

cb
Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
2
V
78

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Effecten van hoge ijzerchelaatconcentraties op de ontwikkeling van enkele gewassen

en

het effect van licht op de afbraak van ijzerchelaten.

W. Voogt

Naaldwijk, oktober 1984

Intern verslag nr. 32

2235897

A
2
V
70

ISN=

Inhoud

Inleiding	1
Proef 1 IJzerchelaatconcentraties bij chrysant in watercultuur	2
Doel	2
Proefopzet	2
Verloop van de proef	2
Water en voeding	3
Gewasonderzoek	4
Conclusie	5
Proef 2 IJzerchelaatconcentraties bij chrysant, tomaat, paprika en komkommer in watercultuur	6
Doel	6
Proefopzet	6
Verloop van de proef	6
Water en voeding	7
Schadebeelden gewas	7
Conclusie	12
Proef 3 Vergelijking van twee soorten Fe EDTA in verschillende concentraties	13
Doel	13
Proefopzet	13
Verloop van de proef	13
Analyse voedingsoplossing	13
Resultaten eerste proef	15
Resultaten tweede proef	17
Conclusie	19
Proef 4 Het effect van licht op de afbraak van ijzerchelaten	20
Doel	20
Proefopzet	20
Resultaten	20
Conclusie	21

Inleiding

In 1980 deden zich op een praktijkbedrijf problemen voor bij de teelt van chrysanten in voedingsfilm. De gedachte bestond dat dit veroorzaakt zou kunnen zijn door chelaatvergiftiging. De standaardvoedingsoplossing voor chrysanten heeft namelijk een hoog ijzergehalte: $70 \text{ } \mu\text{mol.l}^{-1}$. Geen gegevens waren bekend bij welke concentratie schade op kan treden. Daarom is een proefje gestart waarin het effect van ijzerchelaatconcentraties werd nagegaan bij chrysant.

Vervolgens is een proef opgezet met nog verder uiteenlopende chelaatconcentraties bij chrysant, tomaat, komkommer en paprika. Daarna is een proef opgezet waarbij werd nagegaan of chelaatschade veroorzaakt wordt door onzuiverheden in het handelsprodukt of door het chelaat zelf. Tenslotte is nog gekeken naar de snelheid van afbraak van ijzerchelaten onder invloed van licht.

Achtereenvolgens worden deze verschillende proeven nu besproken.

Proef 1 IJzerchelaatconcentraties bij chrysant in watercultuur

Doel

Nagaan bij welke concentratie aan ijzerchelaat schade optreedt.

Opzet

In de proef werden drie verschillende ijzerchelaten in drie concentraties met elkaar vergeleken, te weten:

Fe - DTPA	(330-Fe)
Fe - EDTA	(Fe-Lo)
Fe - EDDHA	(138-Fe)

In concentraties van 35 umol.l^{-1} , 70 umol.l^{-1} en 150 umol.l^{-1} .

Voorts was er een behandeling zonder ijzer.

Bovendien werden drie verschillende chrysantenrassen in de proef opgenomen. Twee rassen waarvan was gebleken dat ze gevoelig waren voor bladverbranding en één ongevoelig ras.

gevoelig	: Clingo
	Oranje westland
ongevoelig	: Snow westland

De proef werd uitgevoerd in plastic bakken met een inhoud van 25 liter. In de bakken werd gedemineraliseerd water gedaan. Voor zuurstofvoorziening werd gebruik gemaakt van perslucht. In één helft van elke bak werden chrysantenstekken gezet die in water zonder voeding werden beworteld. Zodra deze voldoende wortels hadden, werd de volledige voedingsoplossing aan het water toegevoegd, evenals het desbetreffende ijzerchelaat. Hierna werd de andere helft van de bak beplant met chrysantenstekken.

Verloop van de proef

Op 23 januari werd de eerste partij stekken ingezet.

Reeds na een dag of vijf was er een begin van beworteling waar te nemen.

Na 10 dagen waren de stekken beworteld. Op 6 februari werd de voedingsoplossing toegevoegd en werden de verschillende ijzertrappen ingesteld. Tevens werd toen de andere helft van de bak beplant met stek. Aanvankelijk trad er iets geelkleuring op bij de laagste ijzerconcentraties (35 umol) en bij behandeling 0. Bij deze laatste behandeling ging de geelkleuring door totdat er na twee weken groeistilstand optrad. De lichte geelkleuring bij de 35 umol concentraties trok na een week weg. De beworteling van de tweede serie stek ging normaal, behalve bij de hoogste concentratie van EDTA. Bij deze behandeling bleef ook de groei iets achter t.o.v. de overige behandelingen. Deze groeiremming was bij de onbewortelde serie sterker dan bij de eerste serie. Bij het ras Clingo trad ook enige bladverbranding op. Bij de normale concentratie (70 umol) was de groei het beste.

Op 3 maart is de proef beëindigd.

Water en voeding

Bij deze proef is uitgegaan van de standaardvoedingsoplossing voor chry-
sant. Deze is als volgt samengesteld.

NO_3^-	10.5	mmol.l^{-1}	Fe	70	umol.l^{-1}
H_2PO_4^-	1.0	" "	Mn	20	" "
SO_4^{2-}	1.0	" "	Zn	3	" "
NH_4^+	0.5	" "	B	20	" "
K^+	5.5	" "	Cu	0.5	" "
Ca^{++}	2.75	" "	Mo	0.5	" "
Mg^{++}	1.0	" "			

Het ijzer werd er in dit geval uitgelaten en apart in drie concentraties toegevoegd.

De voedingsoplossing is enkele malen bemonsterd en onderzocht op ijzer. Tabel 1 geeft hiervan de resultaten.

Behandeling	Fe	umol.l^{-1}
0		0.3
DTPA 35 umol		28
" 70 "		52
" 150 "		104
EDDHA 35 "		23
" 70 "		39
" 150 "		81
EDTA 35 "		35
" 70 "		64
" 150 "		106

Tabel 1 Gemiddelde ijzerconcentraties in de voedingsoplossing.

Ook is het verloop van de EC en de pH nagegaan. Tabel 2 geeft hiervan het resultaat. Omdat er tussen de behandelingen geen verschillen bestonden, zijn deze gemiddeld.

<u>Datum</u>	<u>EC</u>	<u>pH</u>
7/2	2.0	5.2
12/2	1.9	3.8
15/2	1.6	6.6
18/2	1.4	6.4
20/2	1.2	5.8

Tabel 2 Gemiddelde waarde van EC en pH.

Uit de tabel blijkt, dat de EC vrij snel gedaald is. Dit komt doordat telkens alleen met water bijgevuld is.

De pH daalde aanvankelijk sterk. Er is toen landbouwpoederkalk toegevoegd, 30 mg/l.

Gewasonderzoek

Bij het einde van de proef is een monster genomen van het jonge volgroeide blad van de eerste serie planten. Ook is bij de hoogste ijzerconcentraties van de tweede serie planten een monster genomen. In deze monsters is het gehalte aan mangaan, ijzer en zink bepaald. De monsters werden vooraf volgens voorschrift gespoeld.

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven.

Behandeling					Fe	Mn	Zn
0 Fe			eerste serie		0.61	5.65	5.15
DTPA	35	umol	"	"	1.99	4.70	1.27
"	70	"	"	"	1.95	4.59	1.13
"	150	"	"	"	1.99	4.59	1.23
EDDHA	35	"	"	"	2.08	5.37	3.24
"	70	"	"	"	2.06	4.79	3.08
"	150	"	"	"	2.16	4.63	2.47
EDTA	35	"	"	"	1.93	5.15	1.70
"	70	"	"	"	1.90	4.64	1.20
"	150	"	"	"	2.15	4.30	1.22
DTPA	150	"	tweede	"	2.16	3.06	0.82
EDDHA	150	"	"	"	2.36	2.86	0.99
EDTA	150	"	"	"	2.40	2.50	0.89

Tabel 3 Analyseresultaten van het gewasonderzoek.

Bij behandeling 0 is het ijzergehalte laag. Het mangaangehalte is hier wat hoger dan bij de overige behandelingen en het zinkgehalte zeer veel hoger. De ijzergehalten liggen bij de verschillende chelaten en concentraties op eenzelfde niveau. Bij de tweede serie planten liggen de concentraties wat hoger. De mangaangehalten nemen iets af bij toenemend ijzer in de voedingsoplossing. Tussen de verschillende chelaten bestaan gemiddeld weinig verschillen in mangaangehalte. Het zinkgehalte neemt af met een toenemend ijzergehalte in de voedingsoplossing. Bij de tweede serie planten is het zinkgehalte wat lager dan bij de eerste serie planten bij de overeenkomende behandelingen. Opvallend is, dat bij EDDHA, de zinkgehalten gemiddeld het dubbele bedragen van de gehalten bij de overige behandelingen.

Conclusie

Nagegaan werd of ijzerchelaten een toxische werking hadden op jonge chrysanten. Het bleek dat de chelaten DTPA en EDDHA in het onderzochte traject geen invloed hadden op de groei. EDTA gaf enige groeiremming bij de concentratie van 150 $\mu\text{mol.l}^{-1}$. Het ras Clingo bleek hierbij gevoeliger te zijn dan de rassen Westland Oranje en Westland Dark. Ook bleek dat onbewortelde stekken gevoeliger waren dan bewortelde stekken. Overigens werden geen verschijnselen waargenomen die overeenkwamen met de verschijnselen die in de praktijk voorkwamen. Uit het gewasonderzoek bleek dat de ijzerconcentraties en het chelaat geen invloed hadden op het ijzergehalte in het gewas. Bij toenemend ijzer in de voedingsoplossing werd minder mangaan en zink opgenomen. EDDHA heeft een positief effect op de opname van zink.

Proef 2 IJzerchelaatconcentraties bij chrysant, tomaat, paprika en komkommer in watercultuur

Doel

Nagaan wat de schadebeelden zijn van hoge ijzerchelaatconcentraties en bij welke concentratie deze optreden.

Opzet

In de proef werden twee verschillende ijzerchelaten in vijf concentraties met elkaar vergeleken:

Fe - DTPA
Fe - EDTA

Concentratie 10, 100, 200, 300 en 500 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.

In de proef werden de volgende gewassen opgenomen: chrysant, tomaten, komkommer en paprika.

De planten werden geteeld in bakken met water. Door het inblazen van lucht in de bakken werd het water voorzien van zuurstof.

Verloop van de proef

Op 5 maart werden bewortelde chrysantenplanten, afkomstig uit de vorige proef, op de behandelingen gezet. De rassen waren: Clingo, Oranje Westland en Snow Westland. Per ras werden twee planten opgenomen. Op dezelfde datum werden ook onbewortelde stekken geplant. Twee dagen later was in de hoogste concentratie met EDTA de eerste schade te zien. Na verloop van tijd kwamen ook bij de lagere concentraties schadebeelden naar voren en ook bij de behandelingen met DTPA. De reactie was zowel te zien bij bewortelde als bij onbewortelde stekken. Op 31 maart werd de chrysantenproef beëindigd.

De tomaten werden op 18 maart op de bakken gezet. De tomaten waren in potgrond gezaaid en opgekweekt in een voedingsoplossing met de normale hoeveelheid ijzer. Bij het planten werd van een gedeelte van de planten de helft van de wortels afgeknipt. Op 20 maart werden de eerste verschijnselen waargenomen, bij de planten met afgeknipte wortels in de hoogste concentraties. Bij de behandelingen met EDTA werden meer verschijnselen waargenomen dan bij DTPA. Na verloop van tijd kwamen ook bij lagere concentraties schadebeelden voor. Op 16 april werd de proef beëindigd.

Op 25 maart zijn de komkommers ingezet, hierbij is ook een gedeelte van de wortels afgeknipt van een paar planten. Tot eind april, toen de proef beëindigd werd, werden geen schadebeelden waargenomen.

Op 18 april werd gestart met paprika's. Hier werden na enkele dagen al schadebeelden waargenomen bij de hoogste concentraties. De proef werd op 7 mei beëindigd.

Water en voeding

Bij deze proef werd gebruik gemaakt van de standaardvoedingsoplossing voor chrysanten. Ook hier is het ijzer uit de oplossing gelaten en is overeenkomstig de behandelingen toegevoegd.

Verschillende malen is de voedingsoplossing bemonsterd en onderzocht op ijzer. Tabel 1 geeft hiervan de resultaten.

Tabel 1. Gemiddelde ijzerconcentraties in de verschillende behandelingen.

<u>Behandeling</u>	<u>Fe</u>	<u>umol.l⁻¹</u>
DTPA 35 umol.l ⁻¹		27
" 100 "		109
" 200 "		212
" 300 "		337
" 500 "		541
EDTA 35 "		21
" 100 "		117
" 200 "		225
" 300 "		342
" 500 "		574

Het blijkt dat de gemiddelde ijzerconcentraties goed overeenkomen met de in de proefopzet gestelde behandelingen. Bij de laagste ijzerconcentratie is de gemiddelde concentratie wat lager. Mogelijk dat door opname wat uitputting van ijzer opgetreden is.

Tijdens de proef werd regelmatig de EC gemeten. In tabel 2 is een overzicht gegeven van het EC-verloop.

Tabel 2. Gemiddelde waarde van EC.

<u>Datum</u>	<u>EC</u>	<u>Datum</u>	<u>EC</u>
7/3	2.2	11/4	2.8
14/3	2.1	17/4	2.8
21/3	1.8	29/4	3.2
26/3	1.5	7/5	3.8
8/4	2.6		

Uit de cijfers blijkt dat de EC aanvankelijk daalde en daarna opliep. Dit komt omdat eerst alleen met water bijgevuld is, later ook met voedingsoplossing. Bovendien was het in de tweede periode warmer, waardoor de verdamping t.o.v. de opname ook groter was.

Overigens is de ijzerconcentratie onafhankelijk van de EC geweest, omdat deze in vaste hoeveelheden aan het water werd toegediend.

Het pH-verloop vertoonde wel enige verschillen zodat deze per behandeling wordt weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Gemiddelde pH-waarden van de verschillende behandelingen.

Behandeling	pH	Behandeling	pH
DTPA 35 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	5.3	EDTA 35 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	5.4
" 100 "	5.4	" 100 "	5.5
" 200 "	5.2	" 200 "	5.6
" 300 "	5.1	" 300 "	5.4
" 500 "	4.9	" 500 "	5.7

Uit deze cijfers blijkt dat er een verband bestaat tussen de toevoeging van Fe-DTPA en de pH. Hoe hoger de concentratie aan Fe-DTPA, hoe lager de pH wordt.

Schadebeelden gewas

Chrysant

De toxische werking van de chelaten kwam op de volgende manier tot uiting. Aanvankelijk vertoonden de planten bruinrode vlekken tussen de nerven. Deze plekken verdroogden later. Ook kwam wel voor dat de bladrand verdroogde en ook wel dat de topblaadjes verbrandden. De groei kwam veelal tot stilstand. In de lagere concentraties trad later hergroei op. De nieuw gevormde blaadjes vertoonden geen vergiftigingsverschijnselen. Mogelijk dat de aanvankelijke vergiftiging veroorzaakt werd door beschadiging van de wortels bij het inzetten.

Op verschillende data zijn cijfers gegeven voor de mate van verbranding. Tabel 4 geeft hiervan de resultaten.

Tabel 4. Gemiddelde cijfers voor het schadebeeld door de ijzerchelaten bij chrysanth.

Behandeling	Beworteld	Onbeworteld
DTPA 35 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	0	1.1
" 100 "	1.2	2.8
" 200 "	3.3	5.2
" 300 "	3.4	6.7
" 500 "	3.7	8.0
EDTA 35 "	0	1.1
" 100 "	2.9	6.9
" 200 "	4.5	8.0
" 300 "	3.9	8.0
" 500 "	5.1	9.3

De cijfers berusten op drie maal beoordelen van de mate waarin de planten schade vertonen. Tussen de rassen waren geen grote verschillen. Clingo was over het algemeen het meest gevoelig.

Uit de tabel blijkt dat EDTA giftiger is dan DTPA. Voorts blijkt dat onbewortelde stek gevoeliger is dan bewortelde stek. Bij de onbewortelde stekken gingen bij de hoogste behandelingen enkele planten dood.

Tomaat

Ook bij de tomaat was het schadebeeld aanvankelijk een bruinrode, vlekkerige verkleuring van de bladeren, later verbranden deze vlekken en uiteindelijk stierf het blad af. Ook trad er duidelijk groeiremning op. De planten waarvan de wortels beschadigd waren, reageerden sneller dan de planten met gezonde wortels.

Van dit gewas zijn ook een paar maal de verbrandingsverschijnselen beoordeeld. Tabel 5 geeft hiervan de resultaten.

Tabel 5. Gemiddelde cijfers voor het schadebeeld door de ijzerchelaten bij tomaat.

Behandeling	gez.wortel	besch.wortel
DTPA 10 umol	0	0.3
" 100 "	0.3	2.0
" 200 "	1.3	4.7
" 300 "	3.0	4.3
" 500 "	4.2	5.3
EDTA 10 "	0	1.0
" 100 "	1.3	2.7
" 200 "	2.0	4.0
" 300 "	4.7	7.0
" 500 "	6.3	7.3

Deze cijfers berusten op drie maal beoordelen van het schadebeeld.

Aan het einde van de proef is het plantgewicht en het wortelgewicht van de planten met gezonde wortels bepaald. Tabel 6 geeft hiervan de resultaten.

Behandeling	Plantgewicht	Wortelgewicht
DTPA 35 umol	246 g	50 g
" 100 "	183	38
" 200 "	143	36
" 300 "	108	27
" 500 "	115	26
EDTA 35 "	201	32
" 100 "	157	30
" 200 "	172	43
" 300 "	79	23
" 500 "	15	4

Tabel 6. Gemiddeld plant- en wortelgewicht van de tomatenplanten.

Uit de tabellen 5 en 6 blijkt dat voor tomaat hetzelfde geldt als voor de chrysant. Het ijzerchelaat EDTA geeft meer schadebeelden dan DTPA. De planten waarbij de wortels beschadigd werden, vertonen meer verschijnselen dan de planten met een intact wortelgestel. Verder neemt het plantgewicht af bij een toenemende chelaatconcentratie. Ook het wortelgewicht neemt af, zij het dat dit minder regelmatig is.

Komkommer

Bij dit gewas werden bij de in de proef opgenomen concentraties geen schadebeelden waargenomen. Ook bij planten met afgeknipte wortels kwamen geen vergiftigingsverschijnselen naar voren.

Paprika

Het schadebeeld bij paprika bestond uit paarsbruine vlekken op de bladeren. Deze ontstonden het eerst op de jonge volgroeide bladeren en later ook op de jonge topblaadjes. Het deed zich niet voor op de oudere bladeren. Ook kwamen er gele vlekken voor. Na verloop van tijd vielen de bladeren af. Er trad groeiremming op vanaf behandeling 2 en bij de hoogste concentraties ging de plant dood.

Enkele malen is het schadebeeld beoordeeld, tabel 7 geeft hiervan de resultaten.

Tabel 7. Gemiddelde cijfers voor vergiftigingsverschijnselen door ijzerchelaaten bij paprika.

<u>Behandeling</u>	<u>Cijfer</u>
DTPA 35 umol	0.3
" 100 "	1.6
" 200 "	1.9
" 300 "	4.9
" 500 "	8.0
EDTA 35 "	1.0
" 100 "	3.1
" 200 "	1.7
" 300 "	5.7
" 500 "	6.2

Uit de cijfers komt naar voren dat beide chelaten voor paprika giftig zijn. Welke het meest giftig is, is niet duidelijk uit de cijfers. Ook speelt er waarschijnlijk nog een andere factor een rol, omdat bij de normale concentraties ook al enige bladverbranding optrad, mogelijk veroorzaakt door het overzetten van de planten. Verder viel de groei tegen door pythium-aantasting.

Conclusie

Nagegaan werd wat het schadebeeld was van te hoge concentraties ijzerchelaten in de voedingsoplossing bij de gewassen chrysant tomaat, komkommer en paprika.

De komkommer is in het onderzochte traject ongevoelig voor de ijzerchelaten.

Bij de andere gewassen is het algemene schadebeeld een roodachtig vlekkenpatroon dat later overgaat in necrose. Veelal vindt er groeiremming plaats.

De chrysant is gevoeliger voor EDTA dan voor DTPA. Schade wordt gevonden vanaf $100 \text{ } \mu\text{mol Fe.l}^{-1}$. Bij onbewortelde stek treedt meer schade op.

Ook de tomaat is gevoeliger voor EDTA dan voor DTPA. Vergiftigingsverschijnselen worden gevonden vanaf $100 \text{ } \mu\text{mol Fe.l}^{-1}$.

De paprika is gevoelig voor beide chelaten, niet duidelijk werd welke concentratie.

Het ijzerchelaat DTPA heeft effect op de pH, in die zin dat hogere concentraties, verlaging van de pH tot gevolg heeft.

Proef 3 Vergelijking van twee soorten Fe-EDTA in verschillende concentraties

Doel

Nagaan of de toxiciteit van EDTA-ijzerchelaat veroorzaakt wordt door het chelaat of door onzuiverheden in het technische produkt.

Opzet

Vergeleken worden: een technisch produkt, Fe-Lo (Librel) en een zuivere Fe-EDTA. Deze Fe-EDTA is als volgt bereid: 33,318 g chemisch zuivere Na-EDTA wordt opgelost in 500 ml water. Hieraan wordt 104 ml 1 n KOH toegevoegd. Vervolgens wordt 24,875 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ opgelost in 200 ml water. De oplossingen worden samengevoegd en het volume wordt aangevuld tot 900 ml. De oplossing wordt ca. 12 uur geaereerd totdat de oplossing sterk theekeurig is geworden. Hierna wordt de oplossing aangevuld tot één liter. Eén ml van deze oplossing bevat 5 mg Fe.

De proef werd uitgevoerd met tomaten en paprika. De planten werden geteeld in watercultuur. Aan de voedingsoplossing werden van beide chelaten de volgende concentraties toegediend: 35, 100, 200, 300 en 500 $\mu\text{mol.l}^{-1}$. De standaardvoedingsoplossing voor tomaten wordt gebruikt.

Verloop van de proef

Op 5 februari werden tomatenplanten in de voedingsoplossing gezet. Na ongeveer twee weken werd zichtbaar dat bij de hoogste ijzertrappen groeiremming optrad. Op 18 februari werden verschijnselen waargenomen die duiden op chelaatschade. Op 16 maart werden de planten afgesneden. Op 17 maart werd opnieuw gestart, ditmaal met paprika en tomaat.

Na een week werd bij de behandeling met 35 μmol handelschelaat, ijzergebrek geconstateerd. Toen is bij beide behandelingen met laag ijzer 35 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ extra toegediend. Bij de tomaten traden geringe groeiverschillen op. Schadebeelden werden niet geconstateerd. Op 21 april is bij een gedeelte van de planten een gedeelte van de wortels beschadigd. Bij deze planten waren reeds na 12 uur schadebeelden te zien. Op 27 april zijn de tomaten afgesneden. Bij de paprikaplanten werden aanvankelijk geen groeiverschillen geconstateerd. Later, zo ongeveer een maand, werd duidelijk dat de planten bij de behandelingen met hoog ijzer achterbleven in groei. Op 6 april werden schadebeelden waargenomen. Op 27 april werd de proef beëindigd.

Analyse voedingsoplossing

Eenmaal per veertien dagen werd de voedingsoplossing onderzocht op sporelementen. In tabel 1 zijn de ijzergehalten weergegeven.

Tabel 1. IJzergehalten in de voedingsoplossing tijdens de proef.

		24/2	2/3	9/3	6/4	21/4	gemiddeld
Librel EDTA	35	28.3	28.0	37.2	35.1	72.6	40.2
	100	99.4	103.4	119.3	127.5	215.6	133.0
	200	244.5	265.6	234.2	273.9	492.4	302.0
	300	421.4	443.7	372.6	371.0	624.0	446.5
	500	729.5	726.4	578.9	712.0	1323.2	814.0
zuiver EDTA	35	27.6	23.7	33.1	30.4	46.2	32.2
	100	90.6	96.1	110.9	75.9	109.9	96.7
	200	186.0	204.4	220.3	214.0	286.2	222.2
	300	288.2	319.8	337.6	381.0	433.5	352.0
	500	542.7	560.4	561.1	561.1	989.8	643.0

Het blijkt dat de in de proefopzet genoemde gehalten ruimschoots gehaald worden. Vooral bij de hogere niveaus zijn de concentraties hoger. Verder blijkt dat het redelijk gelukt is om de concentraties op eenzelfde niveau te houden. Alleen aan het einde van de proef zijn de concentraties beduidend hoger geweest. De concentraties van het handelsprodukt zijn gemiddeld hoger. De toegediende hoeveelheden hiervan zijn berekend op basis van het opgegeven gehalte. Het is goed mogelijk dat dit hoger geweest is. Van de overige sporelementen zijn de concentraties weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Gemiddelde sporelementen concentraties tijdens de proef.

		Mn	Zn	B	Cu
Librel EDTA	35	1.7	3.5	39	1.8
	100	2.8	4.8	50	1.8
	200	2.3	4.3	59	1.8
	300	3.2	6.3	65	2.0
	500	2.9	6.3	82	1.9
zuiver EDTA	35	11.7	5.9	30	1.7
	100	12.1	6.7	34	1.7
	200	13.0	8.1	39	1.6
	300	2.4	4.8	64	2.0
	500	2.5	5.4	74	2.0

Resultaten 1^e proef

Beoordeling groeiverschillen

Bij de tomaten werden enkele malen lengtemetingen verricht. Aan het einde van de proef werden de planten ook gewogen. In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 3. De gemiddelde plantlengte tijdens de proef.

	Gemiddelde lengte				
	17/2	24/2	2/3	9/3	einde 16/3
Librel EDTA 1	11.2 cm	19.8 cm	30.0 cm	45.5 cm	63.3 cm
2	11.5	19.0	27.7	42.8	59.8
3	13.5	21.8	33.0	49.5	70.2
4	12.8	20.5	30.8	44.8	64.8
5	10.8	16.8	24.8	34.8	42.2
zuiver EDTA 1	11.0	19.2	28.8	43.8	60.2
2	12.3	20.3	31.2	47.3	67.3
3	11.2	19.2	30.2	47.0	66.8
4	12.5	19.8	29.2	44.7	64.3
5	11.2	18.0	27.5	37.0	42.5

Uit deze gegevens blijkt dat de gemiddelde plantlengte bij de Fe-concentratie van 500 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ flink lager is dan bij de overige ijzerconcentraties. Verder valt op dat bij behandeling 2 bij Librel-Fe de lengte ook vrij laag is.

Aan het einde van de teelt werden de planten gewogen en is het droge stofgehalte bepaald. In tabel 4 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 4. Gemiddelde plantgewichten en droge stof gehalten.

	Gem.plantgewicht	% droge stof	Gem.wortelgewicht	% droge stof
Librel EDTA 1	180.0 g	5.2	24.0	4.8
2	198.3	5.0	24.9	4.1
3	151.5	6.0	24.0	4.0
4	131.4	5.6	19.8	5.1
5	68.3	8.3	10.0	5.7
zuiver EDTA 1	167.9	5.4	23.9	4.2
2	150.1	6.1	23.1	4.5
3	169.0	5.6	20.0	4.8
4	177.4	5.8	22.4	5.2
5	71.2	8.4	6.7	7.0

Uit tabel 4 blijkt dat ook het gewicht van de planten lager is bij de hoogste ijzerconcentraties. Ook het wortelgewicht is behoorlijk lager dan bij de overige behandelingen. Het droge stof gehalte daarentegen is bij de behandelingen met hoog ijzer hoger.

Beoordeling schadebeelden

Tijdens de proef werden bij sommige behandelingen verschijnselen aan de planten waargenomen die veroorzaakt werden door de hoge ijzerchelaatconcentratie. De verschijnselen bestonden hieruit dat verspreid over het blad paarsachtige vlekjes werden waargenomen. Na verloop van tijd verkleurden de vlekken geel en trad ook necrose op. De beelden werden vastgelegd op dia's en foto's. Van de schadebeelden is een beoordeling gemaakt. In tabel 6 zijn de resultaten weergegeven van de beoordelingen van de schade.

Tabel 6. Resultaten van de beoordeling van de schade.

<u>Behandeling</u>	<u>schade</u>	<u>behandeling</u>	<u>schade</u>
Librel EDTA 1	0	zuiver EDTA 1	0
2	0	2	1
3	0	3	0
4	1	4	3
5	4	5	6

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat de schade het grootst is bij de behandelingen met de hoogste ijzerconcentraties. Tussen beide ijzerchelaten is nauwelijks verschil.

Resultaten 2^e proef

Beoordeling groeiverschillen

In tabel 7 zijn de resultaten van de lengtemetingen weergegeven.

Tabel 7. Gemiddelde plantlengte tijdens de proef, tomaat

		Gemiddelde lengte				einde
		8/4	14/4	21/4	27/4	4/4
Librel EDTA	1	62.7	88.7	110.3	115.3	128.1
	2	65.0	88.7	109.3	120.3	140.9
	3	61.3	83.0	104.3	114.3	128.3
	4	50.7	73.3	93.7	105.7	121.7
	5	56.5	77.3	94.3	104.7	115.0
zuiver EDTA	1	57.3	80.0	101.4	112.3	127.1
	2	47.3	72.7	89.7	103.0	-
	3	58.3	81.0	100.3	110.7	123.0
	4	57.3	80.4	100.0	110.7	122.8
	5	60.7	80.3	98.3	110.0	121.1

Het blijkt dat evenals in de eerste proef, de groei afneemt naarmate de ijzer-chelaatconcentratie toeneemt. De afname is hier echter meer over het gehele traject en de verschillen tussen de hoogste en de laagste zijn minder sprekend. Tussen beide chelaten bestaan geen belangrijke verschillen. Wel is opvallend dat bij concentratie 2 bij Librel, de gemiddelde lengte meer is dan bij de overige concentraties. Bij concentratie 2 bij EDTA is de gemiddelde lengte juist minder dan bij de rest.

Bij de paprika's zijn ook lengtemetingen verricht. Hierbij werden echter geen verschillen waargenomen. De groeiverschillen uitten zich veel meer in de totale ontwikkeling van de plant. Tijdens de proef is tweemaal een cijfer gegeven voor de groei. In tabel 8 zijn de uitkomsten weergegeven.

Tabel 8. Resultaten van de groeibeoordeling bij de paprika.

	14/4	21/4
Librel EDTA 1	4	4
2	0	1
3	6	6
4	6	6
5	3	1
zuiver EDTA 1	6	0
2	4	8
3	5	3
4	7	6
5	3	3

Uit tabel 8 blijkt dat zich verschillen voordoen in groei. De groei was over het algemeen vrij slecht. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door een vrij sterke aantasting van pythium. Er is geen duidelijk verband aanwezig met de behandelingen.

Beoordeling schadebeelden

Bij de tweede proef werden bij de tomaten geen schadebeelden waargenomen. Bij de paprikaplanten was dit wel het geval. Daarom is aan het einde van de proef bij een gedeelte van de planten de helft van de wortels afgeknipt. Toen werden wel schadebeelden waargenomen, welke sterk overeen kwamen met de eerder waargenomen verschijnselen. In tabel 9 zijn de resultaten weergegeven van de beoordelingen van de schadebeelden.

Tabel 9. Resultaten van de beoordelingen van de schade na wortelbeschadiging.

Behandeling	Tomaat	Paprika	Behandeling	Tomaat	Paprika
L 1	0	0	E 1	0	0
I 2	0	0	D 2	0	0
B 3	2	1	T 3	1	1
R 4	6	1	A 4	3	0
E 5	4	6	5	6	5
L					

Evenals in de vorige proef blijkt ook hier dat een ijzerconcentratie van 300 umol.l^{-1} of meer, schade geeft. Bij paprika traden de schadebeelden alleen op bij de hoogste ijzertrappen. Tussen beide chelaatsoorten bestaan geen verschillen.

Conclusie

In een proef werd nagegaan of de schade die optreedt door een hoge concentratie ijzerchelaat, veroorzaakt wordt door het chelaat of door verontreinigingen in het handelsprodukt. Dit werd uitgevoerd door een handelsijzerchelaat en een zuiver chelaat in verschillende concentraties te vergelijken bij tomaten en paprika in watercultuur. Groeiverschillen werden waargenomen. Een concentratie van 500 umol.l^{-1} ijzerchelaat gaf een duidelijke groeiremming. Bij 300 umol.l^{-1} trad ook groeiremming, maar niet erg duidelijk. Lagere concentraties dan 300 umol.l^{-1} gaven geen groeiremming te zien. Bij de hoogste concentraties was het droge stof gehalte ca. 50% hoger dan bij de overige behandelingen. Verschijnselen die duiden op chelaatvergiftiging, werden waargenomen bij de hoogste ijzerconcentraties, 300 en 500 umol.l^{-1} . Bij de paprikaplanten werd het effect op de groeisnelheid verstoord door pythium. Chelaatschade werd waargenomen bij de hoogste concentratie. Tussen beide EDTA soorten werden geen verschillen waargenomen wat betreft effect op groei of vergiftigingsverschijnselen. Het effect van chelaatschade door EDTA wordt derhalve hoogstwaarschijnlijk niet beïnvloed door onzuiverheden in het handelsprodukt.

Proef 4 Het effect van licht op de afbraak van ijzerchelaten

Doel

Nagaan of er in welke mate ijzerchelaten afgebroken worden als voedingsoplossingen in contact komen met licht.

Opzet

Een eerste proef werd uitgevoerd waarbij de volgende behandelingen opgenomen werden.

EDTA	voedingsoplossing afgedekt
EDTA	voedingsoplossing niet afgedekt
DTPA	voedingsoplossing afgedekt
DTPA	voedingsoplossing niet afgedekt

De ijzerchelaten werden toegediend aan bakken met voedingsoplossing met een inhoud van ± 5 liter.

Bij een volgende proef is een ijzerchelaat méér opgenomen. Bovendien werd een behandeling opgenomen waarbij de pH continu laag gehouden werd om algengroei te voorkomen. De proefopzet was als volgt:

EDTA	voedingsoplossing afgedekt
EDTA	voedingsoplossing niet afgedekt
EDTA	voedingsoplossing niet afgedekt pH 3.5
DTPA	voedingsoplossing afgedekt
DTPA	voedingsoplossing niet afgedekt
DTPA	voedingsoplossing niet afgedekt pH 3.5
EDDHA	voedingsoplossing afgedekt
EDDHA	voedingsoplossing niet afgedekt
EDDHA	voedingsoplossing niet afgedekt pH 3.5

Resultaten

De voedingsoplossing werd een aantal malen onderzocht op ijzer. In tabel 1 zijn de ijzerconcentraties weergegeven van de eerste proef.

Tabel 1. IJzergehalten in de voedingsoplossing in het licht en in het donker.

datum monstername	donker		licht	
	EDTA	DTPA	EDTA	DTPA
24-2	50.6 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	59.1 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	13.3 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	3.0 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
2-3	56.9	56.6	1.1	1.4
9-3	37.5	53.9	1.4	1.4

Uit deze cijfers blijkt dat het ijzergehalte bij beide chelaten sterk afneemt onder invloed van licht. In tabel 2 zijn de ijzerconcentraties van de tweede proef weergegeven.

Tabel 2. IJzergehalten in de voedingsoplossing in donker en in het licht en in het licht bij een lage pH.

monster- datum	donker			licht			licht pH 3.5		
	EDTA	DTPA	EDDHA	EDTA	DTPA	EDDHA	EDTA	DTPA	EDDHA
start 17-1	25.1	45.6	46.0	25.1	45.6	46.0	25.1	45.6	46.0
20-3	23.3	41.8	43.3	2.1	10.1	37.2	14.4	49.2	41.3
23-3	17.7	41.2	43.4	0.7	1.2	24.0	7.6	23.0	30.4
25-3	16.2	41.3	44.3	1.1	0.4	16.6	8.0	18.0	29.8
30-3	14.8	39.8	46.1	0.0	0.3	5.4	9.8	16.3	29.1

Het verloop van de ijzerconcentraties is weergegeven in tabel 1. De concentraties zijn relatief, de concentratie gemeten bij de start van de proef is op 100% gesteld.

Uit de tabel en figuur 1 blijkt dat de ijzerconcentraties afnemen onder invloed van licht. Waarschijnlijk is dit het gevolg van afbraak van het chelaatcomplex. Bij in het licht geplaatste voedingsoplossingen treedt pH stijging op als gevolg van algengroei. Bij hogere pH waarden kan omwisseling plaatsvinden van het kation aan het chelaatcomplex. Bij de bak waar de pH laag gehouden wordt, vindt echter ook een afname van de ijzerconcentratie plaats, terwijl bij deze pH geen omwisseling plaatsvindt. Ook onder donkere omstandigheden neemt bij EDTA de ijzerconcentratie af. Mogelijk vindt onder deze omstandigheden ook afbraak plaats. Tussen de chelaatsoorten bestaan grote verschillen. Onder invloed van licht is bij EDTA en DTPA na ca. 5 dagen geen ijzerchelaat meer aanwezig. Bij EDDHA is na 14 dagen het ijzerchelaat grotendeels verdwenen. Verlaging van de pH heeft tot gevolg dat de afbraak vertraagd wordt en er lijkt een stabilisatie op te treden na ca. 10 dagen. Onder donkere omstandigheden wordt van EDTA in de loop van twee weken ca. 40% afgebroken. Bij DTPA neemt de ijzerconcentratie met 10% af en bij EDDHA blijft de concentratie nagenoeg gelijk.

Conclusie

Ijzerchelaten breken af onder invloed van licht. EDTA en DTPA werden in deze proef na 5 dagen vrijwel volledig afgebroken, EDDHA na 14 dagen. pH verlaging gaf vertraging en mogelijk stopzetting van het afbraakproces. EDTA werd ook onder donkere omstandigheden afgebroken.

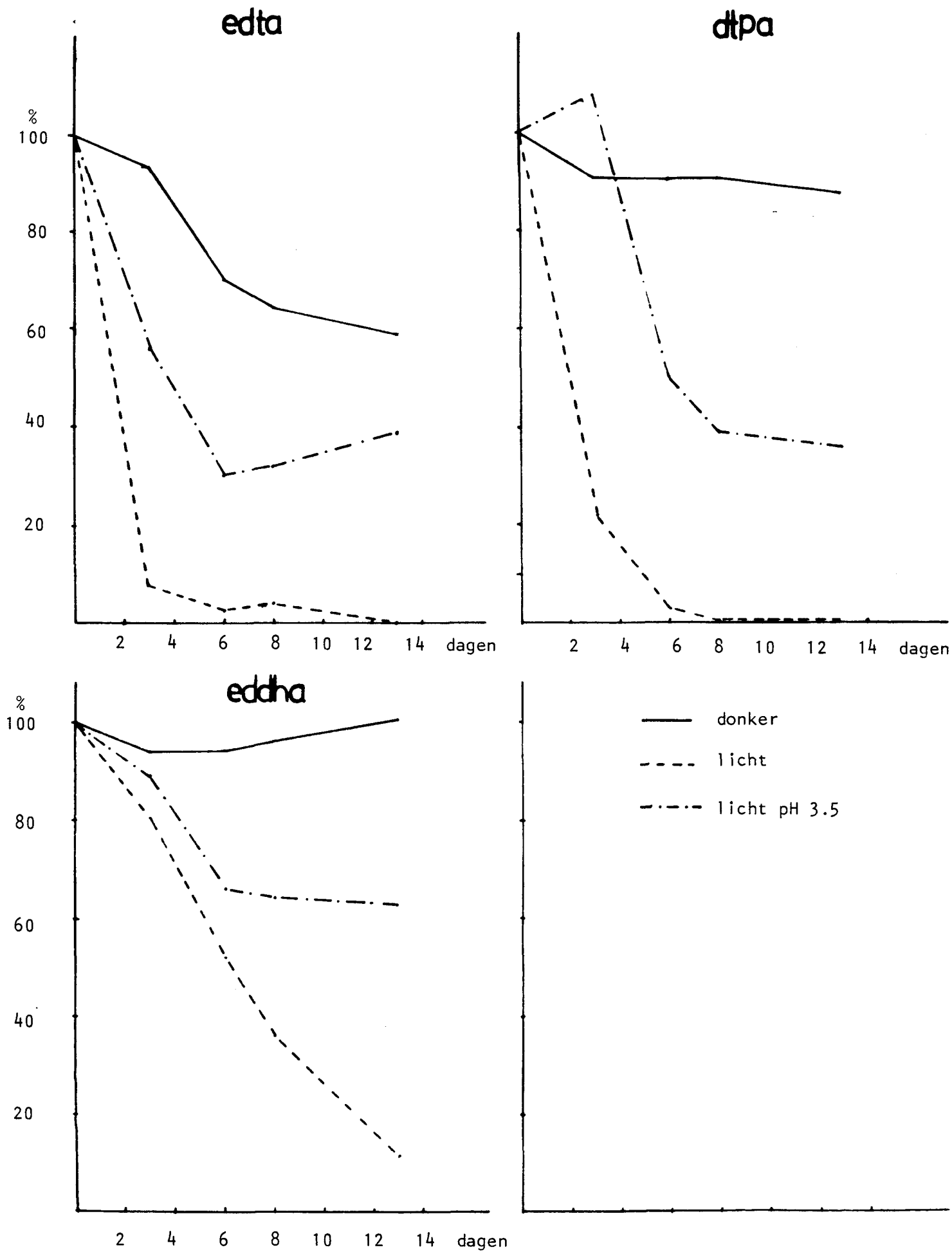


fig. 1 Verloop van de relatieve ijzerconcentraties in de voedingsoplossing onder invloed van licht, donker en licht met hoge pH.