrotische vlekken zaten (Foto 3). Mogelijk is hier sprake van chelaatschade. Bij 'Ceres' is dit niet geconstateerd. De wortels bij 'Ceres' waren vrij kort en dik met kleine zijwortels. De kleur was lichtgroen. Bij 'Cupido' waren de wortels groen. Deze waren ook vertakt, maar hadden langere zijwortels.

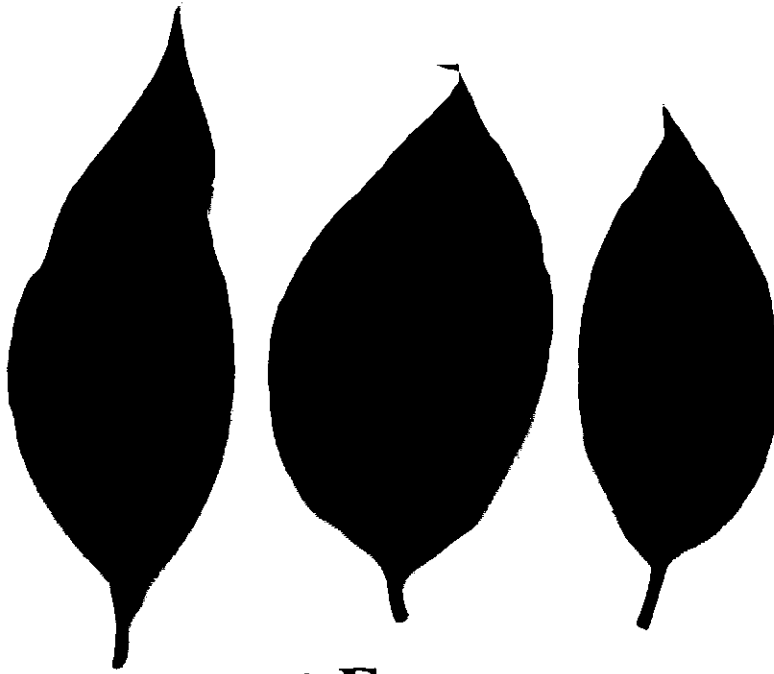
Uit de gewasmonsters bleek dat in het blad niet duidelijk meer Fe is gevonden ten opzichte van de controle-planten. Bij 'Ceres' was bij de behandeling 'Fe-overmaat' het gehalte in het blad iets hoger, maar bij 'Cupido' juist lager. Wel is een duidelijk hoger Fe-gehalte gevonden in de wortels bij beide rassen ten opzichte van de controle-behandeling. Daarentegen is bij deze behandeling minder Zn en Cu gevonden in de wortels. Ook in het blad was het Zn- en Cu-gehalte lager, evenals het Mn-gehalte.

3.3 MANGAAN

Gebrek (-Mn-behandeling)

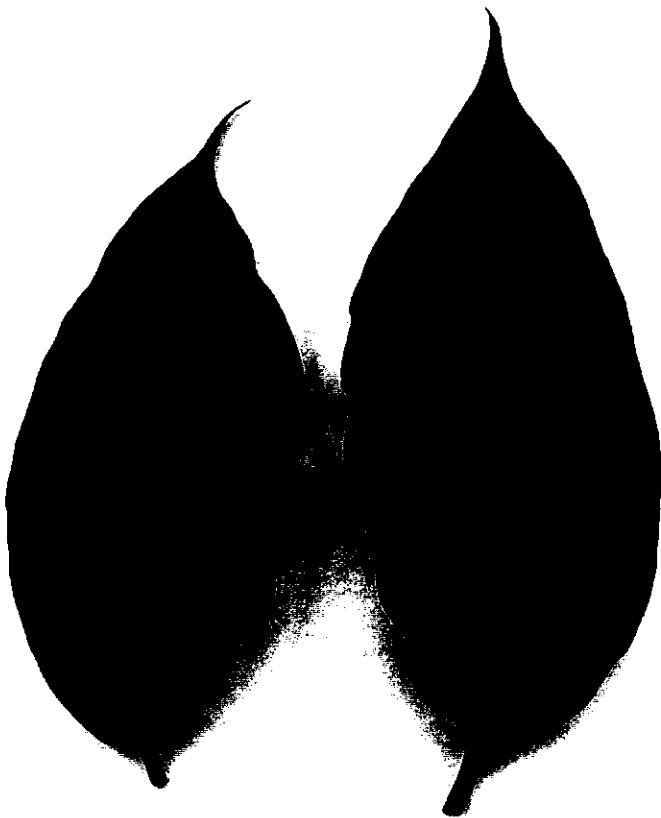
De jonge bladeren vertoonden een lichtgroene kleur (Foto 4). Dit gold alleen voor het bladmoes. De hoofdnerven en alle zijnerfven bleven donkergroen van kleur (Foto 5). Dit shadebeeld was bij 'Ceres' veel duidelijker zichtbaar dan bij 'Cupido'. Mn-gebrek bij 'Cupido' leek zeer veel op Fe-gebrek, maar dan in mindere mate. De oudere bladeren bleven donkergroen. Opvallend was dat bij 'Ceres' veel afsterving van klein oud blad optrad. De wortels waren lichtgroen ('Ceres') tot groen ('Cupido'). Bij 'Cupido' waren de zijwortels opvallend lang.

Bij deze behandeling zijn zowel in de wortels als in het jonge en oude blad zeer lage Mn-gehaltenes gevonden, met name in de wortels. Het gehalte in het oude blad lag wel hoger dan in het jonge blad. Bij 'Ceres' zijn lagere Mn-gehaltenes gevonden dan bij 'Cupido'.



+Fe

Foto 3 - Bij 'Cupido' zaten bij ijzervermaat (+Fe) enkele zwarte necrotische vlekken op het blad



-Mn

Foto 4 - Bij mangaangebrek (-Mn) vertonen de jonge bladeren een lichtgroene kleur

Dit is mogelijk ook de verklaring waarom de bladtekening bij 'Ceres' veel duidelijker was dan bij 'Cupido'.

Overmaat (+ Mn-behandeling)

Bij de planten met Mn-overmaat is op het oude blad bij beide rassen lichte chlorose geconstateerd. Ook op het jonge blad is lichte chlorose geconstateerd, maar dit kwam ook in de controle-planten voor (Fe-gebrek). De wortels waren groen met korte, dikke zijwortels. Aan het uiteinde van de wortels waren ze iets meer vertakt.

Uit de gewasmonsters bleek, bij deze behandeling, het Mn-gehalte in alle plantendelen zeer hoog te zijn en ver boven de richtwaarde uit te komen. Zeer duidelijke Mn-overmaatverschijnselen zijn echter niet geconstateerd. In het jonge blad bleek bij beide rassen dat het NO₃-gehalte duidelijk lager was dan in de controle-behandeling. Opvallend was verder dat bij 'Cupido' het Fe-gehalte in alle onderzochte plantendelen duidelijk lager was dan in de controle-partij.

3.4 ZINK

Gebrek (-Zn-behandeling)

Bij 'Ceres' zijn geen duidelijke waarneembare verschillen aan het oude blad geconstateerd met de controle. Bij 'Cupido' trad lichte chlorose op aan het oude blad en aan het einde van de proef waren de bladranden iets geel. Het jonge blad vertoonde bij beide rassen lichte chlorose, evenals bij de controle-planten. Bij 'Ceres' was het blad iets smaller en is een groeiachterstand geconstateerd. De wortels waren lichtgroen ('Ceres') tot groen ('Cupido'). Aan het uiteinde van de wortels waren ze sterker vertakt en zaten er korte, dikke zijwortels aan.

Zowel in het blad als in de wortels zijn lage hoeveelheden Zn gevonden. De gevonden waarden lagen onder de richtwaarde. Bij 'Ceres' is in het jonge blad een zeer hoog gehalte aan NO₃ gevonden. Het N-totaal-cijfer is echter vergelijkbaar met de controle. Naast een lager Zn-gehalte is ook een lager Mn-gehalte gevonden in de bladeren en de wortels. Bij 'Cupido' is ook een lager Fe-gehalte gevonden.

Overmaat (+ Zn-behandeling)

Het oude blad was donkergroen en gaf geen verschil met de controle-behandeling. Bij de jonge bladeren trad na vier weken chlorose op aan de jonge bladeren. Het bladmoes van de jonge bladeren werd geel, de hoofdnerf bleven in eerste instantie groen. Later werd het jonge blad geheel geel (Foto 6). De schade leek zeer sterk op Fe-gebrek. De wortels waren zeer verschillend van vorm, van korte dikke vertakte wortels tot aan lange dunne wortels.

In de wortels zijn zeer hoge Zn-gehaltenes gevonden. Ook in het blad zijn hogere waarden dan in de controle-partij gevonden. Bij beide rassen zijn bij deze behandeling lagere Mn-gehaltenes in het blad en in de wortels gevonden en hogere Cu-gehaltenes. Bij 'Cupido' zijn ook lagere Fe-gehaltenes gevonden in het blad.

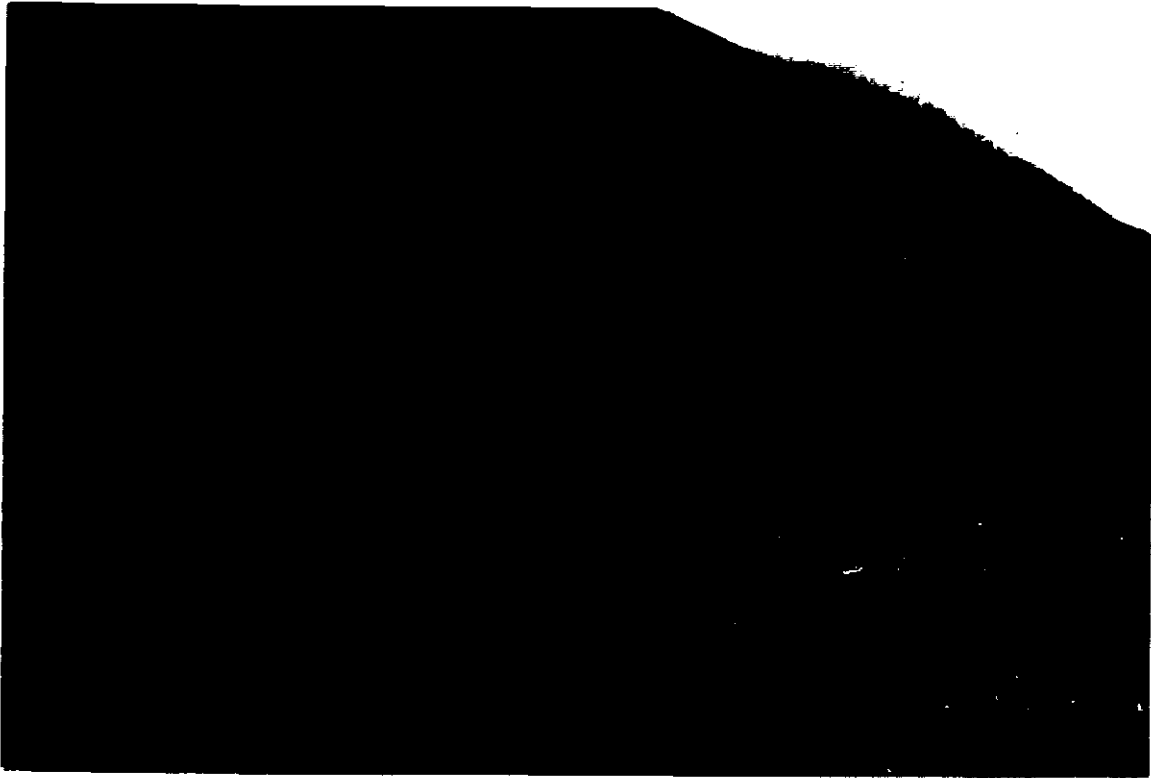


Foto 5 - Bij mangaangebrek (-Mn) blijven de hoofdnerven en alle zijnerven donkergroen



Foto 6 - Zinkovermaat (+ Zn) lijkt sterk op ijzergebrek

3.5 BORIUM

Gebrek (-B-behandeling)

De eerste symptomen van B-gebrek zijn bij beide rassen zichtbaar aan het het jonge blad en het groeipunt. Na vier weken trad eerst lichte chlorose op. Een week later waren de jonge groeipunten afgestorven en waren zwart van kleur (Foto 7). Op het jonge blad ontstonden kleine witte putjes en het blad werd hard en leerachtig (Foto 8). In een later stadium trad ook chlorose op aan het oude blad, beginnend aan de bladpunten en -randen. De planten vertoonden een gedrongen groei en hadden een sterke groeiachterstand ten opzichte van de controle-planten. Ook de wortels vertoonden een gedrongen groei en waren bruin.

Bij B-gebrek zijn zeer lage B-gehalten in zowel het blad als de wortels geconstateerd. Deze waren veel lager dan de richtwaarde. Het Mo- en Cu-gehalte, en bij 'Cupido' ook het Mn-gehalte waren hoger bij deze behandeling ten opzichte van de controle-planten. Het NO₃-gehalte in het oude blad was bij deze behandeling ook duidelijk hoger dan in de controle-behandeling. In de wortels was dit gehalte echter lager.

Overmaat (+ B-behandeling)

Bij B-overmaat ontstonden bij beide rassen aan de oude bladeren bruine necrotische bladpunten (Foto 9). Het verschijnsel nam toe naarmate het blad ouder werd. De jonge bladeren vertoonden lichte chlorose, evenals de controle-planten (Fe-gebrek). De wortels waren zeer verschillend van vorm.

In alle onderzochte onderdelen zijn zeer hoge B-gehalten gevonden, met name in het oude blad. Deze gehalten lagen ook allemaal boven de richtwaarde.

3.6 KOPER

Gebrek (-Cu-behandeling)

Er zijn geen duidelijke waarneembare verschillen met de controle-planten geconstateerd. Het oude blad was groen en de jonge bladeren vertoonden een lichte chlorose (Fe-gebrek). De wortels waren aan het uiteinde iets meer vertakt.

Bij 'Ceres' zijn zowel in het blad als in de wortels lagere Cu-gehalten gevonden dan in de controle-partij, maar de gehalten vielen binnen de richtwaarde. Tevens was bij deze behandeling het Mn-gehalte lager in alle onderzochte plantendelen. Bij 'Cupido' zijn geen lagere Cu-gehalten gevonden in blad en wortels. De gevonden waarden vielen ook binnen de richtwaarde.

Overmaat (+ Cu-behandeling)

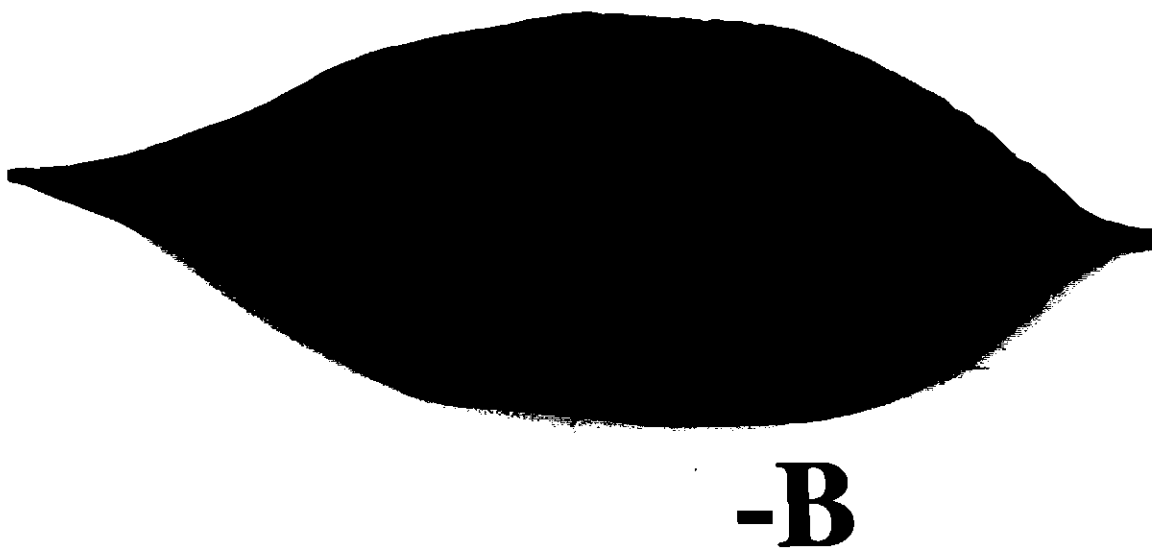
Bij Cu-overmaat zijn in de eerste periode van het onderzoek geen duidelijke waarneembare verschillen geconstateerd met de controle-behandeling. Na veertien weken ontstond op het oude blad lichte chlorose. Ook de jonge bladeren vertoonden lichte chlorose, maar dit is ook geconstateerd bij de controle-behandeling (Fe-gebrek). Het wortelstelsel was sterk vertakt.

In zowel het blad als de wortels zijn duidelijk hogere Cu-gehalten gevonden. Deze lagen duidelijk boven de richtwaarde. In veel gevallen was het Fe- en Mn-gehalte lager in het gewas ten opzichte van de controle-planten.

Foto 7 - Bij boriumgebrek (-B) sterven de jonge groeipunten af en worden zwart



Foto 8 - Op het blad ontstaan kleine witte putjes op het blad bij boriumgebrek (-B)



3.7 MOLYBDEEN

Gebrek (-Mo-behandeling)

Er zijn geen duidelijke waarneembare verschillen met de controle geconstateerd. Het oude blad was groen en het jonge blad vertoonde lichte chlorose (Fe-gebrek). De wortels waren groen en waren vertakt over een groot gedeelte van de wortels. Bij beide cultivars is bij een Mo-gebrek zowel in de jonge als in de oude bladeren en in de wortels duidelijk lagere waarden gevonden dan in de controle-planten. Daarnaast is bij deze behandeling bij beide cultivars een lager Mn-gehalte gevonden in de jonge bladeren en de wortels. In het oude blad was het Mn-gehalte vergelijkbaar met de controle.

Overmaat (+ Mo-behandeling)

Bij Mo-overmaat trad later in de teelt chlorose op aan zowel de jonge bladeren (vergelijkbaar met de controle-planten) als de oude bladeren. Het bladmoes werd lichtgroen tot geel, de nerven bleven groen. De wortels van beide cultivars waren lang en vertakt over de gehele lengte. De wortels hadden een opvallende rood-bruine kleur.

In alle onderzochte plantendelen zijn bij een overmaat aan Mo zeer hoge gehalten aan Mo gevonden ten opzichte van de controle. Daarnaast is een lager Fe-gehalte gevonden in de jonge en oudere bladeren en een lager Mn-gehalte in alle onderzochte plantendelen. Het Fe-gehalte in de wortels was vergelijkbaar met de controle.

3.8 MAGNESIUM

Gebrek (-Mg-behandeling)

Bij Mg-gebrek zijn al heel snel (vijf weken na inzetten van de behandelingen) duidelijke afwijkingen aan het blad geconstateerd (Foto 10). Op het oude blad ontstonden donkere necrotische vlekken, omringd door een gele rand (Foto 11). Later nam de necrose toe tot aan de onderkant van het blad. Op de jonge bladeren ontstond in eerste instantie chlorose, die later ook overging in necrotische vlekken op het blad. De schade aan het jonge blad was minder dan aan het oude blad. De wortels waren over de gehele lengte vertakt. De gewasgroei en -ontwikkeling bleef sterk achter, met name bij 'Ceres'.

Zowel in de bladeren als in de wortels is een lager Mg-gehalte gevonden ten opzichte van de controle-planten. De gevonden waarden in het blad lagen ook duidelijk onder de richtwaarde. Opvallend was het hoge NO₃-gehalte in de onderzochte plantendelen bij deze behandeling.

Overmaat (+ Mg-behandeling)

Bij een overmaat aan Mg (1,5 mmol/l voedingsoplossing) is geen schade geconstateerd in de vorm van necrotische vlekken in het oude blad, zoals bij alle andere behandelingen wel is geconstateerd. De oude bladeren waren gaaf en donkergroen van kleur. In het jonge blad was wel een lichte chlorose zichtbaar, vergelijkbaar met de controle (Fe-gebrek). De wortels vertoonden geen duidelijke afwijkingen, ze waren goed vertakt over de gehele wortellengte. In het blad en de wortels zijn duidelijk hogere Mg-gehalten gevonden bij deze behandeling ten opzichte van de controle-planten. De gevonden waarden in het jonge blad lagen binnen de richtwaarde. In het oude blad zijn gehalten gevonden die iets boven de richtwaarde liggen. Het NO₃-gehalte was, met name bij 'Cupido', lager dan in de controle-planten.



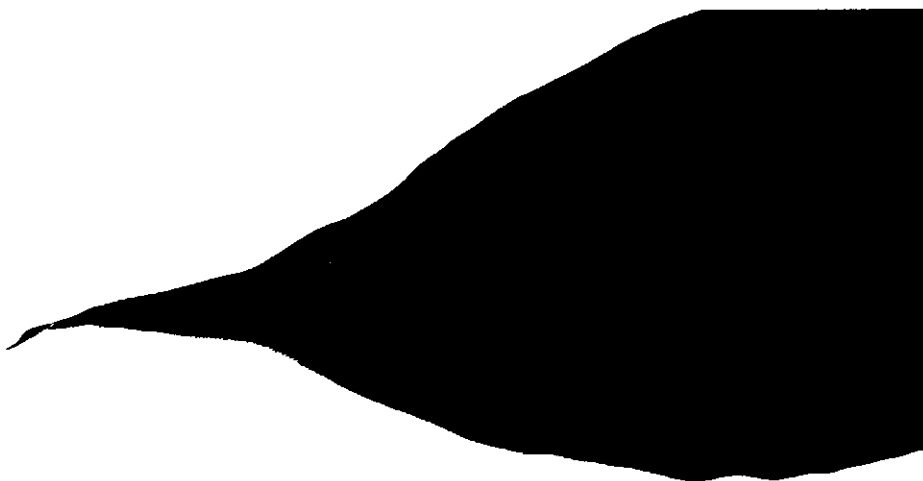
+B

Foto 9 - Bij borium-overmaat (+B) ontstaan bruine necrotische bladpunten aan het oude blad



-Mg

Foto 10 - Bij magnesiumgebrek (-Mg) ontstaan donkere necrotische vlekken op het oude blad



-Mg

Foto 11 - De necrotische vlekken op het blad bij magnesiumgebrek (-Mg) zijn omringd door een gele rand

4. OVERZICHTEN

In onderstaande overzichten is per ras, per element de belangrijkste overmaat- en gebrekverschijnselen in de verschillende plantendelen weergegeven. Bij alle behandelingen, behalve in de behandeling met een hoog Mg-gehalte in de voedingsoplossing, waren op het oude blad enkele necrotische (dode) plekken zichtbaar, omringd met een gele rand, veroorzaakt door Mg-gebrek. In het jonge blad kwam bij de meeste behandelingen lichte chlorose (geel-verkleuring) voor, veroorzaakt door Fe-gebrek. Deze afwijkingen zijn wel in onderstaande overzichten weergegeven, maar omdat ze niet direct betrekking hebben op het desbetreffende element zijn ze tussen haakjes weergegeven.

Cultivar: **Ceres**
start: week 39

behandeling	gewasontwikkeling	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
controle	goed	wk 48: (lichte chlorose Fe-gebrek))	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek)	licht tot iets groen iets dikker goed vertakt
- Fe	wk 48: gebrek lijkt zich iets te herstellen wk 2: gebrek nog aanwezig groeiachterstand	wk 40: Chlorose, groene hoofd- en zij- nerven, later geheel geel	groen	lange witte wortels, lange witte zijwortels
+ Fe		wk 48: (lichte chlorose) wk: 12 donkergroen	wk 45: (donkere vlekken Mg-gebrek) donkergroen	lichtgroene, kor- te, dikke wortels met kleine dikke zij- wortels
- Mn		wk 48: (lichte chlorose) chlorose, hoofd-, en zij-nerven blijven groen	wk 45: (donkere vlekken Mg-gebrek) donkergroen, veel afsterving klein oud blad	lichtgroene wortels, groot verschil tussen de plan- ten
+ Mn		wk: 48 (lichte chlorose)	wk 44: (donkere vlekken Mg-gebrek) lichte chlorose	korte wortels met korte dikke zijwortels aan het einde
- Zn	groeiachterstand	wk 48: (lichte chlorose) smaller blad	wk 44: (donkere vlekken Mg-gebrek)	lichtgroene, kor- te wortels, aan uiteinde sterk vertakt met korte dikke zijwortels
+ Zn		wk 43: Chlorose, groene hoofd- en zij- nerven, later geheel geel	wk 44: (donkere vlekken Mg-gebrek)	zeer verschil- lend van vorm

Cultivar: Ceres

behandeling	gewasontwikkeling	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
- B	afsterving jonge groeipunten, necrose, gedrongen groei, sterke groeiachterstand	wk: 43 (lichte chlorose) wk: 44 afsterving jonge groeipunten wk 47: kleine witte putjes op het blad, hard leerachtig blad	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 2: chlorose beginnend aan bladpunten en -randen	wk 45: bruine wortels, gedrongen groei, lange zijwortels
+ B		wk 48: (lichte chlorose)	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk: 2 bruine necrotische bladpunten	zeer verschillend van vorm
- Cu		wk 48: (lichte chlorose) groen	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek) groen	dunne lichte wortels, onderin iets meer vertakt
+ Cu		wk 45: (lichte chlorose)	wk 45: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 1: lichte chlorose, groene nerven	vertakking wortelstelsel zeer verschillend
- Mo	goed, veel zijscheuten	wk 48: (lichte chlorose)	wk 47: (donkere vlekken Mg-gebrek)	lichtgroene wortels met dikke zijwortels op $\frac{2}{3}$ v/d hoofdwortel
+ Mo		wk 46: (lichte chlorose) wk 1: chlorose, groene nerven	wk 47: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 1: chlorose, groene nerven	wk 48: sterk vertakt wortelstelsel (rood/bruin) lange wortels met zijwortels over de gehele lengte
- Mg	gewasontwikkeling blijft sterk achter in groei	wk 48: (lichte chlorose) wk: 2 chlorose en necrotische vlekken op het blad	wk 44: donkere necrotische vlekken met een gele rand op het blad, later ook zichtbaar aan onderzijde van het blad	matig ontwikkeld, vertakt over gehele hoofdwortel met korte kleine zijwortels
+ Mg		wk 48: (lichte chlorose)	donkergroen	normale vertakking over gehele lengte hoofdwortel

Cultivar: **Cupido**
 start: week 39

behandeling	gewasontwikkeling	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
controle	goed	wk 48: (lichte chlorose Fe-gebrek)	wk 46: (enkele donkere vlekken, Mg-gebrek)	dunne groene wortels niet sterk vertakt
- Fe	wk 48: gebrek lijkt zich iets te herstellen wk 2: gebrek nog aanwezig groeiachterstand	wk 40: Chlorose, groene hoofd- en zijnerven, later geheel geel	groen	lange witte wortels, jonge wortels niet vertakt oude wortels vertakt over de gehele lengte
+ Fe		wk 48: (lichte chlorose) donkergroen	wk 45: (donkere vlekken Mg-gebrek) donkergroen, zwarte, necrotische vlekken, oudste blad afgestorven	groene vertakte wortels, met langere zijwortels
- Mn		wk 48: (lichte chlorose) lichte chlorose, hoofd-, en zijnerven blijven groen	wk 45: (donkere vlekken Mg-gebrek) donkergroen	groene wortels met lange zijwortels
+ Mn		wk 46: (lichte chlorose)	wk 44: (donkere vlekken Mg-gebrek) lichte chlorose	groene wortels met korte zijwortels, onderin iets meer vertakt
- Zn		wk 48: (lichte chlorose)	wk 44: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 12: lichte chlorose bladranden geel	groene, korte wortels, aan uiteinde sterk vertakt met korte dikke zijwortels
+ Zn		wk 43: Chlorose, groene hoofd- en zijnerven, later geheel geel	wk 44: (donkere vlekken Mg-gebrek)	zeer verschillend van vorm

Cultivar: Cupido

behandeling	gewasontwikkeling	jonge bladeren	oude bladeren	wortels
- B	afsterving jonge groeipunten, necrose, gedrongen groei, sterke groeiachterstand	wk: 43 (lichte chlorose) wk: 44 afsterving jonge groeipunten wk 47: kleine witte putjes op het blad, hard leerachtig blad	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 2: chlorose beginnend aan bladpunten en -randen	wk 45: bruine wortels, gedrongen groei
+ B		wk 48: (lichte chlorose)	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk: 2 bruine necrotische bladpunten	wortels zeer verschillend van vorm
- Cu		wk 48: (lichte chlorose) groen	wk 46: (donkere vlekken Mg-gebrek) groen	groene wortels, onderin iets meer vertakt met kleine dikke zijwortels
+ Cu		wk 45: (lichte chlorose)	wk 45: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 1: lichte chlorose, groene nerven	sterk vertakt wortelstelsel
- Mo		wk 48: (lichte chlorose)	wk 47: (donkere vlekken Mg-gebrek)	groene wortels vertakt over de gehele lengte
+ Mo		wk 46: (lichte chlorose) wk 1: chlorose, groene nerven	wk 47: (donkere vlekken Mg-gebrek) wk 1: chlorose, groene nerven	wk 48: sterk vertakt wortelstelsel (rood/bruin) met zijwortels over de gehele lengte, onderin bruin
- Mg	gewasontwikkeling blijft achter in groei	wk 48: (lichte chlorose) wk: 2 chlorose en necrotische vlekken op het blad	wk 44: donkere necrotische vlekken met een gele rand op het blad, later ook zichtbaar aan onderzijde van het blad	vertakt over gehele hoofdwortel
+ Mg		wk 48: (lichte chlorose)	donkergroen	over gehele wortellengte vertakt

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit onderzoek zijn een aantal overmaat- en gebrekverschijnselen geconstateerd die kunnen leiden tot schade aan het blad bij *Spathiphyllum*. Met name de spoorelementen Fe, Mn, Zn en B zijn daarbij van belang. Cu en Mo gaven, bij de toegepaste concentraties, weinig tot geen duidelijke afwijkingen aan het blad.

Al vrij snel, één tot twee weken na inzetten van de behandelingen is Fe-gebrek geconstateerd. Het schadebeeld van Fe-gebrek bij *Spathiphyllum* (chlorose in het jonge blad, waarbij in eerste instantie de nerven groen blijven, maar later het blad geheel geel wordt) is vergelijkbaar met Fe-gebrek bij andere gewassen. In de watercultuur is gebleken dat een concentratie van $15\mu\text{mol}$ in de voedingsoplossing duidelijk te laag is voor *Spathiphyllum*. In de controle-behandeling kwam immers ook al Fe-gebrek voor. In watercultures (hydrocultuur) wordt daarom minimaal $30\mu\text{mol}$ geadviseerd. In grondcultures kan 15 tot $30\mu\text{mol}$ in de voedingsoplossing aangehouden worden, maar daarbij is het van belang dat de pH voldoende laag blijft (5,2-6,0) en het toegepaste chelaat afgestemd is met de gewenste pH. Schade veroorzaakt door een overmaat aan Fe komt vrijwel niet voor en is nergens duidelijk beschreven in de literatuur. Het schadebeeld dat bij Fe-overmaat is geconstateerd bij 'Cupido' (donkere necrotische vlekken op het oude blad) is mogelijk chelaat-schade.

Een overmaat aan Zn geeft in het algemeen, in eerste instantie, een schadebeeld dat vergelijkbaar is met Fe-gebrek. Dit is ook in dit onderzoek geconstateerd (chlorose in het jonge blad). Het wordt veroorzaakt doordat bij een overmaat aan Zn het Fe uit het chelaat verdrongen wordt en daarmee het opnamevermogen van het Fe sterk vermindert wordt. Hierdoor ontstaat Fe-gebrek. Dit is ook bekend van Cu, maar in dit onderzoek niet duidelijk geconstateerd. Mogelijk dat bij hogere Cu-concentraties ook Fe-gebrek kan optreden. Bij andere gewassen is echter gebleken dat hogere Cu-concentraties ook beschadiging van de wortels kan veroorzaken, waardoor de gehele opname van voedingselementen stagneert.

Bij Mn-gebrek is bij 'Ceres' een duidelijk bladtekening geconstateerd aan het jonge blad (lichtgroen bladmoes met donkergroene hoofd- en zijnerf). Bij 'Cupido' leek Mn-gebrek meer op Fe-gebrek. Er zijn geen witachtige chlorotische vlekken op het blad geconstateerd bij Mn-gebrek, zoals dat in Amerikaans onderzoek naar voren is gekomen. Hierdoor blijft de oorzaak van witachtige verkleuringen, die in de praktijk in Nederland voorkomen, onduidelijk. Bij Mn-overmaat is in het oude blad chlorose geconstateerd. Ook bij Mo-overmaat trad later in de teelt chlorose op aan het blad. Bij deze behandeling hadden de wortels daarnaast een opvallende rood-bruine kleur.

Opvallend zijn de schadebeelden die ontstaan bij B-gebrek aan de diverse onderdelen van de plant. Ook bij andere gewassen treden zeer uiteenlopende schadebeelden op bij B-gebrek. In het algemeen sterven de groeipunten af en treedt dwerggroei op. Beide schadebeelden zijn duidelijk in dit onderzoek bij beide cultivars geconstateerd. Daarnaast ontstonden kleine witte putjes op het jonge blad en het blad werd hard en leerachtig. Het schadebeeld dat geconstateerd is bij B-overmaat komt overeen met het schadebeeld dat in het algemeen voorkomt bij B-overmaat: bruine necrotische bladpunten aan de oude bladeren. Naarmate de plant ouder wordt neemt de schade toe, doordat B zich ophoopt in het blad.

Naast de zes belangrijkste spoorelementen is ook het hoofdelement Mg toegevoegd aan dit onderzoek omdat er in diverse proeven aanwijzingen zijn dat Mg een belangrijke rol speelt bij het optreden van donkerbruine necrotische vlekken op het blad. Bij alle behandelingen, met uitzondering van de hoge Mg-behandeling zijn al vrij snel, vijf weken na inzetten van de behandelingen, afwijkingen aan het blad geconstateerd. Op het oude blad ontstonden donkere necrotische vlekken, omringd door een gele rand. Later nam de necrose toe tot aan de onderkant van het blad. Op de jonge bladeren ontstond in eerste instantie chlorose, die later ook overging in necrotische vlekken op het blad. Bij de behandeling met een laag Mg-gehalte was dit schadebeeld veel sterker dan bij de controle-planten. Deze schadebeelden komen overeen met de schadebeelden die gevonden zijn in onderzoeken op het PBG-Noord Nederland, waarbij uit de gewasanalyses is gebleken dat deze een hoog kaligehalte en een laag magnesiumgehalte hadden. Bij een overmaat aan Mg (1,5 mmol/l voedingsoplossing) is geen schade geconstateerd in de vorm van necrotische vlekken in het oude blad. De oude bladeren waren gaaf en donkergroen van kleur. In de bemestingsadviesbasis is *Spathiphyllum* ingedeeld in gewasgroep 4. Hiervoor wordt 1,0 mmol Mg geadviseerd in de voedingsoplossing (EC = 2,2 mS/cm). Uit dit onderzoek, aangevuld met onderzoek op het PBG-Noord Nederland, is gebleken dat deze concentratie te laag is voor *Spathiphyllum* en verhoogd moet worden naar 1,5 mmol/l bij een vergelijkbare EC (2,2 mS/cm). Dit houdt in dat of NH_4 , of K of Ca omlaag moet.

LITERATUUR

- Broschat, T.K. and Donselman, H. 1986. Manganese deficiency symptoms in Spathiphyllum. HortScience, vol. 21(5), pp1234-1235.
- Meinken, E. und Fischer, P. 1991. Spathiphyllum in Hydrokultur. Deutscher Gartenbau 27, pp1664-1669.
- Leeuwen, G. van, 1990. Kalium/magnesiumverhouding in voedingsoplossing Spathiphyllum. PPN-verslag 13.
- Leeuwen, G. van, 1989. Rassenvergelijking en bemesting Spathiphyllum. PPN-intern verslag.
- Linden, A. van der e.a. 1994. Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw.
- Straver, N. 1991. Kalium/calcium-bemesting bij Spathiphyllum. PBN-rapport 122.
- Straver, N. A. en Broek, G.J. van den, 1986. Praktijkproef EC-waarde bij Spathiphyllum. PBN Intern verslag 21
- Verberkt, H. 1993. Invloed temperatuur op groei en bloei van Spathiphyllum. PBN-rapport 159.

BIJLAGE 1. BEMESTINGSADVIESBASIS

In de onderstaande tabellen staan de standaardbemestingsadviezen voor hoofdelementen voor de Spathiphyllumteelt. Hierbij is uitgegaan van gewasgroep 4 vegetatief van het Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw 1994.

Standaardvoedingsoplossing hoofdelementen (mmol/l)

EC-streefcijfer 2,2 mS/cm

NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄
1,4	7,3	4,0	1,0	14,1	1,3	2,0

Streefcijfers 1 : 1,5 volume-extract (mmol/l)

NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄
<0,1	2,4	1,4	0,6	6,0	1,0	0,5

In de onderstaande tabellen staan de standaardbemestingsadviezen voor sporelementen voor de potplantenteelt. Deze zijn eveneens overgenomen uit Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw 1994.

Standaardvoedingsoplossing sporelementen (µmol/l)

Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
15	5	3	10	0,5	0,5

Streefcijfers 1 : 1,5 volume-extract (µmol/l)

Fe	Mn	Zn	B	Cu
8	2	2	15	0,7

Waardering gecorrigeerd op EC(c) (µmol/l)

Element	Fe	Mn*	Zn	B	Cu
laag <	5	1	1,5	10	
hoog >	10	3	2,5	25	0,9

* = niet gecorrigeerd naar EC

BIJLAGE 2. OVERZICHT KENMERKEN EN FUNCTIES SPOORELEMENTEN

element	symbool	conc. voedingsoplossing ($\mu\text{mol/l}$)	streefcijfer 1:1,5 vol. extract ($\mu\text{mol/l}$)	opname door plant	mobiliteit	remobiliseerbaarheid	in plant betrokken bij:
IJzer	Fe	15	8	chelaat of Fe^{3+}	\pm	-	<ul style="list-style-type: none"> * Fotosynthese (bestandsdeel Chlorofyl) * Enzymen waarvan een aantal een rol spelen in de fotosynthese
Mangaan	Mn	5	2	chelaat of Mn^{2+}	+	-	<ul style="list-style-type: none"> * Zuurstofoverdracht aan het begin van de fotosynthese * Aanmaak van eiwitten, koolhydraten en auxinen (IAA) * Enzymen
Zink	Zn	3	2	chelaat of Zn^{2+}	\pm	-	<ul style="list-style-type: none"> * Opbouw van de plant * Auxine (IAA)-aanmaak * Enzymen
Borium	B	10	15	H_3BO_3	-	-	<ul style="list-style-type: none"> * Celwanden en membranen * Celvergroting en celdeling * RNA-synthese
Koper	Cu	0,5	0,7	chelaat of Cu^{2+}	\pm	-	<ul style="list-style-type: none"> * Enzym-eiwitten (ook in de fotosynthese) * Verhoutingsproces * Knopontwikkeling
Molybdeen	Mo	0,5		Molybdaat MoO_4^{2-}	+	+	<ul style="list-style-type: none"> * Nitrogenase * Nitraat Reductase

'Ceres'

procenten
behandeling
controle

	- Fe	+ Fe	- Mn	+ Mn	- Zn	+ Zn	- B	+ B	- Cu	+ Cu	- Mo	+ Mo	- Mg	+ Mg	
jong blad	K	101	96	110	98	101	104	99	99	95	100	83	107	95	
	Ca	136	92	102	90	95	137	87	91	103	91	118	88	90	
	Mg	131	100	123	97	107	85	95	97	102	102	111	77	131	
	P	100	105	115	97	92	117	101	109	100	100	104	110	103	
	Ntot	112	108	119	98	104	86	102	108	108	112	103	112	101	
	NO3	129	99	110	60	983	165	116	95	100	108	73	178	79	
	SO4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	Fe	78	117	119	105	119	105	98	101	89	89	63	113	90	
	Mn	153	76	12	472	76	41	75	64	64	61	75	71	76	
	Zn	203	70	125	80	52	238	107	103	108	110	148	82	107	
	B						6	208							
	Cu	386	90	110	93	78	188	146	102	49	405	112	97	158	
	Mo	157	114	119	119	95	100	138	95	114	114	57	10 571	67	
	oud blad	K	98	98	105	98	105	110	101	104	98	102	86	102	95
		Ca	129	90	101	104	99	128	99	102	94	89	118	82	112
		Mg	138	100	107	113	102	100	103	105	100	97	125	62	198
P		151	92	96	94	89	125	96	99	93	100	114	89	100	
Ntot		114	110	109	107	105	111	101	113	106	110	111	107	115	
NO3		117	81	109	95	109	99	225	129	137	94	83	166	111	
SO4		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Fe		76	112	99	96	89	90	89	97	76	76	88	61	94	
Mn		157	58	16	378	76	53	107	93	74	80	97	82	72	
Zn		142	61	106	76	36	408	101	86	115	81	97	65	82	
B							21	324							
Cu		324	72	113	97	84	185	122	104	63	328	111	99	115	
Mo		172	128	133	122	111	117	122	117	117	144	33	25 356	67	
wortels		K	105	99	104	87	73	94	101	98	105	99	94	119	94
		Ca	124	103	117	74	164	133	102	130	114	114	89	96	121
		Mg	106	98	102	95	99	88	99	105	104	104	96	73	123
	P	134	99	118	78	127	135	120	120	114	121	110	104	103	
	Ntot	108	107	102	92	101	101	124	97	99	102	95	98	97	
	NO3	105	100	105	83	72	113	79	109	110	104	112	69	101	
	SO4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	Fe	22	214	148	86	99	147	138	113	97	116	129	105	137	
	Mn	53	99	14	525	63	53	72	40	37	37	52	62	110	
	Zn	269	76	106	107	41	2 137	139	103	105	125	102	82	98	
	B							40	198						
	Cu	419	61	117	112	80	176	139	108	59	584	105	95	106	
	Mo	267	94	139	124	106	150	128	139	133	98	30	9 517	91	

'Cupido'

behandeling
controle

		- Fe	+ Fe	- Mn	+ Mn	- Zn	+ Zn	- B	+ B	- Cu	+ Cu	- Mo	+ Mo	- Mg	+ Mg
jong blad	K	1 247	1 228	1 333	1 268	1 209	1 259	1 318	1 310	1 303	1 272	1 311	1 143	1 346	1 192
	Ca	180	179	209	178	189	179	239	169	179	210	190	251	184	152
	Mg	56	58	65	58	63	53	51	55	54	59	59	64	45	72
	P	75	74	78	68	67	73	73	75	75	78	73	72	84	67
	Ntot	2 175	2 490	2 629	2 358	2 419	2 418	1 917	2 284	2 284	2 507	2 504	2 379	2 663	2 319
	NO3	97	84	95	75	80	64	105	118	118	104	90	94	140	57
	SO4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Fe	1.15	0.83	0.76	0.60	0.72	0.71	1.05	1.18	1.18	0.88	0.76	0.90	0.60	0.72
	Mn	2.89	2.59	0.36	11.30	2.45	0.99	5.06	2.68	2.68	2.71	1.90	1.83	1.69	2.12
	Zn	0.48	0.38	0.54	0.44	0.31	1.55	0.45	0.59	0.59	0.59	0.54	0.93	0.40	0.38
	B	3.59						0.25	8.34	8.34					
	Cu	39	29	58	56	54	118	78	51	51	60	235	71	74	41
	Mo	18	20	20	17	21	19	24	20	20	21	17	8	2 460	11
	oud blad	K	1 468	1 373	1 431	1 386	1 429	1 499	1 490	1 447	1 420	1 416	1 453	1 336	1 451
Ca		369	350	392	347	383	367	451	359	408	352	361	451	363	339
Mg		77	68	78	74	85	70	72	72	81	65	69	80	42	129
P		95	89	87	92	73	102	103	80	88	93	96	102	95	78
Ntot		2 351	2 598	2 679	2 430	2 552	2 464	2 263	2 398	2 398	2 640	2 671	2 400	2 517	2 591
NO3		158	137	190	144	180	137	240	199	199	217	167	177	240	134
SO4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fe		2.29	1.72	1.35	1.13	1.38	1.14	1.78	1.82	1.82	1.90	1.33	1.96	1.06	1.56
Mn		7.43	5.73	1.42	21.40	7.13	3.63	10.31	8.08	8.08	9.98	8.08	7.22	5.08	5.87
Zn		0.52	0.34	0.49	0.44	0.29	3.49	0.50	0.63	0.63	0.53	0.51	0.72	0.43	0.45
B		5.12						0.75	13.82	13.82					
Cu		68	64	84	111	92	195	104	109	109	84	268	116	117	83
Mo		21	19	19	19	16	18	28	21	21	18	6	6	6 522	9
wortels		K	1 386	1 294	1 472	1 226	1 098	1 370	1 074	1 342	1 328	1 558	1 418	1 433	1 511
	Ca	185	160	172	131	158	194	173	159	193	179	178	174	167	169
	Mg	90	94	99	80	95	92	101	91	98	99	95	106	73	117
	P	215	206	243	183	199	254	215	217	220	258	211	260	234	198
	Ntot	2 610	2 871	3 063	2 542	2 918	3 231	3 422	2 767	2 767	2 850	2 772	2 939	3 028	2 793
	NO3	372	338	430	355	263	350	240	368	368	376	429	359	449	257
	SO4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Fe	8.42	13.94	7.79	6.41	5.14	8.67	8.87	5.45	5.45	7.83	7.47	7.90	7.81	7.65
	Mn	1.60	2.21	0.23	8.59	0.81	0.74	2.71	1.31	1.31	0.66	0.68	0.76	0.49	0.71
	Zn	1.25	0.97	1.53	1.66	0.65	21.60	1.56	1.70	1.70	1.78	2.17	1.43	1.19	0.97
	B	1.39						0.54	3.10	3.10					
	Cu	69	53	97	100	75	190	114	76	76	114	98	134	93	68
	Mo	71	55	46	98	54	61	71	64	64	65	9	7 293	52	45

