Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk
A
2
G
55

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PTG
bibl

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Borium, een element waar nog veel onbekend van is in de plantevoeding (Herziene versie)

Berend van Goor

Naaldwijk, mei 1990

Intern verslag nr. 36

2217382

412 G 55

INHOUD

	Pagina
Inleiding	3
Borium in grond	3
Opname van borium	4
Transport en verdeling van borium in de plant	8
Functies van borium in de plant	12
Borium-meststoffen	14
Borium-gehalten in de plant	15
Aanbevolen concentratie in oplossing	17
Conclusies	17
Literatuur	18
Bijlage (1) C.de Kreij	19

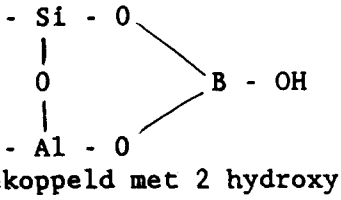
Inleiding

Van de plantevoeding van het element borium zijn nog vele 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 en/of een grote behoefte in de jonge delen. Aan de andere kant zijn de gehalten die indertijd gevonden zijn in zeefvatenexudaat - betrokken op xyleengehalten 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 nucleïnezuur-metabolisme 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 opname-snelheid 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 opname-snelheid 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 worden getrokken hoe de stand van zaken op dit ogenblik 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 boorzuur. 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 hysterese op, omdat het borium er moeilijk weer afgaat (Yermiyaho, et al., 1988). De adsorptie neemt toe bij hogere ionensterkte. Aangenomen wordt echter dat de adsorptie van borium aan de gronddeeltjes niet extreem sterk is.

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 tussen de gehalten in het groeimedium of bodem en het gehalte in gewas is goed zoals uit de figuren 1 en tabel 1 blijkt. In figuur 1a is dit verband weergegeven voor Kiwi uit het werk van Smith en Clark (1989) en daarnaast van werk met verschillende tuinbouwgewassen van onderzoekers op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (figuren 1b tot en met 1h). In de figuren 1b tot en met 1h worden resultaten weergegeven voor tomaat, komkommer, paprika, roos, trosanjer, paksoi, chrysant en amaryllus. Het verband tussen het gehalte aan borium in de steenwolvloeistof (of grond) en in gewas is meestal lineair, hoewel in een enkel geval ook een niet-lineair verband werd gevonden.

Tabel 1. Relationship between the concentration of boron in the leaves of kiwifruit vines and boron extracted from soils collected at different depths

Equation	P^2
a. Leaf boron = 36.2 + 117.5 x soil boron (0-15 cm)	0.60***
b. Leaf boron = 120.0 + 57.6 x soil boron (15-30 cm)	0.34**
c. Leaf boron = 148.0 + 20.0 x soil boron (30-45 cm)	0.35*
d. Leaf boron = 143.0 + 19.5 x soil boron (45-60 cm)	0.27*

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

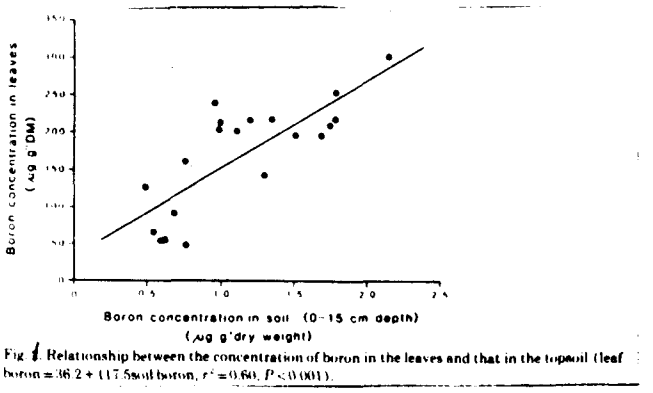


Fig. 1. Relationship between the concentration of boron in the leaves and that in the topsoil (leaf boron = 36.2 + 117.5 soil boron, $r^2 = 0.60$, $P < 0.001$).

Fig. 1a. Relationship between the concentration of boron in the leaves and that in the topsoil (leaf boron = 16.2 + 117.5 soil boron, r = 0.60 P < 0.001)

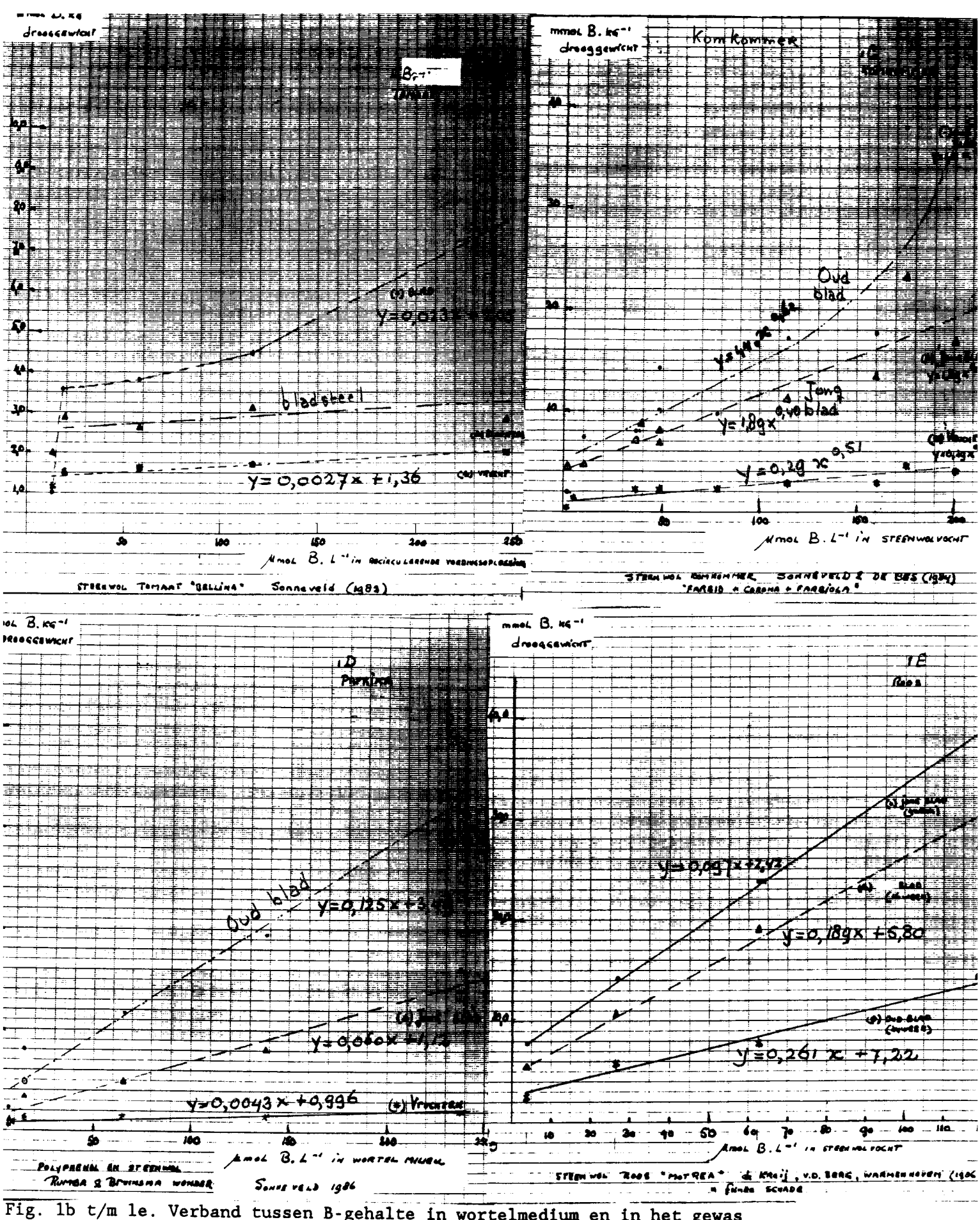
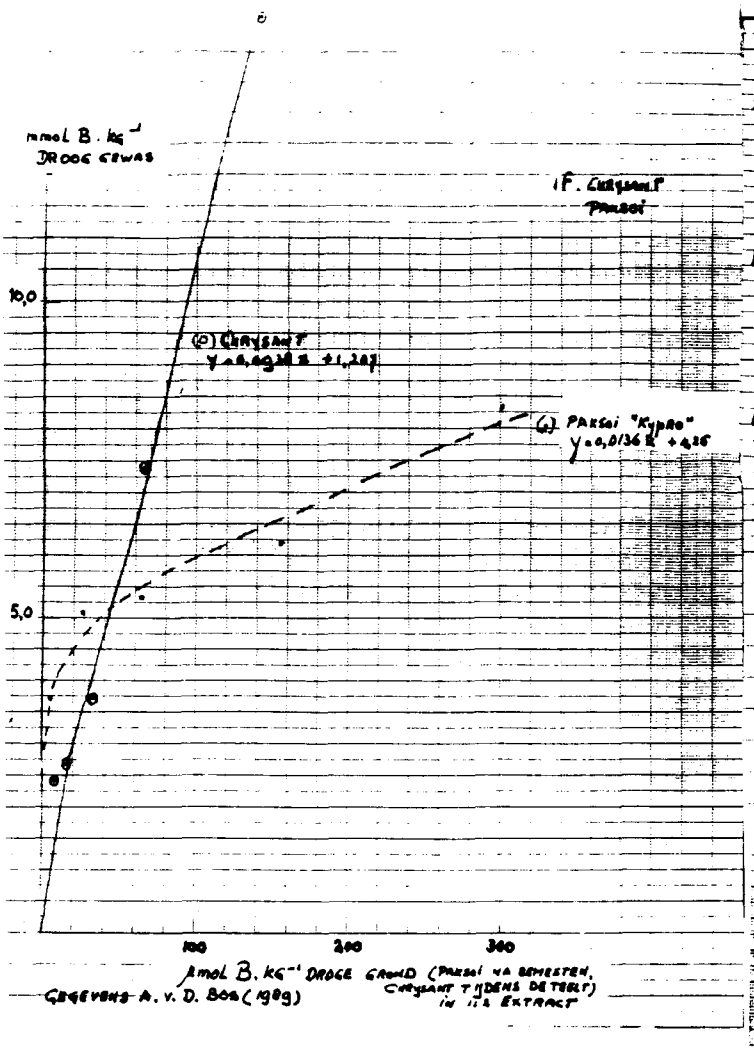
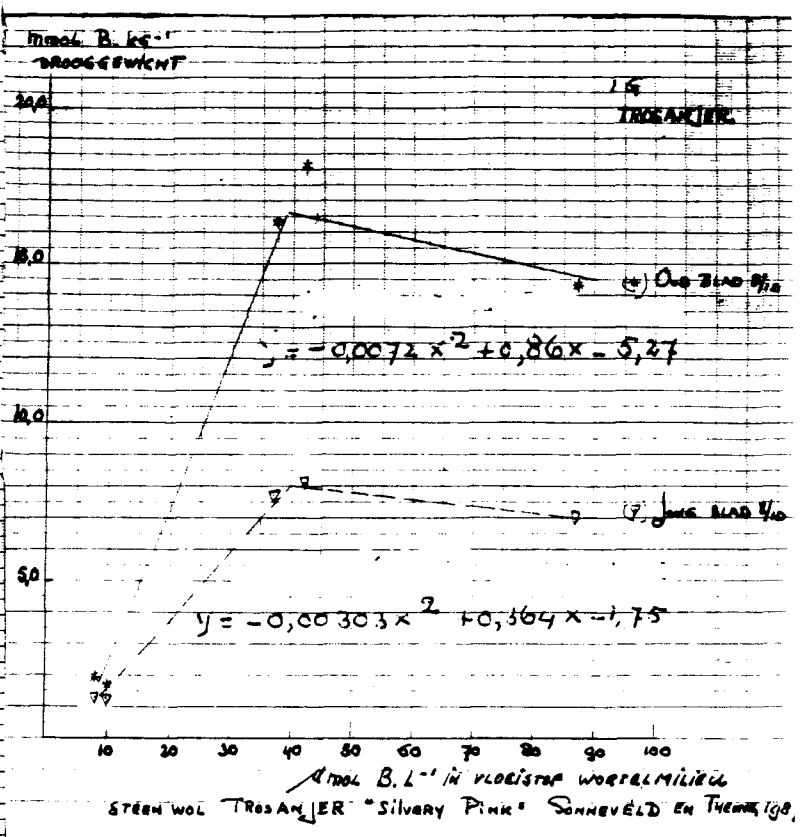


Fig. 1b t/m 1e. Verband tussen B-gehalte in wortelmedium en in het gewas uit experimenten PTG voor diverse planten.





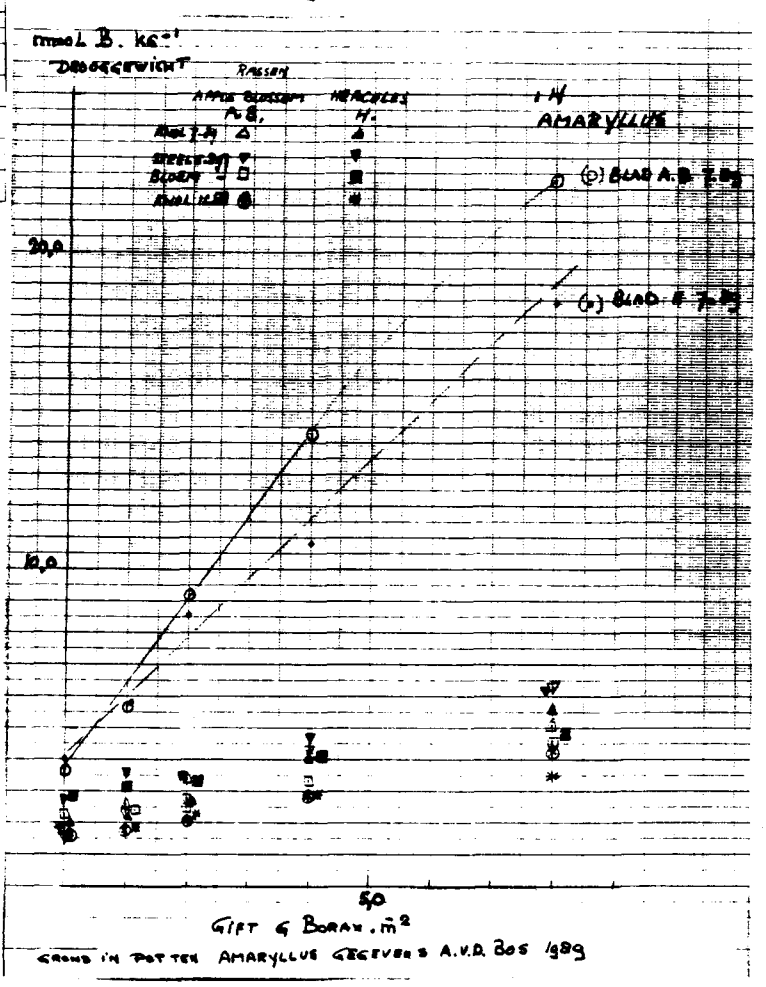


Fig. 1f t/m 1h. Verband tussen B-gehalte in wortelmedium en in het gewas uit experimenten PTG voor diverse planten.

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.

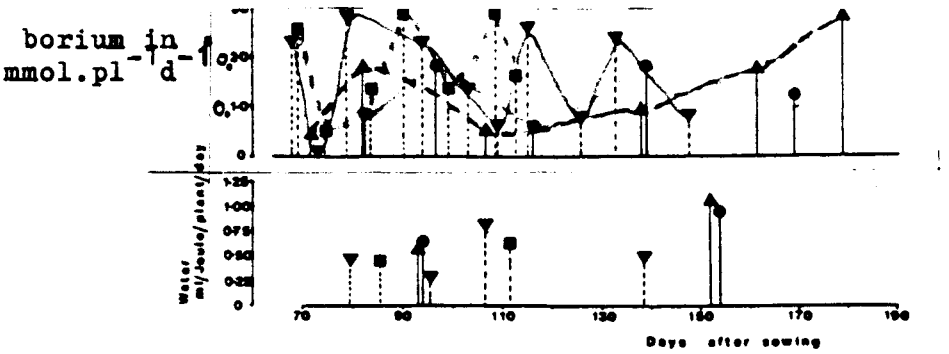


Fig. 2. Rates of water and nutrient uptake for varieties Sonatine and Ostona grown in both glasshouses in 1981. 1, 2 and 3 as for figure 9. Tomaat.

■ and ● Sonatine in glasshouses 1 and 2.
▼ and ▲ Ostona in glasshouses 1 and 2.
Khudheir en Newton (1983).

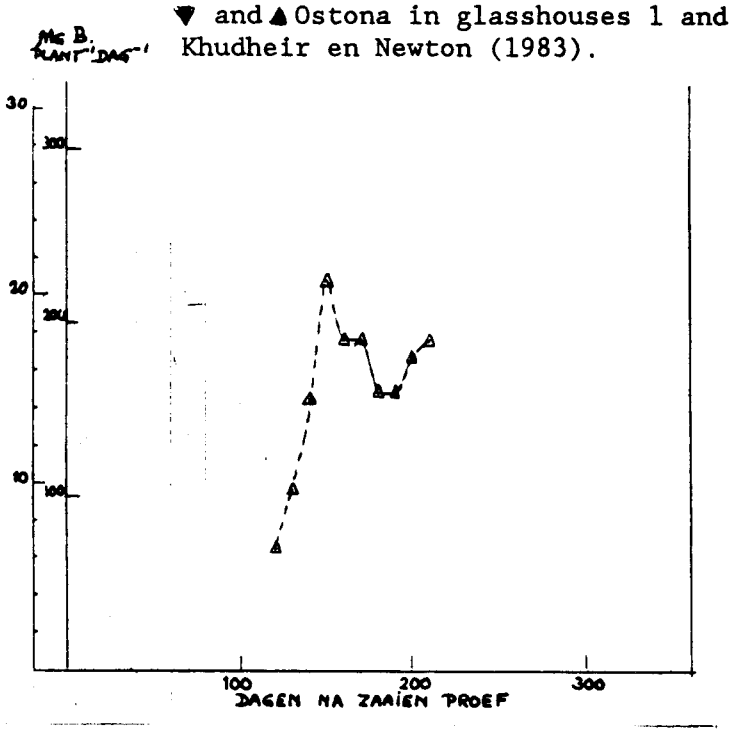


Fig. 3. Opname-snelheid B tomaat.
Naar Lewis et al. (1982)

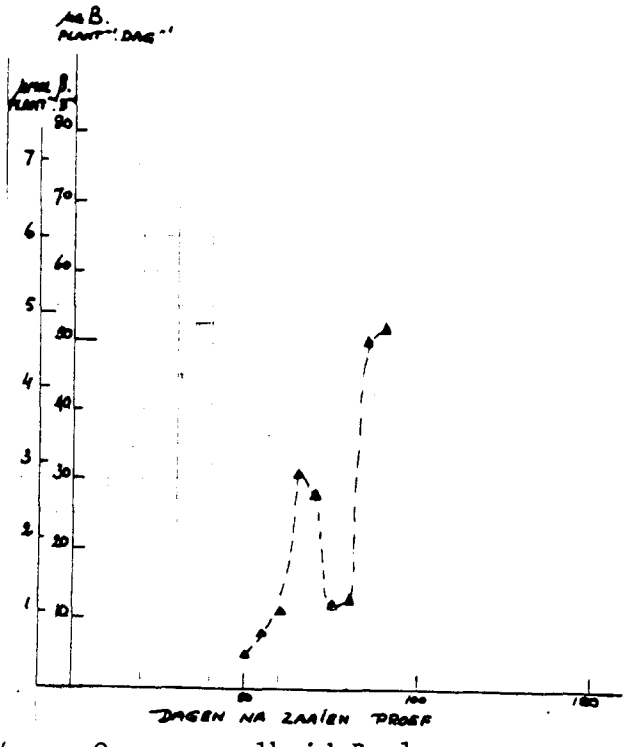


Fig. 4. Opname-snelheid B sla.
Naar Garcia et al (1982)

De oorzaken van de fluctuaties zijn nog niet precies duideijk. Men kan denken aan plantfactoren en omgevingsfactoren. Plantfactoren kunnen bijvoorbeeld beginnende vruchtvorming zijn bij tomaat (circa 90 - 150 dagen na het zaaien) en kropvorming bij gewassen als sla. Verder zullen de wisselingen sterk samenhangen met verschillen in gewas, ras en ontwikkelingsstadium (bijvoorbeeld bij anjer). 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 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 spoorelement 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 publikaties 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 groeipunt op. Ook bij sla uit boriumgebrek zich het eerst in bruine plekjes in de groeipunt. 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. Ook v.d. Bos (1989) vond bij Amaryllus ophoping van het borium in de toppen van de bladeren.
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 en daaruit kan men hoogstens een matige mobiliteit concluderen.
Voor een zeer lage mobiliteit van borium in de 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 $\mu mol.ml^{-1}$) bij toenemende B-voeding (toegevoegd 0 tot ruim 1 $\mu mol.ml^{-1}$). Voor het floëem sap is het gehalte constant ongeveer 1 $\mu mol.ml^{-1}$. 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 afgetapt 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 en Shattuck, 1987).
- Boriumtransport blijkt sterk gebonden te zijn aan de verdamping (Mengel & Kirkby, 1978).

Tabel 2. Verhouding tussen het boriumgehalte in jong en oud blad en in vrucht en oud blad

"Jong blad": "Oud blad"			"Vrucht": "Oud blad"			
Borium-trap	Komkom-mer	Paprika	Borium trap	Komkom-mer	Paprika	Tomaat ouderdom blad onbekend
1	0,2-0,6	0,4	1	0,1-0,2	0,2-0,35	1,1
2	0,8-0,9	0,4	2	0,23-0,28	0,15	0,43
3	0,5-0,9	0,4	3	0,16-0,24	0,12	0,42
4	0,7-0,8	0,4	4	0,17-0,26	0,08	0,38
5	0,5-0,6	0,5	5	0,12-0,13	0,06	0,26

Sonneveld (1982)
Sonneveld (1986)
Sonneveld en De Bes (1984)

Ook de verhoudingen van "jong" - "oud" blad van werk op het PTG en vooral van de "vrucht" - "blad"-verhoudingen (tabel 2.) geven aan dat borium vrij immobiel is. De invloed van de concentraties

is niet duidelijk hierbij, maar waarschijnlijk neemt de mobiliteit bij hogere concentraties af.
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 vruchtgehalten is goed (figuur 4), dit kan echter ook een indirect verband zijn.

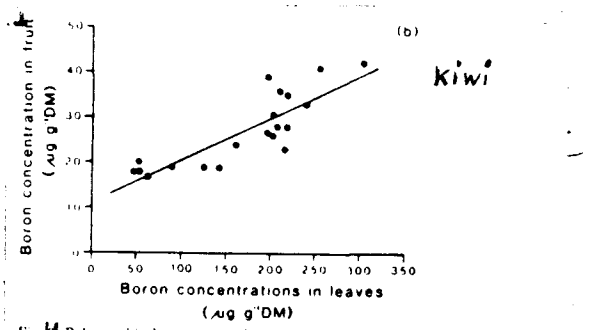


Fig 4 Relationship between (a) the concentration of boron in the leaf and in the fruit (leaf boron = 39.6 + 7.73fruit boron, $r^2 = 0.85$, $P < 0.001$) and (b) the concentration of calcium in the fruit and the concentration of boron in the leaf (fruit calcium = 0.25 − 0.0004leaf boron, $r^2 = 0.65$,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

Fig. 4. Relationship between (1) the concentration of boron in the leaf and in the fruit (leaf boron = 39.6 + 7.73 fruit boron, r^2 = 0.85, $P < 0.001$)

- Shu, et al. (1989) deden experimenten met de borium-isotoop B^{10}, die op het blad werd aangebracht. Het meeste van dit borium bleek in de topbladeren en fijne wortels van deze perzikbomen te komen.
- 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 van een immobiel element als mangaan. Hieruit zou men tot een "matige" mobiliteit kunnen concluderen. Dus een volgorde Cu > Zn > B > Fe > Mn. Het immobiele mangaan blijft ook in een vrijwel constant percentage in het blad, een gedrag dat borium ook niet vertoont.

Het feit dat het boriumgehalte in het blad in figuur 6 daalt zou nog kunnen leiden tot de praktische conclusie 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.

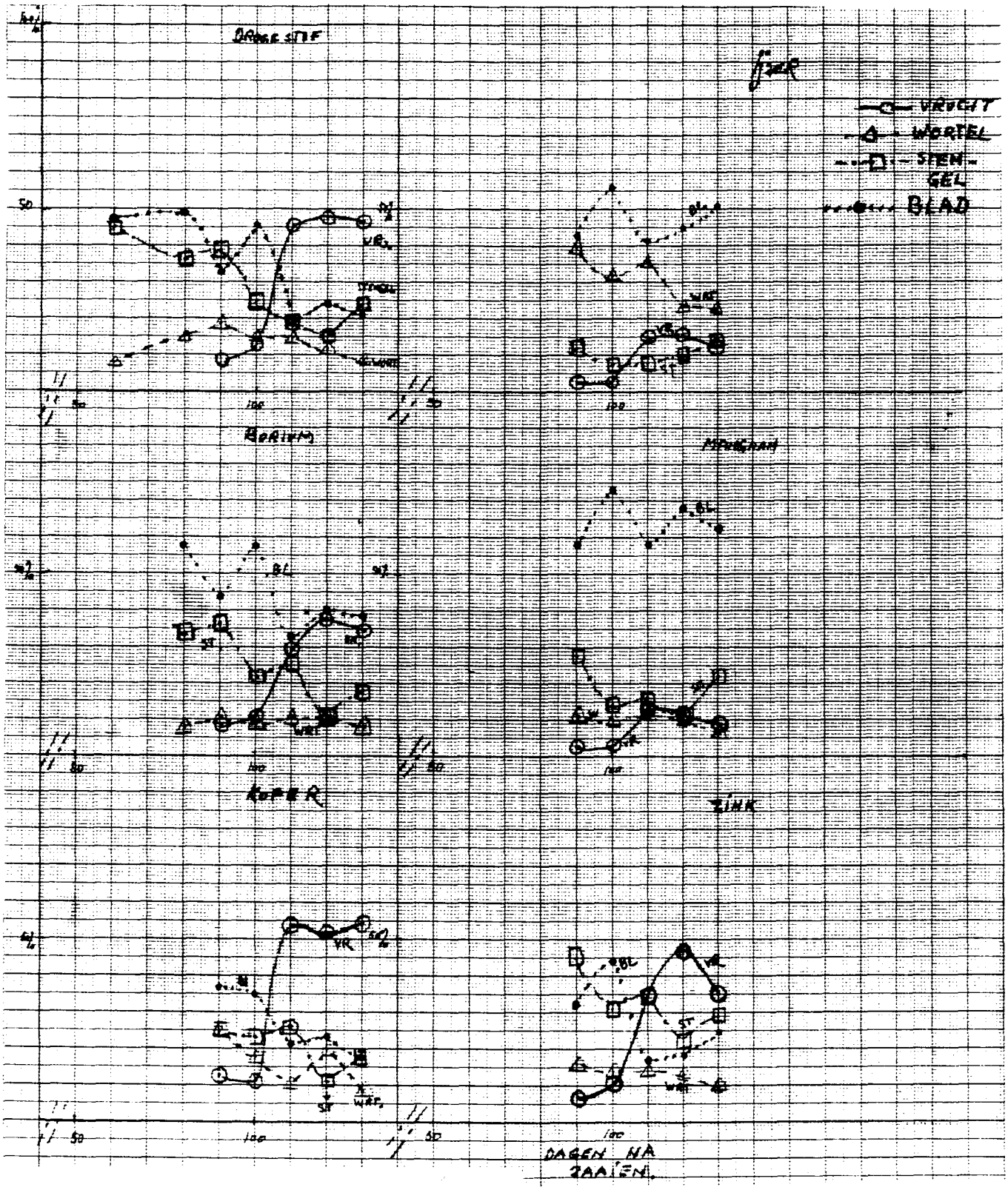


Fig. 6. Verdeling in % van droge stof en micro-elementen van verschillende onderdelen van de tomatenplant (Fernandes et al, 1975)

De indruk bestaat dat borium een vrij immobiel element is. De typische boriumgebreksverschijnselen kunnen een combinatie van verdeling en verschillen in behoefte in verschillende weefsels zijn.

Vraagpunten/discussiepunten:
1. De plaats van borium in de mobiliteitsreeks.
2. De vorm waarin borium in het floeemsap (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), Pilbean & Kirkby (1983), Machado (1983), Mengel & Kirkby (1978) en de Borax brochure (1987).
De functie zal vooral worden bekeken 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 zijn afgegrensd. Globaal kan bijvoorbeeld worden gesteld dat in groeitoppen relatief veel protoplasma en membranen zullen hebben.

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 ribonucleinezuur. Daaraan gekoppeld eiwitsynthese.	cellen in groeitoppen
Vorming desoxyribonucleinezuur (DNA)	cellen in groeitoppen
Houtvorming (Lignificatie)	vaten van stengels en in oudere wortels
Auxine: Gaat de auxine-afbraak tegen	Bevordert de wortelgroei
Suikertransport: Invloed onduidelijk	vruchten

Proces waarbij borium een rol zou spelen:	Verondersteld dat het proces vooral van belang is in:
Transport mangaan en zinkbevorderd?	vruchten
Calcium. v.d. Bos vond een indicatie voor sterkere Ca-opname bij paksoi bij hogere B-giften.	

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 synthesen van kleurstoffen gebeuren.
Hierboven 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.

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

- Meer afbraak van ribonucleinezuur (meer ribonuclease).
- Meer oplosbare N-verbindingen in de plant, waaronder nitraat. Aan de andere kant vond v.d. Bos (1990) bij paksoi juist meer nitraat bij een hogere B-gift. Kennelijk is het verband gecompliceerder.
- Schade aan apicale meristemen in de wortel.
- Meer auxine (indolazijnzuur)-oxydase activiteit?
- Meer polyfenolen (via de pentosefosfaatcyclus).
- 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 indolazijnzuur-destructiecapaciteit van weefsels te gebruiken als indicatie van verborgen boriumgebrek.
- Kunnen polyfenolen als indicatie voor boriumgebrek worden gebruikt?
- 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 kunnen worden gebruikt.

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 of 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, $Na_2,B_4O_7 10H_2O$. 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 $Na_2B_8O_{13}4H_2O$.
Technical Data Sheets on the Agricultural Borates are available separately.
Inorganic borates are in the non-harmful category according to the EEC. 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 required for	Mesh	% B_2O_3	% B	Amounts of Material kg	
				1 kg B_2O_3	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
Borix Acid	Fine granular of 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.

In experimenten van Voogt en Schram (pers. comm.) werd geen verschil in werking tussen Borax en SOLUBOR geconstateerd.

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

Vegetable crop	
Asparagus	1 - 2 kg/ha
Brussels 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 - 15
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 wordt gegeven nog invloed op de werking en de opname.

Benodigde gehalten in de plant

De Krey, Sonneveld en Warmenhoven (Serie: Voedingsoplossingen Glastuinbouw nr. 15) geven een aantal gewenste waarden, waaruit het onderstaande uittreksel aangevuld met enkele waarden uit de brochure van "Borax Holding LTD".

Tabel 3. Borium in volgroeid blad in mmol.kg^{-1} droge stof

Gewas	Normaal	Richtwaarde	Laag	Gebrek	Hoog	"Overmaat"
Tomaat		5,0 - 7,0		< 3,0		> 7
Komkommer		5,0 - 7,0		< 4,0		> 10
Paprika		5,0 - 7,0		< 4,0		> 30
Sla		4		< 2		> 6
Boon				< 1		> 15
Kool	2 - 3,5			< 2	> 10	
Radijs	2 -18			< 2		
Aardbei	2 - 5			< 2	10	> 20
Anjer		2 - 9		< 1,8		> 18
Chrysant		2,3 - 7,4		< 1,8		> 9
Gerbera		2,8 - 3,7				
Roos	2 - 6	2,8 - 5,6		< 2		> 9*
Anthurium		5 - 7				
Begonia		4,5				
Cymbidium		5 - 6,5				
Dieffenbachia		0,9 - 2,8				
Poinsettia		2,8 - 9,2				
Cyclaam		5				
Freesia		4,0				
Geranium	3 -30		1,5-3	1,4		> 30

Naar: de Krey, C., C. Sonneveld, M. Warmenhoven (1987)
Brochure Borax Holdings LTD

* Oud blad

Er zijn onderlinge verschillen, zo ligt Gerbera laag ten opzichte van de groentegewassen.
In bijlage 1 is een rapport van C. de Krey over plantsapanalyse toegevoegd getiteld "Bepalen van de voedingstoestand van de plant met behulp van plantsapanalyse".
De conclusie in dit rapport is dat er een goede correlatie tussen B in het perssap en B-totaal. Van perssapanalyse is dus waarschijnlijk geen verdere verbetering te verwachten.
Slechts een klein gedeelte van het Borium is aanwezig in het perssap.

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 grondloze teelten

Aanbevolen waarden zijn te vinden in Sonneveld & Straver, Serie Voedingsoplossing Glastuinbouw nr. 8. In tabel 3 zijn hieruit enige waarden overgenomen.

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

	Voedingsoplossing	Wortelmilieu
Tomaat	20	50
Komkommer	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 voedingsvloeistof aangepast aan het teeltstadium en de teeltomstandigheden nuttig zijn;
- In hoeverre kan met borium bijvoorbeeld de wortelgroei worden "gestuurd".
  Er is geen behoefte aan meer gegevens over Gerbera.

Slotconclusie

In verband met een discussie over Borium en verder als resultaat daarvan 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. Het B in het 1 : 2 extract geeft geen goed beeld van borium in de grond.

Met dank aan de statistische sectie voor de statistische berekeningen.

Enige literatuur

Adams, P. et al., J. hort. Sci. (1974), 49, 355-363.
Bos, A.L., v.d. (1990). Gegevens over Borium in Paksoi, Chrysant en Amaryllus. Pers. Mededeling.
Francois, L.E. (1984), J. Amer. Soc. Hort. Sci, 322-324.
Fernandes, P.D., et al., (1975), Anals da ESA "Luis de Queiros", 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.
De Kreij, C.; Th. v.d. Berg, M. Warmenhoven (1986), Intern Rapport PBN Aalsmeer, 19 pp.
Machado, M.A., et al., 1983, Persq. agropec. bras. 18, 105-109.
Marschner, H., 1985, Mineral Nutrition of Plants.
Mengel, K., et al., (1975), Principles of Plant Nutrition.
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.
Sonneveld, C., (1982). Intern Verslag nr. 40: 4 pp.
Sonneveld, C. en S.S. de Bes (1984). Commun. in Soil Sci. Plant anal. 15: 519-535.
Sonneveld, C., (1986). Intern Verslag nr. 15.
Sonneveld, C. en D. Theune (1987). Intern Verslag nr. 13: 16 pp.
Schrama, P. en W. Voogt (1985). "Test van een (nieuwe) B-meststof. Pers mededeling.
Voogt, S.J., (1979). Intern verslag: 8 pp.

Bijlage 1

Bepalen van de voedingstoestand van de plant met behulp van plantsapanalyses. C. de Kreij

Inleiding

Minerale voedingselementen hebben een effect op de groei, ontwikkeling, opbrengst en kwaliteit (ook in de na-oogstfase). Er zijn zeer veel voorbeelden te noemen.
Gebrek en overmaat zijn duidelijk, maar er zijn ook subtielere effecten, bijvoorbeeld hoog Ca bij tomaat geeft een melige smaak. Veel Si bij komkommer geeft minder meeldauw. Belangrijk is om de effecten van de voedingselementen te kennen, maar ook de relatie tussen de concentratie van dat element in de plant en het effect.
Een gemeten concentratie in de plant kan dan als diagnostisch of voorspellend gegeven worden gebruikt, bijvoorbeeld bij het geven van bemestingsadviezen en voorspellingen van bewaarbaarheid, smaak en dergelijke. Maar, hoe moet de concentratie in de plant worden gemeten? Een totaal-analyse geeft de concentratie van zowel actieve als niet-actieve (ingebouwd in celwanden bijvoorbeeld) stof. Met deze methode zijn overigens zeer goede resultaten behaald. Anderzijds kan het zijn dat de concentratie die in het celsap aanwezig is, bepalend is voor de fysiologische processen in de cel.
Dit is het geval voor Fe (De Kock, et al. 1979, Katyal and Sharma, 1980 en 10-15 andere referenties) en misschien ook voor P en S.
Veel onderzoek is gedaan naar de relatie tussen de concentratie bepaald met totaal-analyse en die bepaald met perssap, waterextract, complexvormers en dergelijke.
In vrijwel alle gevallen zijn de correlaties zeer hoog, met uitzondering van NO_3-N_{tot}.
Plantsapanalyse kan dus worden gebruikt in de plaats van totaal-analyse. Wanneer echter plantsapanalyse méér toegepast gaat worden bij bijvoorbeeld bemestingsadviezen en voorspelling van na-oogstgedrag, dan zijn betrouwbare analyseresultaten gewenst. Onnauwkeurigheden, die ook bij totaal-analyse kunnen voorkomen, moeten worden voorkomen. Dat zijn variaties in gehalte die voorkomen door soort monsters die worden genomen (blad, bladsteel, leeftijd van blad) variaties tussen planten onderling, invloed van tijd (dag en seizoen) enz. het is haast onmogelijk om alle variabelen te beoordelen. De plaats op de plant, waar het monster wordt genomen heeft waarschijnlijk de grootste invloed. Daarom moet deze variabele goed worden onderzocht.

Borium in gewas; perssap versus totaal-analyse

Inleiding

Op de proeftuin in Vleuten werd een proef gedaan met borium bij anjer. Uit deze proef werd op twee tijdstippen gewas verzameld en geanalyseerd op borium.
Zowel perssap (te Naaldwijk) als de totaal-analyse (te Aalsmeer) werden uitgevoerd. Het doel was het vergelijken van deze twee methoden.

Werkwijze

Proefopzet en resultaten van de proef in Vleuten zijn vermeld in Proefverslag boriumtrappenproef (1989). Jonge volgroeide bladeren (5^e en 6^e bladpaar) werden verzameld op 24-8-1988 en 20-12-1988. Bij de eerste datum werd van het laagste B-niveau ook blad verzameld, waaraan duidelijk B-gebrek (witte punten) zichtbaar was en op de tweede datum werd het blad verdeeld in basis en punt. Toen was geen boriumgebrek in het blad zichtbaar. Ongeveer de helft van het blad werd gedroogd voor totaal-analyse en de andere helft werd in de vriezer gedaan, later na ontdooien uitgeperst, voor perssapanalyse. Borium-overmaat is nooit gezien.

Resultaat

In de tabel staan de resultaten.

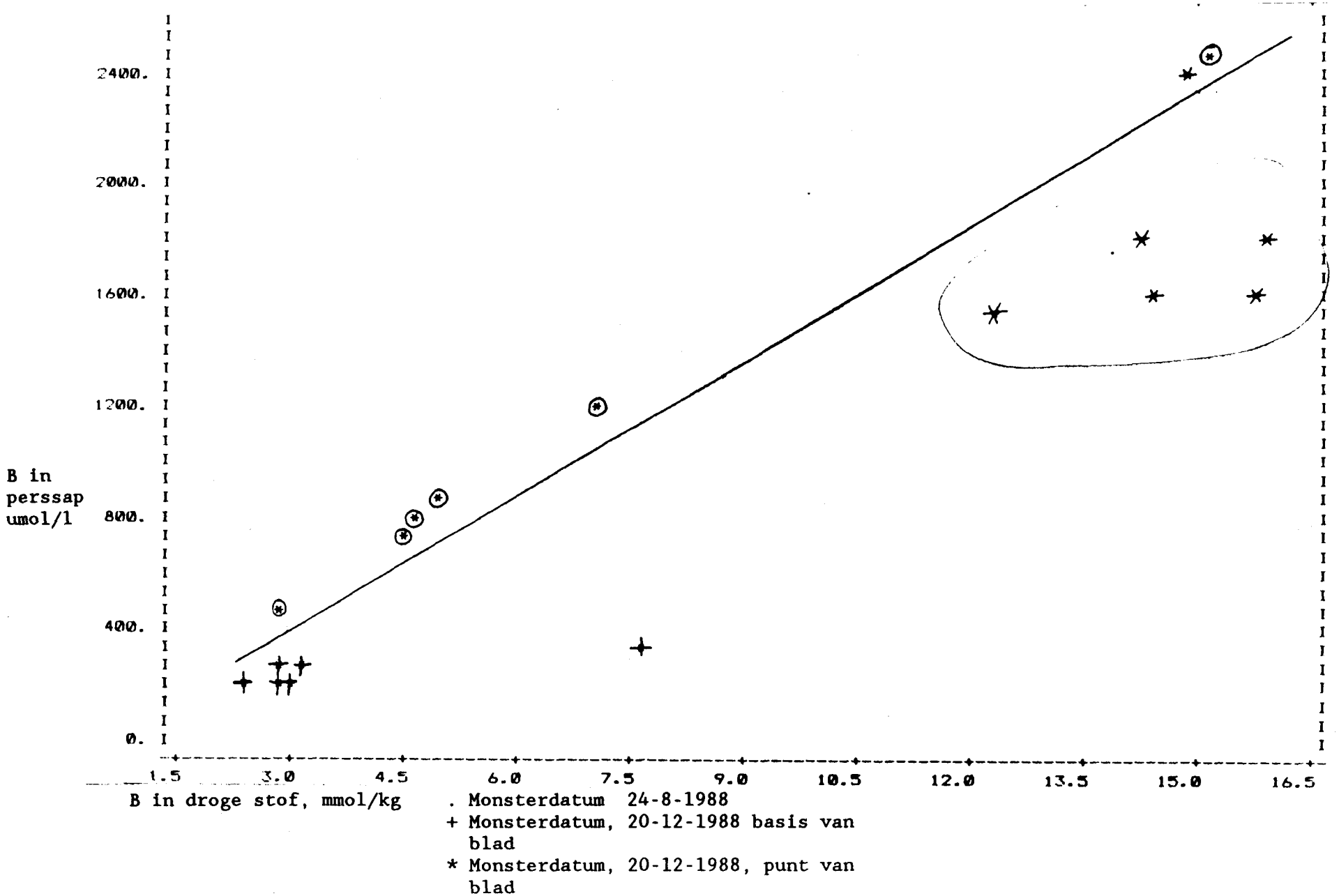
Gem. B-conc. in steenwol bij EC = 2,5 mS/cm	Monsterdatum 24-8-1988		Monsterdatum 20-12-1988			
	B in droge stof	B in perssap	basis van blad		punt van blad	
			B in droge stof	B in perssap	B in droge stof	B in perssap
umol/l	mmol/kg	µmol/l	mmol/kg	µmol/l	mmol/kg	µmol/l
11.9	2.87	488	2.96	226	15.68	1594
32.1	4.53	766	3.14	251	14.44	1615
71.4	4.63	823	2.46	203	12.25	1548
116.1	5.00	863	2.81	231	14.27	1769
203.0	7.11	1211	2.91	250	15.89	1829
278.0	15.13	2443	7.65	339	14.90	2385

In blad met zichtbare borium-gebreksverschijnselen was bij de totaal-analyse borium niet aantoonbaar (< 0.1 à 0.2 mmol/kg?) en in het perssap 136 umol/l. In figuur 1 wordt het verband gegeven

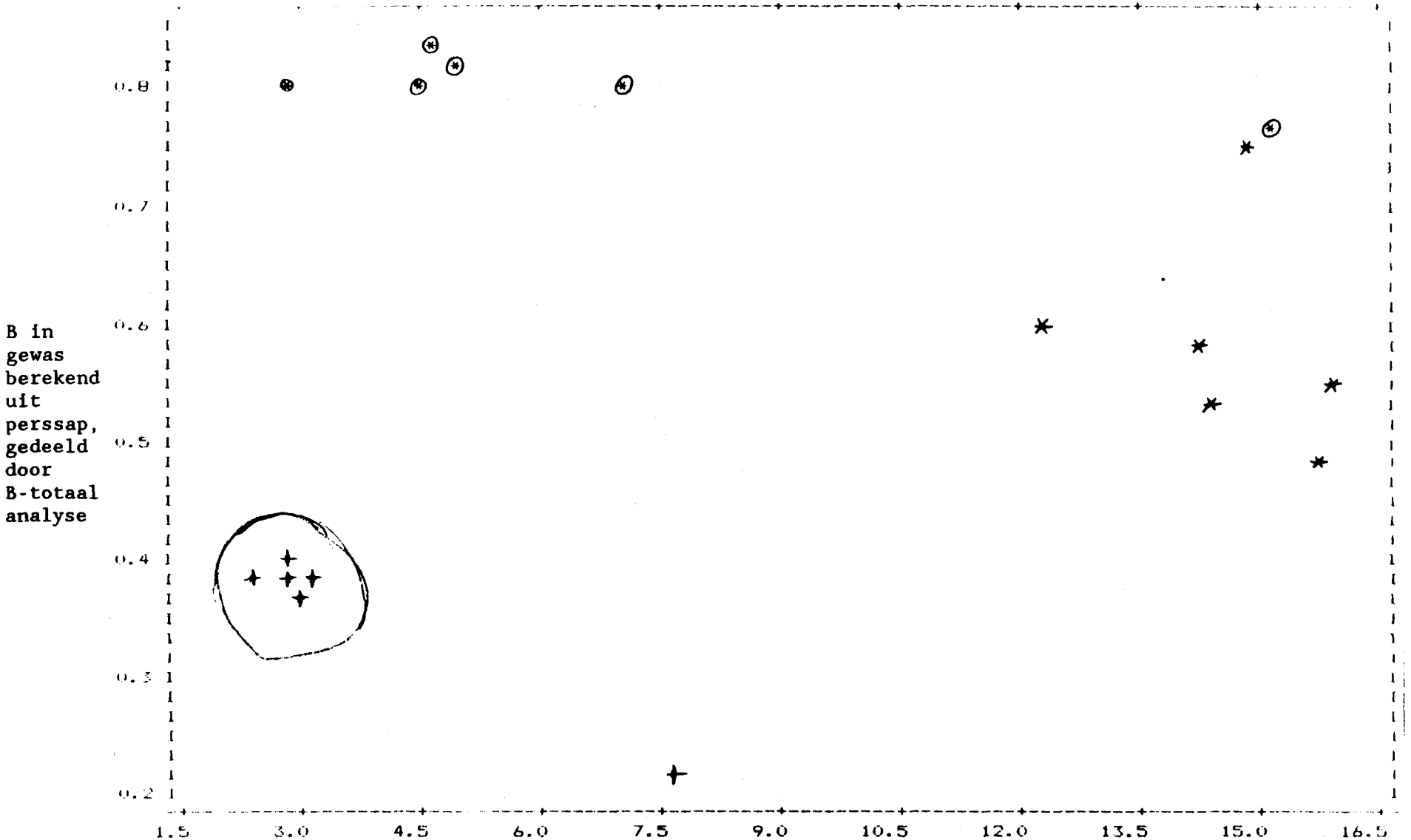
tussen totaal-analyse en perssap y = B in perssap in ummol/l en x = B-totaal-analyse in mmol/kg droge stof. Het verband is: y = 129,7 x - 25, r = 0,92 ($p < 0,0005$).
Bij aanname van 17,5% droge stof, en een dichtheid van plantsap van 1000 $kg.m^{-3}$, dan is te berekenen hoeveel B in plantsap terecht komt ten opzichte van de totale hoeveelheid B, die in het plantmateriaal aanwezig is. Dat staat in figuur 2. Hierin is bijvoorbeeld te zien, dat bij monsterdatum 24-8-1988 circa 80% van de borium in de plant in perssap terecht kwam.

Bespreking en conclusie

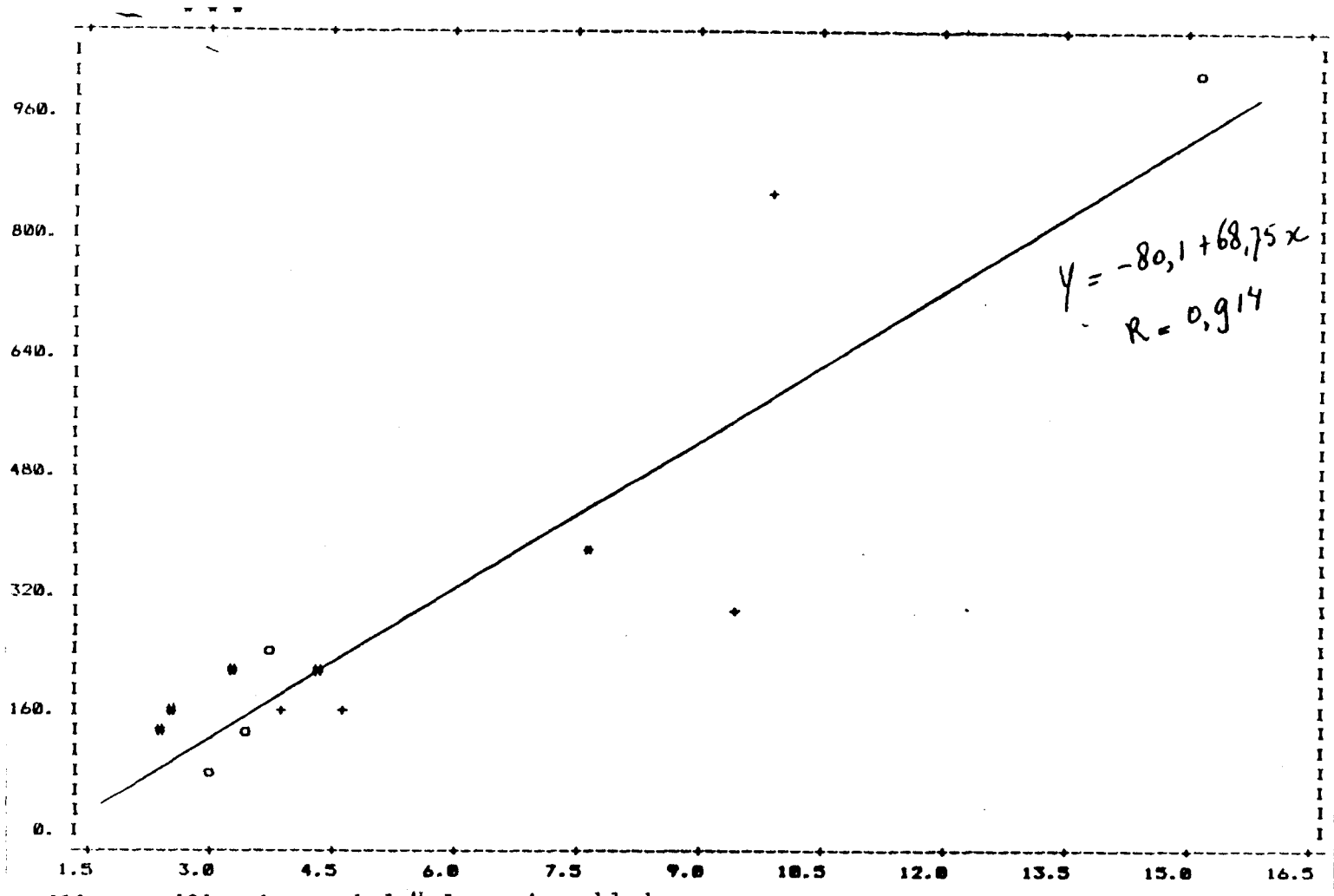
Correlatie tussen B in perssap en totaal-analyse is zeer hoog (figuur 1). Vreemd genoeg is op 20-12-1988 weinig van de B-trappen terug te vinden in de B-gehalten in het gewas. Een vraag is of de monsters toen wel goed genomen zijn. Jammer genoeg zijn de droge-stofgehalten niet bepaald. Bij de genoemde aannamen komt 40-80% (met één "uitbijter") van de B in het perssap (figuur 2).



Figuur 1. Borium in perssap tegen B in droge stof.



Figuur 2. De fractie borium, die ten opzichte van totaal-analyse, in perssap werd gevonden tegen B in totaal-analyse. Voor legenda zie figuur 1.



x [1] v. x [2] using symbol # Joyce jong blad
x [3] v. x [4] using symbol + Joyce oud blad
x [5] v. x [6] using symbol * Jura jong blad
x [7] v. x [8] using symbol □ Jura oud blad

```
 9 mod x [1]
10 fit x [2]
```

Figuur 3. Gegevens uit tabel 2 in grafiek gebracht.

Tabel 2. Borium plantsap versus totaal-analyse

Doel : vergelijken B in plantsap tegen B in totaal-analyse.
Methode : Op 15-11-1989 werd het blad + bladsteel (exclusief onderste 2 á 3 cm) verzameld uit B-trappenproef (pH 6.0 - 6.5) en in perssap en in droge stof B bepaald.

Resultaat

B	Joyce						Jura					
	jong blad			oud blad			jong blad			oud blad		
Wortel-milieu	B pers	B d.s.	deel in pers	B pers	B d.s.	deel in pers	B pers	B d.s.	deel in pers	B pers	B d.s.	deel in pers
	umol per l	mmol per kg	%	µmol per l	mmol per kg	%	µmol per l	mmol per kg	%	µmol per l	mmol per kg	%
10	145	2,47	42	156	3,88	26	?[1]	2,72	?	86	2,96	18
20	158	2,58	48	162	4,58	12	?[1]	2,93	?	123	3,50	22
50	204	3,24	50	306	9,51	19	?[1]	3,23	?	236	3,68	41
100	206	4,40	36	846	9,88	50	3,76	7,64	34	1011	15,22	41

1) getallen waren zeer onlogisch.

Relatie tussen B in perssap en B in droge stof in figuur.

Conclusie:
1. Slechts weinig B (18 - 50%) van totaal aanwezig komt in perssap.
2. Concentraties in perssap zijn laag; veel lager dan bij anjer.
3. Goede correlatie tussen B in perssap en B in totaal-analyse.