

Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk

De invloed van ammonium en calcium op het optreden van chlorose
bij komkommer in steenwol (voorjaar 1985)

Y. Boons-Ruijzenaars

Naaldwijk, oktober 1986

Intern verslag no. 61

4
1
2
3
72

Inhoud

Pagina

Samenvatting	2
1. Doel	3
2. Proefopzet	4
3. Water en Bemesting	5
3.1 Samenstelling voedingsoplossing	5
3.2 Verbruik water en voeding	5
3.3 EC en pH van de voedingsoplossing	5
3.4 Analyse voedingsoplossing	7
4. Produktie	8
5. Chlorose	9
6. Gewasanalyses	10
6.1 Vruchten	10
6.2 Blad	10
7. Kwaliteit	12
8. Conclusies	13
Bijlage	

Samenvatting

In de praktijk wordt vaak chlorose gevonden bij komkommer in steenwol. Bij onderzoek in de energiekas leken deze chloroseverschijnselen samen te hangen met de dosering van kalksalpeter. Hierin komt naast calciumnitraat ook wat ammoniumnitraat voor.

In het in dit verslag beschreven onderzoek werd getracht na te gaan welke van deze twee verbindingen invloed heeft op het ontstaan van chlorose.

De planten werden geteeld op stroken steenwol in een goot met recirculerende voedingsoplossing. In 5 behandelingen werden 2 calciumniveau's en 3 ammoniumniveau's opgenomen.

Bij de laagste ammoniumniveau's liep de pH sterk op. Vooral in combinatie met het laagste calciumniveau was de pH moeilijk in de hand te houden.

De lage calciumgift had een hoger vruchtgewicht tot gevolg. Het vruchtgewicht en de kg-opbrengst namen bij de lage calciumgift toe als meer ammonium werd toegediend. Bij de hogere calciumgift was dit effect er niet.

Het weglaten van ammonium uit de voeding leidde bij de lage calciumdosering tot een hoge pH in de voedingsoplossing. In verband hiermee stonden veel chlorose en een laag Mn-gehalte in het blad bij deze behandeling. Naarmate de ammoniumgift groter was, was de chlorose minder. Bij de hoge calciumgift had het al of niet toedienen van ammonium minder effect.

1. Doel

Bij onderzoek in de energiekas trad in het blad bij komkommer regelmatig chlorose op. De beelden kwamen overeen met de chlorose die ook vaak in de praktijk wordt gevonden bij komkommers in steenwol. In het onderzoek in de energiekas bleek de chlorose samen te hangen met de dosering van kalksalpeter. In deze meststof komt naast calciumnitraat ook wat ammoniumnitraat voor.

Het doel van dit onderzoek is na te gaan welke van deze twee verbindingen verantwoordelijk is voor de gevonden verschillen.

2. Proefopzet

In de proef werden vijf behandelingen in viervoud opgenomen. Er werden twee Ca-gehalten aangehouden, te weten 1,5 mmol/l en 3,5 mmol/l, waarbij calcium werd toegediend in de vorm van vloeibare calciumnitraat met een verwaarloosbaar kleine hoeveelheid ammoniumnitraat. Verder werden er ammoniumtrappen aangelegd van 0,1 en 2 mmol/l. De uitgevoerde behandelingen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1: De uitgevoerde behandelingen (toegediende hoeveelheden in mmol/l)

Behandeling	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
1	8.8	1.5	1.6	0.0
2	8.1	1.5	1.5	1.0
3	7.3	1.5	1.3	2.0
4	5.9	3.5	1.1	0.0
5	4.4	3.5	0.8	2.0

Er werd geplant op 10 januari 1985. Het ras was 'Corona'. De plantdichtheid was 1.85 planten per m². Er werd geteeld op steenwol stroken in goten met een recirculerende voedingsoplossing.

De oogst begon op 18 februari. Vanaf 22 april werd de proef verstoord door pythium. De proef werd daarom voortijdig beëindigd op 14 mei.

3. Water en bemesting

3.1 Samenstelling voedingsoplossing

Er werd gebruik gemaakt van 1 geconcentreerde B-oplossing en 5 verschillende geconcentreerde A-oplossingen. De samenstellingen van deze oplossingen staan vermeld in bijlage 1.

Over het algemeen was er voldoende zink in het gebruikte regenwater aanwezig zodat de moederoplossingen geen zink hoefden te bevatten. In maart echter viel er zo weinig regen dat met osmosewater gewerkt moest worden. Hierdoor was het nodig om eenmalig bij te mesten met 8,4 gram $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ per behandeling.

3.2 Verbruik van water en voeding

De verbruikte hoeveelheden water en voeding en de verdunning (= liters water per liter 200x geconcentreerde voedingsoplossing) staan vermeld in tabel 2.

Tabel 2: Verbruikte hoeveelheden water (l), voeding (l) en de verdunning

Behandeling	water	voeding	verdunning
1.5 Ca 0.0 NH_4	1980	9.0	220
1.5 Ca 1.0 NH_4	1560	7.6	205
1.5 Ca 2.0 NH_4	2355	12.4	190
3.5 Ca 0.0 NH_4	2420	12.4	195
3.5 Ca 2.0 NH_4	2238	9.5	236

Behandeling 2 heeft een opvallend lager waterverbruik. Dit is het gevolg van het feit dat vooral deze behandeling na 22 april veel last kreeg van pythium.

3.3 EC en pH van de voedingsoplossing

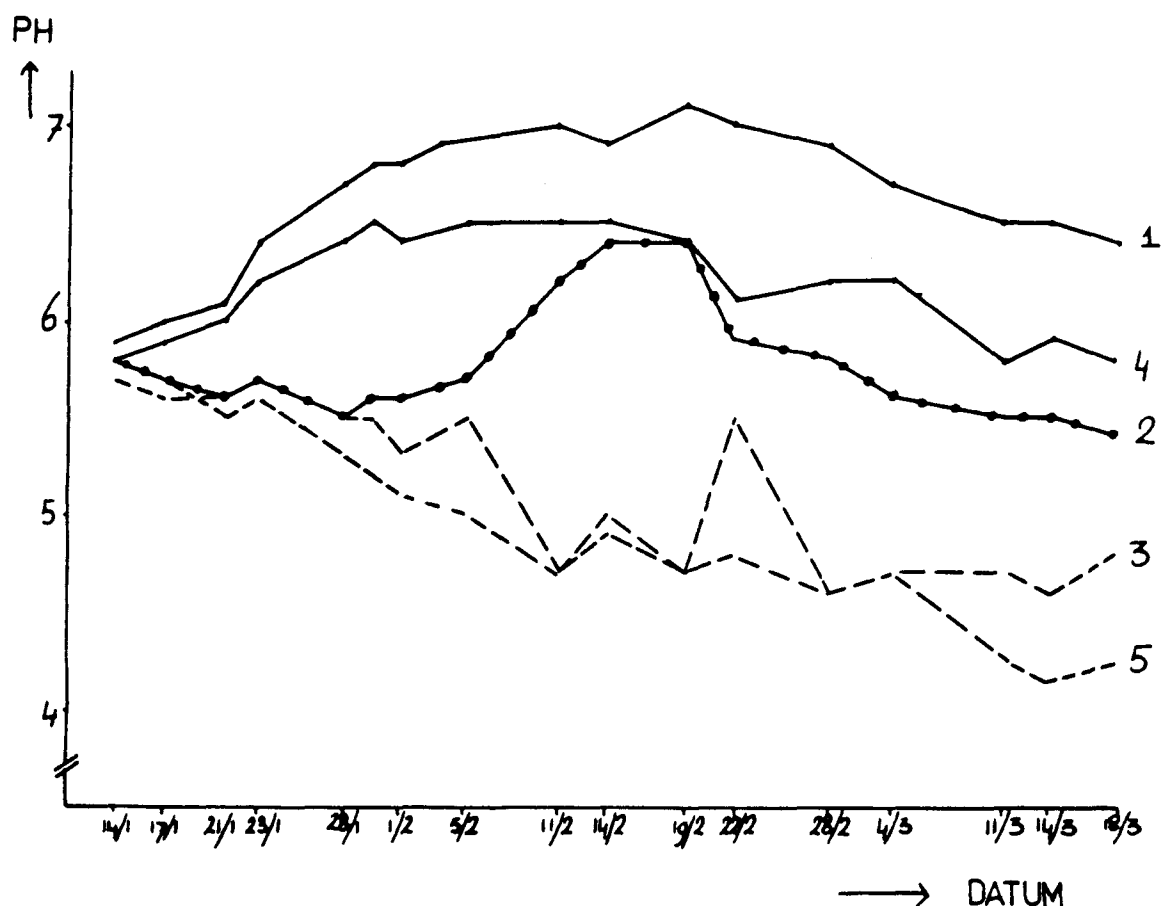
Ongeveer tweemaal per week werden de EC en de pH van de voedingsoplossing in de goot gemeten. De gemiddelde waarden over de gehele teelt gezien staan vermeld in tabel 3.

Als het nodig was werd de pH verhoogd met kalibicarbonaat of verlaagd met salpeterzuur. De gebruikte hoeveelheden hiervan staan ook vermeld in tabel 3.

Tabel 3: Gemiddelde EC en pH in de goot, toegevoegde hoeveelheden HNO_3 en KHCO_3 , (mmol per liter gebruikt water).

Behandeling	EC	pH	HNO_3	KHCO_3
1.5 Ca 0.0 NH_4	3.3	6.8	1.09	-
1.5 " 1.0 "	3.3	5.8	0.04	-
1.5 " 2.0 "	3.0	5.3	-	0.82
3.5 Ca 0.0 NH_4	2.8	6.1	0.62	-
3.5 " 2.0 "	3.3	5.4	-	0.88

Figuur 1 laat het pH-verloop in de mat zien tot 18 maart. Er werd naar gestreefd de EC rond de 30 mS/cm te houden en de pH tussen de 5.0 en 6.0. Van de behandelingen zonder ammonium (1 en 4) liep de pH sterk op. Ondanks dat er veel zuur toegevoegd werd, was de pH van vooral behandeling 1 niet goed in de hand te houden. Hoe meer ammonium er toegediend werd, hoe lager de pH was.



Figuur 1: pH-verloop in de goot.

3.4 Analyse voedingsoplossing

Het water uit de goot werd drie keer bemonsterd om de samenstelling ervan te bepalen. Tabel 4 laat de gemiddelde analyseresultaten zien.

Tabel 4: Gemiddelde analyseresultaten van de recirculerende voedingsoplossing in de goot.

	1	2	3	4	5
NH_4^+	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2
K^+	17.2	13.5	11.2	8.3	2.2
Na^+	3.6	3.5	2.7	2.5	2.6
Ca^{2+}	2.7	3.6	3.5	5.2	12.9
Mg^{+2}	2.9	4.1	3.4	2.8	3.6
NO_3^-	15.5	16.6	15.8	12.9	25.1
Cl^-	3.8	3.8	2.9	2.3	3.6
SO_4^{2-}	5.5	5.4	4.4	4.9	4.0
HCO_3^-	0.7	0.2	0.1	0.1	0.1
P	1.73	1.71	1.82	1.86	0.77
EC	3.6	3.4	3.0	2.8	3.2
pH	6.8	5.9	4.9	5.9	5.4
Fe	38.8	45.7	45.7	39.0	68.0
Mn	4.8	9.3	11.8	6.2	17.2
Zn	5.7	3.0	1.0	2.9	0.8
B	68.0	71.3	61.0	71.0	65.0
Cu	3.8	4.0	4.0	4.8	4.9

Bij de behandelingen waar geen ammonium toegediend wordt geven de analyses een NH_4^+ -gehalte aan van 0.1 mmol/l. Omdat er niet nauwkeuriger dan 0.1 gemeten kan worden kan hiervoor ≤ 0.1 mmol/l gelezen worden. Bij behandeling 5 zijn het Ca- en het NO_3^- -gehalte veel hoger dan bij behandeling 4. Blijkbaar wordt de opname van deze elementen door de grotere ammoniumgift geremd.

Tussen de behandelingen 1 en 3 bestaan deze grote verschillen niet. Het calciumniveau is daar nog niet zo hoog dat er accumulatie optreedt. Het Mg-gehalte van behandeling 2 is hoger. Hier heeft ophoping plaatsgevonden door een lager waterverbruik (minder doorspoeling). De Mn-concentraties verschillen nogal. Dit zal een pH-effekt zijn. De Zn-concentraties zijn wat aan de lage kant. Gebrek heeft zich echter niet voor gedaan.

4. Produktie

Omdat in de laatste maand van de proef de resultaten verstoord werden door pythium is de produktie slechts tot 18 april verwerkt. De resultaten staan in tabel 5.

Tabel 5: produktie (kg/m² incl. stek/binnenland), gemiddelde vruchtgewicht (excl. stek/binnenland) en % stek en binnenland (van gewicht).

Behandeling	t/m 18 maart			t/m 18 april		
	kg/m ²	gvg	aantal/m ²	kg/m ²	gvg	% stek binnenland
1.5 Ca 0.0 NH ₄	6.62	382	17.3	13.11	416	2.5
1.5 " 1.0 "	7.25	388	18.7	14.24	423	1.0
1.5 " 2.0 "	7.45	383	19.5	16.47	430	0.7
3.5 " 0.0 "	6.52	363	18.0	13.94	406	0.7
3.5 " 2.0 "	6.77	368	18.4	14.10	405	1.1

Op 18 maart was er nog geen stek of binnenland.

Op de produktiegegevens van 18 april werd een variantie-analyse uitgevoerd. De opbrengst van behandeling 3 (15 Ca/2.0 NH₄) springt er duidelijk uit. Deze behandeling had een betrouwbaar hogere opbrengst dan de andere behandelingen. Het gemiddelde vruchtgewicht van de behandelingen met de hogere calciumgift was betrouwbaar lager dan van de andere behandelingen. Het gemiddeld vruchtgewicht lijkt te stijgen naarmate meer ammonium gegeven wordt. De verschillen zijn echter klein. Bij de hogere calciumgift deed dit effect zich niet voor. Het percentage stek en binnenland is bij behandeling 1 wat groter.

6. Chlorose

Rond 20 februari ontstonden in het gewas de eerste chlorose-verschijnselen. Vanaf begin maart werd er wekelijks beoordeeld. De waardering liep van 0 = geen chlorose tot 4 = volledig chlorotisch.

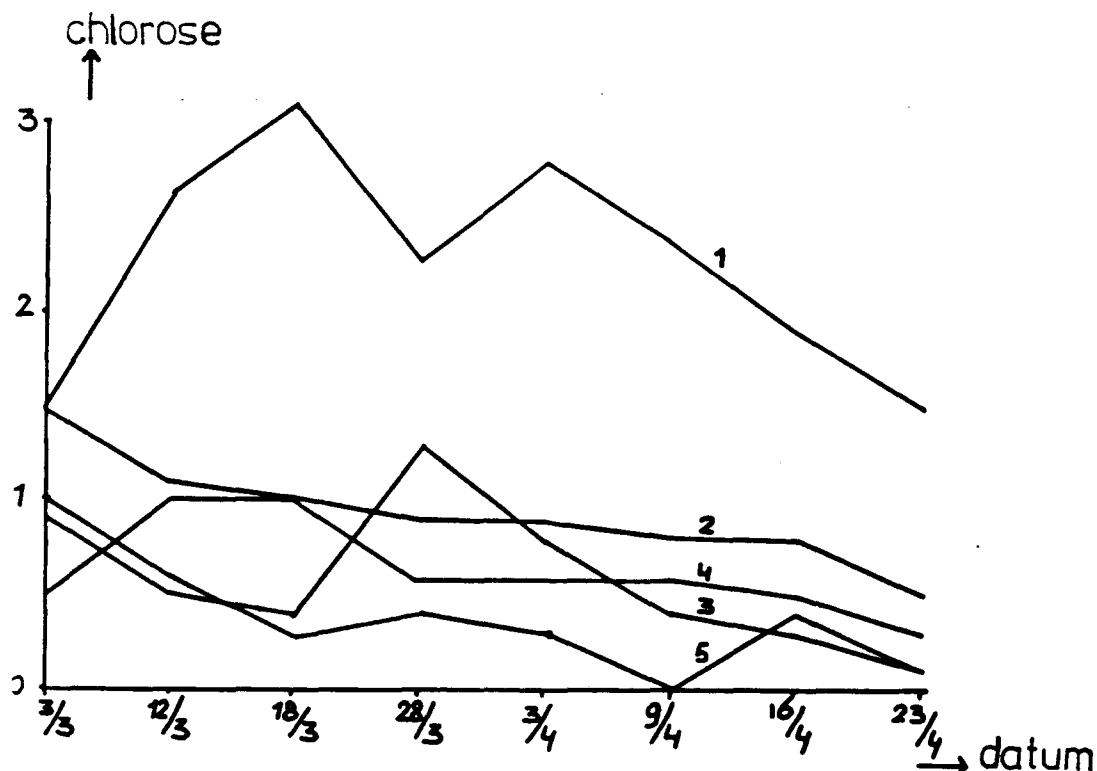
In tabel 6 en figuur 2 zijn de resultaten opgenomen.

Tabel 6: Beoordeling chlorose van 0= geen tot 4= ernstig.

Be- handeling \ datum	3/3	12/3	18/3	28/3	3/4	9/4	16/4	23/4	gem.
1.5 Ca 0.0 NH ₄	1.5	2.6	3.1	2.3	2.8	2.4	1.9	1.5	2.26
1.5 " 1.0 "	0.5	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.5	0.80
1.5 " 2.0 "	0.9	0.5	0.4	1.3	0.8	0.4	0.3	0.1	0.59
3.5 " 0.0 "	1.5	1.1	1.0	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.78
3.5 " 2.0 "	1.0	0.6	0.3	0.4	0.3	0.0	0.4	0.1	0.39

Uit de resultaten blijkt dat ammonium chlorose tegengaat. Hoe meer ammonium er gegeven werd hoe minder chlorose er ontstond, waarschijnlijk speelt de pH hier een rol.

Ook calcium had effect op het optreden van chlorose. Bij de grotere calciumgift was het niveau van de chloroseaantasting lager. Het geheel weglaten van ammonium uit de voedingsoplossing had bij de hogere calciumgift dan ook een veel minder drastisch effect dan bij de lagere calciumdosering.



Figuur 2: Chlorosebeoordeling; 0 = geen, 4 = ernstig.

6. Gewasanalyses

6.1 Vruchten

Elf april werden vruchten gemonsterd voor analyse. De vruchten werden geanalyseerd op kalium-, calcium-, magnesium- en stikstofgehalte. Bovendien werd het percentage droge stof bepaald (tabel 7).

Tabel 7: Resultaten vruchtenanalyse in mmol/kg droge stof.

Behandeling	K	Ca	Mg	N-tot.	% d.s.
1.5 Ca 0.0 NH ₄	1408	79	136	2068	3.1
1.5 " 1.0 "	1397	79	132	2170	3.5
1.5 " 2.0 "	1405	92	130	2230	3.2
3.5 " 0.0 "	1177	110	119	2220	2.8
3.5 " 2.0 "	1215	110	130	2300	3.3

De hogere calcium- en de lagere kaliumdosering van de behandelingen 4 en 5 zijn in de vruchten terug te vinden. Grote verschillen doen zich verder niet voor.

6.2 Blad

Op 2 april werden jonge bladeren bemonsterd voor analyse. Omdat chlorose het onderwerp van de proef was, werden de bladeren, zonder steel, niet alleen onderzocht op K, Ca, Mg en N, maar ook op Fe en Mn. De resultaten zijn opgenomen in tabel 8.

Tabel 8: Resultaten bladanalyse in mmol/kg droge stof (Fe en Mn in umol/kg droge stof).

Behandeling	K	Ca	Mg	N-tot.	Mn	Fe	% d.s.
1.5 Ca 0.0 NH ₄	1079	1004	704	3540	2.97	2.02	11.6
1.5 " 1.0 "	873	1025	672	3490	6.46	2.12	12.4
1.5 " 2.0 "	885	1038	547	3700	5.91	2.33	12.4
3.5 " 0.0 "	627	1598	429	3280	5.11	1.97	13.2
3.5 " 2.0 "	622	1487	244	3690	4.78	2.02	14.0

Naast de verschillen in kalium- en calciumtoediening zijn ook de verschillen in magnesiumtoediening van de behandelingen terug te vinden in het blad. Bij de hoogste ammoniumtoediening is het N-tot.gehalte van het blad wat hoger.

Behandeling 1 die veruit het meeste chlorose vertoonde, heeft een duidelijk lager Mn-gehalte in het blad. Dit zal samenhangen met de hoge pH in de voedingsoplossing bij deze behandelingen.

Uit andere proeven is gebleken dat een Mn-gehalte van 2.97 mmol/kg d.s. nog niet laag genoeg is om tot een produktiedaling te leiden. Toch is verder onderzoek hiernaar gewenst.

Wat het ijzergehalte betreft zijn er geen verschillen tussen de behandelingen.

De hogere calciumgift leidt tot een hoger percentage droge stof in het blad. Blijkbaar is er in verhouding te weinig K aanwezig om de assimilaten uit het blad te transporteren. Verder onderzoek hiernaar lijkt zinvol omdat dit verschijnsel in veel proeven gevonden wordt.

7. Kwaliteit

Op drie verschillende datums zijn er komkommers ingezet voor een bewaarproef. Hierbij werd bij inzet de kleur van de vruchten door middel van een cijfer beoordeeld. Na 7 en na 14 dagen werd dit nog eens herhaald. Op deze manier werd het kleurverlies na twee weken bepaald. De vruchten werden bewaard bij een constante temperatuur van 20° C en een r.v. van 80 - 90%. In tabel 9 staan de gemiddelden van de drie bewaarproeven weergegeven. Er kon niet vaker ingezet worden omdat de proef voortijdig beëindigd werd.

Tabel 9: Resultaten bewaarproeven. Kleur bij inzet (K_0), na 7 dagen (K_7) en na 14 dagen (K_{14}).

	K_0	K_7	K_{14}	Kleurverlies
1.5 Ca 0.0 NH_4	6.2	6.1	5.4	0.8
1.5 " 1.0 "	6.7	6.5	5.7	1.0
1.5 " 2.0 "	6.2	6.3	5.6	0.6
3.5 " 0.0 "	6.5	6.4	5.1	1.4
3.5 " 2.0 "	6.6	6.6	5.3	1.3

Een hoger calciumniveau (tevens lager kaliumniveau) geeft een wat groter kleurverlies tijdens bewaring.

8. Conclusies

Uit deze proef is gebleken dat het meegeven van ammonium met de voeding gunstig is.

Het weglaten van ammonium uit de voeding leidt tot een hoge, moeilijk in de hand te houden pH en wellicht mede daardoor tot chlorose.

Bij een laag calciumniveau kan ammonium bovendien een gunstig effect hebben op de opbrengst.

Lage calciumniveau's leiden tot een hoger vruchtgewicht. Bij een hogere calciumdosering zijn de effecten van ammonium minder groot.

Bij een hogere calciumgift komt wat minder chlorose voor. Bij planten met veel chlorose werd een lager Mn-gehalte in het blad gevonden. Uit andere onderzoeken is niet gebleken dat dit tot produktiedaling leidt, maar verder onderzoek hieromtrent is gewenst.

Omdat deze proef van korte duur was vanwege storing door pythium is het wenselijk de proef nog eens te herhalen.

Voedingsoplossingen A3-10 komkommer chloroseB-oplossing (200 x,50 l)

KH_2PO_4 1.25 mmol = 1.7 kg

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 mmol = 1.23 kg

K_2SO_4 0.5 mmol = 0.87 kg

Fe-chelaat (DTPA 6%) 10 umol = 93.2 gram

Mn-sulfaat 10 umol = 16.9 gram

Cu-sulfaat 0.5 umol = 1.3 gram

borax 20 umol = 19.1 gram

natriummolybdaat 0.5 umol = 1.2 gram

A-oplossing (200 x,50 l)

	1	2	3	4	5	
$\text{Ca}(\text{CNO}_3)_2$ 45%	5.5	5.5	5.5	12.8	12.8	kg
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2.8	2.6	2.0	1.5	0.8	kg
KNO_3	6.6	5.9	5.1	3.7	2.2	kg
NH_4NO_3	0.0	0.8	1.6	0.0	1.6	kg