

B
I
V
78

14403+2617:50+53
Stamboek nr -2357

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

DE BRUIKBAARHEID VAN VERSCHILLENDE IJZERCHELATEN VOOR KOMKOMMERS
EN TOMATEN IN STEENWOL

W. Voogt

Naaldwijk december 1980

Intern verslag No 57.

2232124

Inhoud:

	blz.
Doel	2
Proefopzet	2
Verloop van de proef	2
Waterverbruik en dosering van voedingsstoffen	3
Chlorose	5
Opbrengstresultaten	5
Analyse voedingsoplossing	7
Gewasonderzoek	10
Conclusie	12.

Doel

Onderzoek naar de bruikbaarheid van verschillende ijzerchelaten voor de teelt van komkommers en tomaten in steenwol.

Proefopzet

De proef is genomen in steenwolmatten van 30 cm breed, 90 cm lang en $7\frac{1}{2}$ cm hoog. Hierin werden een voorjaarsteelt komkommers en een herfstteelt tomaten geteeld. In de proef werden 6 verschillende chelaten vergeleken, 5 ijzer- en 1 mangaan chelaat. De behandelingen waren als volgt:

1 toediening van Fe in de vorm van EDTA	Fe - Lo
2 toediening van Fe in de vorm van HEEDTA	Ferro - Rexenol
3 toediening van Fe in de vorm van DTPA	330 - Fe
4 toediening van Fe in de vorm van EDDHA	138 - Fe
5 Toediening van Fe in de vorm van EDDHA-MA	Rexene 224 - Fe
6 geen toediening van Fe; in plaats van $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, wordt bij deze behandeling Mn in de vorm van Mn-FDTA (librel-Mn) toegediend.	

Bij de komkommer is gestreefd naar een ijzergehalte van $10 \mu\text{mol}$ in de steenwolmat. Afhankelijk van de analyseresultaten, werd dan de te doseren hoeveelheid ijzer aangepast. Bij de tomaat werd constant 0.5 mg.l^{-1} ijzer aan het druppelwater toegediend. Naast de verschillende ijzermeststoffen is de samenstelling van de voedingsoplossing voor alle behandelingen gelijk. De behandelingen werden in viervoud aangelegd. Als gietwater werd in de proef water uit het bassin van de tuin gebruikt. Dit bestond voor het grootste deel uit regenwater.

Verloop van de proef

Op 1 december 1978 werden de komkommers gezaaid; ras Farbio.

Op 7 december werden de plantjes in steenwolblokken ($\frac{1}{4}$ l) opgepot.

De planten werden op 27 december op de mat gezet. De plantdichtheid bedroeg $1,7$ planten per m^2 . De eerste komkommers werden geoogst op 8 febr 1979 en de laatste op 14 mei, waarna de proef werd beëindigd. Hierna werden tomaten geteeld. Deze werden gezaaid op 15 mei; ras Angela. Op 22 mei werden de plantjes in steenwolblokken opgepot. Op 16 juni zijn de planten op het substraat gezet. Ook hier $1,7$ planten per m^2 ; er werden per plant twee stengels aangehouden. De eerste tomaten werden geoogst op 13-8 en op 29-10 werd de proef beëindigd.

Waterverbruik en dosering van voedingsstoffen

De voedingsoplossingen die via een druppelbevloeifingssysteem bij de planten werden gebracht, werden in polyester vaten met een inhoud van 950 liter vooraf klaargemaakt. De voedingsoplossing die werd gebruikt, was aanvankelijk als volgt samengesteld:

	komkommer	tomaat		komkommer	tomaat
NO_3^-	11.5 mmol.l ⁻¹	10.5 mmol.l ⁻¹	Fe	zie behandeling	
H_2PO_4^-	1.5 "	1.5 "	Mn	10 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	10 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
SO_4^{2-}	1.0 "	2.75 "	Zn	4 "	4 "
NH_4^+	0.5 "	0.5 "	B	20 "	20 "
K^+	6.0 "	7.5 "	Cu	0.5 "	0.5 "
Ca^{++}	3.5 "	3.75 "	Mo	0.5 "	0.5 "
Mg^{++}	0.75 "	1.0 "			

Bovengenoemde oplossing werd in 200 maal geconcentreerde moederoplossing bereid uit de gebruikelijke meststoffen en toegevoegd aan het druppelwater. Tijdens de teelten zijn enkele correcties in de voedingsoplossing aangebracht. Zo is na 16 januari geen zink meer aan de oplossing toegevoegd, omdat het zinkgehalte in de mat te hoog werd. Dit was het gevolg van het hoge zinkgehalte van het gietwater. Ook is enkele malen, zowel bij de komkommer als bij de tomaat, het ammonium weggelaten omdat de pH te laag werd.

In tabel 1 is het waterverbruik voor de verschillende maanden weergegeven. Dit heeft betrekking op het toegediende water en omvat dus zowel de verdamping als de hoeveelheid die is doorgespoeld.

Behandeling	Komkommer					Tomaat				
	jan	febr	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt
1	1.8	1.7	2.0	2.5	3.0	2.9	3.2	3.1	2.5	1.9
2	1.8	1.7	2.0	2.5	3.0	2.9	2.9	3.2	2.9	2.3
3	1.9	1.8	2.1	2.5	3.1	2.9	3.1	3.0	2.5	2.0
4	1.6	1.6	1.8	2.4	2.3	2.8	2.8	2.7	2.5	2.0
5	1.8	1.8	2.1	2.6	3.1	2.8	2.8	2.8	2.5	2.0
6	1.7	1.8	2.1	2.6	3.0	2.9	3.0	3.2	2.7	2.1

Tabel 1. Waterverbruik in liters per plant per dag in de verschillende maanden.

Uit de cijfers blijkt dat tussen de behandelingen niet veel verschillen bestaan wat betreft de watertoediening; alleen behandeling 4 bij de komkommerteelt toont een wat geringer waterverbruik; dit is veroorzaakt door een pomp met minder waterafgifte.

Het verbruik aan geconcentreerde mestoplossing is weergegeven in tabel 2.

Behan- deling	komkommer					tomaat				
	jan	febr.	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt
1	11.8	9.6	10.8	12.8	13.8	21.1	22.4	15.3	13.5	9.3
2	11.7	9.5	10.8	13.7	13.8	20.1	20.7	15.7	15.4	11.3
3	12.8	10.1	11.6	13.5	14.3	19.4	21.8	15.1	13.6	9.9
4	11.0	8.6	10.3	12.1	10.4	18.8	19.6	14.3	12.4	9.8
5	12.0	9.9	11.6	13.1	14.0	18.8	20.0	13.8	13.3	9.9
6	11.1	9.9	11.5	13.1	13.8	19.5	21.3	16.0	14.4	10.7

Tabel 2. Toegediende hoeveelheid mestoplossing in ml/plant/dag (oplossing 200 x geconcentreerd).

Met behulp van de cijfers uit de tabellen 1 en 2, is uitgerekend welke verdunningen gemiddeld per maand zijn toegepast. De uitkomsten zijn in tabel 3 weergegeven.

Jan	Febr	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt
6.6	5.5	5.5	5.2	4.6	6.8	7.1	5.0	5.3	5.0

Tabel 3. Gemiddelde verdunning van de voedingsoplossing, uitgedrukt in ml 200x geconcentreerde mestoplossing per liter water.

Bij beide teelten is wat chlorose opgetreden. Hiervan is bij de kommer twee- maal en bij de tomaat driemaal een beoordeling gemaakt. Bij deze beoordeling werden cijfers van 0-10 gegeven, naarmate de chlorose sterker was, werd een hoger cijfer gegeven. In tabel 4 zijn de gemiddelde resultaten weergegeven.

	<u>komkommer</u>	<u>tomaat</u>
EDTA	3.0	3.5
HEEDTA	2.5	6.5
DTPA	2.0	3.0
EDDHA	4.5	4.0
EDDHA-MA	4.0	6.5
MnEDTA	6.5	4.5

Tabel 4. De gemiddelde cijfers voor chlorose.

Bij de komkommers blijkt vooral Mn EDTA meer chlorose te geven. Bij de tomaat komt over het geheel genomen meer chlorose voor, waarbij HEEDTA en EDDHA-MA de meeste chlorose geven.

Opbrengstresultaten

Tijdens de proef werden van de komkommers en de tomaten de vruchten per vak geteld en gewogen. In de tabellen 4 en 5 zijn de resultaten van respectievelijk de komkommers en de tomaten weergegeven.

behandeling	aantal.m ²		kg.m ²		gem. in gewicht (g)	
	t/m 23/4	totaal	t/m 23/4	totaal	t/m 23/4	totaal
EDTA	34.9	47.1	11.7	16.2	337	343
HEEDTA	31.9	43.5	10.7	15.0	336	345
DTPA	33.2	47.0	11.1	16.1	333	343
EDDHA	33.2	44.2	11.3	15.0	339	341
EDDHA-MA	32.8	46.4	11.1	15.9	341	344
Mn-EDTA	32.8	45.4	11.2	15.7	341	346

Tabel 5. Opbrengstresultaten van de komkommerteelt, op 23-4 en de totaalopbrengst.

Behandeling	aantal.m ²	kg.m ²	gem.vr. gewicht (g)
EDTA	186.3	13.0	69.5
HEEDTA	183.3	12.6	68.8
DTPA	183.9	12.7	69.1
EDDHA	179.3	12.4	69.0
EDDHA-MA	180.4	12.8	70.9
Mn-EDTA	184.5	12.6	68.1

Tabel 6. Opbrengstresultaten van de tomatenteelt.

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat HEEDTA en EDDHA bij de komkommer een wat lagere produktie geven. Bij de tomaat zijn de opbrengstverschillen gering. Overigens bleek na wiskundige verwerking dat de verschillen niet betrouwbaar waren.

Bij de tomatenteelt is ook het percentage wankleurige vruchten bepaald. In tabel 6 zijn de resultaten weergegeven.

<u>Behandeling</u>	<u>percentage wankleurige vruchten</u>
EDTA	0.8
HEEDTA	1.0
DTPA	0.8
EDDHA	0.6
EDDHA-MA	1.0
Mn-EDTA	0.7

Tabel 7. Het percentage wankleurige tomaten.

Uit tabel 6 blijkt dat de verschillen tussen de behandelingen niet groot zijn. Bij de wiskundige verwerking bleken de verschillen dan ook niet betrouwbaar te zijn.

Analyse voedingsoplossing

Tijdens de proef werden regelmatig de E.C. en de pH van zowel het druppelwater als van de voedingsoplossing in de steenwolmat gemeten. Tussen de behandelingen kwamen wat betreft het druppelwater geen verschillen voor. De E.C. en pH van het druppelwater bij de komkommerteelt waren gemiddeld resp. 2.0 en 5.9 en bij de tomatenteelt resp. 2.0 en 5.4. De gemiddelde E.C. en pH waarden in de steenwolmat zijn wekelijks bepaald met draagbare apparatuur; de gemiddelde waarden zijn in tabel 8 weergegeven.

Behandeling	<u>komkommer</u>		<u>tomaat</u>	
	E.C.	pH	E.C.	pH
EDTA	2.6	4.8	2.7	4.8
HEEDTA	2.4	4.9	3.1	5.1
DTPA	2.2	5.0	2.7	4.9
EDDHA	2.5	4.9	2.6	5.4
EDDHA-MA	2.7	5.0	2.6	5.1
Mn-EDTA	2.7	4.4	2.2	4.6

Tabel 8. De gemiddelde E.C. en pH van de voedingsoplossing in de mat.

Zoals blijkt zijn er tussen de behandelingen enige verschillen in E.C. waarde. Ook de pH verschilt enigszins. De zelf gemeten waarden komen overeen met de waarden gemeten op het laboratorium. Alleen Mn-EDTA heeft in tabel 8 een lagere pH.

Verder is elke twee weken een monster genoemd en onderzocht op spoorelementen en elke maand een monster onderzocht op hoofdelementen.

In de tabellen 8 en 9 is een overzicht gegeven van de gevonden waarden

Komkommer

Behandeling	E.C.	pH	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
EDTA	2.5	4.9	1.3	15.8	1.0	7.5	1.4	5.1
HEEDTA	2.6	4.9	1.3	15.8	1.0	7.4	1.4	5.2
DTPA	2.5	4.9	1.2	15.0	1.0	7.2	1.4	5.0
EDDHA	2.5	4.8	1.3	14.6	1.0	7.4	1.4	4.9
EDDHA-MA	2.6	5.0	1.3	15.7	1.0	7.7	1.5	5.2
Mn-EDTA	2.5	4.8	1.3	16.5	0.9	7.4	1.4	5.0

Tomaat

Behandeling	E.C.	pH	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
EDTA	2.6	4.6	1.0	14.8	1.8	9.0	1.9	5.6
HEEDTA	3.2	5.2	1.0	18.5	1.5	10.4	2.3	6.0
DTPA	2.8	4.8	0.8	16.0	1.8	9.0	2.1	6.5
EDDHA	3.0	5.3	0.8	17.2	1.7	9.1	2.4	7.0
EDDHA-MA	2.8	5.2	0.9	16.4	1.7	9.3	2.0	6.1
Mn-EDTA	2.9	4.8	0.9	16.8	1.8	8.7	2.1	6.9

Tabel 9: Gemiddelde concentraties aan hoofdelementen in mmol.l⁻¹ tijdens de twee teelten.

Uit deze cijfers blijken geen duidelijke verschillen tussen de behandelingen te bestaan.

Behandeling	KOMKOMMER					TOMAAAT				
	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu
EDTA	15.8	12.3	33.4	34.1	0.54	9.5	8.2	30.2	33.3	0.80
HEEDTA	8.5	13.9	37.5	33.7	0.83	4.7	4.6	35.5	38.1	0.59
DTPA	12.3	12.9	37.9	31.7	0.55	11.4	6.4	32.0	37.5	0.70
EDDHA	17.8	12.5	34.7	32.0	0.71	21.5	6.0	24.0	45.4	0.62
EDDHA-MA	12.0	12.2	32.3	35.4	0.69	10.1	5.0	24.5	39.8	0.69
Mn-EDTA	8.9	12.0	33.9	31.5	0.62	5.9	9.7	31.3	38.3	0.62

Tabel 10: Gemiddelde gehalten aan sporelementen in $\mu\text{mol.l}^{-1}$ tijdens de beide teelten.

Ook is enkele malen het druppelwater bemonsterd en onderzocht op ijzer. Hieronder zijn de gemiddelde analyseresultaten weergegeven en tevens de berekende toegediende concentraties

Behandeling	KOMKOMMER			TOMAAAT	
	Gemiddeld toegediend	Toegediend bij bemonstering	gevonden	toegediend	gevonden
EDTA	10.6	10.1	9.1	8.9	8.1
HEEDTA	17.4	15.3	5.0	8.9	1.8
DTPA	11.8	14.4	9.6	8.9	6.5
EDDHA	8.7	9.3	10.9	8.9	12.3
EDDHA-MA	11.0	12.6	7.5	8.9	6.7
Mn-EDTA	(8.9)	(8.9)	1.0	(8.9)	2.5

Tabel 11: IJzerconcentraties, gemiddeld toegediend bij bemonstering en gemiddeld gemeten in het druppelwater, in $\mu\text{mol.l}^{-1}$.

De getallen tussen haakjes zijn geen ijzerconcentraties maar slaan op toegediende hoeveelheden mangaan chelaat. Naast de gemiddelde toegediende concentratie is vermeld de geschatte toegediende concentratie bij de bemonstering. Bij de schatting is uitgegaan van de toegediende hoeveelheid ijzerchelaat bij twee vullingen van de voorraadvaten, voorafgaande aan een bemonstering. Aangezien de vaten als ze gevuld worden nooit leeg zijn kan de werkelijk toegediende hoeveelheid niet exact berekend worden. Bij de tomaat werd een constante hoeveelheid ijzerchelaat toegediend.

Uit voorgaande gegevens blijkt dat bij alle behandelingen, zowel de gemiddeld toegediende als bij de bemonstering toegediende ijzerconcentraties, lager ligt dan de ijzerconcentratie zoals deze gemeten is in het druppelwater. Alleen bij EDDHA is de gemeten ijzerconcentratie hoger dan de berekende. Mogelijk dat het ijzergehalte in EDDHA wat hoger is dan volgens fabrieksopgave. Dat de gevonden gehalten bij de overige chelaten lager is dan de toegediende, is mogelijk veroorzaakt door onzuiverheid of doordat de chelaten wat minder stabiel zijn. Vooral HEEDTA blijkt zeer onzuiver of instabiel te zijn.

Opmerkelijk is dat bij de behandeling met Mn-EDTA, ondanks het feit dat er geen ijzer toegediend is toch een behoorlijke concentratie ijzer in de mat teruggevonden wordt. Kennelijk vindt er omwisseling plaats aan het chelaat van mangaan en het in de steenwol aanwezige ijzer.

Wat de overige spoorelementen betreft, zijn er wel verschillen, maar een duidelijk verband is niet te ontdekken.

Gewasonderzoek

Van de komkommers is op 11 april een monster genomen van het jonge volgroeide blad. Tevens is toen een monster van de bladstelen genomen. De monsters zijn zowel onderzocht door destructie van droge stof als door middel van perssap bereiding. In tabel 11 zijn de resultaten opgenomen.

Behandeling	Droge stof mmol.kg ⁻¹		perssap $\mu\text{mol.l}^{-1}$							
	Fe		Fe		Mn		Zn		Cu	
	blad	steel	blad	steel	blad	steel	blad	steel	blad	steel
EDTA	1.79	0.47	21.5	< 2	29.1	23.7	67.3	24.5	6.3	4.7
HEEDTA	1.32	0.32	23.3	"	23.7	21.9	59.6	13.8	7.9	4.7
DTPA	1.99	0.40	25.0	"	31.0	25.5	59.6	18.3	7.9	4.7
EDDHA	1.56	0.66	23.3	"	18.2	16.4	58.1	27.5	9.4	4.7
EDDHA-MA	1.36	0.68	2.33	"	29.1	31.0	68.8	27.5	7.9	4.7
Mn-EDTA	1.20	0.48	21.5	"	21.9	25.5	68.8	26.0	7.9	3.1

Tabel 12: Resultaten van het gewasonderzoek van komkommer.

Uit de tabel blijkt dat de gehalten aan ijzer, zink en koper in het blad hoger zijn dan in de bladsteel. Voor mangaan is dit niet het geval.

In het droge stofonderzoek hebben EDTA en DTPA de hoogste ijzergehalten in het blad en HEEDTA en Mn-EDTA de laagste. In de bladsteel is bij EDDHA en EDDHA-MA de ijzerconcentratie het hoogst. Ook hier is HEEDTA het laagst.

Uit het perssap onderzoek komen geen duidelijke verschillen naar voren voor wat betreft de verschillende elementen.

Van de tomaat zijn op twee data gewasmonsters genomen. Op 3-9 is blad met veel chlorose verschijnselen en blad met minder chlorose bemonsterd en op 23-10 jong volgroeid blad. De monsters werden alleen onderzocht door destructie van de droge stof. In de tabellen 12 en 13 zijn de resultaten opgenomen.

	bemonstering 3-9						bemonstering 23-10		
	Fe		Mn		Zn		Fe	Mn	Zn
	veel	minder	veel	minder	veel	minder			
EDTA	1.45	1.65	3.62	3.19	1.64	1.68	1.97	4.79	1.59
HEEDTA	1.38	2.30	4.17	3.93	2.17	3.24	1.79	3.11	0.78
DTPA	1.45	1.66	4.34	3.06	1.61	1.99	2.45	4.21	1.64
EDDHA	1.97	1.72	4.30	2.64	2.03	1.67	2.02	2.57	1.47
EDDHA-MA	1.20	1.45	4.34	2.90	2.00	1.93	1.65	3.21	1.25
Mn-EDTA	1.47	1.66	5.70	4.04	2.06	1.73	1.82	4.86	1.27

Tabel 13: Resultaten van het gewasonderzoek op 3-9 van tomatenblad met veel en met minder chloroseverschijnselen en op 23-10 van jong volgroeid tomatenblad. De gehalten zijn uitgedrukt in mmol per kg droge stof.

Vergelijken we "veel chlorose" met "minder chlorose", dan blijkt dat in de bladeren met veel chlorose, het ijzergehalte over het algemeen iets lager en het mangaangehalte beduidend hoger is. Gemiddeld over de behandelingen komen op 3-9 nauwelijks verschillen voor in ijzergehalten. Bij HEEDTA en Mn-EDTA komen in het gewas ijzergehalten voor die op hetzelfde niveau liggen als de overige behandelingen. Dit is opmerkelijk aangezien bij deze behandelingen lage ijzerconcentraties in de mat voorkwamen.

Het mangaangehalte is bij Mn-EDTA wat hoger dan bij de ijzerchelaten. Mogelijk wordt mangaan in chelaatvorm wat gemakkelijker opgenomen dan als ion. Op 23-10 heeft EDDHA-MA het laagste ijzergehalte en heeft DTPA het hoogste. Ook hier is mangaan hoog bij Mn-EDTA. Het zinkgehalte is bij HEEDTA laag maar daar staat tegenover een relatief hoog zinkgehalte bij HEEDTA op 3-9.

Bij de gewasbemonstering is ook het droge stofgehalte bepaald. In tabel 13 zijn de resultaten weergegeven.

	bemonstering 3-9		bemonstering 23-10
	<u>veel chlorose</u>	<u>minder chlorose</u>	
EDTA	9.6	10.0	9.3
HEEDTA	9.8	10.0	9.3
DTPA	9.3	10.1	9.0
EDDHA	9.0	10.1	9.3
EDDHA-MA	9.1	10.5	9.0
Mn-EDTA	9.2	10.2	9.3

Tabel 14: Resultaten van de droge stof bepaling, uitgedrukt in procenten van het vers gewicht.

Conclusie

In een proef werd nagegaan of verschillende ijzerchelaten bruikbaar waren voor de teelten van tomaten en komkommers op steenwol.

Bij komkommer was de opbrengst bij HEEDTA en EDDHA mogelijk iets lager dan bij de andere chelaten; betrouwbaar was dit echter niet. Bij de tomatenteelt waren de verschillen zeer gering. Hieruit kan worden geconcludeerd dat alle in deze proef vergeleken chelaten dus bruikbaar zijn voor de teelten in steenwol.

Uit de analyse van de voedingsoplossing bleek dat DTPA, EDDHA-MA en vooral HEEDTA weinig stabiel of onzuiver waren. EDDHA bleek het meest stabiel te zijn. Bij toediening van Mn-EDTA kwam voldoende ijzer in de voedingsoplossing voor.