

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D
H A R E N (Gr.)

RAPPORT 1
1969

Borium en snijmais

dr.ir.K.W.Smilde
mej.E.Jongman
B.van Luit

x xxx
x x x
x xxx
x x x
x xxx

INLEIDING

De verbouw van snijmais is de laatste jaren in Nederland toegenomen; het areaal bedraagt thans 4200 ha (Becker, 1968). Aangezien het gewas pas in het deegrijpe stadium wordt geoogst en geënsileerd, bepalen de kolven voor een belangrijk deel de voederwaarde van het gewas, met name ten aanzien van de zetmeelwaarde.

In de Mededelingen Directie Akker- en Weidebouw 1964 wordt gewezen op de vaak onbevredigende korrelzetting van de kolven van snijmais. Kenmerkend zijn de volgende symptomen: een korte kolf, die aan de top "kaal" is, terwijl op vele andere plaatsen de korrels ontbreken; de korrels zijn ongelijk van grootte en vorm, terwijl de korrelrijen een draaiing vertonen (zie foto 1). Dit hebben wij in 1964 waargenomen op percelen in de IJsselstreek (Voorst, Wilp), in O.Overijssel, O.Noord-Brabant (Maarheze) en Limburg. Genoemde symptomen worden in de literatuur (Berger et al. 1957; Koronowski, 1961; Bussler, 1962; Sprague, 1964) aan boriumgebrek toegeschreven. Onze waarneming dat op naburige percelen met bieten dikwijls boriumgebrek (hartrot) voorkwam, deed vermoeden dat de slechte korrelzetting van de snijmais ook door boriumgebrek werd veroorzaakt. Dit vermoeden werd nog versterkt door de lage boriumgehalten van het blad (het eerste volwassen blad van ± 1 m hoge planten bevatte 5,5 - 11,0 dpm B), die beneden de door Berger et al. (1957) vermelde grenswaarde lagen.

De kwaliteit van snijmais wordt uiteraard ongunstig beïnvloed door een slechte kolfontwikkeling en korrelzetting. Er werden daarom in de jaren 1965 en 1966, in samenwerking met de heer Westera van het Rijkslandbouwconsulentenschap te Hengelo (O.), enige proefvelden aangelegd om na te gaan of deze schade door bemesting met borium is te voorkomen. Nadere informatie over de symptomen van sporelementgebreken werd verkregen door deze verschijnselen bij mais in watercultuur op te wekken. Voorts werd in 1966 en 1967 het effect van borium op de groei, kolfontwikkeling en korrelzetting van mais bestudeerd in een potproef met boriumarme gronden. De resultaten van de proeven worden hieronder besproken.

MATERIAAL EN METHODEN

1. Potproef - watercultuur (1965)

Mais, variëteit C.I.V. 7 werd opgekweekt in 4-1 potten op voedingsoplossingen waarin één van de essentiële sporelementen borium, koper, mangaan, ijzer en zink of ontbrak, of in zeer lage concentratie aanwezig was. Bovendien werden planten gekweekt op een volledige voedingsoplossing die behalve de macro-voedingsstoffen en molybdeen, borium (0,36 dpm), koper (0,04 dpm), mangaan (0,37 dpm), ijzer (5-10 dpm als EDTA en EDDHA) en zink (0,13 dpm) bevatte. De voedingsoplossingen werden eerst één,

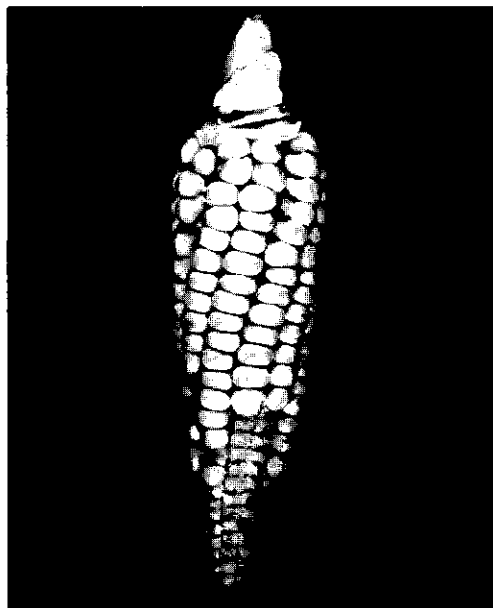


Foto **I.**

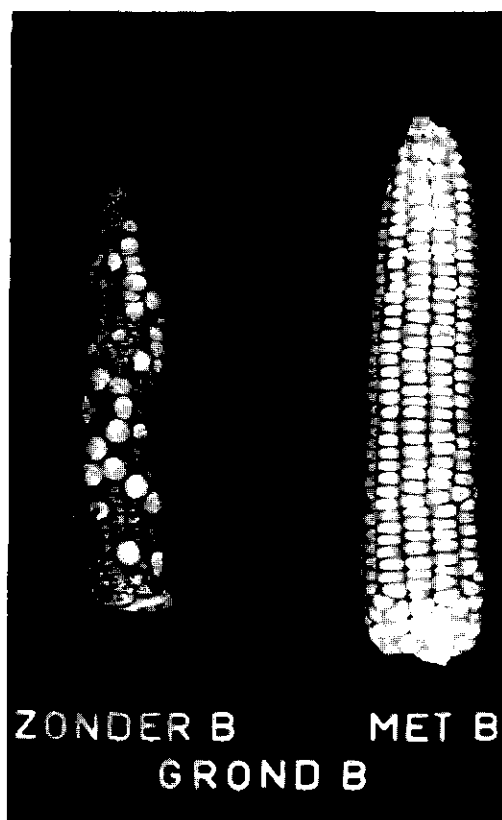


Foto **II**

en later twee tot drie maal per week ververst. Voor het opwekken van de gebreksverschijnselen werd gebruik gemaakt van twee maal in glazen kolven gedestilleerd water. Voorts werden pro-analysi chemicaliën gebruikt. De proef werd uitgevoerd in een kas.

2. Proefvelden (1965, 1966)

In 1965 werden vijf proefvelden aangelegd op zandgrond in O.Overijssel. De boriumgehalten (extractie in heet water) varieerden op deze percelen van 0,18 tot 0,27 dpm, de organische-stofgehalten van 2,5 tot 5,7% en de pH waarden van 4,0 tot 5,3. Op alle percelen werd een basisbemesting van stikstof, fosfaat en kali gegeven, en bovendien 20-30 ton stalmest/ha (overeenkomend met 0,8-1,2 kg borax). De gevarieerde bemesting was 0, 5, 10 en 20 kg borax/ha; alle behandelingen kwamen in viervoud voor (Latijns vierkant). De gebruikte maisvariëteiten waren C.I.V. 7 en Caldeira 561.

In 1966 werden opnieuw vijf proefvelden (IB 1120 t/m 1124) aangelegd in O.Overijssel. De boriumgehalten van de proefpercelen waren resp. 0,24 0,25, 0,24, 0,20, 0,20 dpm B, de organische-stofgehalten 4,6, 5,5, 6,2, 5,0,-%, de pH-waarden 4,4, 4,1, 4,5, 4,6, -. De proefopzet was geheel gelijk aan die van de vorige serie, met dien verstande dat de proefpercelen, dank zij een betere samenwerking met de proefveldhouders, geen stalmest ontvingen. Voordat het gewas door de loonwerker werd gehakseld, werden van 40 planten per veldje de bovenste kolven van de hoofdstengels geoogst, gewogen en op korrelzetting beoordeeld. In representatieve monsters van kolven en stengels+bladeren werd het droge-stof-, ruw-eiwit- en ruwe-celstofgehalte, alsmede de zetmeelwaarde bepaald.

3. Potproef - grond (1966, 1967)

In 1966 werd in een vaste kas een potproef met vijf zandgronden (A,B,C,D,E) aangezet. De boriumgehalten waren resp. 0,12, 0,15, 0,14, 0,12, 0,18 dpm, de organische-stofgehalten 1,7, 2,4, 4,8, 6,1, 5,7%, de pH-waarden 5,5, 6,3, 5,2, 4,4, 5,4. Alle potten (inhoud 10 l) ontvingen en basisbemesting van 2 g N(als NH_4NO_3), 2 g K_2O (als K_2HPO_4) en 1 g MgO (als $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). De helft van de potten (vijf per grondsoort) ontving een bemesting met borax, overeenkomend met 20 kg/ha, terwijl de andere helft (eveneens per grondsoort vijf potten) niet met borax werd bemest. Na uitdunning werd op elke pot één plant aangehouden (variëteit C.I.V. 7). In de periode van de sterkste groei, tot aan de rijping van de kolven werd wekelijks een overbemesting met NH_4NO_3 , en maandelijks met K_2HPO_4 , in vloeibare vorm toegediend. De potten werden op schema (geward) opgesteld. Bij de oogst werden de kolven op korrelzetting beoordeeld, gemeten en gewogen.

De proef werd in 1967, na het verwijderen van de wortelresten van het vorige gewas, opnieuw met snijmais (variëteit C.I.V. 7) ingezaaid. De basisbemesting werd opnieuw toegediend, maar de boraxbemesting niet. Verder werd de proef op geheel overeenkomstige wijze als in 1966 uitgevoerd. Om de kruisbestuiving tussen wel en niet met borium bemeste planten zoveel mogelijk te voorkomen, werden zij door een plastic gordijn gescheiden. Bij de oogst werden de bovenste kolven van de stengels gewogen, gemeten, op korrelzetting beoordeeld en geanalyseerd op ruw-eiwit- en ruwe-celstofgehalte, terwijl de zetmeelwaarde werd berekend.

RESULTATEN

1. Potproef - watercultuur

De symptomen van borium-, koper-, mangaan-, ijzer- en zinkgebrek bij mais, opgewekt in watercultuur, worden hieronder kort beschreven.

Borium

- | | | |
|------|------|---|
| 0 | dpm: | Achterblijven in groei; afsterven van het groeipunt, gevolgd door dood van de gehele plant. |
| 0,01 | dpm: | Achterblijven in groei, sterke uitstoeling. Op de bladeren 2-10 cm lange witte, bijna transparante streepjes, evenwijdig aan de hoofdnerf, over het gehele bladoppervlak, maar vooral in het midden. De meeldraden produceren geen stuifmeel en de kolven groeien niet uit. |
| 0,05 | dpm: | Geen uitstoeling. Verspreid voorkomende witte streepjes, vooral in het jonge blad. Kolven blijven klein; korrelzetting onregelmatig en korrelrijen gedraaid; delen van de kolf "kaal", vooral aan de top. |

Koper

- | | | |
|-------|------|--|
| 0 | dpm: | Geen specifieke symptomen in de bladeren; groei normaal. Korrelzetting onregelmatig en grote delen van de kolf "kaal". |
| 0,001 | dpm: | Geen specifieke symptomen; korrelzetting normaal. |

Mangaan

- | | | |
|-------|------|---|
| 0 | dpm: | Lange, evenwijdige, chlorotische strepen, evenwijdig aan de hoofdnerf op de oudste bladeren; bladbasis gezond; bladtop vanuit het midden afstervend. Groei sterk geremd, geen vorming van kolven, plant vroegtijdig afstervend. |
| 0,001 | dpm: | Als bij 0 dpm Mn, maar symptomen minder ernstig. |

0,01 dpm: Geen symptomen; groei normaal, kolven normaal.

IJzer

Alle planten op voedingsoplossingen zonder ijzer, of met 0,01 en 0,05 dpm Fe, vertonen sterke chlorose en sterven in een zeer jong stadium af.

Zink

- 0 dpm: Sterke groeiremming; planten zijn gedrongen van uiterlijk. Witte bladoksels en twee witte evenwijdige banen op de bladeren, uitgaande van de bladoksels. Pluimen en kolven worden niet gevormd. De plant sterft vroegtijdig af.
- 0,001 dpm: Groeiremming. Bladeren met twee lange, witte, evenwijdige banen, uitgaande van de bladoksel tot op één derde van de afstand tot de bladtop. Meeldraden produceren geen stuifmeel; kolven groeien niet uit.
- 0,01 dpm: Symptomen minder geprononceerd als bij 0,001 dpm Zn. Meeldraden produceren wel (kiemkrachtig?) stuifmeel, maar kolven groeien niet uit.

De planten op de "volledige" voedingsoplossingen vertoonden geen symptomen en vormden normale, over vrijwel de gehele lengte met korrels bezette kolven.

2. Proefvelden

In 1965 was de zomer zeer nat en koel, waardoor de korrelzetting van de maiskolven sterk werd vertraagd. Er werd daarom bij de oogst (begin oktober) afgezien van een kritische beoordeling. Overigens was niet te verwachten dat de bemesting met borium effect zou hebben. Het vrijwel ontbreken van droge perioden in de zomer heeft de boriumvoorziening van gewassen gunstig beïnvloed, zoals bleek op proefvelden met bieten. Terwijl in dit voor boriumgebrek gevoelige gewas in 1964 hartrot reeds omstreeks half juli voorkwam, werd dit in 1965 pas begin september waargenomen.

In 1966 werden op de proefvelden geen verschillen tussen de behandelingen waargenomen. Bij de oogst werden van 40 planten per veldje de bovenste kolven van de hoofdstengels gemeten, gewogen en beoordeeld; monsters van kolven en stengels+bladeren werden geanalyseerd (zie tabel 1).

Tabel 1. Lengte, gewicht en beoordeling van maiskolven (gemiddelden van 160); analyse van kolven en stengel + blad op voederwaarde; vijf proefvelden (1966).

	Kolven							Stengel + blad		
	lengte (cm)	gewicht (g)	korrel- zetting*	% droge stof	% ruw eiwit**	% ruwe celstof**	zetmeel- waarde**	% ruw eiwit**	% ruwe celstof**	zetmeel- waarde**
<u>IB 1120</u>										
0 kg borax/ha	19,4	191,2	8,4	40,4	10,3	10,1	78,0	6,5	30,5	56,0
5 " "	19,5	192,3	8,5	40,6	10,1	9,5	78,0	6,7	30,4	56,0
10 " "	19,5	191,6	8,6	40,8	10,4	8,8	78,0	6,1	32,0	56,0
20 " "	19,5	184,3	8,7	39,1	10,8	8,8	78,0	7,0	31,3	55,0
<u>IB 1121</u>										
0 kg borax/ha	18,0	146,7	7,3	40,4	9,0	8,9	78,0	4,9	33,7	57,0
5 " "	18,3	155,5	7,8	40,4	8,7	8,9	78,0	5,1	33,1	56,0
10 " "	18,0	149,5	7,7	38,8	8,4	9,8	79,0	4,5	33,6	56,0
20 " "	18,5	152,7	7,5	38,6	8,8	9,7	79,0	4,5	34,2	56,0
<u>IB 1122</u>										
0 kg borax/ha	17,1	154,8	7,8	29,7	9,3	10,6	78,0	4,8	26,5	61,0
5 " "	17,4	158,5	8,2	30,5	9,2	11,9	77,0	6,2	26,9	60,0
10 " "	16,8	151,2	8,0	31,1	9,0	12,4	77,0	5,3	26,4	61,0
20 " "	17,2	153,4	8,0	31,5	8,5	11,6	78,0	5,0	27,5	60,0
<u>IB 1123</u>										
0 kg borax/ha	18,3	185,2	8,1	36,3	9,0	10,9	77,0	6,5	27,2	58,0
5 " "	17,2	170,5	8,0	35,4	7,8	12,2	77,0	6,4	27,2	58,0
10 " "	18,1	187,8	8,2	37,4	9,6	8,5	79,0	5,8	27,8	58,0
20 " "	17,8	183,5	8,1	36,6	9,4	9,4	78,0	5,9	27,9	58,0
<u>IB 1124</u>										
0 kg borax/ha	18,6	158,6	8,6	29,1	10,3	10,8	77,0	8,2	28,7	57,0
5 " "	18,4	155,8	8,4	28,4	10,7	12,4	77,0	7,4	30,2	54,0
10 " "	18,8	167,8	8,7	28,9	11,1	10,9	77,0	8,5	29,5	57,0
20 " "	18,3	155,9	8,3	28,9	10,2	12,3	77,0	8,6	27,8	58,0

* Beoordeeld volgens schaal 1 - 10; 10 = volledig bezet met korrels

** Betrokken op de droge stof

Blijkens de resultaten van tabel 1 heeft de bemesting met borium lengte, gewicht en korrelzetting van de kolven niet duidelijk beïnvloed. Hetzelfde geldt voor ruw-eiwitgehalte, ruwe-celstofgehalte en zetmeelwaarde van kolven en stengels + bladeren.

3. Potproef - grond

In het eerste proefjaar werden geen verschillen tussen de wel en niet met borium bemeste planten waargenomen. Afmetingen en gewicht van de kolven, en de korrelzetting werden evenmin door toediening van borium beïnvloed. Tijdens het tweede proefjaar vertoonden de niet met borium bemeste planten duidelijk symptomen van boriumgebrek in de bladeren (zie beschrijving sub 1). Deze planten stierven ook sneller af dan de met borium bemeste. Verschillen in lengtegroei traden niet op, maar wel in kolfontwikkeling en korrelzetting (zie foto 2).

Tabel 2. Afmetingen, gewicht en beoordeling van maiskolven (gemiddelden van vijf; de bovenste kolf van elke stengel), analyse van kolven op voederwaarde; potproef (1967) met vijf boriumarme gronden.

		Gewicht (g)	Diameter (mm)	Lengte (mm)	Korrelzetting	% ruw eiwit	% ruwe celstof	zetmeelwaarde
Grond A	zonder borax	69	32	190	1,3			
	met "	388	54	233	9,7			
Grond B	zonder "	121	38	200	3,7			
	met "	190	48	217	9,9			
Grond C	zonder "	113	36	221	2,1	zonder B	8,0	21,3
	met "	273	48	216	9,5	met B	8,4	10,5
Grond D	zonder "	40	27	146	0			
	met "	259	47	221	9,3			
Grond E	zonder "	143	39	240	3,1			
	met "	340	48	235	9,9			

* Volgens schaal 1 - 10; 10 = volledig bezet met korrels
 ** Uitgedrukt op de droge stof (mengmonsters A t/m E)

Korrelzetting en gewicht van de kolven reageerden sterk op toediening van borium; ook namen de afmetingen in het algemeen toe (tabel 2). De voederwaarde werd eveneens gunstig beïnvloed. Het hoge percentage ruwe celstof in de kolven van niet met borium bemeste planten wordt veroorzaakt door het grote aandeel van de celstofrijke spil en de slechte korrelzetting. De lichtste, en slechtst ontwikkelde, kolven werden geproduceerd door planten op de gronden A en D, met de laagste boriumgehalten (0,12 dpm), indien geen borium werd toegediend.

DISCUSSIE

De hierboven beschreven symptomen van boriumgebrek in maisplanten op watercultuur komen overeen met de in de literatuur vermelde (Schropp en Arenz (1938), Berger et al. (1957), Koronowski (1961), Sprague (1964). Berger et al. (1957) vonden gebrekssymptomen in de bladeren alleen bij concentraties tot 0,01 dpm B in de voedingsoplossing, bij hogere concentraties niet. Voor een goede kolfontwikkeling en korrelzetting was volgens deze auteurs een concentratie van 0,25 dpm B optimaal. Koronowski (1961) geeft voor een goede vegetatieve ontwikkeling een minimale concentratie in de voedingsoplossing op van 0,066 dpm B en voor de generatieve ontwikkeling 0,33 dpm B. De andere granen stellen veel lagere eisen aan de voorziening met borium dan mais. Volgens Löhnis (1937) zijn mais, sorghum en suikerriet - dus grote, snel groeiende gewassen - de enige vertegenwoordigers van de familie der Graminaeae die symptomen van boriumgebrek in het blad vertonen.

Bij maisplanten met ernstig boriumgebrek is het stuifmeel niet kiemkrachtig of het wordt in het geheel niet geproduceerd. De stampers functioneren niet en de zaadbeginzelen sterven af zodat geen bevruchting plaats vindt. Voor anatomische en morfologische beschrijvingen wordt verwezen

naar de publikaties van Struckmeyer et al. (1961/1962) en Koronowski (1961). Andere onderzoekers (O'Kelley, 1957; Stanley en Lichtenberg, 1963; Dean, 1964; Layne en Hagedorn, 1964) vermelden dat het stempelvocht borium moet bevatten voor de kieming van stuifmeelkorrels en het uitgroeien van de pollenbuis. Otting (1951) wijst in dit verband op de relatief hoge boriumgehalten in stempels en meeldraden in vergelijking tot de vegetatieve delen van mais.

In de potproef met gronden vertoonde mais, ondanks de lage boriumgehalten van het substraat (0,12 - 0,18 dpm), pas bij de tweede teelt symptomen van boriumgebrek. Misschien zijn in het eerste gewas kolfontwikkeling en korrelzetting van de niet met borium bemeste planten begunstigd door bestuiving met stuifmeel van de wel met borium bemeste planten. Bij het tweede gewas werden de potten daarom zo opgesteld dat kruisbestuiving tussen deze groepen planten vrijwel was uitgesloten. Wellicht was deze voorzorgsmaatregel niet nodig geweest. Volgens Koronowski (1961) worden kolven van boriumdeficiënte planten door goed stuifmeel niet tot korrelzetting gebracht.

Volgens Amerikaanse auteurs (Purvis and Hanna, 1940; Muhr, 1942; Dunkley en Midgley, 1944; Berger et al., 1957) wordt op boriumarme gronden de korrelzetting van mais sterk verbeterd, en de korrelopbrengst verhoogd door toediening van 10 - 20 kg borax/ha. Volgens Berger et al. (1957) kan boriumgebrek verwacht worden op lichte gronden, in jaren waarin perioden met overvloedig regenval gevolgd worden door grote droogte. Een samenhang met de hoeveelheid in water oplosbaar borium van de grond werd niet gevonden: in het traject van 0,3 - 1,2 dpm B in de grond werd soms wel, soms geen reactie op bemesting met borium verkregen. Een door Peterson en MacGregor (1966) toegevoegde boriumbemesting aan mais, op gronden met een boriumgehalte van 0,33 - 1,58 dpm, had geen effect. Symptomen van boriumgebrek werden niet waargenomen, en de boriumgehalten van het blad lagen boven de door Berger et al. (1957) aangegeven kritische waarde (11 - 13 dpm B). Powers and Jordan (1950) vermelden dat mais, vooral op lichte gronden, schade kan ondervinden van hoeveelheden borax groter dan 15 - 30 kg/ha.

In Duitsland (Bussler, 1962) werd in droge zomers boriumgebrek (slecht ontwikkelde kolven) waargenomen op zandgronden (B-gehalte lager dan 1 dpm), vooral na de teelt van gewassen die veel borium onttrekken. De maisplanten groeiden verder normaal en er kwamen geen symptomen in de bladeren voor. De auteur adviseert voor mais een gift van 10 kg borax/ha, behalve wanneer de voorvrucht (biet, luzerne, kool) een bemesting met borium heeft ontvangen.

Op de proefvelden was de korrelzetting, ook op de niet met borax bemeste veldjes, tamelijk goed (tabel 1).

De natte weersomstandigheden hebben ongetwijfeld bijgedragen tot een goede boriumvoorziening van het gewas (zie ook Berger et al., 1957, en Bussler, 1962). In vergelijking tot de in de potproef gebruikte gronden waren de boriumgehalten op de proefpercelen (0,20 - 0,25 dpm) echter niet laag. Veldwaarnemingen in de droge zomer van 1964 en de resultaten van de potproef geven wel een indicatie dat de schade door boriumgebrek bij snijmais aanzienlijk kan zijn. Bovendien vermindert de voederwaarde (tabel 2).

Uit de beschrijving van de gebrekssymptomen van mais (blz. 4,5) is wel gebleken dat ook tekorten aan koper en zink kolfontwikkeling en korrelzetting nadelig beïnvloeden. Dit geldt overigens ook voor voedingsstoffen als stikstof en fosfor (Sprague, 1964). Het is zeer onwaarschijnlijk dat op zandgronden (lage pH) zinkgebrek optreedt; de typische bladsymptomen zijn ook nergens waargenomen. Ook is het niet waarschijnlijk dat kopergebrek op zandgronden waar snijmais wordt verbouwd, de oorzaak is van een slechte korrelzetting. Er kan in dit verband worden gewezen op het normale kopergehalte (8-11 dpm) in de bladeren van maisplanten waarvan de kolven een slechte korrelzetting vertoonden (veldwaarnemingen in 1964). Voorts reageert mais, evenals andere gewassen met grote zaden (erwt, boon), weinig op koper aangezien het zaad een relatief grote reserve bevat (Brown en Harmer, 1950). Ook uit de watercultuurproef blijkt de geringe behoefte aan koper (0,001 dpm Cu reeds voldoende voor normale kolfontwikkeling).

Conclusies

1. Wanneer mais op zandgronden, bij een overigens goede voedingstoestand van de hoofdelementen, in droge zomers een slechte kolfontwikkeling en korrelzetting vertoont, is boriumgebrek hiervan de voornaamste oorzaak.
2. Op maispercelen met een lage boriumtoestand (B-gehalte lager dan 0,30 dpm) is toediening van 10 kg borax/ha, als "verzekeringspremie", aan te bevelen.

Bronnen

- Becker, W.R. Pers. mededeling, 1968.
- Berger, K.C., Heikkinen, T. and Zube, E. Boron deficiency, a cause of blank stalks and barren ears in corn. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21(1957) 629-632.
- Brown, J.C. and Harmer, P.M. The influence of copper compounds on the yield, growth pattern, and composition of spring wheat and corn grown on organic soil. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 15 (1950) 284-291.
- Bussler, W. Bormangel in Mais. Mitt. Deut. Landwirtschaft. Ges. 77(1962) 1110-1112.
- Dean, C.E. Sucrose and boron in artificial media for tobacco pollen germination and tube growth.

- Tobacco(N.J.)158,25(1964) 24-28; ref.Hort.
Abstr.34(1964)7226.
- Dunkley,D.E.and Midgley,A.R.The need for borax on fourteen
crops. Better Crops with Plant Food 28
(1944) 15-19, 43-49.
- Koronowski,P. Morphologische Veränderungen an Mais und
anderen Getreidearten bei Bormangel. Z.
Pflanzenernähr, Düng. Bodenk. 94(1961)
25-39.
- Koronowski, P. Anatomische Veränderungen an Mais und
anderen Getreidearten bei Bormangel. Z.
Pflanzenernähr. Düng.Bodenk. 94(1961) 53-57.
- Layne,R.E.C. and Hagedorn,D.J. Effect of boron and agar
on germination of pea pollen in sucrose
media. Crop Sci.4(1964) 39-42.
- Löhnis, M.P. Plant development in the absence of boron.
Mededel. Landbouwhogeschool Wageningen 41
(1937) 36 pp.
- Muhr,G.R. Plant symptoms of boron deficiency and the
effect of borax on the yield and chemical
composition of several crops. Soil Sci.54
(1942) 55-65.
- O'Kelley,J.C. Boron effects on growth, oxygen uptake and
sugar absorption by germinating pollen.Am.
J. Botany 44 (1957) 239-244.
- Otting,W. Borgehalt und Verteilung des Bors in
verschiedenen Pflanzen. Z.Pflanzenernähr.
Düng. Bodenk. 55(1951) 235-247.
- Peterson,J.R. and MacGregor,J.M. Boron fertilization of
corn in Minnesota. Agron.J. 58 (1966)141-142.
- Powers,W.L. and Jordan,J.V. Boron in Oregon soils and
plant nutrition. Soil Sci. 70(1950)99-107.
- Purvis,E.R. and Hanna,W.J. Vegetable crops affected by
boron deficiency in Eastern Virginia.
Virginia Truck Expt.Sta.,Bull.105(1940)
1721-1742.
- Schropp,W. und Arenz,B. Über die Wirkung von Bor und
Mangan auf das Wachstum der Maispflanze.
Phytopathol.Z.11(1938) 588-606.
- Sprague,H.B.(Editor). Hunger signs in crops; a symposium,
3rd ed. David Mc Kay, New York (N.Y.)
(1964) 461 pp.
- Stanley,R.G. and Lichtenberg,E.A. The effect of various boron
compounds on in vitro germination of pollen.
Physiol. Plantarum 16(1963)337-346.
- Struckmeyer,B.E., Heikkinen T. and Berger, K.C. Developmental
anatomy of tassel and ear shoots of corn
grown with different levels of boron.
Botan. Gaz. 123(1961/1962)111-116.