

cb

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
2  
G  
55

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

→ bibl

Borium ,een element waar nog veel onbekend van is in de  
plantevoeding

Intern verslag nr 48

1989

Berend van Goor

2217381

## Inleiding

Van de plantevoeding van het element borium zijn nog veel aspecten van de bodemchemie en plantevoeding niet goed bekend. Het is een spoorelement waar relatief veel van nodig is. Symptomen van gebrek-vooral in de jongere delen- wijzen op een via de zeefvaten vrij immobiel element. Aan de andere kant zijn de gehalten die indertijd gevonden zijn in zeefvatenexudaat-betrokken op xyleemgehalten of bladgehalten-niet extreem laag. In het verleden is ook wel aangenomen dat boraat gebonden zou kunnen worden aan suikers in het zeefvatensap. Deze hypothese wordt echter de laatste tijd tegengesproken. Ook wat betreft de functie van borium in de plant zijn nog een groot aantal onzekerheden. Het lijkt er op dat borium bij de topgroei van wortels en stengels een rol vervult. Een functie in nucleïnezuurmetabolisme of auxine metabolisme wordt wel genoemd. Bij de opname schijnt een redelijk verband te bestaan tussen de concentratie rond de wortel en de opname. Een ander punt van discussie, overigens ook voor veel andere voedingselementen, zijn veranderingen in de opnamesnelheid gedurende de teeltduur van gewassen. Ook hoe deze wijzigingen samenhangen met de behoefte van weefsels die in dat teeltstadium gevormd worden. Ook de teeltomstandigheden kunnen de opnamesnelheid beïnvloeden. Zo geldt dat voor licht, luchtvochtigheid en temperatuur. Over optimale concentraties in grond, voedingsoplossing en in blad zijn we vrij goed geïnformeerd. Mogelijk zijn hier echter nog verfijningen aan te brengen. Aan de hand van de literatuur zullen nu wat conclusies getrokken worden hoe de stand van zaken op dit oogenblik is en waar nog duidelijke vraagpunten liggen.

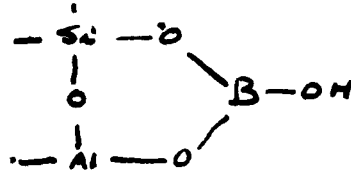
## Borium in de grond

Het element is in het bodemvocht aanwezig als  $H_3BO_3$

en  $B(OH)_4^{-1}$  bij hoge pH ( $>8$ ).

In de grond komt borium voor gebonden aan:

-a. Het kiesel-aluminium skelet:



-b. Aan diolgroepen in de humus, ook gekoppeld met 2 hydroxygroepen van het boorsuur. In de humine en fulvozuren kunnen dat naburige OH-groepen zijn van carboxylzuren of fenolen. Vooral bij hoge pH is er een sterke adsorptie. Er treedt hysteresis op, omdat het borium er moeilijk weer afgaat (Yermiyaho, et al., 1988). De adsorptie neemt toe bij hogere ionensterkte.

Vraagpunt: De kwantitatieve verbanden tussen zure groepen in de humus en de verdelingscoëfficiënt bodemoplossing: grond.

Opname van borium uit de oplossing rond de wortels

Over het opnamemechanisme zelf bestaat nog geen zekerheid. Men neemt aan dat dit zowel passief als actief kan gebeuren. Gezien de oplosbaarheid en op grond van andere experimenten is het wel waarschijnlijk dat een gedeelte van het borium via het celwand water gaat. Het verband met de gehalten in de grond is goed zoals uit onderstaande figuur/en tabel/uit werk van Smith and Clark (1989) met Kiwi blijkt.

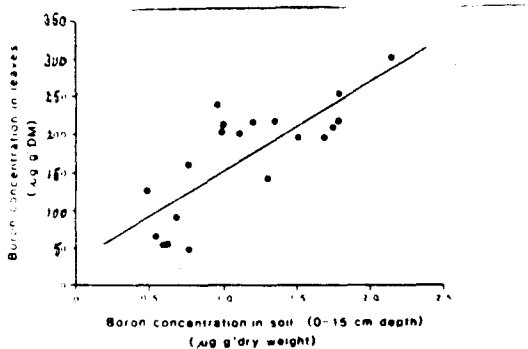


Fig 1 Relationship between the concentration of boron in the leaves and that in the topsoil (leaf boron =  $36.2 + 117.5 \times \text{soil boron}$ ,  $r^2 = 0.60$ ,  $P < 0.001$ )

TABLE I

Relationship between the concentration of boron in the leaves of kiwifruit vines and boron extracted from soils collected at different depths

Equation	$r^2$
(a) Leaf boron = $36.2 + 117.5 \times \text{soil boron (0-15 cm)}$	0.60***
(b) Leaf boron = $120.0 + 57.5 \times \text{soil boron (15-30 cm)}$	0.34**
(c) Leaf boron = $148.0 + 20.0 \times \text{soil boron (30-45 cm)}$	0.25*
(d) Leaf boron = $143.0 + 19.5 \times \text{soil boron (45-60 cm)}$	0.27*

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$

De snelheid van de opname van borium kan gedurende de groeiduur van het gewas sterk variëren, zoals uit de figuren 2,3 en 4 blijkt.

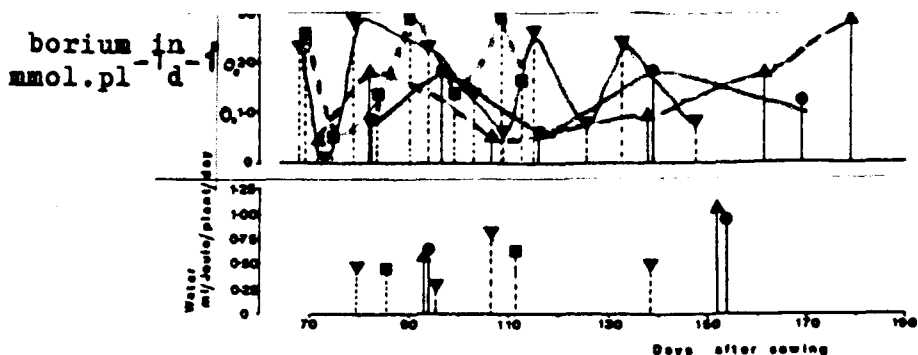
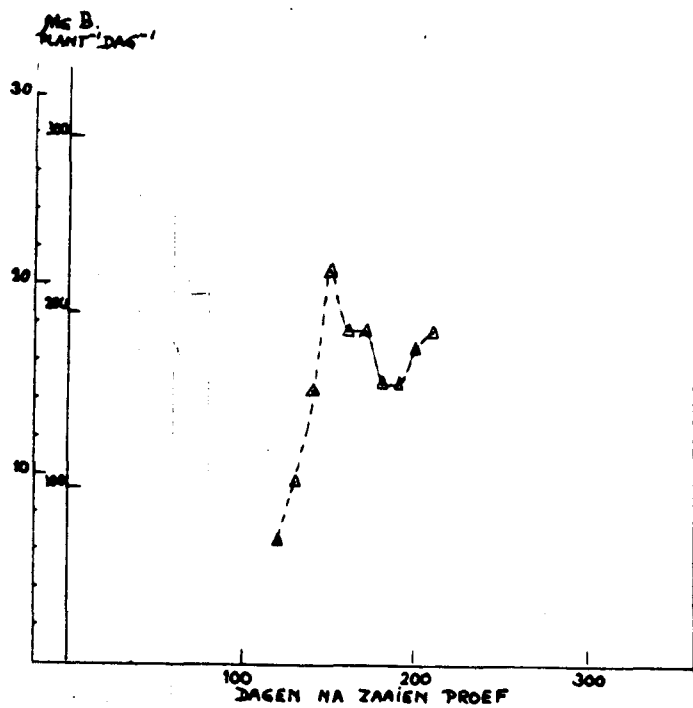


Figure 2 - Rates of water and nutrient uptake for varieties Sonatine and Ostona grown in both glasshouses in 1981. 1,2 and 3 as for Figure 9. Tomaat.

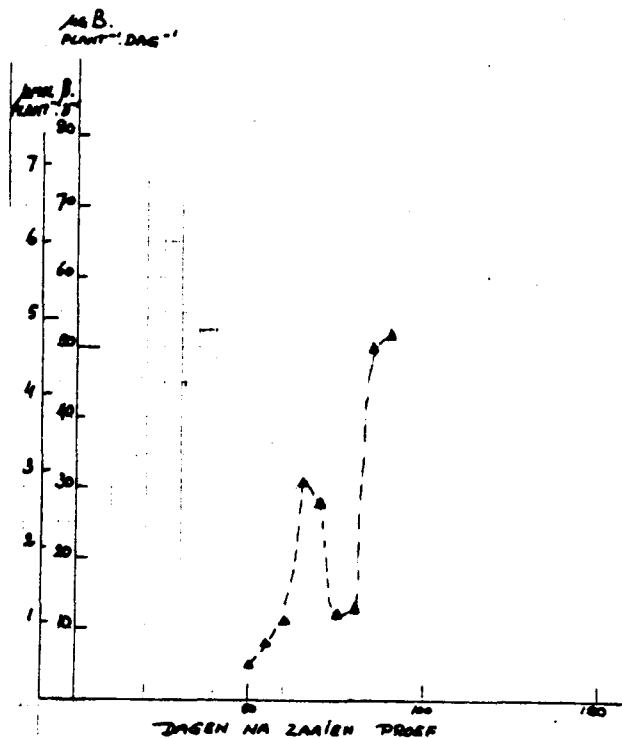
■ and ● Sonatine in glasshouses 1 and 2.  
▼ and ▲ Ostona in glasshouses 1 and 2.

Khudheir en Newton(1983)



figuur 3 Opnamesnelheid B tomaat

Naar Lewis et al.(1982)



Figuur 4 Opnamesnelheid B sla

Naar Garcia et al.(1982)

De oorzaken van de fluctuaties zijn nog niet precies duidelijk. Men kan denken aan plantfactoren en omgevingsfactoren. Plantfactoren kunnen bijvoorbeeld beginnende vruchtvorming zijn bij tomaat (ca 90-150 dagen na het zaaien) en kropvorming bij gewassen als sla. Een belangrijke

omgevingsfactor is licht, die ook via wortelvorming en wateropname kan werken.

Vraagpunt: Een punt van nadere studie kan zijn het nader vastleggen van de fluctuaties van de boriumopname en het begrijpen daarvan. Een gedeelte van de experimentele gegevens is mogelijk al aanwezig.

#### Transport en verdeling van borium in de plant.

Het opgenomen borium kan na transport met de transpiratiestroom via de houtvaten verder verdeeld worden in de plant. Gezien de behoefte van jonge groeiende delen aan dit sporelement zal het daar dan ook terecht moeten komen. Het zal hieronder blijken dat experimenten over verder vervoer via de zeefvaten niet-éénduidig zijn over het gemak waarmee borium in deze vaten vervoerd wordt.

De symptomen van gebrek en overmaat zijn onder andere beschreven door Roorda van Eysinga en Smilde in verschillende publicaties voor tomaat, sla komkommer en chrysant. De symptomen wijzen voor borium in de richting van een element, dat vrij slecht vervoerd wordt in de zeefvaten. Zowel bij tomaat als komkommer treedt verdroging van de groeppunt op. Ook bij sla uit boriumgebrek zich het eerst in bruine plekje in de groeppunt. Overmaatsverschijnselen bij komkommer zijn gele bladranden. Ophoping in de bladranden wijst ook in de richting van een element dat slecht geredistribueerd wordt en daardoor in de bladranden accumuleert.

Over de plaats die borium in de rij voor mobiliteit in de zeefvaten inneemt, zijn de resultaten van proeven niet éénduidig. Een aantal wijst op een extreem lage mobiliteit, andere resultaten spreken dit tegen <sup>Y</sup>endaaruit kan men hoogstens een matige mobiliteit concluderen.

Voor een zeer lage mobiliteit van borium in de <sup>Y</sup>zeefvaten pleiten:  
-Borium hoopt zich op in het oude blad bij gerst (Riley, 1987).

-De borium concentratie neemt in "xyleemsap" van Broccoli iets toe (van 0.4 naar 0.6  $\mu\text{mol.ml}^{-1}$ ) bij toenemende B-voeding (toegevoegd 0 tot ruim 1  $\mu\text{mol.ml}^{-1}$ ). Voor het floëem sap is het gehalte constant ongeveer 1  $\mu\text{mol.ml}^{-1}$ . Men kan zich echter afvragen of het werkelijk zeefvatensap is. De aftapping van zeefvatensap vond hier plaats door aansnijden van stengels in de bloem, het houtvatensap werd getapt na afsnijden van het gehele bovengrondse deel. (Shelp, 1988).

-De verhouding tussen de gehalten in jong en oud blad bij bloemkool bleken voor calcium en borium ongeveer gelijk te zijn (Shelp and Shattuck, 1987).

-Boriumtransport blijkt sterk gebonden te zijn aan de verdamping (Mengel & Kirkby, 1978).

Tegen een extreem lage mobiliteit van borium in de zeefvaten pleiten:

-De verhouding van de concentraties in zeefvatensap: in blad voor Yucca was in onderzoek van Tammes & van Die (1966) 0,3 tegen 0,01 voor calcium en mangaan en 0,03 voor magnesium. Voor kalium werd 0,9 gevonden.

-Het verband tussen blad en vrucht gehalten is goed (figuur 4), dit kan echter ook een indirect verband zijn.

-Shu, et al. (1989) deden experimenten met de borium-isotoop  $B^{10}$ , die op het blad aangebracht werd. Het meeste van dit borium bleek in de topbladeren en fijne wortels van deze persikbomen te komen.

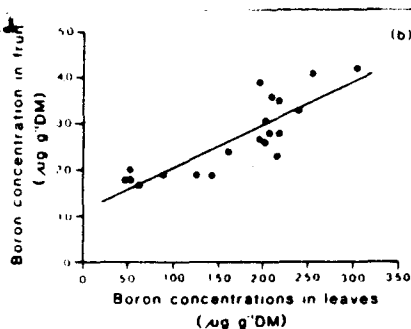


Fig 4 Relationship between (a) the concentration of boron in the leaf and in the fruit (leaf boron = 39.6 + 7.73fruit boron,  $r^2 = 0.85$ ,  $P < 0.001$ ) and (b) the concentration of calcium in the fruit and the concentration of boron in the leaf (fruit calcium = 0.25 - 0.0004leaf boron,  $r^2 = 0.65$ ,  $P < 0.01$ ).

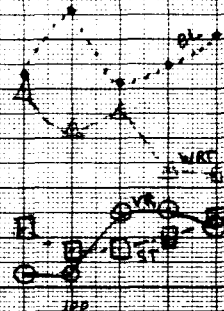
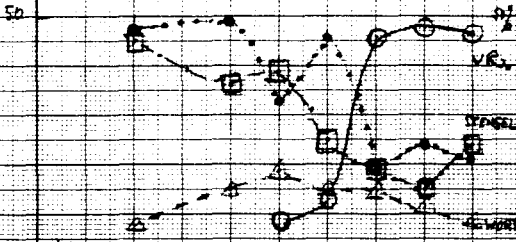
Uit Smith & Clark, 1989)

-De interne verdeling in de plant in de loop van de teelt. Uit figuur 6 blijkt dat borium in de vruchten niet zo sterk als koper de droge stof volgt, maar toch duidelijk afwijkt

- — vrucht
- △ — wortel
- ⊕ — stengel
- — blad

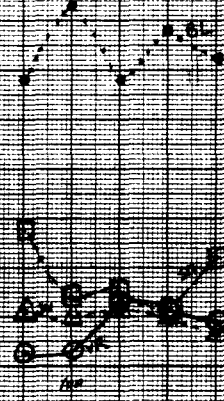
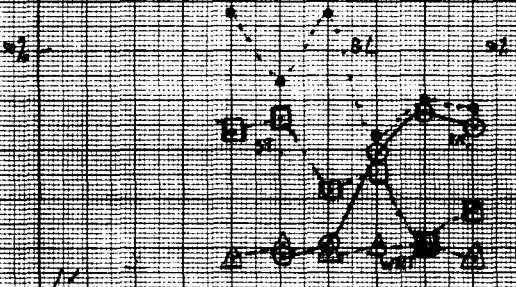
DROEG STOF

JZER



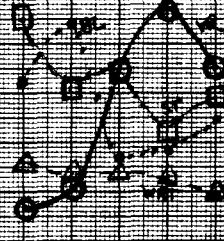
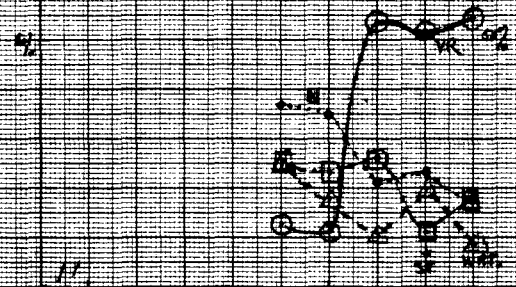
KORINTH

MAARSKAMP



KORINTH

ZINK



DAGEN NA ZAKEN

Figures showing the % of dry matter in micro elements over successive harvests of the same plant (from other sheet, 1915)

- — VRUCHT
- △ — WORTEL
- ⊕ — STENGEL
- — BLAD

van een immobiel element als mangaan. Hieruit zou men tot een "matige" mobiliteit kunnen concluderen. Dus een volgorde  $Cu > Zn > B > Fe > Mn$ . Het mobiele mangaan blijft ook in een vrijwel constant percentage in het blad, een gedrag dat borium ook niet vertoont.

Het feit dat het boriugehalte in het blad in figuur 6 daalt zou nog kunnen leiden tot de praktische konklusie dat er tijdens de vruchtvorming wat meer borium gegeven zou moeten worden. Meer kennis over de behoefte van verschillende weefsels is dan echter ook nog nodig.

#### Vraagpunten/discussiepunten:

1. De plaats van borium in de mobiliteitsreeks.
2. De vorm waarin borium in het floeem sap (pH ongeveer 8?) vervoerd wordt.
3. Meer onderzoek over verdelingsdynamiek van borium gedurende de teelt van verschillende gewassen is nodig.

#### Functies van borium in de plant.

In de functie van borium zijn nog vele onzekere en onbekende punten. Overzichtsartikelen zijn te vinden in Marschner (1986), Pilbeam & Kirkby (1983), Machado (1983), Mengel & Kirkby (1978) en de Borax brochure (1987).

De functie zal vooral bekeken worden tegen de achtergrond van de behoefte in verschillende plantorganen als blad, vrucht, stengel, wortel en groeitoppen van scheut en wortel. De mate waarin de verschillende functies hierin voorkomen zullen echter niet scherp afgegrensd zijn. Globaal kan bijvoorbeeld gesteld worden dat in groeitoppen relatief veel protoplasma en membranen zullen hebben. In de bladeren zullen meer waterrijke cellen met een grote vacuole en een hoog kaligehalte voorkomen. Dit geldt ook voor vruchten, waar dan nog speciale syntheses van kleurstoffen gebeuren.



Hieronder volgt een overzicht van processen waarvan verondersteld wordt dat borium er een rol bij speelt. Tevens zijn dan een aantal plantendelen vermeld waarvoor het proces van bijzonder belang zou zijn:

Proces waarbij borium een rol zou spelen:	Verondersteld dat het proces vooral van belang is in:
Stabilisatie celwand (mechanisme nog onduidelijk); B zou de vorming van pectine en hemicellulose bevorderen via meer uridinedifosfaatglucose. Relatief meer glycolyse en minder pentosefosfaatcyclus.	blad en vruchtwand
stabilisatie van membranen in de cel (mechanisme nog onduidelijk)	cellen in groeitoppen
Inbouw fosfaat in ribonucleïnesuur Daaraan gekoppeld eiwitsynthese.	cellen in groeitoppen
Vorming desoxyribonucleïnesuur (DNA)	cellen in groeitoppen
Houtvorming (Lignificatie)	vaten van stengels en in oudere wortels.
Auxine: Gaat de auxineafbraak tegen	Bevordert de wortelgroei.
Suikertransport: Invloed onduidelijk	vruchten
Transport mangaan en zink bevordert?	vruchten

Bij boriumberoof kunnen de volgende verschijnselen bij de diagnose gebruikt worden:

- Meer ribonucleïnesuur in worteltoppen.  
Meer afbraak van ribonucleïnesuur (Meer ribonuclease)
- Meer eiwit in worteltoppen.
- Meer oplosbare N verbindingen in de plant, waaronder nitraat.

- , -Schade aan apicale meristemen in de wortel.
- Meer auxine (indolasijnsuur)-oxydase activiteit?
- Meer polyfenolen(via de pentosefosfaätocyclus)
- Minder oplosbare suikers
- Via minder jonge wortels zou een minder sterke calciumopname verwacht kunnen worden.

#### Vraagpunten/discussiepunten:

De rol van borium in de plant is nog verre van duidelijk zowel in het metabolisme (waar heeft het een directe invloed?) als bij het transport.

- Waar heeft het een directe invloed in het plantmetabolisme.
- Bestaan de suiker -boraat complexen inderdaad?Zijn ze aantoonbaar?Of is de invloed van borium indirect via de groei van de meristemen,die dan weer suikertransport bevorderen.
- Hoe moet men zich de rol van borium op de membranen indenken. Of gebeurt dit indirect via meer jonge wortels en meer calcium.
- Is indolasijnsuur-destractiecapaciteit van weefsels te gebruiken als indicatie van verborgen boriungebrek.
- Kunnen polyfenolen als indicatie voor boriungebrek gebruikt worden?
- Is bij hogere temperatuur meer borium nodig?

#### Borium meststoffen.

In onderstaand overzicht uit de brochure van de Borax Cie Ltd zijn een aantal meststoffen vermeld,die gebruikt kunnen worden.

Several borates which are listed below can be used as sources of boron for plants both to prevent and cure boron deficiency; of these products, Fertiliser Borate and SOLUBOR were developed with particular reference to agriculture. Sufficient boron materials are available to permit a choice to be made, not only on the basis of delivered cost per unit boron, but also on the basis of the suitability of the material for the preferred method of application or the compounding process.

On dissolving in water, borax, Fertiliser Borate 47/48 both give a solution of the same ionic composition. The main differences between borax and Fertiliser Borate is firstly, that borax is a refined chemical whereas Fertiliser Borate still retains part of the original ore body and secondly, that borax dissolves more readily than Fertiliser Borate 47/48.

Borax is sodium tetraborate decahydrate,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_{10}\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Fertiliser Borate 47 is a crude pentahydrate sodium tetraborate (ore concentrate). Fertiliser Borate 48 is a pure pentahydrate sodium tetraborate.

SOLUBOR is a special spray dried and complex sodium borate product, having an approximate composition  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Technical Data Sheets on the Agricultural Borates are available separately.

Inorganic borates are in the non-harmful category according to the E.E.C. Directive on the Packaging and Labelling of Dangerous Substances, and no special precautions are normally required. Technical Service Bulletin 35 entitled "Safe Use at Work of Borax, Boric Acid and other Inorganic Borates" is available on request.

Material	Mesh	% B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% B	Amounts of Material kg required for	
				1 kg B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 kg B
Fertiliser Borate 47	Standard	47.8	14.8	2.10	6.76
Fertiliser Borate 48	Standard	48.8	15.1	2.08	6.77
Borax	Fine granular or powder	36.5	11.3	2.74	8.85
Boric Acid	Fine granular or powder	56.3	17.5	1.78	5.71
SOLUBOR	Fine Powder	66.2	20.5	1.51	4.88

**Uit "Boron deficiency" van Borax Holdings Ltd**

De giften ,die in dezelfde brochure geadviseerd worden,sijn hieronder aangegeven:

Vegetable crops		kg/ha
Asparagus	1-2	
Brussel sprout	1-2	
Cabbage	1-2	
Cauliflower, Broccoli	1-2	
Celery	1-2	
Chicory	1-2	
Chinese cabbage	1-2	
Cucumber	1-2	
Garlic	1-2	
Kohlrabi	1-1.5	
Leek	0.5-1*	
Lettuce	1-2	
Okra	0.5-1*	
Onion	1-2	
Pea	0.5-1*	
Radish	1-2	
Rhubarb	0.5-1	
Spinach	1-2	
Tomato	1-1.5	

\* Experimental use only

**Vraagpunt:**

In hoeverre heeft de vorm,waarin de meststof gegeven wordt nog invloed op de werking en de opname

**Benodigde gehalten in de plant.**

De Krey,Sonneveld en Warmenhoven (Serie:Voedingsoplossingen Glas-tuinbouw no.15) geven een aantal gewenste waarden,waaruit het onderstaande uittreksel:

**Tabel 2.Borium in volgroeid blad in mmol.kg<sup>-1</sup>droge stof**

	Richtwaarde	Gebrek	Overmaat
Tomaat	5,0 - 7,0	<3,0	> 7
Konkommer	5,0 - 7,0	<4,0	> 10
Paprika	5,0 - 7,0	<4,0	> 30
Sla	4	<2	> 6
Anjer	2 - 9	<1,8	> 18
Chryasant	2,3 - 7,4	<1,8	> 9
Gerbera	2,8 - 3,7		

Er zijn onderlinge verschillen, zo ligt Gerbera laag ten opzichte van de groentegewassen.

Vraagpunt/discussiepunt:

-In hoeverre zou in de toekomst onderzocht moeten worden of de richtwaarde verder gedifferentieerd kan worden naar het onderdeel van de plant, groei en teeltomstandigheden.

Concentratie in de oplossing bij grondlose teelten.

Aanbevolen waarden zijn te vinden in Sonneveld & Straver, Serie Voedingsoplossing Glastuinbouw no.8. In tabel 3 zijn hieruit enige waarden overgenomen.

Tabel 3. Aanbevolen waarde voor borium ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) in de voedingsoplossing en in het wortelmilieu bij hergebruik van het drainwater

	voedingsoplossing	wortelmilieu
Tomaat	20	50
Konkommer	25	50
Paprika	25	60
Sla (recirculerend water)	30	50
Anjer	30	60
Chrysant	20	20
Gerbera	30	40

Vraagpunt/discussiepunt:

-In hoeverre kan een variabele concentratie borium in de voedingsvloei stof aangepast aan het teeltstadium en de teeltomstandigheden nuttig zijn

-In hoeverre kan met borium bijvoorbeeld de wortelgroei "gestuurd" worden.

Slotconclusie.

In verband met eventueel komende gesprekken hierover werd een aantal gegevens over borium kort samengevat. Vraagpunten zijn in de

eerste plaats de mobiliteit van het element, de functie en eventueel wisselende behoefte gedurende de teelt of in verschillende organen van het gewas. Een snellere diagnose van niet-optimale boriumvoeding als op grond van het boriumgehalte mogelijk is, zou ook een punt kunnen zijn.

Enige literatuur.

- Adams, P. et al., J. hort. Sci. (1974), 49, 355-363.
- Mengel, K., et al., 1978, Principles of Plant Nutrition
- Francois, L.E. (1984), J. Amer. Soc. Hort. Sci., 322-324.
- Fernandes, P.D. et al., (1975), Anals da ESA "Luiz de Queiroz",  
32, 595-608.
- Gupta, U.G. et al., 1985, Can J. of Soil Sci. 65, 381-409.
- Khudheir, G.A. et al., 1983, Acta Hort. 133, 67-88.
- Machado, M.A., et al., 1983, Pesq. agropec. bras. 18, 105-109.
- Marschner, H., 1985, Mineral Nutrition of Plants.
- Penalosa, J.M., 1987, An. Edafol. Agrobiol., 749-758.
- Pilbeam, D.J., et al., 1983, J of Plant Nutr. 6, 563-582
- Raven, J.A., 1980, New Phytol. 84, 231-249
- Shelp, B.J., 1988, Ann. of Bot. 61, 83-91.
- Shelp, B.J., et al., J. of Plant Nutr. 10, 143-162 (1987).
- Smith, G.S., et al., 1989, Scientia Hort 38, 105-115.
- Smilde, K.W. en Roorda van Eysinga, Voedingsziekten bij tomaat,  
geteeld onder glas.