

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 1 - 1972

INVLOED VAN BORIUM, CALCIUM EN MAGNESIUM OP DE GROEI  
VAN ASPERGE, MEDE MET BETREKKING TOT HET OPTREDEN  
VAN "TOPVERWELKING"

door

K. W. SMILDE en J. H. PIETERS

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren - Gr., en  
J. VAN BRAKEL en A. A. FRANKEN

Proefstation voor de Groenteteelt in de Volle Grond,  
Alkmaar

1972

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, HAREN-Gr.

---

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1 - 1972

## INHOUD

1. Inleiding .....	3
2. Methoden .....	4
2.1. Boriumbemestingsproefvelden .....	4
2.2. Calcium/magnesiumbespuitingsproefvelden ...	5
2.3. Potproeven .....	6
3. Resultaten en bespreking .....	8
3.1. Boriumbemestingsproefvelden .....	8
3.2. Calcium/magnesiumbespuitingsproefvelden ...	13
3.3. Potproeven .....	13
4. Samenvatting en conclusies .....	21
5. Literatuur .....	22

## 1. INLEIDING

Tot de problemen in de aspergeteelt (jaarlijkse omzet in Nederland ongeveer 20 miljoen gulden) behoort, behalve de voetziekte en bodemmoeheid, de zogenaamde "topverwelking". Bodemmoeheid, gekenmerkt door een slechte gewasontwikkeling na herinplant en voetziekte, met als symptomen bruine ovale vlekken op de stengelvoet en de primaire wortels en veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hansen *F. asparagi* Cohen, worden hier buiten beschouwing gelaten (Van Bakel en Kerstens, 1971). Bij "topverwelking" gaan de toppen van de jonge stengels van het tweede schot slap hangen en de stengel sterft af. Soms herstelt zich een stengel en groeit weer verder waardoor typische S-curven ontstaan (Van Bakel en Kerstens, 1971). Deze topverwelking werd door een aantal auteurs als een vorm van aantasting door *Fusarium* beschouwd (Van der Vliet, 1955; Kempnaers en Van Assche, 1963). De Leeuw (1965) beschouwt boriumgebrek als de primaire oorzaak van alle hierboven genoemde verschijnselen. Toch acht hij het gewenst dit in veldproeven nader te onderzoeken. Volgen Van Nerum en Palasthy (1966, 1970), komen de symptomen van een gecombineerd calcium- en magnesiumgebrek in asperge op zandcultuur sterk overeen met die van een aantasting door topsterfte (topverwelking) die door hen toegeschreven wordt aan *Fusarium*.

Het doel van het onderzoek was om in een aantal veldproeven het effect van borium op de groei van asperge en het optreden van "topverwelking" te testen. Tevens werd in een aantal bespuitingsproeven nagegaan of calcium en magnesium invloed hadden op het optreden van "topverwelking". Bovendien is in enkele potproeven de werking van calcium, magnesium en borium op de groei van aspergezaailingen en het optreden van gebreksverschijnselen bestudeerd.

## 2. METHODEN

### 2.1. Boriumbemestingsproefvelden

Uit een serie aspergepercelen waarin proefvelden van de Stiboka waren gelegen, werden vier velden gekozen waarvan het grondonderzoek een laag gehalte aan in water oplosbaar borium uitwees. Op deze, reeds enige jaren in produktie zijnde percelen werd in maart 1966 een boriumproefveld aangelegd. De resultaten van het grondonderzoek bij aanleg zijn vermeld in tabel I.

TABEL I. Algemene gegevens van de borium-bemestingsproefvelden

Stiboka no.	IB no.	Type grond	Plaats	Grondonderzoek bij aanleg (laag 10-30 cm)		
				pH-KCl	% org. stof	B, dpm
A 47	1106	zwak lemige humuspodsol	Meyel (L.)	5,0	4,3	0,20
A 5	1107	zwak lemige humuspodsol	Horst (L.)	5,4	4,2	0,24
A 42	1108	rivierleem	Pey-Echt (L.)	5,3	3,2	0,20
A 1	1109	zwak lemige humuspodsol	Melderslo (L.)	5,0	3,9	0,11

Elk proefveld bestond uit de volgende objecten (blokken) in vijfvoud: 0, 5, 10 en 20 kg borax/ha. Elk van de 20 veldjes omvatte drie rijen aspergeplanten. De rijen waren afhankelijk van het proefveld 18,5-27,5 m lang terwijl de rijafstand 1,60-1,80 m bedroeg. De variabele bemesting met borax werd drie maal toegediend, te weten bij aanleg, in maart 1967 en in maart 1968. Op elk veldje werd de grond tussen de buitenste rijen bemest, terwijl aan weerskanten van het bemeste gedeelte een strook ter breedte van een halve rijafstand onbemest bleef. De basisbemesting, die jaarlijks door de proefveldhouders werd gegeven, was als volgt (kg/ha):

80-120 N (als kalkammonsalpeter), 60-80  $P_2O_5$  (als Thomasslakkenmeel), 120-160  $K_2O$  (als kalizout-40) en 60-80 MgO (als kieseriet). Soms werd de bemesting ten dele in de vorm van organische mest gegeven.

Het was om praktische redenen niet uitvoerbaar de opbrengsten aan aspergestengels, die gedurende de oogstperiode dagelijks worden gestoken, direct te bepalen. Een betrouwbare maat voor de opbrengst per veldje is echter de som van de diameters van de (groene) stengels in het voorafgaande jaar (Van Nerum en Palasthy, 1966). Van alle stengels in de middelste rij van elk veldje werd daartoe de diameter vlak boven de grond gemeten, en wel in oktober 1966, augustus/september 1967 en september 1968. Bij het afsterven van het loof (november) werd voorts in elke "proefrij" de opbrengst van de bovengrondse delen bepaald. Grondmonsters voor onderzoek op het borium- en organische-stofgehalte en de pH-KCl, werden bij de aanleg (maart 1966) en in maart 1967 en 1968 genomen. De bemonstering geschiedde in de proefrij in de laag van 10-30 cm beneden maaiveld (rug niet meegerekend). Loofmonsters van stengeltoppen, ter bepaling van het boriumgehalte, werden in de nazomer van 1966, 1967 en 1968 genomen. Helaas zijn de monsters van de twee laatste jaren per vergissing voortijdig opgeruimd.

## 2.2. Calcium/magnesiumbespuitingsproefvelden

In elk van de jaren 1967, 1968 en 1969 werd een bespuitingsproefveld aangelegd op een praktijkperceel, waar in voorafgaande jaren "topverwelking" steeds in ernstige mate voorkwam. De behandelingen waren: onbehandeld, bespuiting met een 0,4% oplossing van calciumchloride, bespuiting met een 2% oplossing van magnesiumsulfaat. De behandelingen werden in drievoud uitgevoerd en elk veldje bestond uit één rij aspergeplanten van 10 m lengte. Er werd met tussenpozen van één week gespoten (één liter per veldje) vanaf eind mei/half juni totdat geen jonge stengels meer werden gevormd. Zo werd in 1967 (vierjarig perceel) vanaf half juni negen maal, in 1968 (vijfjarig perceel) vanaf half juni twaalf maal, en in 1969 (tweejarig perceel)

vanaf eind mei vijftien maal gespoten. Op elk veldje werd vervolgens het aantal normaal uitgroeïende en het aantal ten gevolge van "topverwelking" afgestorven stengels geteld.

### 2.3. Potproeven

In 1967 werd een proef met aspergezaailingen aangezet op een magnesium- en boriumarme stuifzandgrond (pH-KCl 4,7; MgO-NaCl 12 dpm; B-water 0,10 dpm), afkomstig van de proeftuin in Venlo. Elke pot (inhoud 6 l, gevuld met 7,5 kg grond) ontving een basisbemesting van 1,2 g N als  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  en 1,2 g  $\text{P}_2\text{O}_5$  als  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ . De gevarieerde bemesting bestond uit: 0 en 6 g  $\text{CaCO}_3$  (40% Ca); 10,3 g  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (23% Ca) per pot. De bekalking verhoogde de pH-KCl van de grond van 4,7 tot 6,0. Toediening van een even grote hoeveelheid calcium (2,4 g/pot) in de vorm van gips beïnvloedde de pH niet. De onbehandelde en bekalkte potten waren als volgt opgesplitst: 0, 15,7, 31,4 en 62,8 mg  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (11% B) per pot (zonder toediening van magnesium); 125,6, 251,2 en 502,4 mg  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (10% Mg) per pot (zonder toediening van borium). Er waren dus in totaal vijftien objecten. De potten werden volgens een gewaard schema (vier herhalingen) in een rolkas geplaatst. Bij regenachtig weer en 's nachts werd de overkapping over de potten gerold. De hoeveelheid vocht in de grond werd met gedemineraliseerd water op 60-80% van de maximale watercapaciteit gehouden. Asperge (proeftuinkruising Limburgia) werd op 12 april gezaaid, terwijl op 13 september de stengels op 1 cm boven de grond werden afgesneden. Het geoogste materiaal werd gewogen en de naalden werden op calcium, magnesium en borium geanalyseerd.

In 1968 werd de proef voortgezet met twee objecten, nl. onbehandeld - 0 mg borax - 502,4 mg bitterzout, en bekalkt - 0 mg borax - 502,4 mg bitterzout. De potten ontvingen eenzelfde basisbemesting als in 1967 en bovendien een aanvullende bemesting met 1,8 g bitterzout ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). De gevarieerde bemesting bestond uit 0 en 60 mg borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) per pot.

In 1969 werd opnieuw een proef aangezet met aspergezaailingen op een magnesium- en boriumarme stuifzandgrond (pH-KCl 4,4; 1% organische stof; MgO-NaCl 13 dpm; B-water 0,06 dpm), afkomstig uit Blerick. Elke pot (plastic emmer van 10 l, gevuld met 14 kg grond) ontving een basisbemesting van 2 g N als  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 1,5 g  $\text{P}_2\text{O}_5$  als  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  en 1,5 g  $\text{K}_2\text{O}$  als  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . In een deel van de proef werd de magnesiumbemesting constant gehouden (3,07 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  per pot) bij variabele kalk- en boraxgiften. De laatste bedroegen 0 en 12 g  $\text{CaCO}_3$ , in combinatie met 0,03, 0,06 en 0,12 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  per pot (in totaal dus 2 x 4 objecten). In het andere deel van de proef was de boriumbemesting constant (0,06 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  per pot), maar varieerden de hoeveelheden kalk en bitterzout. De combinaties waren 0 en 12 g  $\text{CaCO}_3$  bij 0, 1,54, 3,07 en 6,15 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  per pot. De objecten werden verder opgesplitst naar gipshoeveelheden; in de onbekalkte potten waren deze 0, 9,25, 18,5 en 37,0, in de bekalkte potten 0 en 18,5 g  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (26% Ca) per pot. Het totale aantal objecten bedroeg dus  $4 \times 4 + 4 \times 2 = 24$ . Toediening van 12 g  $\text{CaCO}_3$  per pot, wat ten aanzien van de hoeveelheid calcium overeenkomt met 18,5 g  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , verhoogde de pH-KCl van de grond gemiddeld tot 5,6. De potten stonden volgens en geward schema (vier herhalingen) in een vaste kas; de beide proefgedeelten waren gescheiden opgeteld. Asperge (proeftuinkruising Limburgia) werd op 11 juli gezaaid in een bak met glaszand en op 29 juli verspeend (negen zaailingen per pot). Op 5 november werden de stengels op 1 cm boven de grond afgesneden en gewogen. De naalden werden op calcium, magnesium, kalium en borium geanalyseerd.

In het voorjaar van 1970 werd een aanvullende basisbemesting met stikstof, fosfaat, kali, magnesium (8 objecten) en borium (24 objecten) gegeven, overeenkomend met een derde van de in 1969 gegeven hoeveelheden. De variabele borax- en magnesiumsulfaatgiften bedroegen eveneens één derde van de in het voorafgaande jaar gegeven hoeveelheden. Kalk en gips worden niet opnieuw toegediend. De uitgelopen stengels werden op 13 mei en 18 juni 1970 op 1 cm boven de grond afgesneden waarna de proef werd beëindigd.

### 3. RESULTATEN EN BESPREKING

#### 3.1. Boriumbemestingsproefvelden

De resultaten zijn vermeld in de tabellen II, III en IV. Van IB 1106 werd in 1966 de som van de diameters van de levende stengels per veldje niet bepaald, daar wegens een sterke onkruidbezetting de uitloop van de planten sterk werd belemmerd. Dit blijkt ook uit de lage loofopbrengsten. Wegens de grote variatie in het aantal planten per veldje binnen de objecten, zijn de resultaten getoetst aan het aantal levende en dode stengels en de som van de diameters van de levende stengels per plant.

Volgens de variantieanalyse waren slechts enkele effecten betrouwbaar aan te tonen: op IB 1108 in 1966 een positief effect van borium op het aantal dode stengels, op IB 1108 in 1967 een positief effect van borium op het aantal levende stengels, op IB 1109 in 1968 een negatief effect van borium op het aantal dode stengels per plant. Aangezien deze effecten slechts incidenteel en ten dele met elkaar in strijd zijn, kan er geen grote betekenis aan worden toegekend. Het aantal dode stengels per plant was in 1967 en 1968 op alle proefvelden beduidend lager dan in 1966, het aantal levende stengels en, over het algemeen, ook de som van de diameters aanmerkelijk groter. Uit veldwaarnemingen bleek voorts dat toediening van borium (als borax) geen invloed had op het optreden van "topverwelking". De veronderstelling van De Leeuw (1965) dat boriumgebrek de primaire oorzaak is van "topverwelking" kan dus niet worden bevestigd.

De boriumgehalten van de naalden (alleen in 1966 bepaald) stegen door toediening van borax. Deze stijging was tamelijk gering, hetgeen echter kan samenhangen met het tijdstip van bemonstering (Carolus, 1962). Volgens Brasher (1959) kan bij boriumgehalten tot



TABEL II. Aspergeproefvelden 1966. Aantal levende en dode stengels, som diameters van levende stengels en loofopbrengst per rij (gemiddelden van vijf herhalingen); boriumgehalte van loof

Boraxgift kg/ha	Aantal levende stengels	Aantal dode stengels	Som diame- ters lev. stengels mm	Aantal planten	Loof- opbrengst, kg	B-gehalte loof, dpm
IB 1106 (lengte rij 27,5 m; rijafstand 1,60 m)						
0	88,0	28,6	*	34,4	5,5	73
5	86,6	30,2	*	35,8	4,5	86
10	73,6	31,8	*	32,8	3,7	85
20	74,4	29,0	*	32,6	3,7	93
IB 1107 (lengte rij 18 m; rijafstand 1,60 m)						
0	155,4	68,6	1799	35,6	13,2	56
5	145,4	58,2	1635	35,0	12,4	71
10	159,2	55,4	1792	36,0	12,8	73
20	164,8	42,4	1831	36,0	12,6	81
IB 1108 (lengte rij 27,5 m; rijafstand 1,82 m)						
0	189,0	29,8	1675	48,6	12,3	62
5	165,8	21,2	1538	40,2	12,2	63
10	193,4	26,0	1708	46,8	13,0	69
20	195,0	33,2	1677	43,6	12,4	73
IB 1109 (lengte rij 25 m; rijafstand 1,60 m)						
0	196,0	17,8	1732	42,4	**	66
5	214,2	35,0	1966	46,0	**	71
10	184,6	21,2	1636	39,2	**	75
20	219,6	19,8	1939	43,8	**	76

\* Niet bepaald wegens slechte opkomst.

\*\* Niet bepaald wegens voortijdig onderploegen.

TABEL III. Aspergeproefvelden 1967. Aantal levende en dode stengels, som diameters van levende stengels en loofopbrengst per rij (gemiddelde van vijf herhalingen)

Boraxgift kg/ha	Aantal levende stengels	Aantal dode stengels	Som diame- ters lev. stengels, mm	Aantal planten	Loof- opbrengst, kg
IB 1106 (lengte rij 27,5 m; rijafstand 1,60 m)					
0	177,4	11,6	1600	41,4	8,8
5	174,8	14,6	1593	39,8	7,7
10	175,8	13,4	1570	43,0	7,0
20	176,6	18,8	1528	40,2	6,4
IB 1107 (lengte rij 18 m; rijafstand 1,60 m)					
0	220,8	5,2	2232	35,0	17,2
5	211,2	3,0	2177	34,6	18,2
10	209,4	7,0	2115	36,0	17,7
20	217,2	2,8	2109	36,2	18,0
IB 1108 (lengte rij 27,5 m; rijafstand 1,82 m)					
0	211,0	3,0	1533	44,4	17,0
5	185,8	1,0	1433	38,0	15,9
10	224,8	3,0	1852	40,8	18,5
20	218,6	2,6	1780	37,4	19,4
IB 1109 (lengte rij 25 m; rijafstand 1,60 m)					
0	227,6	0,8	1945	40,4	13,1
5	250,6	0,8	2181	44,2	15,4
10	212,6	0,4	1879	38,0	12,6
20	233,8	1,6	2064	39,2	14,6

TABEL IV. Aspergeproefvelden 1968. Aantal levende en dode stengels, som diameters van levende stengels en loofopbrengst per rij (gemiddelden van vijf herhalingen)

Boraxgift kg/ha	Aantal levende stengels	Aantal dode stengels	Som diame- ters lev. stengels, mm	Aantal planten	Loof- opbrengst, kg
IB 1106 (lengte rij 27,5 m; rijafstand 1,60 m)					
0	156,6	0,4	1479	39,0	9,6
5	163,0	1,2	1482	40,8	8,3
10	159,2	1,0	1444	37,4	8,0
20	151,8	2,2	1350	37,6	6,7
IB 1107 (lengte rij 18 m; rijafstand 1,60 m)					
0	229,6	3,2	2541	33,8	12,6
5	213,2	2,4	2352	33,0	12,6
10	219,6	2,6	2426	35,2	12,6
20	232,4	2,2	2468	36,4	13,2
IB 1108 (lengte rij 27,5 m; rijafstand 1,82 m)					
0	238,2	1,8	2167	43,0	11,8
5	186,0	2,4	1744	34,8	10,6
10	248,2	3,0	2279	43,0	12,0
20	235,6	3,4	2164	39,4	12,3
IB 1109 (lengte rij 25 m; rijafstand 1,60 m)					
0	238,4	2,4	2359	39,8	10,4
5	283,8	1,0	2753	42,0	12,8
10	243,0	0,6	2341	38,4	10,8
20	257,2	0,6	2585	42,8	11,5

109 dpm B een opbrengststijging worden verwacht bij toediening van deze voedingsstof. Dit wordt niet bevestigd door de bovenstaande resultaten en evenmin door de gegevens van Carolus (1962). Junges en Ernst (1954) vonden in hun onderzoek over aspergemoehid (toegeschreven aan o.a. *Fusarium culmorum*) geen invloed van spoorelementen op de opbrengst aan geoogste asperge per plant en per veldje en op het percentage levende planten. De toegediende hoeveelheden spoorelementen (100 g B, 4 g Cu, 100 g Mn, 2 g Mo, 10 g Zn/ha) zijn echter te gering om er een werking van te verwachten.

De resultaten van het grondonderzoek in maart 1967, d. w. z. een jaar na de toediening van borax, tonen aan dat het boriumgehalte van de grond slechts weinig is gestegen (tabel V). De analyses van maart 1968, herhaling van de bemesting (maart 1967), geven een wat sterkere stijging te zien. Een belangrijk gedeelte van het toegediende borium is waarschijnlijk uitgespoeld (zie ook Van Luit en Smilde, 1969).

TABEL V. Verloop van gehalten van in (heet) water oplosbaar borium (in dpm) van de grond (laag 10-30 cm), onder invloed van een gevarieerde bemesting met borax. Voorafgaande aan de bemesting (in maart 1966, 1967 en 1968) vond grondonderzoek plaats

Proefveld	Maart (bij aanleg)	Maart 1967, borax (kg/ha):				Maart 1968, borax (kg/ha):			
		0	5	10	20	0	5	10	20
IB 1106	0,20	0,24	0,24	0,24	0,27	0,21	0,28	0,25	0,28
IB 1107	0,24	0,21	0,30	0,28	0,29	0,16	0,24	0,30	0,34
IB 1108	0,20	0,19	0,24	0,22	0,24	-	-	-	-
IB 1109	0,11	0,16	0,16	0,17	0,23	0,15	0,20	0,21	0,28

### 3.2. Calcium/magnesiumbespuitingsproefvelden

In geen van de drie proefjaren bleken bespuitingen met calciumchloride en magnesiumsulfaat het optreden van "topverwelking" te beïnvloeden. Zowel op de behandelde als de onbehandelde veldjes stierf ongeveer de helft van de jonge stengels van het tweede schot af door "topverwelking". In een later onderzoek heeft één van de auteurs (Van Bakel en Kerstens, 1971) aangetoond dat "topverwelking" primair een gevolg is van een vochttekort, optredend bij een stijging van de pF-waarde in een voor de plant kritieke ontwikkelingsfase.

### 3.3. Potproeven

In de eerste proef (1967) stierven op de onbekalkte grond (pH-KCl 4,7) waaraan geen magnesium (als  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) was toegediend, alle planten in een jong stadium tengevolge van magnesiumgebrek. Dit werd gekenmerkt door een sterk geremde groei en een witte verkleuring en verdroging van de naalden, gevolgd door een verdroging van de gehele plant, beginnend aan de top. Dat hier inderdaad sprake was van magnesium- en niet van calciumgebrek, moge blijken uit de waarneming dat ook alle met calciumsulfaat bemeste planten te gronde gingen. Calciumcarbonaat heeft daarentegen een gunstige werking, waarschijnlijk door neutralisatie van een overmaat aan H-ionen die antagonistisch werken op de opname van magnesium door de plant. In een later stadium ontstond echter ook licht magnesiumgebrek in de planten op de bekalkte grond (pH-KCl 6,0) waaraan geen magnesium was toegediend. Om een eventueel verlies van nog meer planten door magnesiumgebrek te voorkomen, werd daarom in deze behandelingen alsnog (ongeveer 2 maanden na de zaai) magnesiumsulfaat gegeven (251,2 mg per pot), behalve in het object zonder borax. In alle objecten zonder borax begonnen vervolgens van verscheidene planten de toppen van de hoofd- en zijstengels om te krullen, te verdrogen en in te sterven (fig. 1). Zoals bleek uit de reactie van deze planten op borium in een voortzetting van deze proef in het volgende jaar (zie 2.3), moeten deze symptomen aan boriumgebrek worden toegeschreven (fig. 2).

Zij komen niet overeen met de door Van Bakel en Kerstens (1971) beschreven symptomen van "topverwelking".

Tabel VI geeft een overzicht van de droge-stofopbrengsten en de calcium-, magnesium- en boriumgehalten van de naalden in de verschillende behandelingen. Bovendien is aangegeven of magnesiumgebrek en/of boriumgebrek optreedt.

TABEL VI. Invloed van bekalking en verschillende borium- en magnesiumgiften op droge-stofopbrengsten (in g/pot; gemiddelden van 4 potten) van aspergeloof, CaO-, MgO- en B-gehalten van de naalden, en vóór-komen van magnesium- en boriumgebrek (potproef 1967)

CaCO <sub>3</sub> g/pot	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O, mg/pot	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, mg/pot	Droge stof loof <sup>***</sup>	Mg- gebrek <sup>**</sup>	B- gebrek <sup>**</sup>	CaO, %	MgO, %	B, dpm
0 (pH-KCl 4,7)	0	0	n.b.	+(4)	-	-	-	-
" "	15,7	0	n.b.	+(4)	-	-	-	-
" "	31,4	0	n.b.	+(4)	-	-	-	-
" "	62,8	0	n.b.	+(4)	-	-	-	-
" "	0	125,6	20,4	-	+(1)	0,96	0,14	16,1
" "	0	251,2	19,3	-	+(2)	0,81	0,22	14,4
" "	0	502,4	20,6	-	+(3)	0,77	0,46	13,6
6 (pH-KCl 6,0)	0	0	26,4	+(4)	+(1)	2,03	0,10	10,0
" "	15,7	251,2 <sup>*</sup>	34,7	-	-	1,56	-	44,8
" "	31,4	251,2 <sup>*</sup>	30,8	-	-	1,74	-	73,5
" "	62,8	251,2 <sup>*</sup>	31,7	-	-	1,71	-	90,8
" "	0	125,6	24,8	-	+(3)	1,75	0,17	11,3
" "	0	251,2	21,4	-	+(2)	1,59	0,22	10,7
" "	0	502,4	20,2	-	+(4)	1,70	0,32	11,5
10,3 g CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0	0	n.b.	+(4)	-	-	-	-

\* Ca. 2 maanden na zaai toegediend.

\*\* Tussen ( ) aantal potten waarin gebrekssymptomen.

\*\*\* n.b. = niet bepaald wegens voortijdige afsterving.

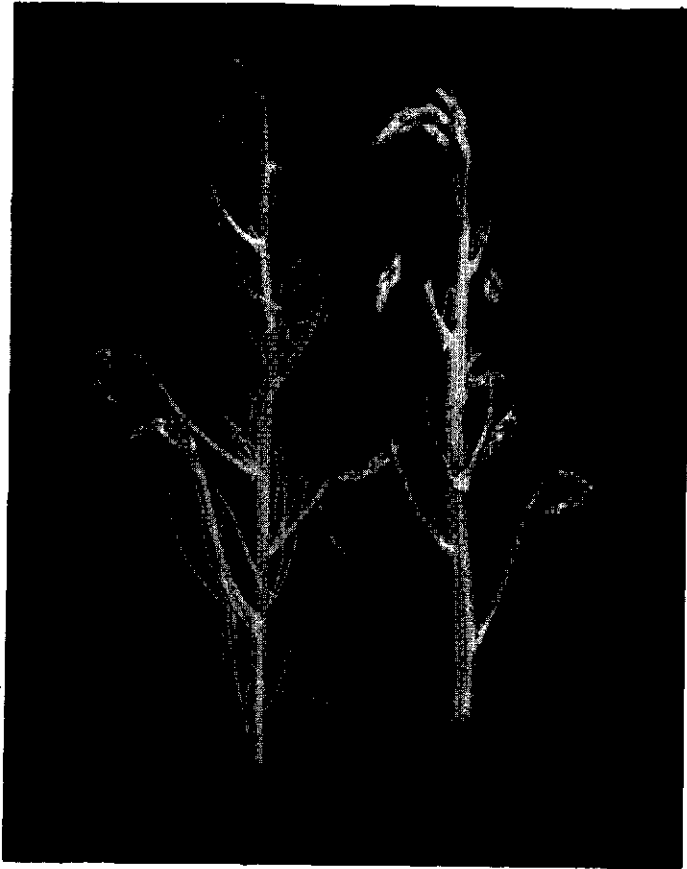


Fig. 1. Boriumgebrek bij asperge in verschillende stadia (potproef).

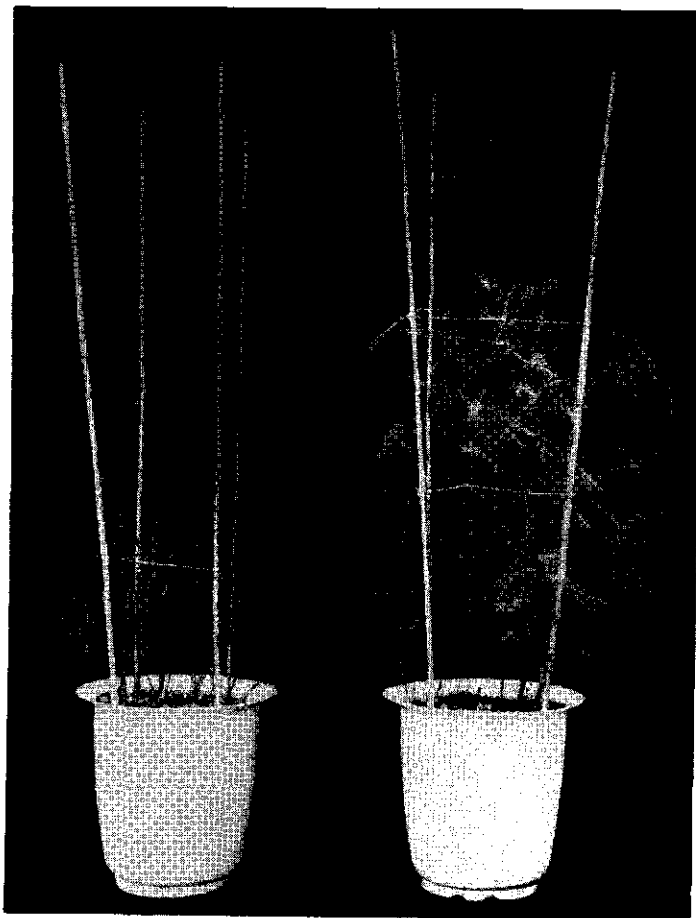


Fig. 2. Reactie van asperge op toediening van borium (als borax) in een potproef; links zonder, rechts met borium.

Er bleek een duidelijke negatieve interactie op te treden tussen de werking van kalk en magnesium op de droge-stofopbrengst. Het effect van bekalking was verreweg het grootst indien geen magnesium werd toegediend, maar daalde bij stijgende giften van deze voedingsstof. Magnesium was zeer effectief bij afwezigheid van kalk, maar werkte iets ongunstig bij toediening hiervan. De werking van borium is alleen te beoordelen in de bekalkte objecten bij de tweede magnesiumgift. Hierbij dient te worden opgemerkt dat magnesium in het object zonder borium reeds vóór, en in de behandelingen met borium pas enkele maanden na de zaai van het gewas werd gegeven. Daar het effect van magnesium echter gering is bij bekalking, lijkt dit geen grote invloed te hebben op de boriumreactie. De conclusie dat de reactie op borium positief was, waarbij de laagste gift (15,7 mg borax/pot) reeds voldoende was, lijkt dan ook gerechtvaardigd.

Blijkens de resultaten van het gewasonderzoek steeg het magnesiumgehalte van de naalden duidelijk ten gevolge van de bemesting met magnesiumsulfaat. Lichte symptomen van magnesiumgebrek kwamen voor bij een MgO-gehalte van 0,10 % (op de droge stof) in de planten die geen magnesium, maar wel kalk hadden ontvangen. Bij de laagste magnesiumgift (125,6 mg  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), die voldoende was om magnesiumgebrek te voorkomen, bedroegen de MgO-gehalten 0,14 en 0,17 % voor resp. het onbekalkte en bekalkte gewas. Het effect van de bekalking was duidelijk weerspiegeld in de calciumgehalten van de naalden. Bij stijgende magnesiumgiften daalde het calciumgehalte enigszins. De boriumgehalten van de naalden vertoonden een sterke stijging ten gevolge van de toediening van borax. In planten met boriumgebrek werd een gehalte van 10 tot 16 dpm B (op de droge stof) gevonden, het hoogste gehalte in het onbekalkte gewas. De laagste boriumgift (15,7 mg borax/pot) gaf reeds een stijging tot omstreeks 45 dpm B, waarbij geen boriumgebrek meer werd aangetroffen.



In de tweede proef (1969/70) vertoonden de planten op de onbekalkte grond (pH-KCl 4, 4) waaraan geen magnesium (als  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) was toegediend, een geelwitte verkleuring die veel overeenkomst vertoonde met de reeds beschreven symptomen van magnesiumgebrek (zie blz. 13). Bij de hogere magnesiumgiften waren de planten grotendeels vrij van symptomen, indien althans geen of weinig calciumsulfaat werd toegediend. Grotere hoeveelheden calciumsulfaat deden de verkleuring toenemen. Op de bekalkte grond (pH-KCl 5, 6) waren de planten geheel gezond en veel forser dan op de onbekalkte grond, ook indien geen magnesium werd toegediend. Calciumsulfaat had geen nadelige invloed in aanwezigheid van kalk. Ondanks het lage boriumgehalte van de grond (0,06 dpm) trad geen waarneembaar boriumgebrek op.

Daar de droge-stofopbrengsten van de bovengrondse delen in alle sneden eenzelfde tendentie vertoonden, zullen zij niet afzonderlijk worden besproken. Tabel VII toont de som van de droge-stofopbrengsten van de drie sneden en de gehalten aan calcium, magnesium, kalium, borium en mangaan in de naalden van de eerste snede.

Het gewas reageerde positief op magnesium indien geen kalk werd gegeven, maar bij aanwezigheid van kalk was het effect minder duidelijk en bij de hoogste magnesiumgift zelfs iets ongunstig (negatieve interactie). Het effect van bekalking was, evenals in de eerste potproef, het grootst indien geen magnesium werd toegediend. Op geen van de objecten zonder kalk (met magnesium) werd het opbrengstniveau van de objecten met kalk geëvenaard. Calciumsulfaat beïnvloedde bij de hogere giften de droge-stofopbrengsten over het algemeen negatief bij afwezigheid, maar niet bij aanwezigheid van kalk.

Blijkens het onderste deel van tabel VII reageerde het gewas op de bekalkte grond positief en op de onbekalkte grond weinig of niet op borium (positieve interactie). Het effect van bekalking was het grootst bij de hoogste gift borax. Het opbrengstniveau van de objecten zonder kalk was, in vergelijking tot overeenkomstige objecten in het proefgedeelte met variërende hoeveelheden calcium- en magnesiumsulfaat, laag. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven.

TABEL VII. Invloed van bekalking en verschillende hoeveelheden magnesium- en calciumsulfaat en borax op droge-stofopbrengsten (in g/pot; gemiddelden van vier potten en som van drie sneden) van aspergeloof en calcium-, magnesium-, kalium-, borium-gehalten van de naalden van de eerste snede (potproef 1969/70)

CaCO <sub>3</sub> , g/pot	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, g/pot	CaSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O, g/pot	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O, g/pot	Droge stof loof	CaO, %	MgO, %	K <sub>2</sub> O, %	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , dpm
0 (pH-KCl 4,4)	0	0	0,06	0,27	1,52	0,14	4,55	-
0 "	0	9,25	0,06	0,29	1,59	0,09	4,26	-
0 "	0	18,5	0,06	0,32	2,05	0,10	4,35	-
0 "	0	37,0	0,06	0,26	1,75	0,10	4,43	-
0 "	1,54	0	0,06	2,66	0,63	0,15	3,72	-
0 "	1,54	9,25	0,06	1,24	1,45	0,07	3,95	-
0 "	1,54	18,50	0,06	1,70	1,42	0,08	4,13	-
0 "	1,54	37,0	0,06	1,29	1,65	0,07	3,96	-
0 "	3,07	0	0,06	5,18	0,48	0,21	3,39	-
0 "	3,07	9,25	0,06	4,08	0,46	0,20	3,37	-
0 "	3,07	18,5	0,06	2,55	1,12	0,20	3,66	-
0 "	3,07	37,0	0,06	2,30	1,24	0,22	3,51	-
0 "	6,15	0	0,06	3,24	0,44	0,35	2,95	-
0 "	6,15	9,25	0,06	6,84	0,82	0,22	3,41	-
0 "	6,15	18,5	0,06	3,17	1,08	0,30	3,38	-
0 "	6,15	37,0	0,06	2,20	1,25	0,39	2,91	-
12 (pH-KCl 5,6)	0	0	0,06	26,68	1,85	0,11	4,92	-
12 "	0	18,5	0,06	25,74	1,89	0,09	4,88	-
12 "	1,54	0	0,06	25,64	1,50	0,20	4,69	-
12 "	1,54	18,5	0,06	29,29	1,51	0,20	4,49	-
12 "	3,07	0	0,06	31,87	1,37	0,26	4,31	-
12 "	3,07	18,5	0,06	38,32	1,29	0,26	4,42	-
12 "	6,15	0	0,06	31,57	1,23	0,35	4,29	-
12 "	6,15	18,5	0,06	29,49	1,31	0,33	4,72	-
0 (pH-KCl 4,4)	3,07	0	0	1,96	0,63	0,26	3,33	46,4
0 "	3,07	0	0,03	1,90	0,67	0,21	3,51	87,7
0 "	3,07	0	0,06	1,84	0,52	0,24	3,30	100,0
0 "	3,07	0	0,12	2,32	0,63	0,26	3,36	143,8
12 (pH-KCl 5,6)	3,07	0	0	26,34	1,29	0,26	4,43	19,9
12 "	3,07	0	0,03	31,72	1,43	0,27	4,50	53,5
12 "	3,07	0	0,06	32,81	1,54	0,32	4,50	55,6
12 "	3,07	0	0,12	37,90	1,39	0,28	4,48	99,6

Uit de resultaten van het gewasonderzoek blijkt dat het magnesiumgehalte van de naalden steeg door bemesting met deze voedingsstof. Calciumsulfaat had een zwak negatieve en calciumcarbonaat een zwak positieve werking. Het magnesiumgehalte hangt niet duidelijk samen met het optreden van de chlorotische verschijnselen, die met magnesiumsulfaat grotendeels en met kalk geheel konden worden onderdrukt. Zo werden bij toediening van kalk, zonder magnesium, gezonde planten verkregen met een MgO-gehalte van slechts 0,11 %. Bij de hoogste gift magnesium, zonder kalk, werden evenwel nog lichte symptomen aangetroffen bij een gehalte van 0,35 % MgO. De waarneming van Van Nerum en Palasthy (1970) dat magnesiumgebrek is te verwachten bij een gehalte van 10 m. val Mg/100 g droge stof (0,40 % MgO) komt derhalve niet overeen met onze ervaringen.

Waarschijnlijk is de sterke chlorose, die bij lage pH optreedt, een syndroom waarvoor naast magnesiumgebrek nog andere factoren verantwoordelijk zijn. Hiertoe behoort niet calciumgebrek, getuige de ongunstige werking van calciumsulfaat. De in watercultuur opgewekte symptomen van calciumgebrek - naalden die vanuit de top bruin verkleuren, insterven en als een veer ineenschrompelen - wijken ook duidelijk af van de hier beschreven symptomen. Mogelijk speelt mangaanovermaat een rol. De symptomen van mangaanovermaat - chlorose van de naalden in de stengeltop - zoals deze in watercultuur werden gevonden, zijn hiermee niet in tegenspraak. In dit verband wordt tevens gewezen op Löhnis (1952, 1960) die vermeldt dat magnesium (als sulfaat) mangaanovermaat bij aardappel onderdrukte. Bij dit gewas bleken voorts de symptomen van magnesiumgebrek en mangaanovermaat sterk op elkaar te lijken.

Het calciumgehalte van de naalden daalde bij stijgende magnesiumgiften en steeg bij toediening van calciumcarbonaat en -sulfaat; het effect van calciumsulfaat was het grootst in de objecten zonder kalk. Het kaligehalte daalde eveneens bij stijgende

magnesiumgiften en steeg door bekalking, terwijl calciumsulfaat geen duidelijke invloed had. Borax verhoogde het boriumgehalte van de naalden sterk, terwijl toediening van kalk dit verlaagde, evenwel zonder zichtbare symptomen van boriumgebrek te induceren. De door Carolus (1962), Van Schouwenburg (1964) en Brown en Carolus (1965) vermelde gehalten voor calcium en magnesium vallen binnen de hier gevonden uiterste waarden. De kaligehalten die door deze auteurs en Brasher (1959) worden opgegeven, zijn evenwel belangrijk lager. Een combinatie van zeer lage magnesiumgehalten (0,08 % MgO) en lage calciumgehalten (0,62 - 0,84 % CaO), zoals Van Schouwenburg (1964) vond in aspergeloof, van produktievelden, zou kunnen wijzen op zure groeiomstandigheden.

#### 4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

(1) Het effect van borium (als borax) op de groei van asperge en het optreden van "topverwelking" werd gedurende drie jaren op vier produktievelden (drie gelegen op lemige humuspodsolen en één op rivierleem; borium-watergehalten 0,11 - 0,24 dpm, pH-KCl 5,0 - 5,4) nagegaan. Borium bleek geen duidelijke invloed te hebben op het aantal levende en dode stengels en de som van de diameters van de levende stengels (maat voor de produktie) per plant, en evenmin op het optreden van "topverwelking".

(2) Gedurende drie jaren werd op een proefveld de werking van herhaalde bespuitingen met magnesium (als magnesiumsulfaat) en calcium (als calciumchloride) op "topverwelking" bestudeerd. Ook deze behandelingen bleken geen invloed te hebben.

(3) In twee potproeven met een magnesium- en boriumarme stuifzandgrond (Mg-NaCl 12-13 dpm; B-water 0,06-0,11 dpm; pH-KCl 4,4-4,7) werd de werking van kalk, gips, bitterzout en borax op de groei van aspergezaailingen nagegaan. Op de onbehandelde en alleen met gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) of borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) bemeste grond vertoonden de planten een sterk geremde groei, intense chlorose en afsterving. Deze symptomen die geheel, resp. gedeeltelijk konden worden voorkomen door toediening van kalk ( $\text{CaCO}_3$ ), resp. bitterzout ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), zijn uitingen van een syndroom. Dit wordt veroorzaakt door magnesiumgebrek, maar niet door calciumgebrek, terwijl mangaanovermaat misschien ook een rol speelt. Er bestond geen duidelijke relatie tussen het optreden van bovengenoemde symptomen en het magnesiumgehalte van de naalden. Kalk en magnesium vertoonden een negatieve, kalk en borium een positieve interactie op de droge-stofopbrengst. Verschijnselen van boriumgebrek werden gevonden bij een boriumgehalte in de naalden van 10-16 dpm. Bij hogere gehalten (tot 50 dpm) is een reactie op borium (bij hoge pH) niet uitgesloten.

## 5. LITERATUUR

- Bakel, J. van en J. J. A. Kerstens. Top wilting in asparagus. Neth. J. Plant. Pathol. 77 (1971) 55-59.
- Brasher, E. P. Establishing fertilizer requirements for asparagus through leaf analysis. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73 (1959) 334-338.
- Brown, L. D. and R. L. Carolus. An evaluation of fertilizer practice in relation to nutrient requirements of asparagus. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86 (1965) 332-337.
- Carolus, R. L. Distribution and redistribution of nutrients in perennial and biennial vegetables. Proc. Int. Hort. Congr., 16th, Brussels II (1962) 202-209.
- Junges, W. und E. Ernst. Zur Frage der Spargelmüdigkeit der Böden des Weinbohlaer Anbaugesbietes. Arch. Gartenbau 2 (1954) 132-143.
- Kempenaers, A. en C. van Assche. Fusariose van de asperges. Grondonderzoek, zaai- en plantbehandeling. Meded. Landbouwhoges. Opzoekingssta. Staat Gent 28 (1963) 947-954.
- Leeuw, W. P. de. De voetziekte, de bodemmoeheid en de boriumbemesting van asperge. Verslag aspergeproject, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen 1965, 57 pp.
- Löhnis, M. P. Injury due to excess of manganese to potatoes. Tijdschr. Plantenziekten 58 (1952) 215-219.
- Löhnis, M. P. Effect of magnesium and calcium supply on the uptake of manganese by various crop plants. Plant Soil 12 (1960) 339-376.
- Luit, B. van en K. W. Smilde. Boriumbemesting van suikerbieten, gebaseerd op grondonderzoek. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 9 (1969) 47 pp.

- Nerum, K. van en A. Palasthy. Studie over de bodemgeschiktheid voor asperge. Onderzoeksperiode 1963-1965. Univ. Leuven, Landbouwinstituut, Studiecentrum voor Tuinbouwgronden, 1966.
- Nerum, K. van en A. Palasthy. Studie over de bodemgeschiktheid voor de aspergeteelt. *Agricultura (Louvain)* 14 (1966) 251-288.
- Nerum, K. van en A. Palasthy. Onderzoek naar de bodemgeschiktheid in de tuinbouw. Diss. Kath. Univ. Leuven, 1970, 232 pp.
- Schouwenburg, J. Ch. van. Enige perspectieven van de gewasanalyse. *Meded. Dir. Tuinbouw* 27 (1964) 452-454.
- Vliet, M. van der. De voetziekte, *Fusarium oxysporum* (Schl.) Snyder et Hansen, e.a. van asperge, *Asparagus officinalis* L. *Jaarb. Plantenziektenkundige Dienst*, 1954 (1955) 209-210.