

HET BELANG VAN HET ONDERZOEK OP SPORENELEMENTEN

BEZIEN UIT EEN LANDBOUWKUNDIG OOGPUNT

CH. H. HENKENS

In biologische zin zijn sporenelementen elementen, die in de levende natuur slechts in kleine hoeveelheden nodig zijn. Niettemin heeft een tekort aan één van deze elementen een sterke groeiremming en ziekten tot gevolg en is bij ernstig tekort leven niet mogelijk. Tot de sporenelementen rekt men bij de hogere dieren cobalt, koper, mangaan en jodium; verder zink en fluor, die echter in Nederland geen grote rol spelen. Voor het plantenrijk zijn borium, koper, mangaan, molybdeen en zink en in sommige streken ook ijzer van belang. In het volgende zal gesproken worden over de sporenelementen, die van belang zijn voor de Nederlandse akkerbouw, terwijl de veeteelt buiten beschouwing gelaten zal worden.

I. BORIUM

De praktische betekenis van borium werd duidelijk toen BRANDENBURG in 1931 vond, dat hartrot van bieten door boriumgebrek veroorzaakt wordt.

Fysiologische betekenis van borium

Wat precies de functie is van borium in de plant, is niet met zekerheid bekend. Borium speelt een belangrijke rol bij de eiwitsynthese. Verder is borium van invloed op het suikertransport. Zo vond VAN SCHREVEN, dat bladeren van aardappelen met boriumgebrek abnormaal veel zetmeel bevatten. Ook speelt borium een belangrijke rol bij de voortplanting, omdat het van invloed is op de kieming van stuifmeelkorrels. MULDER heeft aangetoond, dat borium nodig is voor de ontwikkeling van de wortelknolletjes, terwijl GERRETSEN vond, dat borium de groei en de N-fixatie van *Azotobacter* bevordert (2, 5, 17, 21).

Symptomen van boriumgebrek

Monocotylen hebben een geringe boriumbehoefte. Als regel ontwikkelen ze zich ook bij een slechte boriumvoorziening normaal. Het gebrek aan borium komt pas tot uiting in het reproductiestadium. De boriumbehoefte van dicotylen is belangrijker groter.

Als algemeen kenmerk van boriumgebrek bij dicotylen geldt het afsterven van de groeitop. Verdere symptomen zijn: een lichte verdikking van de bladeren en soms chlorose. Bloemen worden meestal niet gevormd en als er bloemen gevormd worden, heeft er geen vruchtzetting plaats, omdat de stuifmeelkorrels niet ontkiemen. De inwendige beschadiging bestaat uit een degeneratie van de meristematische weefsels.

Boriumgebrek bij *bieten* veroorzaakt het bekende hartrot. De hartblaadjes worden geel, vervolgens zwart en rotten weg. Een voorstadium van hartrot is nerfrot. Beginnend boriumgebrek openbaart zich nl. door verdikkingen van de hoofdnerf. Deze verdikkingen scheuren ten gevolge van gestoorde weefselgroei, waarna rotting optreedt. Behalve de opbrengst doet boriumgebrek ook het suikergehalte van bieten dalen.

Koolrapen met boriumgebrek onderscheiden zich uitwendig niet van gezonde planten. Ook de opbrengst wordt er niet door beïnvloed, maar wel de kwaliteit. Boriumgebrek veroorzaakt bij koolrapen het zg. „bruin in de knol”. Deze koolrapen zijn ongeschikt voor consumptie, omdat ze een onaangename flauwe smaak hebben en bij koken hard worden.

Ook bij *aardappelen* heeft boriumgebrek het afsterven van het vegetatiepunt tot gevolg. De bladeren worden dik en bros en rollen naar boven op. De plant heeft een gedrongen uiterlijk. In de knol treedt een geheel of gedeeltelijke, bruine verkleuring van de vaatbundelring op. Gewoonlijk is deze verkleuring het sterkst aan het navel-einde der knollen. Het binnenste gedeelte van de knol maakt een glazige indruk en bij doorsnijden hoort men een enigszins krakend geluid. De schil van de knollen is bij boriumgebrek vaak min of meer gebarsten en dit verklaart waarschijnlijk de sterkere schurftaantasting van aardappelen bij boriumgebrek.

In 1954 is in Nederland voor het eerst boriumgebrek in *luzerne* waargenomen, nl. op zandgrond. Luzerne is zeer gevoelig voor boriumgebrek. De planten blijven klein en gedrongen, doordat de internodiën niet doorgroeien. Zij vertonen grote overeenkomst met buxus-struikjes. De gehele ontwikkeling is vertraagd. De bladeren vertonen een fletsbruine tot grijsgele verkleuring, welke begint vanaf de top en de randen. Deze verkleuring wordt vaak gevolgd door een rode verkleuring van de bladrand. De topblaadjes zijn ronder en breder dan bij gezonde planten.

Bij andere planten dan de hierboven genoemde is boriumgebrek in de praktijk nog niet waargenomen (2, 7, 8, 9, 22, 23).

De boriumrijkdom van de Nederlandse gronden

De boriumrijkdom van de kleigronden verschilt aanzienlijk van die der zandgronden. Naar aanleiding van Duitse onderzoekingen komt LEHR tot de conclusies: dat men voor de Nederlandse zeekleigronden een gehalte van 100 delen per miljoen en voor onze rivierkleigronden van 20 delen per miljoen mag aannemen. Het boriumgehalte van de zandgronden is veel lager. De boriumrijkdom van de zeekleigronden berust op de uit het zeewater achtergebleven boraten, wat een homogene verdeling doet veronderstellen. Het borium op de zandgronden is hoofdzakelijk aanwezig als minerale reserve in de vorm van borosilicaten, waarvan toermalijn het voornaamste is. Het komt slechts langzaam door hydrolyse vrij. Naast deze minerale reserve is een kleiner gedeelte aanwezig in het organisch materiaal. Dit komt veel gemakkelijker voor de plant ter beschikking. Uit de hiernaast afgebeelde hartrotkaart, door LEHR in 1940 uit praktijkgegevens samengesteld, blijkt, dat de verschillen in boriumgehalte van de verschillende grondsoorten zich ook uiten in de praktijk. Het blijkt, dat hartrot

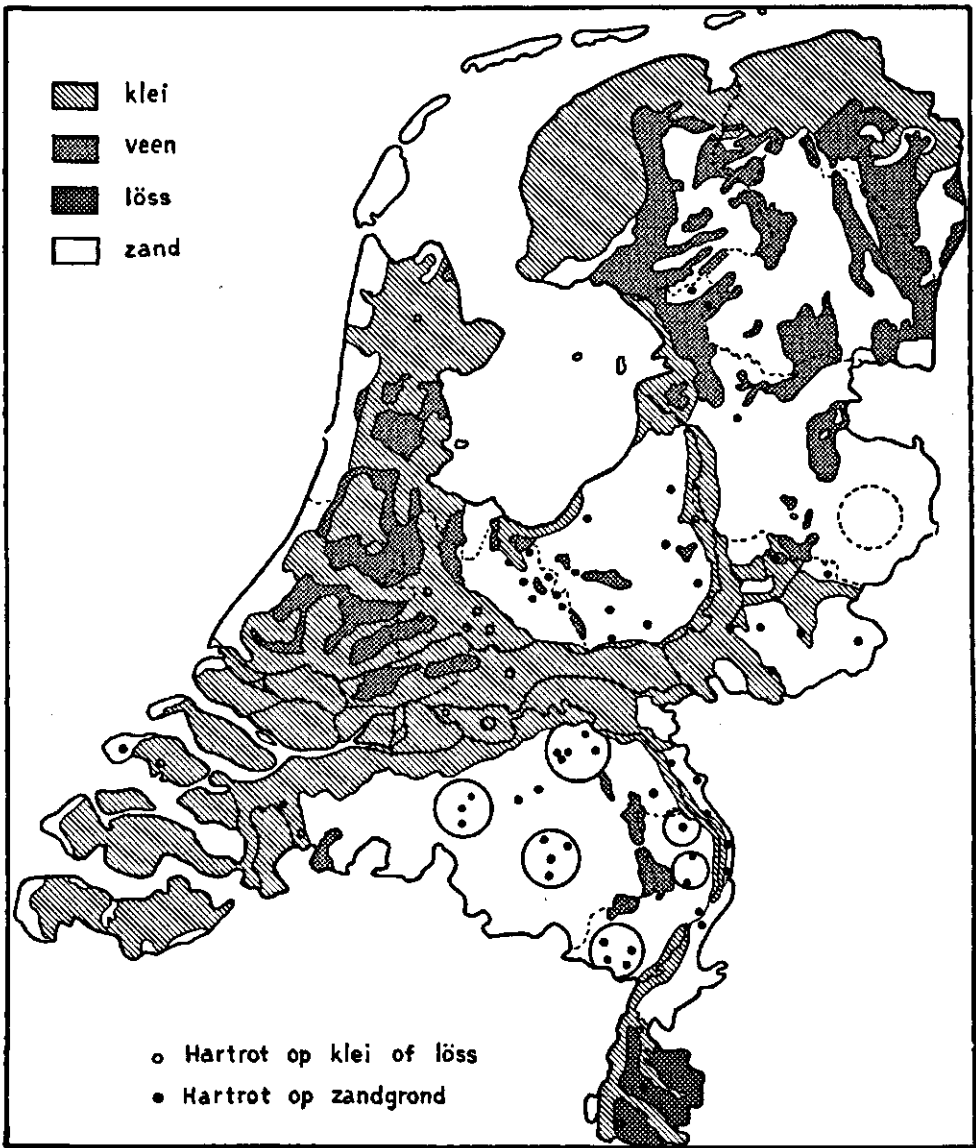


FIG. 1. Hartrotkaart van Nederland

hoofdzakelijk voorkomt op zandgrond, terwijl het op de kleigronden sporadisch optreedt. Opvallend is het verschil tussen het optreden van hartrot op de noordelijke en zuidelijke zandgronden. Toch doen de gegevens over het toermalijngehalte veronder-

stellen, dat dit in het zuiden hoger is dan in het noorden. Het minder voorkomen van hartrot in het noorden zou volgens LEHR verklaard kunnen worden door het hogere humusgehalte en het veelvuldig gebruik van chilisalpeter. (7).

Factoren van invloed op het boriumgebrek

Behalve van de boriumrijkdom van de grond hangt het optreden van boriumgebrek van verschillende andere factoren af. Zo zal boriumgebrek in droge jaren meer voorkomen dan in natte. Misschien kan men dit verklaren uit het feit, dat de planten gemakkelijk borium uit de organische stof halen. Bij erge droogte zal de bouwvoor – waar de meeste organische stof voorkomt – uitdrogen met het gevolg, dat de planten er geen voedingsstoffen uit kunnen halen.

Bekend is de invloed van een bekalking op het optreden van boriumgebrek. Sommige onderzoekers zijn van mening, dat het toenemen van boriumgebrek bij bekalking niet een gevolg is van boriumfixatie in de grond, maar van een gestoord Ca/B evenwicht in de plant. BRANDENBURG is van mening, dat verder iedere factor, die de groei van de planten begunstigt, het optreden van boriumgebrek bevordert. VAN DER PAAUW heeft waargenomen, dat overmatige kalibemesting boriumgebrek in de hand werkt. Hieruit blijkt dat men op gronden, welke arm aan borium zijn, met de kalibemesting voorzichtig moet zijn. Dit wil niet zeggen, dat kali op een of andere manier de boriumopname bemoeilijkt. Uit potproeven van REEVE en SHIVE blijkt nl., dat kali bij een goede boriumvoorziening ook boriumvergiftiging kan veroorzaken (1, 2, 7, 18, 19).

Grondonderzoek

Wat het grondonderzoek betreft staan we nog aan het begin. Door LEHR is een methode voor boriumbepaling uitgewerkt, welke berust op onttrekking met heet water. Nader onderzoek zal moeten uitmaken hoe hoog het boriumgehalte van de grond moet zijn, wil er een gezond gewas op groeien.

2. KOPER

De ziekteverschijnselen bij granen welke – zoals later bleek – te wijten zijn aan het kopergebrek, zijn vermoedelijk reeds in 1855 door dr. AZINGA VENEMA opgemerkt, een medicus en burgemeester van Winschoten. In zijn boekje „De hoge venen en het veenbranden” deelt hij mede, dat na ontginning van heidegronden dikwijls een ziekte optreedt, welke achterwege blijft als voldoende stadsvuil wordt gebruikt. Vooral na 1900 breidde de ziekte zich sterk uit, omdat het aantal ontginningen toenam en het gebruik van compost afnam. In 1910 en volgende jaren werd er de aandacht op gevestigd door ELEMA, landbouwconsulent in Drente. Daar de ziekte vooral voorkwam op pas ontgonnen heidegronden, werd door ELEMA de naam ontginningsziekte ingevoerd. In 1922 meldten HUDIG en MEIJER, dat men de ziekte kon genezen door een bemesting met 30 tot 60 ton compost. Enige jaren later vonden dezelfde onderzoekers, dat de ziekte ook te genezen is door een bemesting met 50–100 kg kopersulfaat per ha. E. G. MULDER heeft in 1938 aangetoond, dat de ontginningsziekte een gevolg is van kopergebrek.

Fysiologische betekenis van koper

Koper vervult een belangrijke rol bij de vorming van chlorofyl. Een aantal onderzoekers heeft een toename van chlorofyl waargenomen na een koperbemesting. Verder neemt koper een belangrijke plaats in bij verschillende enzymsystemen.

Symptomen van kopergebrek

Kopergebrek is in Nederland vooral waargenomen bij granen. Van de granen is tarwe het gevoeligst. Het eerste symptoom van kopergebrek bij granen is een slap gewas. De planten blijven iets achter in groei, terwijl de jonge bladeren zich niet ontplooiën, maar om de lengteas opgerold blijven. Deze bladeren groeien niet meer, krijgen gele toppen en beginnen van de top af te verdorren. De kleur van de dode bladpunten is verschillend bij de verschillende granen. Bij gerst is de kleur geel-wit, bij tarwe grijs-bruin en bij haver en kanariezaad wit. Aren en pluimen worden bij extreem kopergebrek niet gevormd. Dikwijls openbaart kopergebrek zich pas bij het schieten. De bovenste halmleden schieten dan niet door. De aren of pluimen zijn slecht gevuld en het gewas rijpt niet af.

Typisch is de ontwikkeling van een zwarte schimmel op de kafjes en op het stro. Het niet doorschieten komt vooral bij tarwe voor. Daardoor is het gewas bij de oogst

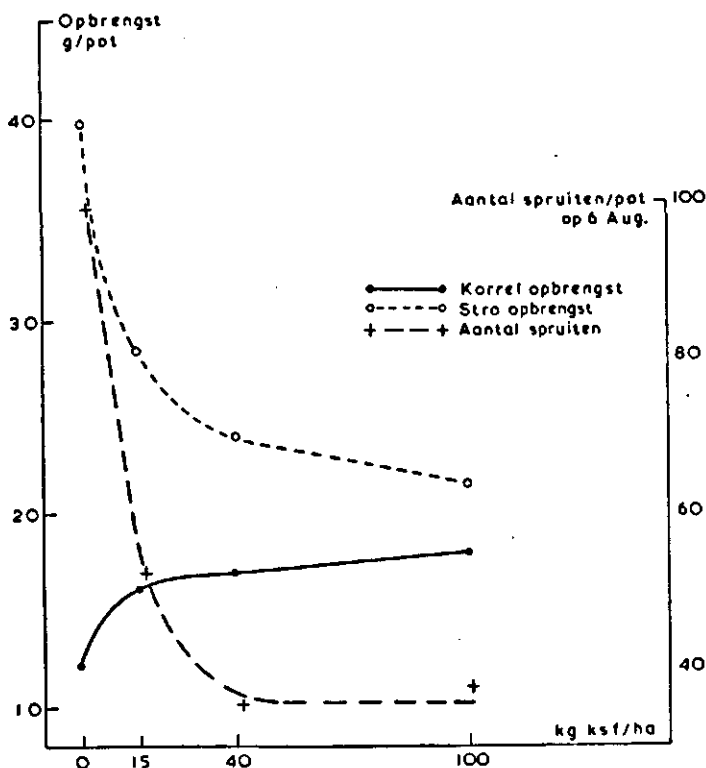
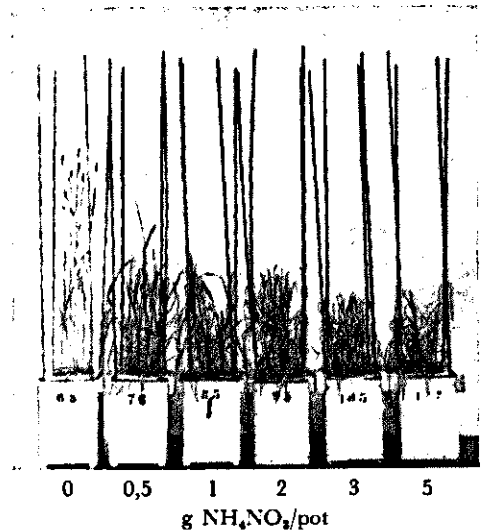


FIG. 2. Invloed van de koperbemesting op het aantal spruiten en de opbrengst aan korrel en stro bij haver

FIG. 3, 4 en 5. Invloed van de stikstofbesteding op het optreden van kopergebrek (naar MULDER)
 Links: 0Cu
 Midden:
 1 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq.}$ per pot
 Rechts:
 5 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq.}$ per pot



ongeveer 25 cm korter. Een typisch kenmerk van kopergebrek, vooral bij haver, is het steeds opnieuw vormen van uitlopers en het weer uitlopen van de stoppel. Dit komt vooral bij potproeven tot uiting, omdat hier alle stro (ook het korte) wordt geoogst. Uit fig. 2, waarin op de horizontale as de kopergift staat aangegeven, op de linkse ordinaat de opbrengst aan korrel, resp. stro in g/pot en op de rechtse ordinaat het aantal spruiten op 6 aug., blijkt dat het aantal spruiten afneemt naarmate meer koper gegeven is. Ook de stro-opbrengst neemt – zoals te verwachten is – af, terwijl de korrelopbrengst toeneemt. Er moet op gewezen worden, dat een opbrengstdepressie ten gevolge van kopergebrek kan optreden zonder dat er aan de planten iets bijzonders te zien is.

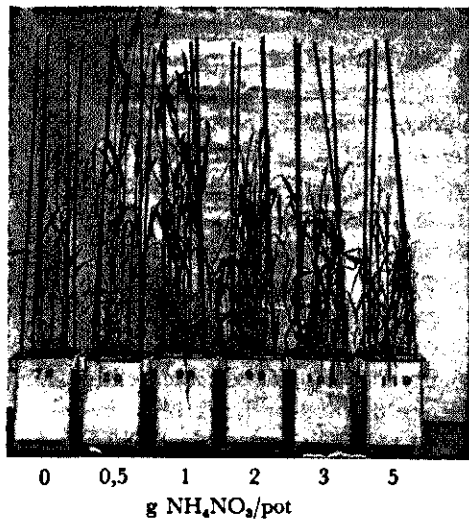
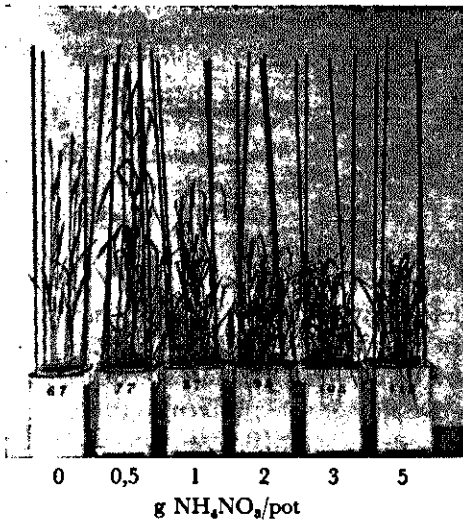
Factoren van invloed op het optreden van kopergebrek

Het zichtbaar worden van kopergebrek is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en de bemesting. In natte zomers treden de verschijnselen minder sterk op dan in droge zomers. Verder is de stikstofbesteding van grote invloed. MULDER heeft n.l. gevonden (nog niet gepubliceerd), dat bij een ruime stikstofbesteding meer koper nodig is (fig. 3, 4, 5).

Grondonderzoek

Voor het tijdig onderkennen van kopergebrek is men aangewezen op grondonderzoek. Zoals hiervoor reeds werd gezegd, kan een oogstdepressie door gebrek aan koper optreden zonder dat er verschijnselen van kopergebrek te zien zijn.

Op het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek wordt het koper in de grond bepaald door middel van extractie van de grond met de schimmel *Aspergillus niger*. Uit proefveld- en praktijkervaring is gebleken, dat een gehalte van 2 mg per kg grond voor alle gewassen voldoende is. Als tarwe verbouwd wordt is een koper-



gehalte van 3 mg gewenst. Bedraagt het gehalte 2-3 mg, dan is voor tarwe een bemesting van 25 kg/ha kopersulfaat aan te bevelen. Is het gehalte kleiner dan 2 mg dan is een bemesting naar 50 kg/ha nodig. Rogge en aardappelen zullen weliswaar bij een gehalte van 1-2 mg nog geen kopergebrek vertonen, maar men kan de koper-toestand van de grond beter afstellen op het meest gevoelige gewas in de vrucht-wisseling.

In plaats van kopersulfaat kan ook koperslakkenbloem gebruikt worden, waarbij een gift van 50 kg kopersulfaat ongeveer gelijk te stellen is met 300 kg koperslakkenbloem. Ook kan bestrijding van fytoftora een belangrijke hoeveelheid koper aan de grond toevoegen. Over de nawerking van een bemesting met kopersulfaat is nog weinig onderzoek verricht. MEIJER is van mening, dat een bemesting naar 100 kg kopersulfaat/ha ten minste voor 7 jaren voldoende is. Uit Duitse onderzoeken is gebleken, dat men zeker op een nawerking van 10 jaren kan rekenen (6, 10, 11).

3. MANGAAN

Mangaangebrek is het eerst bekend geraakt onder de naam Veenkoloniale haverziekte. SJOLLEMA en HUDIG vonden in 1908, dat de Veenkoloniale haverziekte genezen kan worden door bemesting met mangaansulfaat. Zij beschouwden echter mangaangebrek niet als de oorzaak van de ziekte. Eerst in 1928 werd door SAMUEL en PIPER bewezen, dat de Veenkoloniale haverziekte veroorzaakt wordt door gebrek aan mangaan.

Fysiologische betekenis van mangaan

Mangaan speelt een rol bij verschillende enzymsystemen (vet-, suiker- en eiwit-splitsende enzymen) en is nauw verbonden met de vitaminen (vitamine C). GERRETSEN heeft aangetoond, dat mangaan nodig is bij de fotosynthese.

Symptomen van mangaangebrek

Mangaangebrek komt in Nederland veel voor. Het algemene symptoom van mangaangebrek is een chlorose der bladeren. Van de granen is haver het gevoeligst. De bladsymptomen verschijnen in de vroege lente. De basale delen van de oudste bladeren worden iets geelachtig en er komen grijs-bruine necrotische vlekken. Als een typisch kenmerk van mangaangebrek bij haver wordt beschouwd, dat het blad knikt en de bladtop het langst groen blijft. Bij tarwe zijn de symptomen ongeveer hetzelfde als bij haver. Bij gerst wordt het blad bleekgroen. Van de rand uit treden tussen de hoofdnerven kleine zeer lichte en donkeromrande of roestbruine vlekjes op. Deze vlekjes vloeien aan de rand samen. Rogge is het minst gevoelig voor mangaangebrek. Op het blad treden wit-gele strepen op zonder donkere rand. Bieten zijn zeer gevoelig. De jonge bieten zijn lichter groen tussen de nerven. De bladeren staan ietwat steil en de bladranden krullen veelal iets om. De lichtgroene plekken worden bruin en verdwijnen, zodat er grote gaten in het blad kunnen komen. Bij aardappelen begint het mangaangebrek meestal als een lichte chlorose, enige tijd later gevolgd door donkere puntjes langs de bladnerven. Mangaangebrek bij erwten veroorzaakt kwade harten (3, 4, 12).

Micro-organismen en mangaangebrek

GERRETSEN toonde in 1936 de betekenis van de micro-organismen aan bij het optreden van mangaangebrek. Behalve dat de micro-organismen mangaan vastleggen

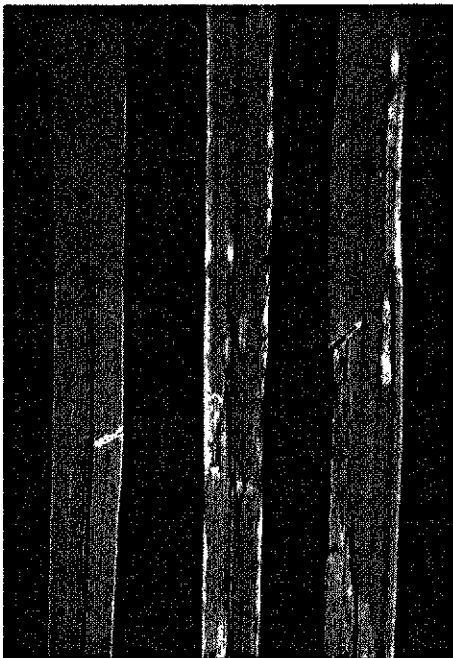


FIG. 6. Het effect vaneen insnijding in het blad op de verspreiding der haverziektevlekjes

Links: Gezond blad, een maand na de insnijding.

Midden: Ziek blad, idem, onder insnijding bladvlekken aan weerszijden van het blad, boven insnijding alleen rechts.

Rechts: Ziek blad, idem, onder insnijding bladvlekken links, boven insnijding rechts.

(naar GERRETSEN)

in de grond, oefenen ze ook rechtstreeks een invloed uit op de plant. GERRETSEN constateerde, dat mangaangebrek onder steriele omstandigheden zich uitte in vertraagde groei; geringe uitstoeling, kleiner wortelstelsel en lagere korrelopbrengst. Mengde hij de steriele grond met zieke grond dan verschenen de typische bladvlekken. Het bleek, dat het wortelstelsel van de typisch haverzieke planten min of meer sterk aangetast en soms geheel weggerot waren. De ontledingsprodukten van de wortels worden door de plant opgezogen, waardoor de pH van het celvocht te hoog wordt met als gevolg necrose. Dit bewees GERRETSEN door een blad in te knippen, waardoor de sapstroom aan een kant onderbroken werd. Het bleek nu, dat de necrose niet optrad boven de insnijding, maar wel er onder en aan de andere kant (fig. 6).

Daar de bladvlekken dus van secundaire aard zijn is het mogelijk, dat er mangaangebrek is zonder dat de typische bladvlekken optreden. In overeenstemming hiermee is door RADEMACKER geconstateerd, dat een zg. resistent ras „Weibulls Argus” ondanks het spradisch voorkomen van bladvlekken op een haverziek perceel 1200 kg korrel (45 %) minder opbracht dan op een nabij gelegen gezond perceel. Naar aanleiding van bovengenoemde resultaten is GERRETSEN bezig met het bestuderen van de resistentie van haverrassen tegen mangaangebrek. De gevoeligheid blijkt van ras tot ras te verschillen (3).

Genezing van mangaangebrek

Het is in de praktijk gebruikelijk om het gewas in geval van mangaangebrek met een 1½ % mangaansulfaatoplossing naar ± 1000 liter/ha te bespuiten. In 1954 werd de tijd en wijze van mangaantoeiening bij wintertarwe nagegaan. In fig. 7 staat op de verticale as de opbrengst in q/ha en op de horizontale as de bespuitingsdatum

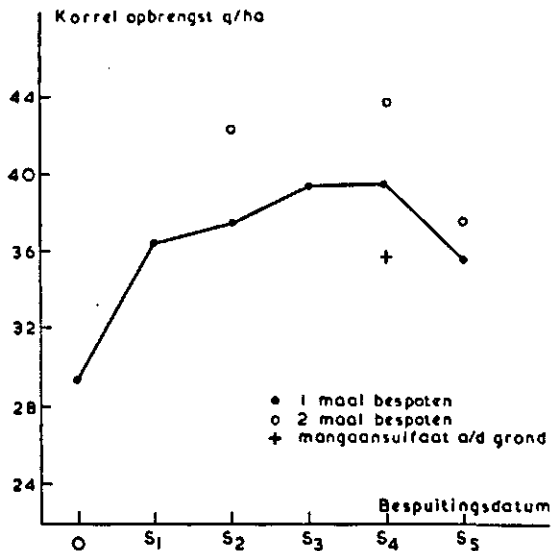


FIG. 7. Invloed van bespuiting van het gewas met een 1,5% mangaansulfaatoplossing (resp. bemesting van de grond met 50 kg mangaansulfaat per ha) op de korrelopbrengst van wintertarwe

aangegeven. De eerste bespuiting (S1) werd gegeven op 13 april, de volgende bespuitingen telkens een week later. Bij de bespuiting op 6 mei (S4) waren de gebreksymptomen duidelijk zichtbaar. Zoals uit fig. 7 blijkt, is dit de beste tijd van bespuiting. Wordt een week later bespoten (S5), dan heeft dit een opbrengstderving van bijna 400 kg/ha tot gevolg. Een aantal veldjes kregen op 9 juni een tweede bespuiting. Uit fig. 7 blijkt, dat twee keer bespuiten een hogere opbrengst geeft dan één keer. Het blijkt, dat wanneer de eerste bespuiting op 6 mei gegeven werd (S4) bij de tweede bespuiting de opbrengst 400 kg hoger is dan wanneer alleen op 6 mei bespoten werd. Op die datum werd tevens op een aantal veldjes mangaansulfaat aan de grond toegediend naar 50 kg/ha. Dit blijkt 800 kg minder opbrengst te geven (kruisje) dan een dubbele bespuiting, waarvan de eerste bespuiting plaatshad op 6 mei.

4. MOLYBDEEN

De biologische betekenis van molybdeen werd in 1930 ontdekt door BORTELS. Uit zijn onderzoek is gebleken, dat *Azotobacter chroococcum* molybdeen nodig heeft voor een normale groei. Later werd dit door andere onderzoekers bevestigd en bleken ook andere micro-organismen molybdeen nodig te hebben. ARNON en STOUT vonden dit in 1934 voor tomaten. In Nederland heeft MULDER voor het eerst molybdeengebrek gevonden.

De fysiologische betekenis van molybdeen

Molybdeen speelt een rol bij de nitraatreductie. Uit het feit dat ook planten, welke met ammoniakstikstof bemest zijn, molybdeen nodig hebben, volgt dat molybdeen behalve bij de nitraatreductie ook nog een rol speelt bij andere levensprocessen.

FIG. 8. Bieten en bloemkool op een grond met molybdeengebrek. In het midden zonder molybdeen; aan de kant 8 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ per pot. A bieten; B bloemkool.



Symptomen van molybdeengebrek

Bij vlinderbloemigen geeft molybdeengebrek algemeen aanleiding tot stikstofgebrek omdat er geen stikstof gefixeerd wordt. Van de niet-vlinderbloemigen zijn vooral bloemkool, spinazie, kool, tomaat en verder biet en stoppelknollen gevoelig voor molybdeengebrek. De algemene symptomen van molybdeengebrek zijn bleekgroene bladeren en een geremde groei. De bladeren zijn stijf en samengevouwen langs de hoofdnerf. De cotylen blijven in de meeste gevallen normaal groen. Molybdeengebrek openbaart zich reeds in een jong stadium.

Voorkomen van molybdeengebrek

Molybdeengebrek komt vooral voor op ijzerhoudende gronden. Enkele jaren geleden werd de aandacht gevestigd op de slechte groei van bieten op de ijzerhoudende beekgronden, speciaal in het oosten van het land. In 1954 werd een aantal van deze gronden aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut verzameld. Met deze gronden werden potproeven genomen met bieten en bloemkool met en zonder molybdeen (fig. 8). Er werden 19 gronden onderzocht. Op 17 gronden gaf bloemkool en op 15 gronden biet een duidelijke molybdeenreactie. Van een aantal gronden werd de opbrengst bepaald ongeveer een maand na opkomst der planten. In tabel 1 staat de opbrengst aan droge stof van de potten met molybdeen aangegeven in procenten van de opbrengst bij weglating van molybdeen.

TABEL 1. Effect van een bemesting met natriummolybdaat op de opbrengst aan drogestof van bloemkool en bieten

Grond	pH-KCl	Mo d.p.m.	P-citr.	Opbrengst *	
				Bloemkool	Biet
M	4,89	0,13	9,5	554	310
K	4,35	0,11	19,5	—	287
G	3,92	0,07	11,0	360	260
N	4,47	0,09	12,5	730	260
R	4,28	0,16	9,5	450	217
H	4,87	0,21	12,0	500	190
I	4,60	0,25	70,0	517	172
Y	4,99	0,20	14,0	514	124
O	5,35	0,05	14,0	198	127

* in % van de opbrengst bij geen toediening van natriummolybdaat een maand na opkomst.

Zoals uit tabel 1 blijkt, doet een bemesting met natriummolybdaat (8 mg/pot) de opbrengst aan droge stof zowel bij biet als bij bloemkool aanzienlijk stijgen. De opbrengstvermeerdering bij bieten varieert van 27 tot ruim 200 %, terwijl die bij bloemkool nog hoger is en varieert van 100 tot 600 %.



Fig. 9. Invloed van een fosfaatbemesting op de molybdeenvoorziening van bloemkool op grond met fosfaatgebrek. Van links naar rechts: 1,3 en 5 kg KH_2PO_4 per pot. A zonder molybdeen; B 10 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ per pot. (naar MULDER)

MULDER vond, dat een duidelijke molybdeenreactie optrad bij bloemkool op gronden met fosfaatgebrek. Bemesting met fosfaat, zonder toediening van molybdeen, had op deze gronden ongeveer hetzelfde effect als bemesting met molybdeen. Bemesting met molybdeen had tot gevolg, dat minder fosfaat nodig was voor de optimale groei van bloemkool dan zonder molybdeen (zie fig. 9).

Verder kan men molybdeengebrek verwachten op zure gronden. De beschikbaarheid van molybdeen neemt namelijk af met dalende pH. Bovendien neemt de beschikbaarheid van mangaan toe. Uit het onderzoek van MULDER is gebleken, dat overmaat van mangaan molybdeengebrek in de hand kan werken. Naarmate meer mangaansulfaat gegeven werd, hadden de planten meer molybdeen nodig (fig. 10).

Dat een bemesting met mangaansulfaat het optreden van molybdeengebrek versterkt, is niet alleen toe te schrijven aan het mangaan, maar ook aan het sulfaat. Het blijkt nl., dat zowel mangaansulfaat als mangaannitraat molybdeengebrek versterken. Kaliumsulfaat doet hetzelfde, terwijl kaliumnitraat niet van invloed is op het molybdeengebrek (zie fig. 11).

Grondonderzoek en bemesting

Op het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek wordt het molybdeengehalte van de grond bepaald door extractie met een 2 %-ammoniakoplossing, terwijl

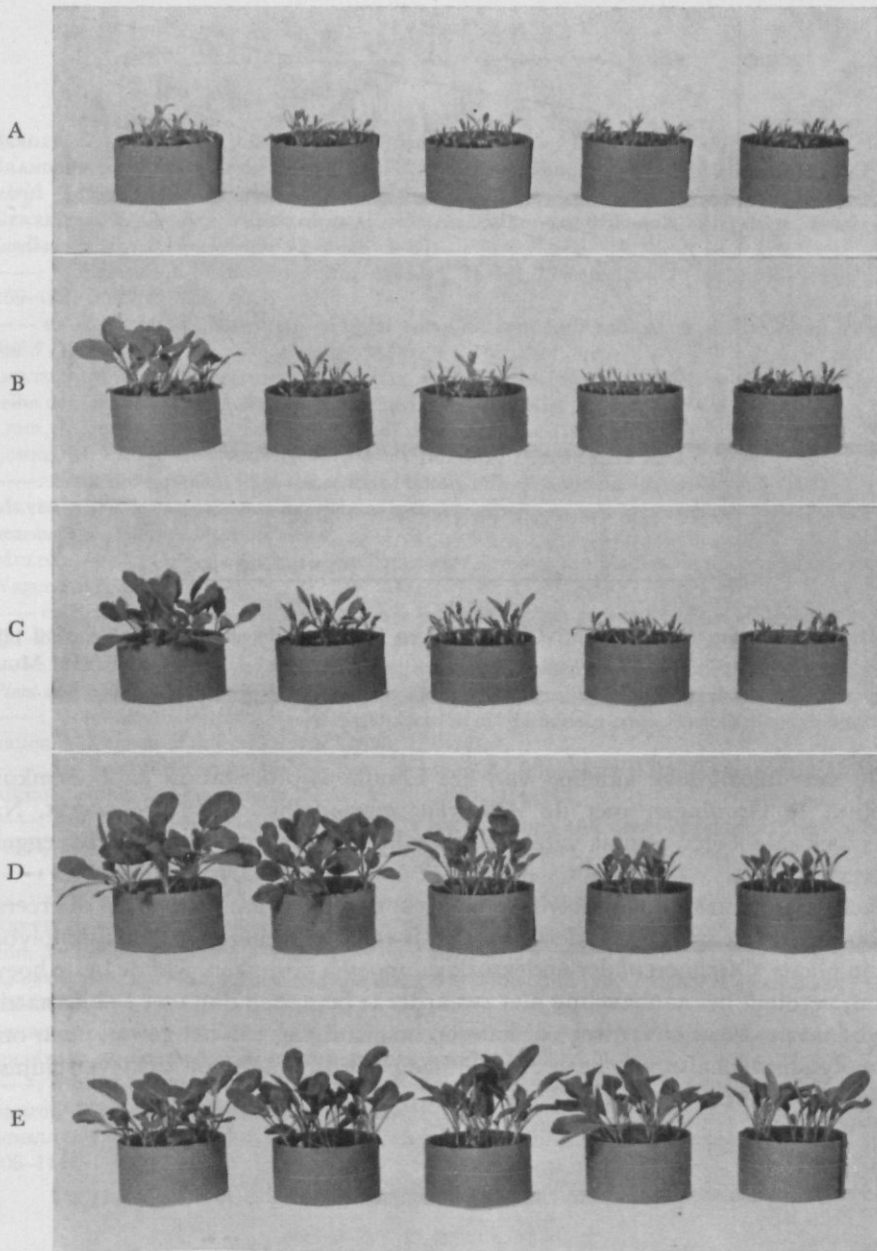


Fig. 10. Invloed van mangaansulfaat op de reactie van bloemkool op molybdeen
 Van links naar rechts: 0, 200, 500, 1000 en 2000 mg $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ per pot.
 A geen molybdeen; B 100; C 200; D 1000 en E 5000 g $\text{NaMoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ per pot.

(naar MULDER)

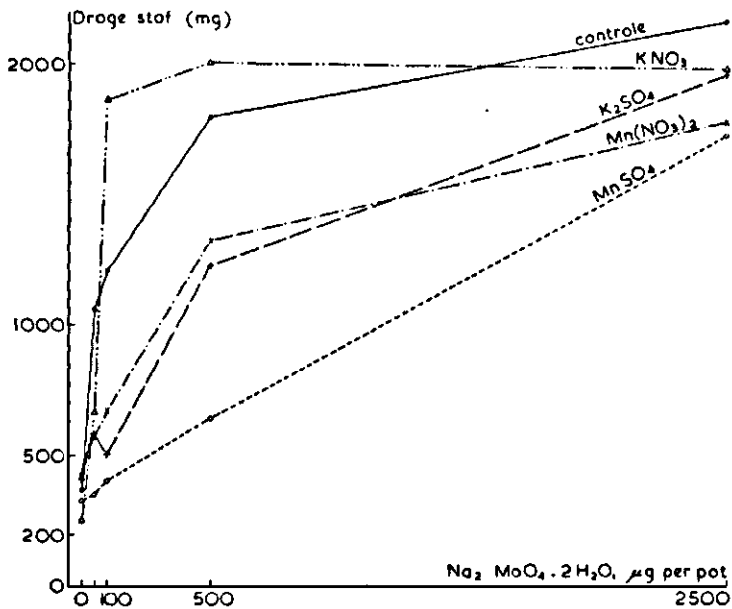


FIG. 11. Invloed van $MnSO_4$, $Mn(NO_3)_2$, KNO_3 en K_2SO_4 op de reactie van bloemkool bij een bemesting met molybdeen (naar MULDER)

op de microbiologische afdeling van het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut te Groningen met de *Aspergillus niger*-methode wordt gewerkt. Nader onderzoek zal moeten uitmaken bij welk gehalte van de grond men molybdeengebrek kan verwachten.

Heeft men te maken met molybdeengebrek, dan is het aan te bevelen allereerst de pH op peil te brengen. In andere gevallen is een bemesting met natriummolybdaat op zijn plaats. Ofschoon nader onderzoek zal moeten uitmaken, wat de beste hoeveelheid is, verdient het aanbeveling niet zwaarder te bemesten dan met 1–2 kg natriummolybdaat per ha, niet vanwege de kans op beschadiging van het gewas, maar omdat het molybdeengehalte van het gewas te hoog wordt, waardoor ziekteverschijnselen bij het vee kunnen optreden (13, 14, 15, 16).

LITERATUUR

1. BERGER, K. C.: Boron in soils and crops, *Advances of Agronomy* 1 (1949) 321-351.
2. BRANDENBURG, E.: Ueber die Grundlagen der Boranwendung in der Landwirtschaft, *Phytoph. Zeitschrift* 12 (1939) 1-112.
3. GERRETSEN, F. C.: Een onderzoek naar de oorzaken der veenkoloniale haverziekte, *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* 42 (1936) 1-67.
4. —: Manganese in relation to photosynthesis I, II, III, *Plant and Soil* 1 (1949) 346-358; 2 (1950) 159-193; 2 (1950) 323-343.
5. — en H. DE HOOP: Boron, an essential micro-element for *Azotobacter chroococcum*, *Plant and Soil* 5 (1954) 349-367.
6. LAATSCH, W.: Die Schwermetallernährung der Weidepflanzen in Schleswig-Holstein, Schriftenreihe der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kiel 10 (1954) 58-74.
7. LEHR, J. J.: De betekenis van borium voor de plant, Diss. Utrecht (1940) 193 blz.
8. LÖHNIS, M. P.: Weefselwoekering door voedselstoornis, *Tijdschr. over Plantenziekten* 47 (1941) 149-153.
9. —: Plant development in the absence of boron, *Meded. Landbouwhogeschool* 41. 3 (1937).
10. MEYER, C.: Verslag over een achtiental bemestingsproeven met kopersulfaat, *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* 40 (1934) 57-173.
11. MULDER, E. G.: Over de betekenis van koper voor de groei van planten en microorganismen, Diss. Wageningen (1938).
12. — en F. C. GERRETSEN: Soil manganese in relation to plant growth, *Advances of Agronomy* 4 (1952) 221-277.
13. —: Importance of molybdenum in the nitrogen metabolism of microelements and higher plants, *Plant and Soil* 3 (1948) 94-119.
14. —: Molybdenum in relation to nitrogen fixation of leguminous crops, Transactions Fourth International Congress of Soil Science II (1950) 124-127.
15. —: De betekenis van molybdeen voor de plantenvoeding, in het bijzonder in verband met de stikstofvoeding, *Landbouwkundig Tijdschrift* 62 (1950) 311-318.
16. —: Molybdenum in relation to growth of higher plants and micro-organisms, *Plant and Soil* 5 (1954) 368-415.
17. —: Investigations on the nitrogen nutrition of pea plants, *Plant and Soil* 1 (1948) 179-212.
18. PAAUW, F. VAN DER: Kalibemesting en boriumgebrek, *Landbouwkundig Tijdschrift* 66 (1954) 32-35.
19. REEVE, E. and JOHN W. SHIVE: Potassium-Boron and Calcium-Boron relationships in plant nutrition, *Soil Science* 57 (1944) 1-14.
20. RADEMACHER, B.: Mangan und Manganmangel in Böden und Pflanzen, *Die Phosphorsäure* 12 (1952) 193-208.
21. SCHREVEN, D. A. VAN: Over de verschijnselen van boriumgebrek bij aardappelen zoals deze zich openbaren op het veld, *Tijdschr. over Plantenziekten* 44 (1938) 289-296.
22. —: Minder bekende verschijnselen van boriumgebrek bij bieten als voorbode van het eigenlijke hartrot, *Meded. Inst. Suikerbietenleelt* 9 (1939) 1-10.
23. SCHULTZE-GROBLEBEN: Zur Frage der Borbestimmung im Boden, *Landwirtsch. Forschung* 6 (1954) 106-114.