

Proefstation voor de Bloemisterij
Linnaeuslaan 2a
1431 JV Aalsmeer
Tel: 02977 - 52525

met
in april
in verslag?



INVLOED Mn, Fe EN pH OP

BLADAFWIJKINGEN BIJ BEGONIA

Proefverslag 6613.22

Aalsmeer, januari 1994
Ing. H. Verberkt

2200744

INHOUD

	blz.
1. Inleiding en doel	3
2. Materiaal en methode	4
2.1. Proefopzet	4
2.2. Accomodatie	4
2.3. Teeltgegevens	4
2.4. Waarnemingen	5
3. Resultaten	6
3.1. Chemische analyse voedingsoplossingen	6
3.2. Chemische analyse gewas	7
3.3. Gewaswaarnemingen	11
4. Conclusie	13

Literatuur

Bijlagen

1. Chemische analyses potgrond en gewas van planten met en zonder 'spikkels'
2. Proefschema
3. Standaardvoedingsoplossing (bemestingsadviesbasis, 1992)

BLADBESCHADIGING BIJ BEGONIA

1. INLEIDING EN DOEL

Bij de Begonia kunnen beschadigingen optreden aan het blad, de zogenoemde 'spikkels'. Deze schade uit zich in het zwart verkleuren van de kleine nerven in het blad. Deze 'spikkels' komen pleksgewijs voor op het blad. In een later stadium ontstaan gele vlekken rondom de spikkels en uiteindelijk wordt het gehele blad geel met zwarte 'spikkels' en sterft af. De schade ontstaat veelal eerst in de oudere bladeren. Later kan dit doortrekken naar de jongere bladeren. De groei en scheutvorming van aangetaste planten blijven achter.

Om na te gaan of mogelijk één of meerdere voedingselementen invloed hebben op het ontstaan van 'spikkels' zijn grond- en gewasmonsters genomen van planten zonder en van planten met 'spikkels'. In bijlage 1 zijn de chemische analyses van de potgrond en het gewas weergegeven. Uit de chemische analyses van de potgrond blijken geen duidelijke aanwijzingen te komen. Uit de chemische analyses van het gewas blijken in het Fe- en Mn-gehalte duidelijke verschillen te zijn tussen de bladeren zonder en met 'spikkels'. De richtwaarde van Fe bij Begonia is 1,0-2,0 mmol/kg droge stof (De Kreij e.a., 1992). Bladeren met 'spikkels' hebben duidelijk veel hogere gehalten aan Fe dan bladeren met zeer weinig tot geen 'spikkels'. Een Fe-overmaat komt in het algemeen zeer weinig voor omdat Fe-verbindingen zeer slecht oplossen in het bodemvocht. Bij eventuele overdosering slaan ze snel neer. De oplosbaarheid van Fe-verbindingen neemt toe bij een lage pH. Volgens een Deense publikatie (Lavsen, 1986) wordt echter het zwartverkleuren van de nerven en bruinzwarte vlekken op de bladeren veroorzaakt door een sterke Fe-opname als gevolg van een lage pH en hoge ammoniumgehalten in de grond.

Ook de gehalten aan Mn is in de bladeren met 'spikkels' hoger dan in de bladeren zonder 'spikkels'. De richtwaarde voor Mn bij Begonia is 1,0-2,3 mmol/kg droge stof (De Kreij e.a., 1992). Een overmaat van Mn kenmerkt zich door necrose beginnend vanuit het oudere blad, chlorose in jongere bladeren en necrose in de bladnerven (Sonneveld, 1990). Er zijn echter ook andere symptomen, soms specifiek voor bepaalde gewassen. Ook de oplosbaarheid van Mn-verbindingen neemt toe bij een lagere pH.

Het doel van dit onderzoek was nagaan in hoeverre de pH, mangaan (Mn) en ijzer (Fe) invloed hebben op het ontstaan van 'spikkels' bij Begonia.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1. Proefopzet

In tabel 1 is een overzicht weergegeven van de proeffactoren met de bijbehorende niveaus.

Tabel 1. Proeffactoren met bijbehorende niveaus

Factor	aantal niveaus	beschrijving
* pH	3	4,0 ($\pm 0,2$) 5,5 ($\pm 0,2$) 7,0 ($\pm 0,2$)
* Mn	2	5 $\mu\text{mol/l}$ (Mn-laag) 200 $\mu\text{mol/l}$ (Mn-hoog)
* Fe	2	15 $\mu\text{mol/l}$ (Fe-laag) 200 $\mu\text{mol/l}$ (Fe-hoog)

Het Mn-gehalte van 5 $\mu\text{mol/l}$ en het Fe-gehalte van 15 $\mu\text{mol/l}$ is de geadviseerde standaard hoeveelheid in de voedingsoplossing (Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw, 1992). De proef is in tweevoud uitgevoerd. In totaal zijn $2 * 3 * 2 * 2 = 24$ gelijke bakken gebruikt voor dit onderzoek. Er zijn twee blokken aangehouden. Binnen een blok zijn de behandelingen vrij geloot.

2.2. Accomodatie

De proef is uitgevoerd in kas L109 van het PBN te Aalsmeer. In deze kas staan 24 gelijke onafhankelijke bakken met een inhoud van 20 l. Elke bak was voorzien van beluchting. De EC- en pH-metingen moesten handmatig worden verricht en indien nodig handmatig worden bijgesteld. Het proefschema is weergegeven in bijlage 2.

2.3. Teeltgegevens

Het onderzoek is uitgevoerd in watercultuur met het ras 'Rosanna'. Als uitgangsmateriaal zijn bewortelde stekken genomen. Het onderzoek is in week 4 (1993) gestart. Na het afspoelen van de stekgrond, zijn de planten in de bakken gehangen. Per bak zijn elf planten geplaatst. De eerste twee weken is in alle bakken de standaardvoedingsoplossing voor Begonia aangehouden. In bijlage 3 is een overzicht gegeven van de samenstelling van de voedingsoplossing. Nadat de planten goed aangeslagen waren zijn de behandelingen volgens proefschema in week 6 ingezet.

In de kas is een temperatuur van 20°C aangehouden. Er is standaard belicht met hogedruk-kwik lampen van 1.00 tot 15.30 uur. Tijdens de

proef is niet geremd, getopt en zijn geen bloemen geplukt. In week 12 (1993) is de proef beëindigd.

2.4. Waarnemingen

Om na te gaan in hoeverre de bemestingsbehandelingen zijn gerealiseerd zijn regelmatig EC- en pH-metingen verricht en zijn om de twee weken de voedingsoplossingen geanalyseerd. De pH is in het begin dagelijks gemeten en indien nodig handmatig bijgesteld. Later was dit minder frequent nodig.

Om na te gaan in hoeverre de planten de afzonderlijke elementen hebben opgenomen zijn gewasmonsters geanalyseerd. Vlak voordat de behandelingen ingezet zijn is van elk blok een mengmonster (= 1 plant per bak = 12 planten) genomen. Voor de gewasmonsters zijn de juist uitgegroeide bladeren genomen. Drie weken en zes weken na inzet van de behandelingen is per bak een gewasmonster van vijf planten genomen. Ook hierbij zijn de juist uitgegroeide bladeren genomen.

Om na te gaan in hoeverre de bemestingsbehandelingen invloed hadden op het voorkomen van 'spikkels' zijn de planten wekelijks beoordeeld op 'spikkels'.



foto 1. Onderzijde Begonia blad met 'spikkels'

3. RESULTATEN

3.1. Chemische analyse voedingsoplossing

Er is gestart met een EC van 1,7 mS/cm en een pH van 5,1. De samenstelling van de voedingsoplossing is weergegeven in bijlage 3. Om een te sterke daling van de pH in de waterbakken te voorkomen is NH_4^+ vervangen. De eerste twee weken liep de pH iets op naar 5,3. In week 6, twee weken na planten, zijn de bemestingsbehandelingen ingezet conform het proefschema. Een overmaat aan Fe en Mn is per bak afzonderlijk toegediend. Een overmaat aan Mn is gegeven in de vorm van MnSO_4 en een overmaat aan Fe is gegeven in de vorm van Fe-DTPA. De pH is afhankelijk van de behandeling aangepast met een oplossing van H_3PO_4 (pH-verlagend) of K_2CO_3 (pH-verhogend). Er is handmatig bijgestuurd indien de pH 0,2 of meer afweek van de streefwaarde. In het begin en na bijvullen van de waterbakken moest dit dagelijks bijgestuurd worden. Indien de gewenste pH was bereikt kon deze vrij goed in de hand gehouden worden. In tabel 2 is de analyse van de voedingsoplossing weergegeven voor inzet van de behandelingen.

Tabel 2. Analyse voedingsoplossing voor inzet van de behandelingen

NO_3 (mmol/l)	H_2PO_4	SO_4	Cl	K	NH_4	Na	Mg	Ca
11,5	1,78	1,25	0,14	4,9	0,04	0,08	1,04	3,9
Zn ($\mu\text{mol/l}$)	Cu	Mn	Fe					
2,12	0,00	4,60	14,00					

In tabel 3 en 4 zijn respectievelijk de Mn- en Fe-gehalten in de voedingsoplossingen gedurende het onderzoek, na inzet van de behandelingen, weergegeven. Er waren grote verschillen in gerealiseerde Mn- en Fe-gehalten tussen de standaard- en de overmaatbehandelingen. Gemiddeld is bij de laagste pH in de voedingsoplossing het hoogste Mn-gehalte teruggevonden. Ook het Fe-gehalte in de voedingsoplossing bij de laagste pH was hoger dan bij de hogere pH's, ondanks het toevoegen van dezelfde hoeveelheden. Dit wordt hoogst waarschijnlijk veroorzaakt doordat de oplosbaarheid van zowel Mn- als Fe-verbindingen toeneemt bij lagere pH. Bij een pH van 7,0 in combinatie met een overmaat aan Mn en Fe is relatief weinig Fe teruggevonden in de voedingsoplossing. Mogelijk dat een hoog Mn-gehalte in de voedingsoplossing, in combinatie met een hoge pH, de oplosbaarheid van Fe vermindert. Ook kan verdringing van Fe uit het chelaat plaats vinden door onder meer Mn.

Tabel 3. Gerealiseerde Mn-gehalten in de voedingsoplossing gedurende het onderzoek in $\mu\text{mol/l}$

pH	Mn	Fe	week 7	week 9	week 11	gem.
pH = 4	Mn-laag	Fe-laag	7.53	8.52	8.34	8.13
	Mn-laag	Fe-hoog	7.85	8.12	9.99	8.65
	Mn-hoog	Fe-laag	183.70	205.20	210.35	199.75
	Mn-hoog	Fe-hoog	176.93	207.73	210.82	198.49
pH = 5,5	Mn-laag	Fe-laag	4.74	3.05	2.94	3.57
	Mn-laag	Fe-hoog	7.19	7.73	8.97	7.96
	Mn-hoog	Fe-laag	178.35	194.93	191.62	188.30
	Mn-hoog	Fe-hoog	170.35	202.12	205.18	192.55
pH = 7	Mn-laag	Fe-laag	5.61	2.75	4.88	4.41
	Mn-laag	Fe-hoog	6.10	7.41	7.29	6.93
	Mn-hoog	Fe-laag	166.40	112.60	142.50	140.50
	Mn-hoog	Fe-hoog	157.80	148.60	159.60	155.33

Tabel 4. Gerealiseerde Fe-gehalten in de voedingsoplossing gedurende het onderzoek in $\mu\text{mol/l}$

pH	Mn	Fe	week 7	week 9	week 11	gem.
pH = 4	Mn-laag	Fe-laag	12.00	12.50	12.00	12.17
	Mn-laag	Fe-hoog	197.50	176.50	222.50	198.83
	Mn-hoog	Fe-laag	13.50	13.50	12.50	13.17
	Mn-hoog	Fe-hoog	145.00	176.00	210.00	177.00
pH = 5,5	Mn-laag	Fe-laag	8.50	6.50	5.50	6.83
	Mn-laag	Fe-hoog	180.00	157.00	107.50	148.17
	Mn-hoog	Fe-laag	7.50	5.00	4.00	5.50
	Mn-hoog	Fe-hoog	162.50	134.00	149.50	148.67
pH = 7	Mn-laag	Fe-laag	6.50	8.50	7.50	7.50
	Mn-laag	Fe-hoog	170.00	162.00	147.50	159.83
	Mn-hoog	Fe-laag	5.50	4.50	3.50	4.50
	Mn-hoog	Fe-hoog	148.00	46.00	48.00	80.67

3.2. Chemische analyse gewas

In tabel 5 is de chemische analyse van de planten aan het begin van de proef, voor inzet van de behandelingen weergegeven. De gevonden gehalten aan Mn (1,76 mmol/kg droge stof) en Fe (1,1 mmol/kg droge stof) liggen binnen de richtwaarden.

Tabel 5. Chemische analyse gewas voor inzet van de behandelingen

P	K	Mg	Ca	Cl	Na	Zn	Cu	Mn	Fe
(mmol/kg droge stof)									
236	678	212	508	174	73	2,37	0,11	1,76	1,1

In tabel 6 en 7 zijn respectievelijk de Mn- en Fe-gehalten in de gewasmonsters gedurende het onderzoek, na inzet van de behandelingen, weergegeven. Bij beide beoordelingen zijn gewasmonsters genomen van juist volgroeide bladeren.

De gevonden Mn-gehalten in de bladeren varieerden sterk. Bij de tussenbeoordeling bleek er een significant effect van het Mn- en Fe-gehalte in de voedingsoplossing en de pH van de voedingsoplossing. Een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing gaf gemiddeld een hoger Mn-gehalte in het blad ten opzichte van de standaard hoeveelheid Mn. Indien een overmaat aan Fe aangehouden werd in de voedingsoplossing gaf dit gemiddeld een lager Mn-gehalte in het blad (Fe/Mn-antagonisme) ten opzichte van de standaard hoeveelheid Fe. Dit effect kwam duidelijker naar voren indien ook een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing werd aangehouden. Het effect van de hoeveelheid Fe in de oplossing op het Mn-gehalte in het blad werd daarnaast groter naarmate de pH hoger was. Het hoogste gehalte aan Mn in het blad werd bij een pH van 5,5 gevonden. Bij de eindbeoordeling is alleen een significant effect van het Mn-gehalte in de oplossing gevonden. Bij een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing werd meer Mn gevonden in het blad dan bij de standaard-hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing.

Het Fe-gehalte in de juist volgroeide bladeren varieerde minder sterk dan het Mn-gehalte. Bij beide beoordelingen is een significant effect van het Mn- en Fe-gehalte in de voedingsoplossing gevonden op de hoeveelheid Fe in het blad. Het Fe-gehalte in het blad was hoger bij een overmaat aan Fe in de oplossing dan bij de standaard-hoeveelheid Fe in de oplossing. Dit effect nam bij de standaard-hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing duidelijk toe naarmate de pH hoger was. Bij een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing werd minder Fe gevonden in de bladeren dan bij de standaard hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing (Mn/Fe-antagonisme). Dit effect was groter naarmate de pH hoger was.

Tabel 6. Gerealiseerde Mn-gehalten in de bladeren gedurende het onderzoek in mmol/kg droge stof

pH	Mn	Fe	tussen beoord.	eind beoord.
pH = 4	Mn-laag	Fe-laag	2.40	1.58
	Mn-laag	Fe-hoog	1.75	1.17
	Mn-hoog	Fe-laag	12.61	7.03
	Mn-hoog	Fe-hoog	9.97	6.46
pH = 5,5	Mn-laag	Fe-laag	3.28	4.60
	Mn-laag	Fe-hoog	2.47	2.83
	Mn-hoog	Fe-laag	17.73	9.25
	Mn-hoog	Fe-hoog	11.83	6.75
pH = 7	Mn-laag	Fe-laag	3.14	2.66
	Mn-laag	Fe-hoog	2.27	1.72
	Mn-hoog	Fe-laag	17.37	8.61
	Mn-hoog	Fe-hoog	6.62	8.97

***** Analysis of variance tussenbeoordeling *****

Variate: mangaan

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	L.S.D
blok stratum	1	0.090	0.090	0.04		
blok.*Units* stratum						
pH	2	19.257	9.628	4.82	0.031	1.56
Mn	1	616.238	616.238	308.64	<.001	1.27
Fe	1	78.074	78.074	39.10	<.001	1.27
pH.Mn	2	9.418	4.709	2.36	0.140	
pH.Fe	2	17.518	8.759	4.39	0.040	2.20
Mn.Fe	1	47.847	47.847	23.96	<.001	1.80
pH.Mn.Fe	2	15.826	7.913	3.96	0.051	
Residual	11	21.963	1.997			
Total	23	826.231				

***** Analysis of variance eindbeoordeling *****

Variate: mangaan

Source of variation	d.f.(m.v.)	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	L.S.D
blok stratum	1	3.240	3.240	0.81		
blok.*Units* stratum						
pH	2	14.451	7.225	1.81	0.219	
Mn	1	184.136	184.136	46.08	<.001	1.80
Fe	1	5.655	5.655	1.42	0.265	
pH.Mn	2	3.884	1.942	0.49	0.630	
pH.Fe	2	4.105	2.052	0.51	0.615	
Mn.Fe	1	0.017	0.017	0.00	0.950	
pH.Mn.Fe	2	1.911	0.956	0.24	0.792	
Residual	9(2)	35.965	3.996			
Total	21(2)	227.664				

Tabel 7. Gerealiseerde Fe-gehalten in de bladeren gedurende het onderzoek in mmol/kg droge stof

pH	Mn	Fe	tussen beoord.	eind beoord.
pH = 4	Mn-laag	Fe-laag	1.30	1.34
	Mn-laag	Fe-hoog	1.45	1.71
	Mn-hoog	Fe-laag	1.12	1.18
	Mn-hoog	Fe-hoog	1.56	1.63
pH = 5,5	Mn-laag	Fe-laag	1.27	1.43
	Mn-laag	Fe-hoog	2.14	2.83
	Mn-hoog	Fe-laag	1.19	1.21
	Mn-hoog	Fe-hoog	1.67	1.91
pH = 7	Mn-laag	Fe-laag	1.19	1.38
	Mn-laag	Fe-hoog	2.37	3.38
	Mn-hoog	Fe-laag	0.81	0.91
	Mn-hoog	Fe-hoog	1.30	1.33

***** Analysis of variance tussenbeoordeling *****

Variate: ijzer

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	L.S.D.
blok stratum	1	0.01707	0.01707	0.71		
blok.*Units* stratum						
pH	2	0.19023	0.09511	3.94	0.051	
Mn	1	0.72107	0.72107	29.85	<.001	0.14
Fe	1	2.18407	2.18407	90.41	<.001	0.14
pH.Mn	2	0.49391	0.24695	10.22	0.003	0.24
pH.Fe	2	0.31081	0.15540	6.43	0.014	0.24
Mn.Fe	1	0.11207	0.11207	4.64	0.054	
pH.Mn.Fe	2	0.25066	0.12533	5.19	0.026	0.34
Residual	11	0.26573	0.02416			
Total	23	4.54560				

***** Analysis of variance eindbeoordeling *****

Variate: ijzer

Source of variation	d.f. (m.v.)	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	L.S.D.
blok stratum	1	0.22793	0.22793	3.22		
blok.*Units* stratum						
pH	2	0.62891	0.31445	4.45	0.045	0.29
Mn	1	2.78723	2.78723	39.42	<.001	0.24
Fe	1	4.72593	4.72593	66.83	<.001	0.24
pH.Mn	2	1.32335	0.66168	9.36	0.006	0.41
pH.Fe	2	0.70882	0.35441	5.01	0.034	0.41
Mn.Fe	1	0.66040	0.66040	9.34	0.014	0.34
pH.Mn.Fe	2	0.70054	0.35027	4.95	0.035	0.58
Residual	9(2)	0.63643	0.07071			
Total	21(2)	11.92419				

3.3. Gewaswaarnemingen

Wekelijks zijn de planten beoordeeld op het voorkomen van de zogenoemde 'spikkels'. Deze zijn echter niet geconstateerd. Wel is een andere vorm van gewasschade geconstateerd. Het verloop van de gewasschade verliep als volgt:

- 1) Enkele bruine stipjes aan de onderzijde van het oude blad (+)
- 2) Toename van het aantal stipjes tot kleine plekje, met name rond of op de nerven (++)
- 3) Bruinverkleuring van de nerven aan de onderzijde van het oude blad (+++)
- 4) Bladrand van het oude blad wordt donkerder (++++)
- 5) Geelverkleuring van het oude blad (+++++)

De planten die duidelijk schade vertoonden bleven achter in gewasgroei. In tabel 8 is de mate waarin de planten beschadigd waren weergegeven.

Tabel 8. Mate van gewasschade gedurende het onderzoek

pH	Mn	Fe	tussen beoord.	eind beoord.
pH = 4	Mn-laag	Fe-laag	-	-
	Mn-laag	Fe-hoog	-	-
	Mn-hoog	Fe-laag	+	+++
	Mn-hoog	Fe-hoog	++	+++
pH = 5,5	Mn-laag	Fe-laag	-	-
	Mn-laag	Fe-hoog	-	-
	Mn-hoog	Fe-laag	++	++++
	Mn-hoog	Fe-hoog	++	+++
pH = 7	Mn-laag	Fe-laag	-	-
	Mn-laag	Fe-hoog	-	-
	Mn-hoog	Fe-laag	+++	+++++
	Mn-hoog	Fe-hoog	+	++

- = geen schade
 + = geringe schade (enkele stipjes onderzijde oude bladeren)
 +++++ = zeer veel schade (bruine nerven en vergeling van de oude bladeren)

Bij alle behandelingen met de standaard-hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing is geen duidelijk schade geconstateerd. Ook niet in combinatie met een overmaat aan Fe. Daarentegen is bij alle behandelingen met een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing de beschreven gewasschade in meer of mindere mate geconstateerd. Het is dan ook aannemelijk dat deze schade veroorzaakt werd door een overmaat aan Mn. Bij de behande-

lingen met een standaardhoeveelheid Fe nam de schade toe naarmate de pH hoger was. Bij de hogere pH's werd minder schade geconstateerd indien er eveneens een overmaat aan Fe in de voedingsoplossing zat. Dit wordt hoogst waarschijnlijk veroorzaakt door het Fe/Mn-antagonisme. Dit antagonisme blijkt groter te zijn bij een hogere pH in de voedingsoplossing. Van Fe-overmaat is geen duidelijke gewasschade geconstateerd.



foto 2. Onderzijde Begonia blad met Mn-overmaat (stadium 3)



foto 3. Onderzijde Begonia blad met Mn-overmaat (stadium 5)

4. CONCLUSIE

In dit onderzoek, met Begonia op watercultuur, is door het geven van een overmaat aan Mn (200 $\mu\text{mol/l}$) en Fe (200 $\mu\text{mol/l}$) geen zogenoemde 'spikkels' geconstateerd. Ook door de pH te variëren (4,0 - 5,5 - 7,0), in combinatie met de standaard en een overmaat aan Mn en Fe in de voedingsoplossing, zijn geen 'spikkels' geconstateerd.

De hoeveelheid Fe in de juist volgroeide bladeren liep uiteen van 0,8 tot 3,4 mmol/kg droge stof. Het Fe-gehalte in het blad was hoger bij een overmaat van Fe in de voedingsoplossing ten opzichte van de standaard-hoeveelheid Fe in de voedingsoplossing. Daarnaast speelde ook het Mn-gehalte en de pH een rol. Bij een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing werd minder Fe gevonden in de bladeren ten opzichte van de standaard-hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing (Mn/Fe-antagonisme). Dit effect werd groter naarmate de pH hoger was. Er is geen duidelijke gewasschade geconstateerd van Fe-overmaat.

De gevonden Mn-gehalten in de juist volgroeide bladeren varieerden sterker en liepen uiteen van 1,0 tot 20,0 mmol/kg droge stof. Bij de beoordelingen bleek duidelijk dat het Mn-gehalte in de net volgroeide bladeren veel hoger was bij de behandelingen met een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing dan bij de standaard-hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing. Daarnaast werd bij een laag Mn-gehalte in de voedingsoplossing geen duidelijk effect geconstateerd van de Fe-hoeveelheid in de voedingsoplossing. Bij een overmaat van Mn in combinatie met een overmaat van Fe in de voedingsoplossing werd beduidend minder Mn gevonden in het blad dan bij de standaard-hoeveelheid Fe in de voedingsoplossing (Fe/Mn antagonisme). Het effect van de Fe-hoeveelheid in de voedingsoplossing was niet significant bij de lage pH, maar nam toe bij de hogere pH's.

Bij Mn-gehalten lager dan 4,0 mmol/kg droge stof is geen duidelijke Mn-schade geconstateerd. Bij hogere gehalten is, afhankelijk van het niveau, meer of minder schade geconstateerd. Het verloop hiervan verliep als volgt:

- 1) Enkele bruine stipjes aan de onderzijde van het oude blad.
- 2) Toename van het aantal stipjes tot kleine plekjes, met name rond of op de nerven.
- 3) Bruinverkleuring van de nerven aan de onderzijde van het oude blad.
- 4) Bladrand van het oude blad wordt donkerder.
- 5) Geelverkleuring van het oude blad.

De planten die duidelijk schade vertoonden bleven achter in gewasgroei.

Bij alle behandelingen met de standaard-hoeveelheid Mn in de voedingsoplossing is geen schade geconstateerd. Daarentegen is bij alle behandelingen met een overmaat aan Mn in de voedingsoplossing in meer of mindere mate Mn-schade geconstateerd. Bij deze behandelingen in combinatie met de standaard-hoeveelheid Fe nam de schade toe naarmate de pH hoger was. Indien eveneens een overmaat aan Fe in de

voedingsoplossing aanwezig was, werd bij de hogere pH's minder schade geconstateerd. Dit wordt hoogst waarschijnlijk veroorzaakt door het Fe/Mn-antagonisme. Dit antagonisme blijkt groter te zijn bij een hogere pH in de voedingsoplossing.

LITERATUUR

- Kreij, de C., Sonneveld, C., Warmenhoven, M. en Straver, N.A., 1992:
Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en
bloemen onder glas. No. 15 Serie: Voedingsoplossingen
glastuinbouw. 3^e druk
Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk,
Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland te Aalsmeer
- Lavsen, E.R., 1986: pH i joid, vand og planter.
Gartner Tidende 32 (1986) p. 1040 - 1041
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L.,: Voedingselementen.
Informatie reeks No. 89
Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk,
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr),
Consulentschappen voor de tuinbouw
- Sonneveld, C., 1990: Mangaan in de plant: bepaling en interpretatie.
Intern verslag nr. 14
Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk
- 1992, Bemestingsadviesbasis Glastuinbouw.
Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw
afd. Glasgroente en Bestuiving en afd. Bloemisterij

BIJLAGE 1. CHEMISCHE ANALYSES POTGROND EN GEWAS VAN PLANTEN MET EN ZONDER 'SPIKKELS'

CHEMISCHE ANALYSES POTGROND

(Extractiemethode: 1:1,5 volume met water)

behandeling	pH	EC (mS/cm)	EC (mmol/l)	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	CL	S04	HCO3	P	Fe (micromol/l)	Mn	Zn	B	Cu
O 1	5.8	0.5	0.1	1.7	0.8	0.6	0.5	2.9	0.3	0.3	0.1	0.07	6.0	0.2	2.4	6.0	0.6	
O 2	6.1	0.7	0.1	2.0	1.3	0.8	0.8	4.0	0.5	0.6	0.1	0.11	6.2	0.2	5.0	5.0	1.3	
B 1	5.3	0.5	0.1	1.9	0.6	0.6	0.4	3.4	0.3	0.2	0.1	0.09	4.4	0.3	1.2	7.0	0.5	
B 2	5.7	1.0	0.1	2.3	1.3	1.3	1.3	6.2	0.5	0.1	0.1	0.19	4.8	0.5	5.1	5.0	0.9	

O 1 EN O 2 = PLANTEN ZONDER SPIKKELS
 B 1 EN B 2 = PLANTEN MET SPIKKELS

CHEMISCHE ANALYSES GEWAS

behandeling	P	K	Mg	Ca	Na	Zn	Cu	Mn	Fe	B
O 1	245	665	478	582	332	0.58	0.09	1.77	2.73	3.95
O 2	238	757	455	567	288	0.77	0.14	2.16	2.72	3.75
B 1	260	715	565	687	403	0.46	0.04	4.54	11.9	3.95
B 2	228	822	534	717	299	0.36	0.07	4.21	13.12	4.44
B 3	205	829	495	601	325	0.63	0.1	3.95	13.75	4.05
B 4	189	697	414	437	211	0.68	0.12	2.61	10.61	3.75

O 1 EN O 2 = PLANTEN ZONDER SPIKKELS
B 1 T/M B 4 = PLANTEN MET SPIKKELS

BIJLAGE 2. PROEFSHEMA

blok 1

pH=5,5 Mn	pH=4,0 Fe	pH=4,0 Mn	pH=5,5	pH=7,0 Mn Fe	pH=5,5 Fe
pH=4,0	pH=7,0	pH=5,5 Mn Fe	pH=7,0 Fe	pH=7,0 Mn	pH=4,0 Mn Fe

blok 2

pH=5,5 Mn Fe	pH=5,5 Fe	pH=7,0	pH=4,0 Fe	pH=4,0	pH=4,0 Mn
pH=7,0 Fe	pH=4,0 Mn Fe	pH=5,5 Mn	pH=7,0 Mn	pH=5,5	pH=7,0 Mn Fe

Mn = mangaan-overmaat Fe = ijzer-overmaat

BIJLAGE 3. STANDAARDVOEDINGSOPLOSSING (BEMESTINGSADVIESBASIS, 1992)

Begonia; klasse = 7.2.4.

7.X.X.

Schema: A000 (demi-water)

	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	P	(mmol/l)
standaard	1,25	4,0	3,75	0,75	10,75	1,0	1,5	
aanpassing *	0,00	5,0	4,25	1,00	12,00	1,0	1,5	

* Om een te sterke daling van de pH te voorkomen is NH₄⁺ vervangen.

Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	(μ mol/l)
15	5	3	10	0,5	0,5	

Dosering EC standaard = 1,7 mS/cm

X.2.X. = matig zoutgevoelig

X.X.4. = streefwaarde pH = 5,2 - 6,0