

CODEN: IBBRAH (1-76) 1-22 (1976)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 1-76

INVLOED VAN DE K/Ca-VERHOUDING IN EEN WATERCULTUUR OP HET OPTREDEN
VAN WATERZIEK BIJ TOMAAT

with a summary:

*Effect of the K/Ca ratio in a culture solution on the occurrence of
blotchy ripening in tomatoes*

door

P. VAN LUNE

1976

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-76 (1976) 22 pp.

INHOUD

Inleiding	3
Beschrijving van de symptomen van de afrijpingsziekten en de eventuele overeenkomst met elkaar	3
Invloed van tabaksmozaïekvirus en gibberellinezuur op het optreden van afrijpingsziekten	3
Invloed van de Ca-voeding op het optreden van afrijpingsziekten	4
Invloed van de K-voeding op het optreden van afrijpingsziekten	4
Invloed van de zoutconcentratie in het voedingsmedium op het optreden van afrijpingsziekten	5
Conclusies	5
Doel van de proeven	5
Methodiek	6
Experiment A	6
Experiment B	6
Analysemethoden	8
Resultaten en discussie	9
Invloed van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op de groei en het uiterlijk van de planten	9
Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op de opname van K, Ca, Mg, N en P door de planten	9
Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op het K-, Ca- en Mg-gehalte en de (K + Mg)/Ca-verhouding in blad	9
Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op het K-, Ca- en Mg-gehalte en de (K + Mg)/Ca-verhouding in vruchten	9
Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op het optreden van waterziek	14
Invloed van het K-, Ca- en Mg-gehalte in de bladeren en vruchten op het optreden van waterziek	14
Invloed van de (K+Mg)/Ca-verhouding in de bladeren en vruchten op het optreden van waterziek	14
Samenvatting	19
Summary	20
Literatuur	21

INLEIDING

Tomaten vertonen bij rijping soms kleurafwijkingen. In de Engelstalige literatuur worden deze ziekten *blotchy ripening*, *graywall*, *internal* of *vascular browning* en *cloud* genoemd. In Nederland spreekt men van *waterziek*.

Beschrijving van de symptomen van de afrijpingsziekten en de eventuele overeenkomst met elkaar

Blotchy ripening wordt gekenmerkt door groene of gele plekken aan de buitenkant van de tomaat (Berry et. al., 1964; Winsor, 1966; Woods, 1963b).

Graywall verschijnt aan de buitenkant van de tomaat als een grijs-bruine verkleuring, zichtbaar door een enigszins doorschijnende vruchtwand, en na verwijdering van de cuticula kan necrotisch weefsel in de buitenwand te zien zijn (Hayslip en Iley, 1967). In het algemeen wordt in de literatuur voor "graywall" en "blotchy ripening" dezelfde omschrijving gegeven en de termen kunnen waarschijnlijk als synoniemen beschouwd worden (Jones en Alexander, 1962).

Internal browning wordt gekenmerkt door een bruinkleuring van het vaatbundelweefsel onder de schil (Cotter, 1961; Smith et al., 1965; Tomkins, 1964). "Internal browning" en "blotchy ripening" reageerden niet op dezelfde manier op bemesting met N en K en hieruit werd de gevolgtrekking gemaakt dat het waarschijnlijk verschillende afrijpingsziekten zijn (Cotter, 1961).

Groene of bruingroene plekken op de afrijpende tomaat en een bruinkleuring van het onderliggende, met de vaatbundels geassocieerde weefsel zijn de voornaamste kenmerken van *cloud* (Kidson en Stanton, 1953a). Het verschil tussen het optreden van "blotchy ripening", "cloud" en "internal browning" is volgens Davies (1966) niet duidelijk en hij veronderstelde dat de afwijkingen alleen verschilden in de mate van optreden van de symptomen en alle te wijten zijn aan dezelfde oorzaak of oorzaken, hetgeen niet overeenkomt met de resultaten van Cotter (1961).

Waterziek komt waarschijnlijk overeen met enkele van de hierboven gebruikte Engelstalige termen. Als symptomen noemde Van den Ende (1962) het niet op kleur komen van gedeelten van de vruchtwand. De zieke plekken blijven aanvankelijk groen terwijl ze later naar geel verkleuren. Bij doorsnijden kunnen in de zieke wandgedeelten bruine strengen worden waargenomen. Deze strengen zijn het gevolg van afsterving en bruinkleuring van het weefsel rond de vaatbundels.

Invloed van tabaksmozaïkvirus en gibberellinezuur op het optreden van afrijpingsziekten

Inoculatie met tabaksmozaïkvirus gaf in sommige gevallen meer "blotchy ripening", hoewel de afwijking ook voor kan komen bij vruchten van tabaksmozaïkvrije planten (Jones en Alexander, 1962; Woods, 1963a). Cotter (1961) vond geen significant effect van tabaksmozaïkvirus op "blotchy ripening" en "internal browning". De groeiregulator gibberel-

linezuur gaf een verhoging van "internal browning" (Tomkins, 1964). Uit de literatuurgegevens is het aannemelijk dat kleurafwijkingen zoals "blotchy ripening", "internal browning" en "cloud", die tijdens de rijping van tomaten optreden, een fysiologische oorzaak hebben en niet door pathogenen worden veroorzaakt, echter in sommige gevallen hierdoor wel worden versterkt.

Invloed van de Ca-voeding op het optreden van afrijpingsziekten

Een bemesting met calciumchloride gaf minder "cloud", terwijl de opbrengst 20% lager was (Kidson en Stanton, 1953a). Bekalking van een kali-arme grond gaf meer "waterziek" (Van den Ende, 1962). Collin en Cline (1966) vonden een verhoging van het optreden van "blotchy ripening" bij gedeeltelijke vervanging van K door Ca terwijl tevens extra Ca aan de voedingsoplossing toegediend werd. In een andere proef vonden zij een verhoging van het percentage "blotchy ripening" bij toevoeging van een hoge gift calciumnitraat aan een voedingsoplossing met een voldoende K-concentratie, indien de K-concentratie laag was werd geen effect gevonden. Ozbun et al. (1967) vonden een verhoging van het optreden van wit weefsel bij tomaat bij toevoeging van Ca terwijl twee keer per week een complete voedingsoplossing gegeven werd, indien vijf keer per week een complete cultuurvloei-stof gegeven werd was geen effect merkbaar. Winsor en Long (1967) vonden alleen in één van drie onderzochte tomatevariëteiten een significante toename van "blotchy ripening" bij bekalking. In het algemeen gaf een verhoging van de Ca-voeding een verhoging van het optreden van afrijpingsziekten of had hierop geen invloed. Het resultaat van een Ca-bemesting zal echter wel sterk afhangen van de ionensterkte en de ionenverhouding in het cultuurmedium. Tevens bestaat er tussen de Ca- en K-voeding een zodanige interactie dat bij wijziging van de één de ander ook beïnvloed wordt.

Invloed van de K-voeding op het optreden van afrijpingsziekten

Door verhoging van de kaliumbemesting aan de grond werd een verlaging van het percentage vruchten met een afrijpingsziekte verkregen (Kidson en Stanton, 1953a, b; Van den Ende, 1962; Woods, 1964a, b; Winsor, 1966; Winsor en Long, 1967). Bij het kweken van tomaten op een grindcultuur kwam meer "blotchy ripening" bij een lage K-voeding voor dan bij een hoge (Cotter, 1961). Verhoging van de kaliumconcentratie in proeven met tomaten op watercultuur gaf ook een verlaging van het percentage vruchten met een afrijpingsziekte (Ozbun et al., 1967; Vorster en Venter, 1974). Indien K^+ gedeeltelijk door NH_4^+ vervangen werd in de oplossing trad geen verschil in het optreden van "blotchy ripening" op, er trad een verhoging op indien K^+ gedeeltelijk door Na^+ vervangen werd (Collin en Cline, 1966). Verhoging van de kaliumvoeding had vaak een gunstige invloed op afrijpingsziekten maar het is niet duidelijk of dit specifiek door K veroorzaakt werd. Door toevoegen van kaliumzouten werd in de meeste gevallen de zoutconcentratie ook verhoogd en het verkregen effect zou ook hieraan te wijten kunnen zijn. Ook in een proef van Van der Boon (1973) waren de osmotische waarden van bemestingen met verschillende K/Ca-verhoudingen niet gelijk, wel werd bij een bemesting met een hoge K/Ca-verhouding

minder waterziek verkregen dan bij een lage.

Invloed van de zoutconcentratie in het voedingsmedium op het optreden van afrijpingsziekten

Verhoging van de zoutconcentratie in de grond door middel van toevoeging van kaliumsulfaat en magnesiumsulfaat (3 : 1) gaf een verlaging van het percentage "blotchy ripening" (Clay en Hudson, 1960). Verhoging van de osmotische waarde van ca. 0.8 tot ca. 2,4 in de voedingsoplossing door toevoeging van natrium- of kaliumsulfaat gaf een significante vermindering van "cloud", verhoging van de osmotische waarde door de concentratie van de hoofdelementen te verdrievoudigen gaf geen duidelijk effect (Kidson, 1963). In de proeven waarbij de invloed van verhoging van de zoutconcentratie op het optreden van afrijpingsziekten nagegaan werd, werden veelal K, Na of Mg zouten gebruikt en deze kunnen zelf als ion ook een invloed hierop uitoefenen.

Conclusies

Hoewel over de oorzaak en de beïnvloeding van afrijpingsziekten bij tomaat reeds veel onderzoek is gedaan, zijn de resultaten vaak niet eënduidig. In het algemeen werd het optreden van afrijpingsziekten verhoogd bij verhoging van de Ca-voeding en verlaagd bij verhoging van de K-voeding. De effecten van K- en Ca-voeding en de zoutconcentratie in het cultuurmedium op het optreden van afrijpingsziekten zijn uit de literatuurgegevens niet uit elkaar te halen.

Doel van de proeven

Het onderzoeken van de invloed van de K/Ca-verhouding in de cultuurvloestof op het optreden van waterziek bij tomaat tijdens het rijpen bij gelijkblijvende osmotische waarde (zoutconcentratie) in het medium. De oplossingen met de verschillende K/Ca-verhoudingen verschilden wat de overige bestanddelen betreft maar weinig in samenstelling.

METHODIEK

Er werden twee experimenten met tomaten, ras Yelvic, gedaan op geëereerde voedingsoplossingen volgens Steiner (1961).

Experiment A

Tomateplanten werden 1-3 weken na het zaaien op plastic potten met een inhoud van 1,2 liter gezet en gedurende ongeveer een maand op een voedingsoplossing met een K/Ca-verhouding van 40/50 gekweekt. Daarna werden de planten op plastic emmers met een inhoud van 9,5 liter geplaatst en werden de objecten aangebracht, nl. K/Ca-verhoudingen in het cultuurmedium 20/70, 20/103, 20/180 en 20/513. Per object waren er zes herhalingen. De verdere gegevens staan in figuur 1. De planten stonden eerst in een normale kas en werden op 29 mei naar een rolkas (bovenbouw op rails) verplaatst. Bij mooi weer stonden de planten buiten door de bovenbouw van de kas over de rails te verplaatsen.

Beoordeling vruchten op kleurafwijkingen

Tomaten werden rijp geoogst en op waterziek beoordeeld. Waterziek werd op twee manieren onderscheiden, genaamd R en V, in een codering van 0-6 afhankelijk van de mate van voorkomen van de symptomen. Hierbij werd onder R verstaan: van steel- naar neuskant "radiaal" verlopende geelachtige strepen. Geelgroene vlekken, die meestal aan de steelkant van de tomaat voorkwamen, werden als V aangeduid. Dit is een eigen definitie van waterziek, aangezien in de beschrijving van de afrijpingsziekten geen eenheid bestaat zowel in Nederlands- als Engelstalige literatuur.

Vruchtanalyse

Na beoordeling van de tomaten werden vruchten met verschillende afmetingen van een object genomen en hierbij werden van de andere objecten vruchten met ongeveer dezelfde grootte bijgezoekt, daarna werden de vruchtmonsters ingevroren. In de vruchtmonsters werd K, Ca en Mg bepaald.

Bladanalyse

Op 29 juli werden bladmonsters genomen. Hiervoor werd het blad onder de vierde tros genomen. De bladmonsters werden bij 105°C gedroogd en geanalyseerd op K, Ca en Mg.

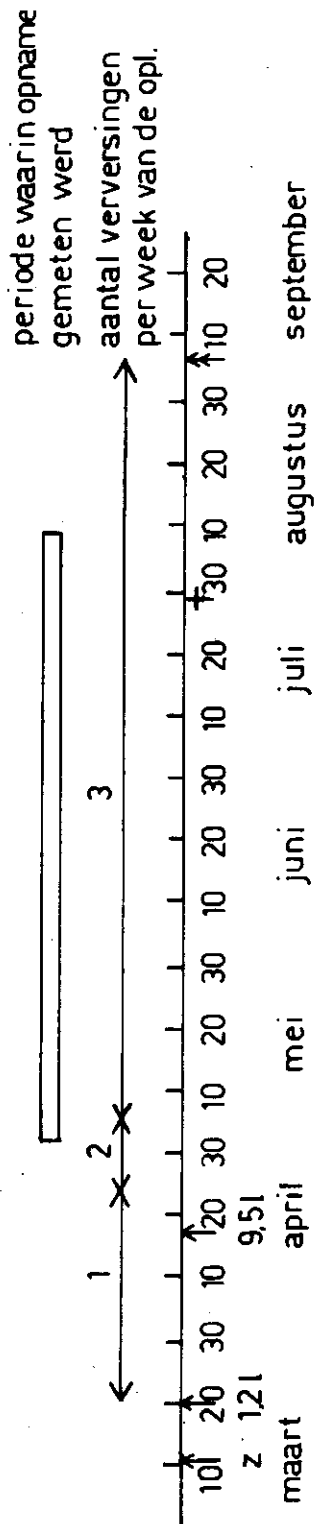
Opname

De opname van K, Ca, N en P door de planten uit de voedingsoplossingen werd bepaald in de periode zoals aangegeven in figuur 1. Hiertoe werd zowel de verse als de gebruikte voedingsoplossing geanalyseerd.

Experiment B

De kweekmethode was voor beide experimenten gelijk, alleen het object 20/103 werd door 70/20 vervangen om een breder K/Ca-gebied te kunnen bestrijken. Per object waren er 12 herhalingen. De verdere

Experiment A (1968)



Experiment B (1970)

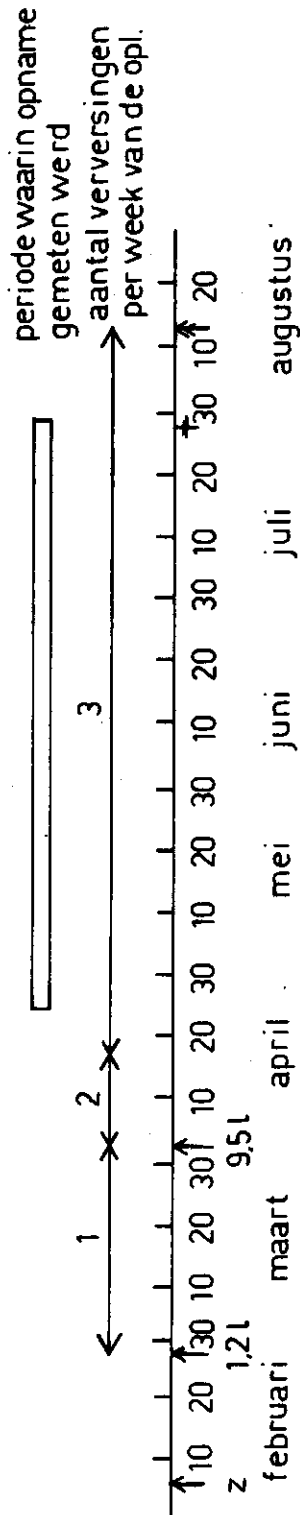


Fig. 1. Cultuurschema voor de experimenten A en B.
z = zaaidatum; 1,2 l = planten op potten met een inhoud van 1,2 liter; 9,5 l = planten op potten met een inhoud van 9,5 liter; ↑ = einde experiment; x = bladmonster.

proefgegevens staan vermeld in figuur 1. De proef was in een tuinbouwkas opgesteld. De temperatuur in de kas was 16-21°C.

Beoordeling vruchten op kleurafwijkingen

Tomaten werden 65 dagen na zettingsdatum geoogst. Normale vruchten zijn meestal na 65 dagen rijp terwijl vruchten met waterziek dan nog niet altijd rijp lijken te zijn. De tomaten werden op dezelfde manier op waterziek beoordeeld als in experiment A.

Vruchtanalyse

Hiertoe werd dezelfde procedure gevolgd als bij experiment A.

Bladanalyse

Op 28 juli werden bladmonsters genomen. Hiervoor werd het blad onder de vierde en zesde tros genomen. De bladeren werden na monstername twee keer gedurende een minuut met gedemineraliseerd water gespoeld en daarna gedroogd bij 105°C. De bladmonsters werden onderzocht op K, Ca en Mg.

Opname

De opname van Mg, K, Ca, N en P werd op dezelfde wijze bepaald als bij experiment A. De opname periode staat vermeld in figuur 1.

Analysemethoden

Mg werd atoomabsorptiespectrofotometrisch en K vlamfotometrisch bepaald. Calcium werd in blad en in de voedingsoplossingen volgens de oxalaatmethode bepaald en in de vruchten atoomabsorptiespectrofotometrisch. Verder werd P in de cultuurvloeistoffen spectrofotometrisch met molybdeenreagens bepaald en N, na reductie en destillatie, door titratie met zuur.

RESULTATEN EN DISCUSSIE

Indien in dit rapport sprake is van verhoudingen van ionen in gewas of voedingsoplossing, worden steeds verhoudingen van equivalenten bedoeld. Waterziek in de vorm van V kwam in experiment A weinig voor en werd daarom in de verdere beschouwingen van dit experiment niet betrokken.

Invloed van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op de groei en het uiterlijk van de planten

Er trad weinig verschil in groei op tussen de planten van de verschillende objecten in beide proeven. In de bladeren werden symptomen waargenomen die op K-gebrek wezen. In experiment B werden deze symptomen volgens een schaal beoordeeld en hieruit bleek dat de symptomen bij toenemende K/Ca-verhouding in het medium afnamen.

Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op opname van K, Ca, Mg, N en P door de planten (fig. 2)

De opname van K werd in beide experimenten verhoogd, vooral zeer sterk bij verhoging van de K/Ca-verhouding van 0,04 tot 0,2-0,3 in experiment B. Het verloop van de opname(lijn) van Ca was in experiment B ongeveer tegengesteld aan de opname(lijn) van K. Eerst een vrij snelle daling en daarna een langzamere afname. Uit de Ca-opname in experiment A kon geen duidelijke conclusie getrokken worden. De opname van N vertoonde geen verband met de K/Ca-verhouding in de vloeistof. De opname van P veranderde bijna niet bij wijziging van de K/Ca-verhouding in het medium. De opname van Mg, alleen in experiment B bepaald, was in object 70/20 hoger dan in de andere objecten.

Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op het K-, Ca- en Mg-gehalte en de (K + Mg)/Ca-verhouding in blad

Het K-gehalte werd sterk verhoogd bij verhoging van de K/Ca-verhouding van 0,04 tot 0,1, daarna werd de stijging minder (fig. 3). Het Ca-gehalte werd verlaagd (fig. 3). Het Mg-gehalte daalde eerst en steeg daarna weer (fig. 4). De (K + Mg)/Ca-verhouding werd groter, de grootste stijging trad op bij verhoging van de K/Ca-verhouding in de vloeistof van 0,04 tot 0,1.

Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op het K-, Ca- en Mg-gehalte en de (K + Mg)/Ca-verhouding in vruchten

Het K- en Mg-gehalte en de (K + Mg)/Ca-verhouding werden verhoogd en het Ca-gehalte werd verlaagd (fig. 5, 6, 7, 8). De reacties waren het grootst bij een verhoging van de K/Ca-verhouding in het medium van 0,04 tot 0,1-0,3. K- en Ca-gehalte en de (K + Mg)/Ca-verhouding in vrucht veranderden ongeveer op dezelfde manier als in blad bij verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing. Het Mg-gehalte steeg in vruchten bij verhoging van de K/Ca-verhouding in het cultuurmedium terwijl het Mg-gehalte in blad eerst afnam

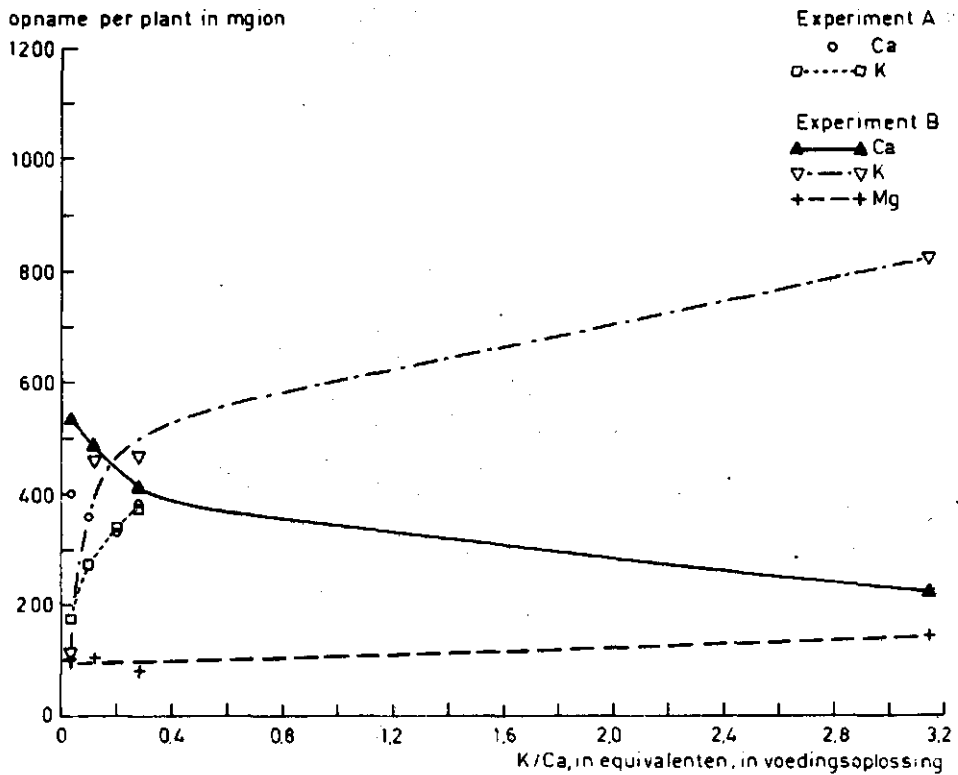


Fig. 2. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en de opname van Ca, K en Mg door daarop gekweekte tomatplant.

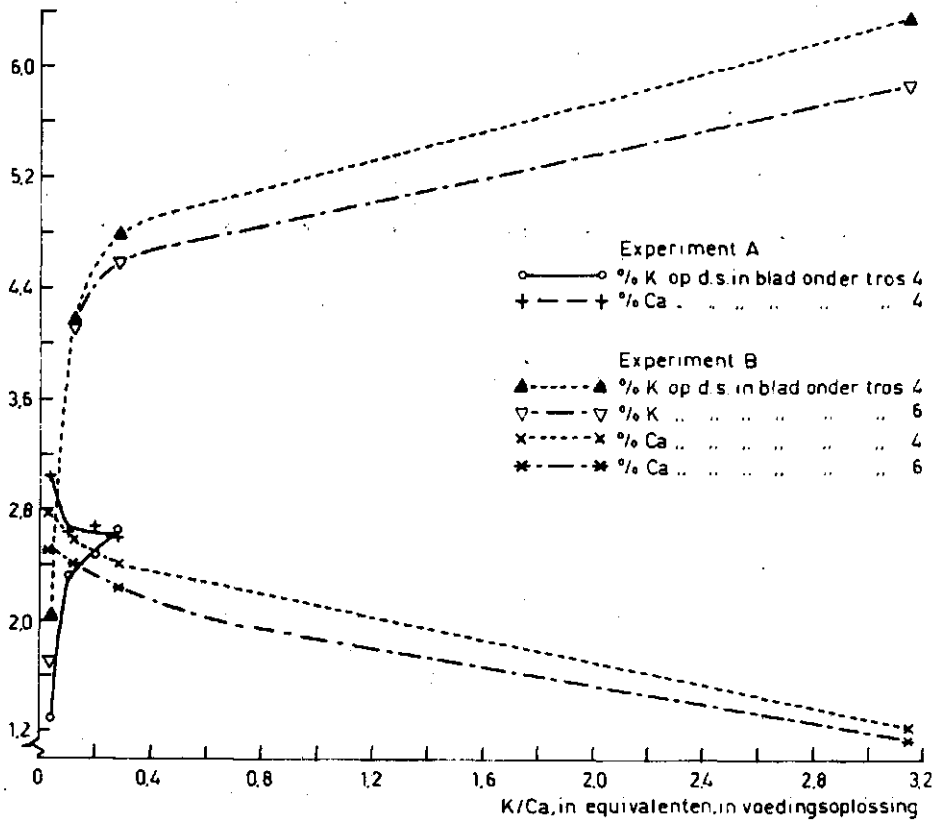


Fig. 3. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het Ca- en K-gehalte in blad.

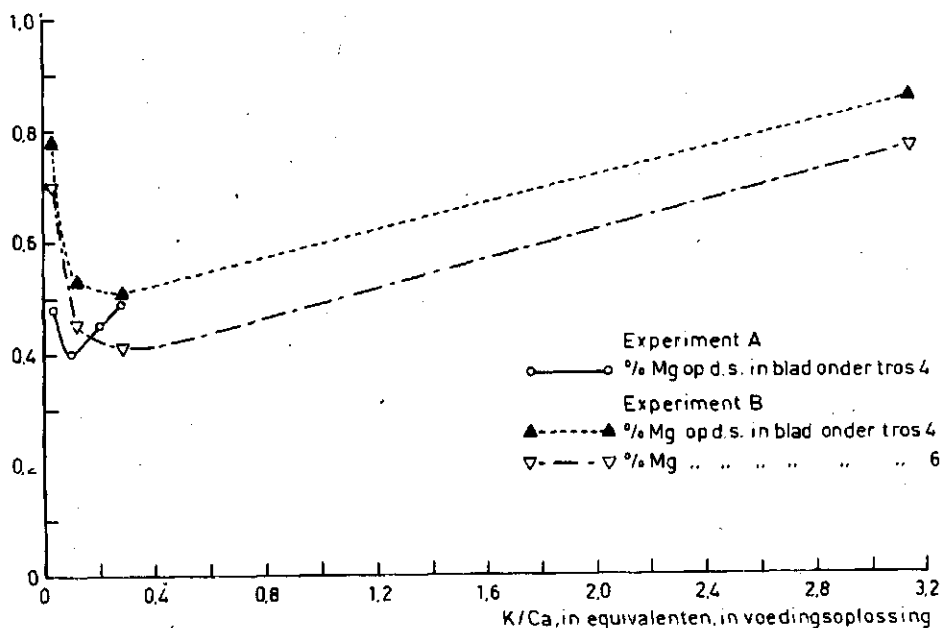


Fig. 4. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het Mg-gehalte in blad.

en daarna weer toenam. Een mogelijke verklaring voor dit verschillend gedrag van Mg in vrucht en blad zou als volgt kunnen worden gegeven: De bladeren krijgen hun voeding voornamelijk via het xyleem en de vruchten via het floeem. Bij een relatief hoge Ca-concentratie in de voedingsoplossing werd een hoog Mg-gehalte in blad gevonden terwijl het gehalte in de vruchten laag was (fig. 4, 6). Een oorzaak hiervan zou kunnen zijn dat bij een hoge Ca-voeding relatief veel Ca in het floeem kwam, waarmee een geringe oplosbaarheid van Mg in het floeemsap en daarmee een geringe transport van Mg zou kunnen samenhangen. De oplosbaarheid van een kation in het floeemsap kan namelijk bepalend zijn voor het transport van dit kation naar vruchten (Van Goor en Wiersma, 1974). Bij verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing zou dan eerst de oplosbaarheid en het transport van Mg in de floeemstroom toenemen. Hierdoor zal meer Mg aan het blad onttrokken worden dan er via het xyleem toegevoerd wordt, hetgeen tot uiting komt in een lager Mg-gehalte in blad, een minimum in de curve (fig. 4) en een verhoging van het Mg-gehalte in de vruchten (fig. 6). Bij verdere stijging van de K/Ca-verhouding in de cultuurvloeistof zou de oplosbaarheid van Mg in het floeemsap niet veel meer veranderen en niet meer beperkend zijn voor transport. Het hogere gehalte aan Mg in blad en vrucht bij deze verdere verhoging van de K/Ca-verhouding in de vloeistof kan dan verklaard worden uit een hoger Mg-gehalte in xyleem en floeem. (fig. 4, 6). Het hogere gehalte in het xyleem zou men op twee manieren kunnen ver-

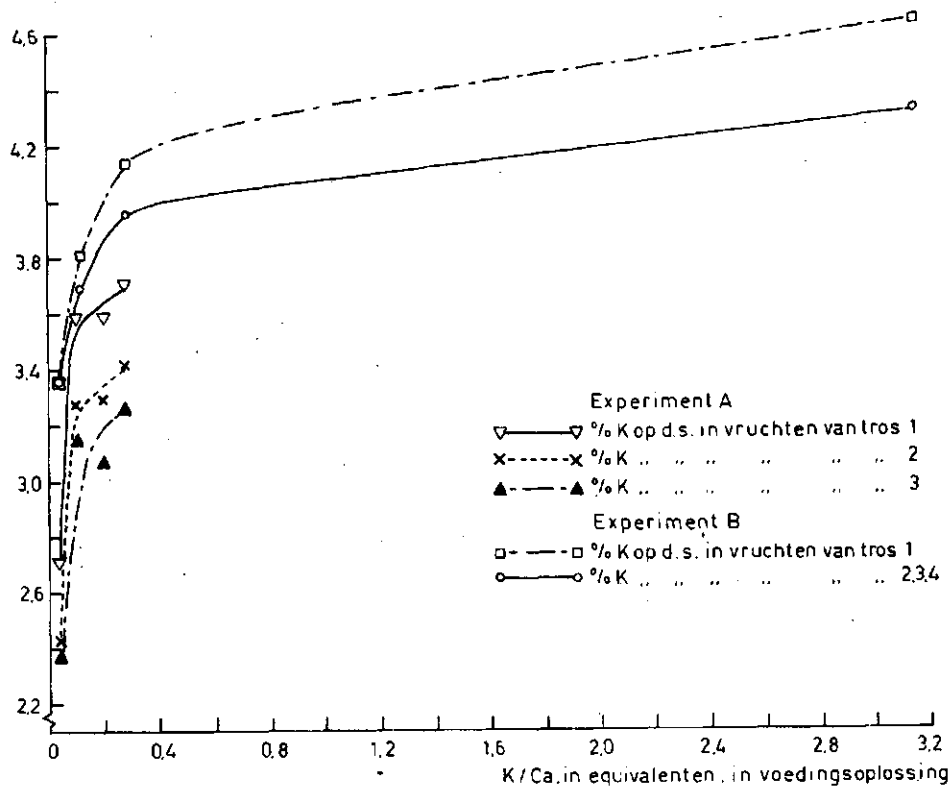


Fig. 5. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het K-gehalte in vruchten.

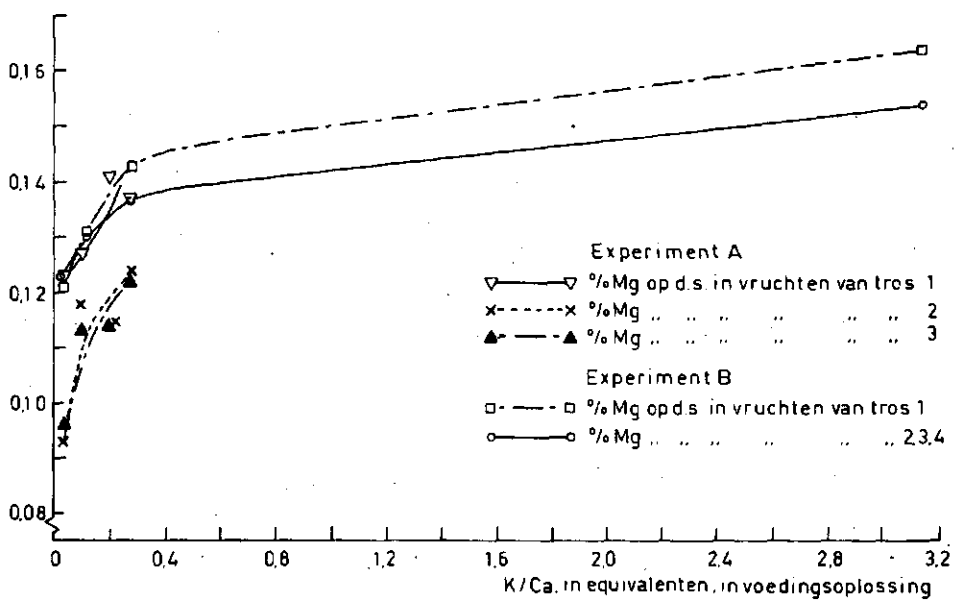


Fig. 6. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het Mg-gehalte in vruchten.

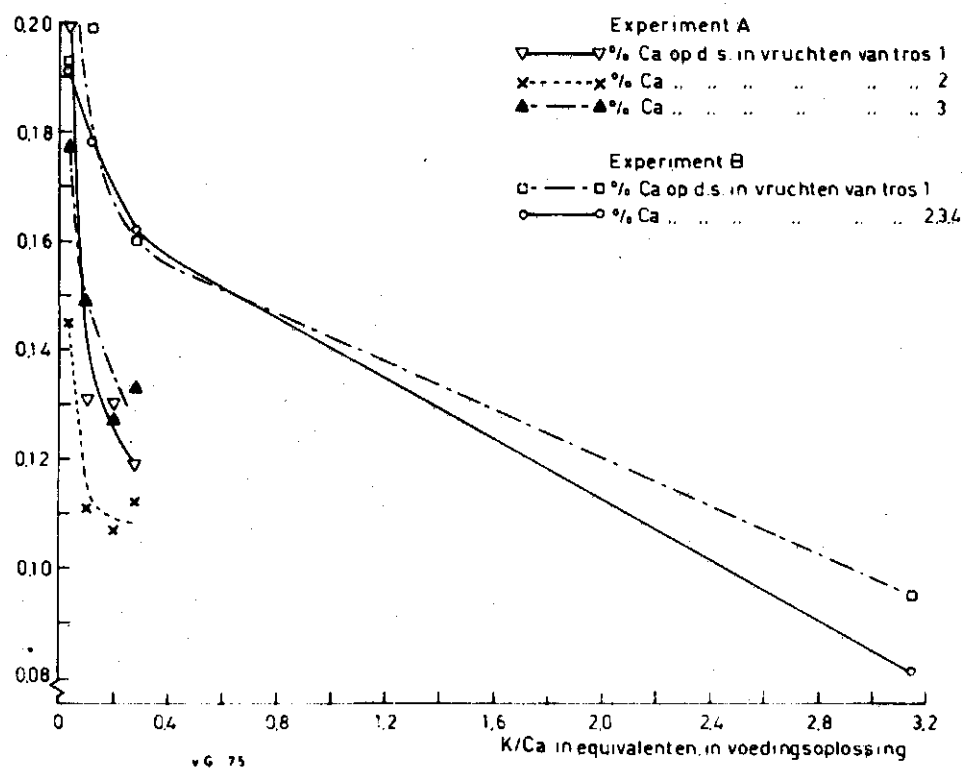


Fig. 7. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het Ca-gehalte in vruchten.

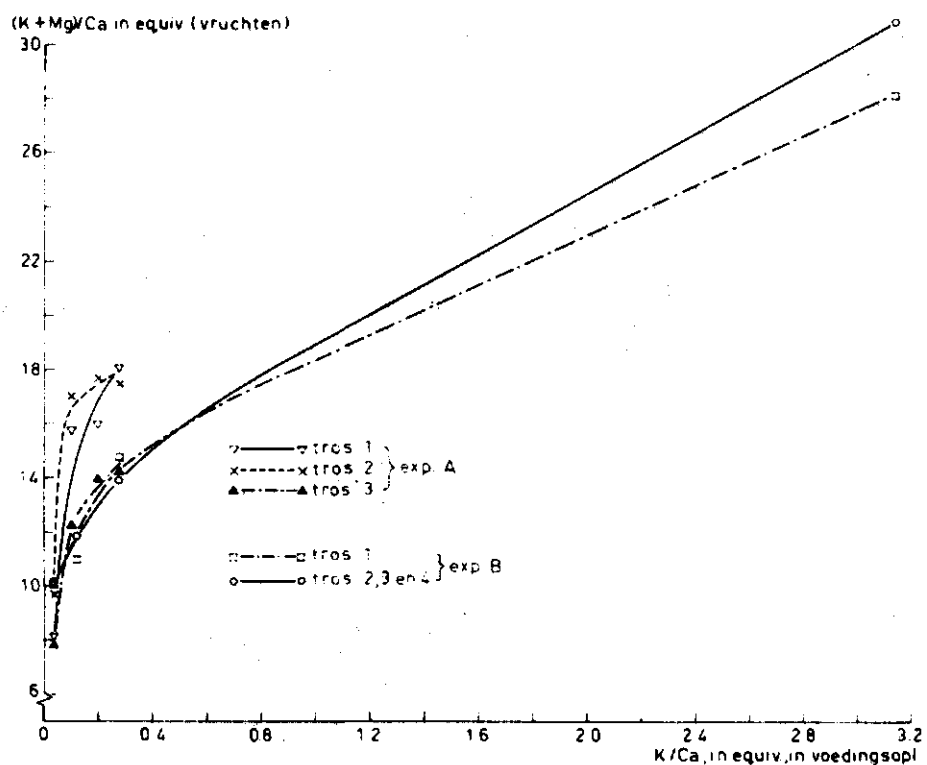


Fig. 8. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en de (K + Mg)/Ca-verhouding (in equivalenten) in vruchten.

klaren. In de eerste plaats werd bij dezelfde osmotische waarde een bepaald aantal mg ion Ca door K vervangen, dit betekent totaal een geringere positieve lading van kationen aan het worteloppervlak en dit zou bij gelijkblijvende hoeveelheid anionen, die voor het transport van de kationen zorgen, betekenen dat meer Mg in het xyleem naar het blad vervoerd kan worden. Een andere mogelijkheid van verklaring is dat de onderlinge concurrentie aan het worteloppervlak van K en Mg geringer was dan van het verwante Ca en Mg. De bovenstaande verklaringen betreffende het Mg-gehalte in blad en vrucht zijn hypothetisch en zullen experimenteel getoetst worden.

Invloed verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing op het optreden van waterziek

Zowel waterziek in de vorm van R als in de vorm van V daalde sterk in experiment B bij verhoging van de K/Ca-verhouding van 0,04 tot 0,28, daarna werd de daling veel minder sterk (fig. 9, 10). In experiment A daalde de waterziekaantasting, aangegeven door R, in de meeste trossen bij verhoging van de K/Ca-verhouding van 0,04 tot 0,2; een nog verdere verhoging gaf bij alle trossen weer een verhoging van het optreden van waterziek. De verhoogde waterziekaantasting zou misschien door de verhoogde Ca-opname (fig. 2) veroorzaakt kunnen worden.

Invloed van het K-, Ca- en Mg-gehalte in de bladeren en vruchten op het optreden van waterziek

De toename van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing ging samen met een verandering van zowel het K-, Ca- als Mg-gehalte in de bladeren en vruchten. Het is dan ook niet aan te geven welk element het optreden van waterziek beïnvloedde.

Invloed van de (K + Mg)/Ca-verhouding in de bladeren en vruchten op het optreden van waterziek

Experiment B

Stijging van de (K + Mg)/Ca-verhouding in de bladeren van ca. 0,8 tot ca. 1,4 ging samen met een sterke afname van waterziek in de vorm van R en V (fig. 11, 12), nog verdere stijging van de (K + Mg)/Ca-verhouding gaf een veel minder sterke daling van het optreden van waterziek. In de vruchten ging een stijging van de (K + Mg)/Ca-verhouding van ca. 10,0 tot ca. 13,9 ook samen met een sterke daling van waterziek in de vorm van R en V (fig. 13, 14), nog verdere stijging van de (K + Mg)/Ca-verhouding gaf een veel minder sterke daling van het optreden van waterziek.

Experiment A

Waterziek in de vorm van R nam in de vruchten van de meeste trossen af bij verhoging van de (K + Mg)/Ca-verhouding in de bladeren van 0,47 tot 0,75, nog verdere verhoging tot 0,83 gaf een stijging van R. Tussen de (K + Mg)/Ca-verhouding in vruchten en het optreden van waterziek in de vorm van R kon geen goed verband vastgesteld worden. De resultaten van experiment A en B komen niet geheel met elkaar overeen. Gedeeltelijk is dit misschien te wijten aan een minder goede manier van

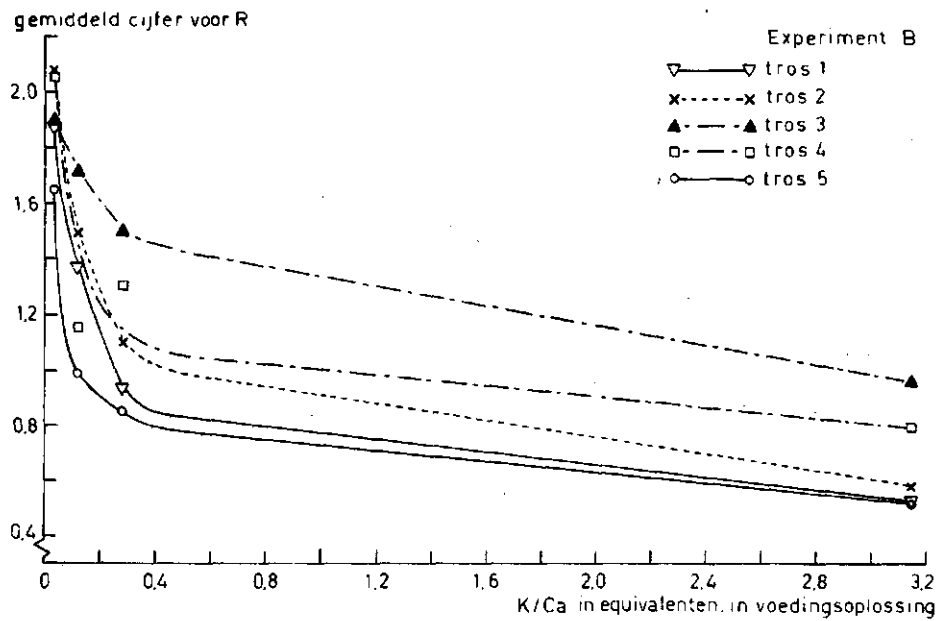


Fig. 9. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het optreden van waterziek, gedefinieerd als R, in experiment B.

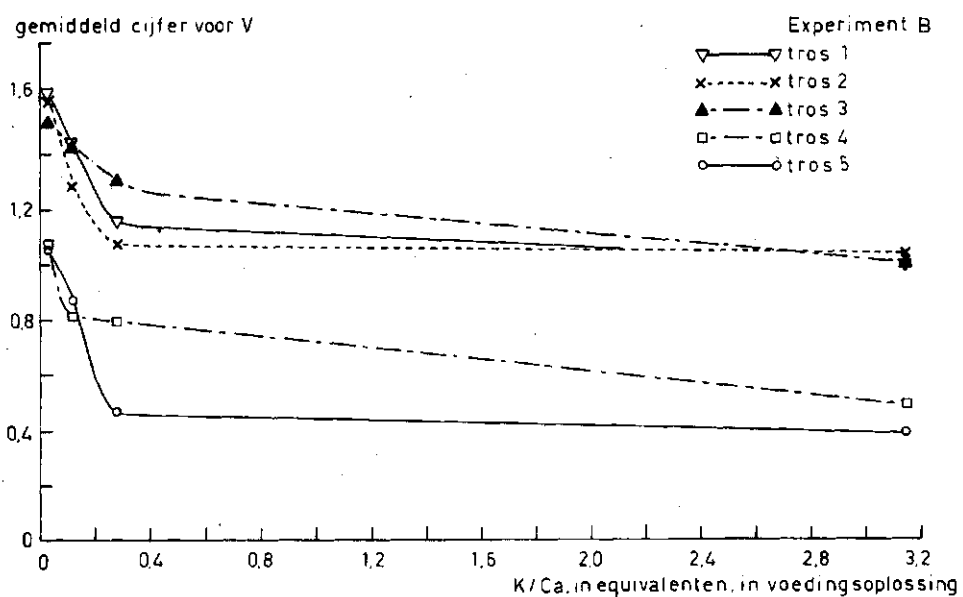


Fig. 10. Verband tussen de K/Ca-verhouding (in equivalenten) in voedingsoplossing en het optreden van waterziek, gedefinieerd als V, in experiment B.

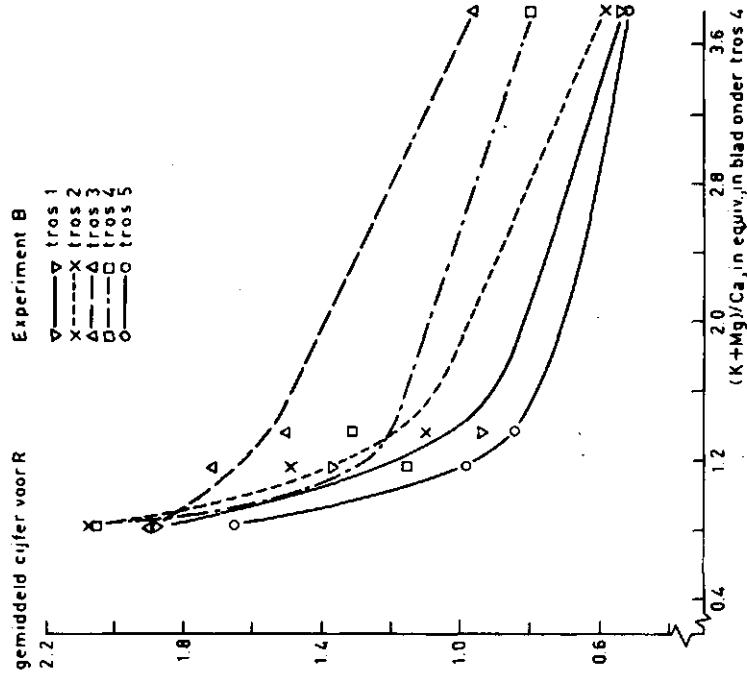


Fig. 12. Verband tussen de (K + Mg)/Ca-verhouding (in equivalenten) in blad onder tros 4 en het optreden van waterziek, gedefinieerd als V, in experiment B.

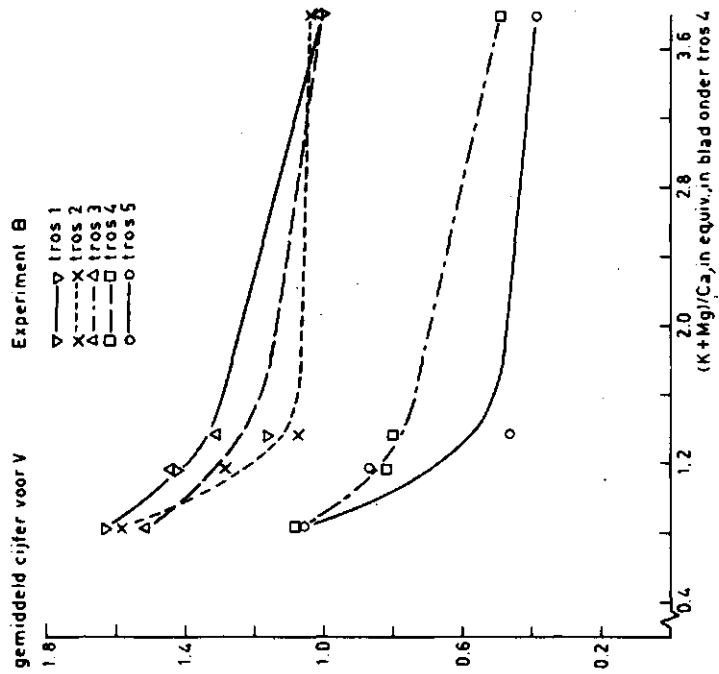


Fig. 11. Verband tussen de (K + Mg)/Ca-verhouding (in equivalenten) in blad onder tros 4 en het optreden van waterziek, gedefinieerd als R, in experiment B.

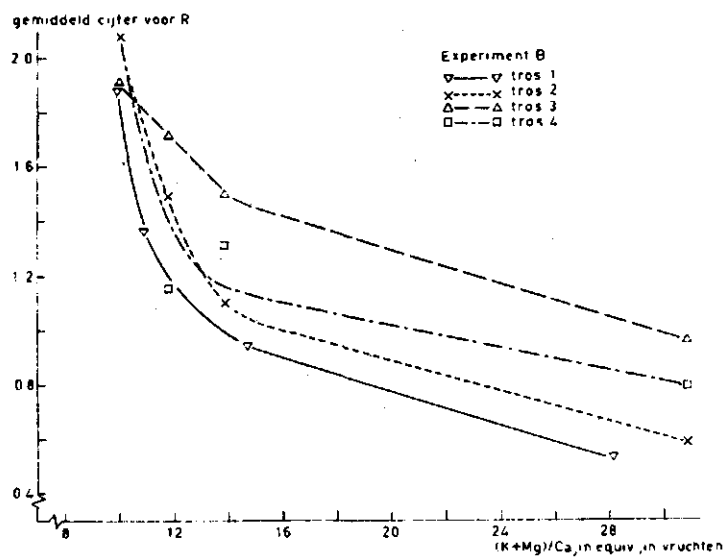


Fig. 13. Verband tussen de (K + Mg)/Ca-verhouding (in equivalenten) in vruchten en het optreden van waterziek, gedefinieerd als R, in experiment B.

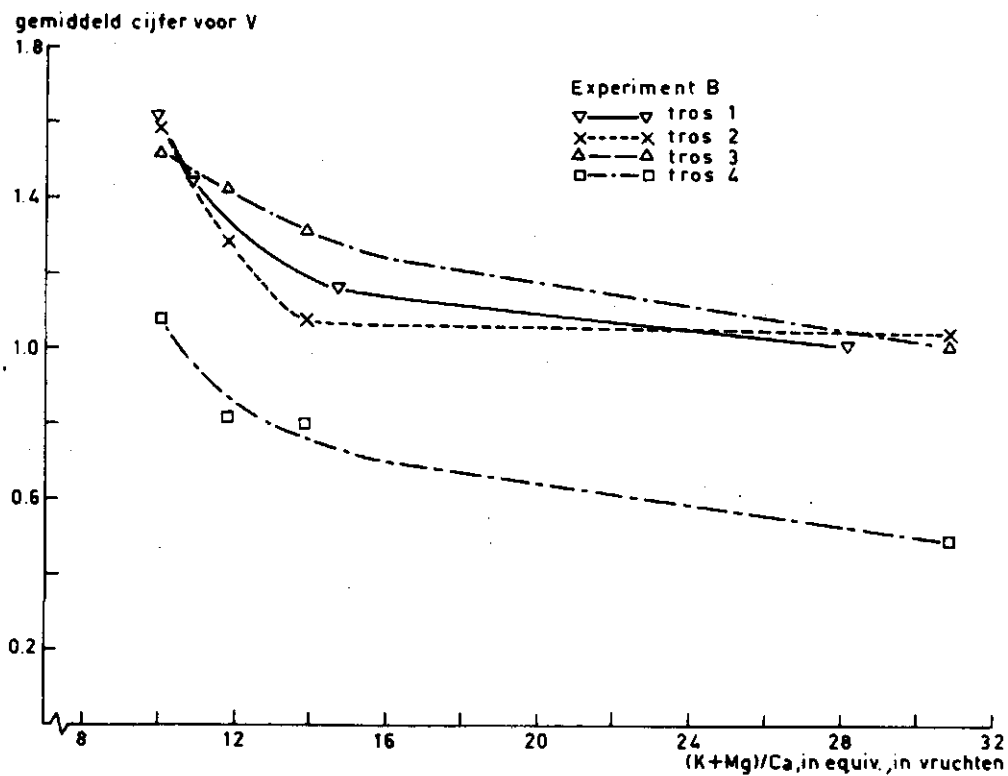


Fig. 14. Verband tussen de (K + Mg)/Ca-verhoudingen (in equivalenten) in vruchten en het optreden van waterziek, gedefinieerd als V, in experiment B.

oogsten van de tomaten in experiment A.

Uit de resultaten van de experimenten blijkt dat de K/Ca-verhouding in de oplossing een invloed op het optreden van waterziek had, zonder dat bekend is geworden hoe de specifieke werking op waterziek was. Waterziek ontstaat door een tekort aan rode pigmenten. Trudel en Ozbun (1970, 1971) kregen bij verlaging van de K-voeding aan toma-teplanten een daling van het carotenoïdgehalte in de vruchten. Bij de kleurvorming is K waarschijnlijk voor allerlei enzymreacties nodig (Trudel en Ozbun, 1970). Om het probleem van waterziek bij tomaten verder op te lossen dient nog nader onderzoek verricht te worden over het effect van de K-, Ca- en Mg-voeding aan tomataplanten op de pigmentvorming en de eventuele samenhang hiervan met het optreden van waterziek. Dit kan uitgevoerd worden door verschillende K-, Ca- en Mg-trappen aan te leggen terwijl de osmotische waarde gelijk gehouden wordt door verschillende hoeveelheden polyethyleenglycol aan de oplossingen toe te voegen.

Medewerking aan het onderzoek werd verleend door Mej. E. Jongman, die de tomaten op kleurafwijkingen beoordeelde, en door Mevr. A. Roosjen-Meter, die de planten van beide proeven verzorgde.

SAMENVATTING

Er werden twee experimenten met tomatplanten op watercultuur uitgevoerd. Hierin werd de invloed van de K/Ca-verhouding in de cultuurvloeistof op het optreden van kleurafwijkingen (waterziek genoemd volgens een eigen definitie) bij vruchten tijdens het rijpen nagegaan bij gelijkblijvende osmotische waarde in het medium. In de meeste gevallen trad een verlaging van het voorkomen van waterziek op bij verhoging van de K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing. Bij toenemende K/Ca-verhouding in de voedingsoplossing nam de K/Ca-verhouding in de bladeren en vruchten toe, zowel door daling van het Ca-gehalte als door stijging van het K-gehalte. Het Mg-gehalte werd in blad en vrucht niet op dezelfde manier beïnvloed door de K/Ca-verhouding in de oplossing. Bij toename van de K/Ca-verhouding in het medium nam het Mg-gehalte in blad eerst af en steeg vervolgens; het Mg-gehalte in de vruchten nam toe, maar in afnemende mate bij een hogere K/Ca-verhouding. Een verhoging van de (K + Mg)/Ca-verhouding in de vruchten, ging meestal samen met een afname van het optreden van waterziek. Het is niet duidelijk of deze invloed op waterziek door een verhoogd K- of Mg-gehalte of door een verlaagd Ca-gehalte teweeggebracht werd. Er worden kwantitatieve gegevens verstrekt over de K/Ca-verhoudingen in de voedingsoplossingen in verband met opname, gehalte in blad en vrucht, en optreden van waterziek.

SUMMARY

Effect of the K/Ca ratio in a culture solution on the occurrence of blotchy ripening in tomatoes

Two experiments were performed with tomato plants on water culture. The effect of K/Ca ratio in the culture solution on the occurrence of ripening disorders (blotchy ripening according to our own definition) in tomatoes was studied. The osmotic pressures of the various solutions were equal. Occurrence of blotchy ripening decreased with increasing K/Ca ratio in the culture solution.

Increasing K/Ca ratios in the medium raised the K/Ca ratio in the leaves and fruits, through decrease in the Ca content as well as through increase in the K content. The K/Ca ratio in the medium did not change the Mg content of the leaves and fruits in the same way. As the K/Ca ratio in the solution increased, the Mg content of the leaves at first declined, but then increased; the Mg content of the fruits increased, but at a decreasing rate at higher K/Ca ratios. An increasing ratio of $(K + Mg)/Ca$ in the fruits, was mostly accompanied by lower incidence of blotchy ripening. No distinct information could be obtained if this effect on blotchy ripening was caused by a raised K or Mg content or by a decreased Ca content. Quantitative data about the K/Ca ratios in the culture solutions in relation to uptake, contents in leaves and fruits, and occurrence of blotchy ripening are given.

LITERATUUR

- Berry, J.W.Jr., Carolus, R.L. and Dedolph, R.R., 1964. The relation between locular seed density and the expression of blotchy ripening in tomato. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 85: 497-501.
- Boon, J. van der, 1973. Influence of K/Ca ratio and drought on physiological disorders in tomato. *Neth. J. Agric. Sci.* 21: 56-67.
- Clay, D.W.T. and Hudson, J.P., 1960. Effects of high levels of potassium and magnesium sulphates on tomatoes. *J. Hortic. Sci.* 35: 85-97.
- Collin, G.H. and Cline, R.A., 1966. The interaction effect of potassium and environment of tomato ripening disorders. *Can. J. Plant Sci.* 46: 379-387.
- Cotter, D.J., 1961. The influence of nitrogen, potassium, boron and tobacco mosaic virus on the incidence of internal browning and other fruit quality factors of tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 78: 474-479.
- Davies, J.N., 1966. The non-volatile organic acids of the differently coloured areas of the walls of blotchy ripened tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 17: 400:403.
- Ende, J. van den, 1962. Over waterziek bij tomaat. *Groente Fruit* 17: 1328-1329.
- Goor, B.J. van, and Wiersma, D., 1974. Redistribution of potassium, calcium, magnesium and manganese in the plant. *Physiol. Plant.* 31: 163-168.
- Hayslip, N.C. and Iley, J.R., 1967. Influence of potassium fertilizer on severity of tomato gray-wall. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 80: 182-186.
- Jones, J.P. and Alexander, L.J., 1962. Relation of certain environmental factors and tobacco mosaic virus to blotchy ripening of tomatoes. *Phytopathology* 52:524-528.
- Kidson, E.B., 1963. Cloud or vascular browning in tomatoes. 5. Effect of methods of raising the osmotic pressure of the solution on cloud-susceptibility and on mineral composition of tomatoes grown in in water-culture. *N.Z.J. Agric. Res.* 6: 376-381.
- Kidson, E.B. and Stanton, D.J., 1953a. Cloud or vascular browning in tomatoes. 1. Conditions affecting the incidence of cloud. *N.Z.J. Sci. Technol., Sect. A* 34: 521-530.
- Kidson, E.B. and Stanton, D.J., 1953b. Cloud or vascular browning in tomatoes. 2. Some chemical characteristics of plant and soil in relation to susceptibility to cloud. *N.Z.J. Sci. Technol., Sect. A* 35: 1-14.
- Ozbun, J.L., Boutonnet, C.E., Sadik, S. and Minges, P.A., 1967. Tomato fruit ripening. 1. Effect of potassium nutrition on occurrence of white tissue. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 91: 566-572.
- Smith, P.R., Stubbs, L.L. and Sutherland, J.L., 1965. Internal browning of tomato fruit induced by a late infection of tobacco mosaic virus. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 5: 75-79.
- Steiner, A.A., 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.

- Tomkins, D.R., 1964. Internal browning of tomato fruits as influenced by four growth regulators. *Plant Dis. Rep.* 48: 528-529.
- Trudel, M.J. and Ozbun, J.L., 1970. Relationship between chlorophylls and carotenoids of ripening tomato fruit as influenced by potassium nutrition. *J. Exp. Bot.* 21: 881-886.
- Trudel, M.J. and Ozbun, J.L., 1971. Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 96: 763-765.
- Vorster, H. and Venter, F., 1974. Influence of the K nutrition on greenback in tomato fruits. *Proc. 19th Int. Hortic. Congr.* 1A: 120.
- Winsor, G.W., 1966. Potassium and the quality of glasshouse crops. *Proc. 8th Congr. Int. Potash Inst.*, pp. 303-312.
- Winsor, G.W. and Long, M.I.E., 1967. The effects of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and lime in factorial combination on ripening disorders of glasshouse tomatoes. *J. Hortic. Sci.* 42: 391-402.
- Woods, M.J., 1963a. Colour disorders of ripening tomatoes. 1. Introduction and literature review. *Ir. J. Agric. Res.* 2: 195-206.
- Woods, M.J., 1963b. Colour disorders of ripening tomatoes. 2. Fruit colour in relation to shade, soil moisture tension and defoliation. *Ir. J. Agric. Res.* 2: 207-216.
- Woods, M.J., 1964a. Colour disorders of ripening tomatoes. 3. Fruit colour in relation to nutrition. *Ir. J. Agric. Res.* 3: 17-27.
- Woods, M.J., 1964b. Colour disorders of ripening tomatoes. 5. Fruit colour in relation to irrigation and nutrition. *Ir. J. Agric. Res.* 3: 141-150.