

ENKELE OPMERKINGEN OVER HET HARTROT VAN DE SUIKERBIET

DOOR

HANS HIRSCH (*biol. docts.*)

Sedert BRANDENBURG (1931 *a* en *b*, 1932) er in slaagde aan te toonen, dat voor een normale ontwikkeling van voeder- en suikerbieten op voedingsoplossingen de aanwezigheid van borium in deze oplossingen noodzakelijk is, en bij afwezigheid van dit element symptomen optreden, die met de in de practijk als hart- en droogrot bekende ziekte overeenkomen, kon men den aard van deze, tot op dat tijdstip zoo raadselachtige ziekte als opgehelderd beschouwen. Talrijke latere publicaties in binnen- en buitenland brachten het bewijs, dat boriumverbindingen de ziekte voorkomen, doch niet, later toegevoegd, genezen kunnen. In Duitschland ging men er daarom reeds toe over, boriumhoudende kunstmeststoffen (Borsuperphosphat, Bor-Am-Sup-Ka) in den handel te brengen. Nederlandsche publicaties over pot- en bemestingsproeven met boriumverbindingen bij bieten vindt men in de Mededeelingen van het Instituut voor Suikerbietenteelt te Bergen op Zoom.

Hiermede waren talrijke hypothesen, die met betrekking tot het optreden van deze ziekte opgesteld waren, weerlegd en was de mogelijkheid van een rationeele bestrijding geschapen. Desondanks duurde het nog betrekkelijk lang, voordat de opvatting van BRANDENBURG algemeen ingang vond. Tot 1934 leest men in de literatuur nog op vele plaatsen de meening, dat *Phoma betae* of andere micro-organismen bij deze ziekte een belangrijke rol zouden spelen.

In zijn bovengenoemd stuk had BRANDENBURG (1931 *a* en *b*) deze opvatting voor *Phoma betae* reeds bestreden, trouwens al BUSSE, PETERS und VON FABER (1906) en RUHLAND und ALBRECHT (1910) hadden waarschijnlijk gemaakt, dat *Phoma betae* niet de primaire oorzaak der ziekte was, doch deze opmerkingen zijn niet algemeen in de landbouwliteratuur bekend geworden. Waar het in mijn bedoeling ligt, hier slechts een voorloopig verslag van mijn proeven te geven, zal ik op de vele tegenstrijdige meeningen in de literatuur niet ingaan. In mijn proefschrift hoop ik dit in extenso te kunnen doen. Ik zou hier slechts willen wijzen op enkele symptomen van boriumgebrek, die vóór het eigenlijke

hartrot optreden en op de verschijnselen, welke men vindt, wanneer men gezonde bieten, bieten met B-gebrek doch levend hart, en bieten met hartrot met verschillende schimmels inoculeert.

Kweekt men bietenplanten op boriumvrije oplossingen, dan verschijnen nog voor het vergaan van den vegetatietop en de jongste blaadjes (hartrot) zeer karakteristieke veranderingen aan de pas gevormde bladeren, die tot nu toe niet beschreven waren. Het tijdstip, waarop deze veranderingen beginnen op te treden, is van verschillende factoren afhankelijk. De hoofdrol speelt hierbij wel de verschillend groote groeisnelheid der verschillende bietenplanten. Uit mijn proeven bleek, dat wanneer de bietenplanten gekweekt werden in cultuurlampjes, welke reeds dikwijls voor watercultures gebruikt waren en wanneer gezuiverde zouten voor de bereiding der voedingsoplossing dienden, de eerste op boriumgebrek wijzende verschijnselen aan het derde of vierde blad optraden en meestal het achtste of uiterlijk het tiende blad onder het optreden van typische hartrotverschijnselen afstierf. De snelheid der bladvorming bepaalt dus het tijdstip, waarop de eerste op boriumgebrek wijzende symptomen optreden of waarop wij het optreden van hartrot constateeren kunnen. Zeer waarschijnlijk berust hierop ook de door WARINGTON (1933) gevonden invloed van de lengte der dagen op het optreden van op boriumgebrek wijzende symptomen bij tuinboonen, pronkboonen, gerst, soja en erwten. Een soortgelijke invloed van een intensievere belichting op het afsterven van de bladeren bleek uit de volgende proef. Begin November vertoonden bietenplanten, die van begin Augustus tot begin October op een volledige voedingsoplossing met boorzuur gekweekt waren, behalve de nog te beschrijven morphologische veranderingen aan de bladeren en een of twee doode blaadjes in het hart, geen afstervingsverschijnselen. Deze toestand bleef gedurende drie weken constant, totdat de planten op 21 November aan een belichting met drie Philips-lampen van 200 Watt op een afstand van 75 cm werden blootgesteld. Binnen tien dagen stierven toen de 6 à 8 jongste, nog in leven zijnde bladeren onder het optreden van een sterke gele verkleuring af. De oudere bladen waren op 10 December nog onveranderd groen. Het lijkt dus alsof bladeren, gevormd onder invloed van een bepaalde zeer kleine hoeveelheid borium bij intensievere belichting niet levensvatbaar zijn.

De tweede factor, welke invloed heeft op den tijd, die verloopt tusschen het oogenblik, waarop men borium aan de plant onthoudt, en het oogenblik, waarop de eerste symptomen van dit boriumgebrek waarneembaar zijn, is de aan ras of individu gebonden verschillend groote boriumbehoefte der bietenplanten.

Weliswaar bestaan hierover in de literatuur eenige aanwijzingen, vergelijkende onderzoekingen over dit vraagstuk ontbreken echter ten eenen male.

Voor het definitieve afsterven van den vegetatietop en de jongste bladeren (hartrot) treden karakteristieke veranderingen aan de nieuw gevormde bladeren op (zie fig. 1). Deze bestaan in de eerste plaats uit een blauwgroene verkleuring van de bij het eerste optreden van boriumgebrek gevormde bladeren. Deze worden terzelfder tijd glanzend en bros, d.w.z. zij breken gemakkelijker dan normale bladeren. Bovendien nemen zij in het beginstadium van boriumgebrek een zeer karakteristieken stand aan. Terwijl nl. hun stelen met het horizontale vlak een normalen hoek vormen (ong. $70-80^\circ$), staan hun bladschijven, welke bij normale bladeren een hoek van hoogstens 20° met de bladstelen vormen, onder een hoek van 90° en meer op de bladstelen. Dit verschijnsel wordt door fig. 1 voldoende weergegeven.

De verkleuring van de bladschijf staat in zeer nauwen samenhang met de ontwikkeling der bladeren. Aan de vóór het optreden van boriumgebrek aangelegde bladeren of deelen van bladeren treedt het verschijnsel na het optreden van boriumgebrek nl. niet meer op. Zoo kunnen wij de toename van den invloed van het boriumgebrek aan de bladspiraal van de plant vervolgen.

De zich nog in aanleg bevindende bladeren van de plant staan immers op de vegetatiekegel in een spiraal, waarbij hun grootte in apicale richting afneemt. De basis van de bladschijf van blad *a* wordt dus gevormd op een tijdstip, waarop van het hoogerstaande blad *b* zich nog slechts de top in ontwikkeling bevindt en het nog hoogerstaande blad *c* slechts als een kleine celmassa aanwezig is. Bedenken wij dit, dan begrijpen wij, waarom onder bepaalde omstandigheden het derde blad van de plant een volkomen normale bladtop bezit, terwijl aan zijn basis (welke later aangelegd wordt) reeds de blauwgroene, op boriumgebrek wijzende verkleuring optreedt. In dit geval zien we, dat het normale gebied van het vierde blad kleiner is dan bij blad 3, terwijl ongeveer $\frac{2}{3}$ van de bladschijf de karakteristieke verkleuring vertoont. Het daarop volgende blad is dan weliswaar nog normaal van vorm, maar aan zijn basis treedt een eigenaardige wanverhouding tusschen den groei van bladmoes en nerven op, waardoor tusschen de ingezonken nervatuur het bladmoes bol gaat staan. Een soortgelijke wanverhouding tusschen den groei van bladmoes en nerven beschreef VAN SCHREVEN in 1934 bij de tabak en in 1935 bij de tomaat. In het laatstgenoemde geval trad echter het bolstaan van het bladmoes tusschen de nerven niet op, doch stond de ge-

heele bladschijf naar boven bol tengevolge van een groeiverschil tusschen den bladrand en de rest van de bladschijf.

Bij de bladeren, waarvan de bladschijf de bovenbeschreven oneffenheden vertoont, vindt tevens geen volledige strekking van den bladsteel plaats. De bladeren bereiken hoogstens de halve grootte van een normaal blad. Tegelijkertijd treden aan de bladstelen zwarte strepen op, die berusten op pathologische veranderingen van het vaatbundelweefsel, zooals door WARINGTON (1926), VAN SCHREVEN (1934, 1935) en VAN GENNEP (1936) resp. bij tuinboonen, tabak, tomaten en gele lupine beschreven is. De bladeren, welke het laatst aangelegd worden, strekken zich in het geheel niet meer en vertoonen tegelijkertijd op de bladschijf necrotische vlekken. Ook hier nemen wij het verschijnsel waar, dat de eerste dergelijke vlekken aan de basis van een ouder blad optreden en dat pas bij de twee à drie later aangelegde bladeren de vlekken over de geheele bladschijf voorkomen. Een dergelijk blad is meestal het laatste, dat levensvatbaarheid blijkt te bezitten. De daarna aangelegde bladeren sterven tegelijk met het geheele vegetatiepunt. Deze verschijnselen waren het duidelijkst in de maanden, waarin de bieten langzaam groeien; in de zomermaanden zijn zij, alhoewel aanwezig, minder duidelijk.

Letten wij op deze symptomen, dan kunnen wij een tekort aan borium reeds zien, voordat het hart van de plant afgestorven is. Dit is belangrijk in verband met de vraag, op welke manier boriumgebrek de aantasting van de plant door *Phoma betae* of een andere schimmel in de hand werkt, indien een dergelijk verschijnsel geconstateerd mocht worden.

Wat gebeurt er nu, wanneer men bietenplanten in het hart met een schimmel als bijvoorbeeld *Phoma betae* (OUD.) FRANK, *Fusarium merismoides* CORDA of *Cladosporium herbarum* LINK inoculeert? Dit hangt geheel af van het stadium van boriumgebrek, waarin de plant zich bevindt. Uit den aard der zaak werkte ik voornamelijk met *Phoma betae*. Inoculeert men een gezonde bietenplant onder normale omstandigheden met deze schimmel, dan gebeurt er, afgezien van het optreden van eenige zwarte vlekjes op de bladstelen en -schijven, niets. Pas wanneer men door de plant onder een stomp te plaatsen de vochtigheid der lucht aanzienlijk verhoogt, slaagt men er in uitgebreider beschadigingen te verkrijgen. Het bleek niet mogelijk om zonder ingrijpend letsel aan de plant toe te brengen het vegetatiepunt zelve te inoculeren. Eveneens bleek het onmogelijk infectie van het vegetatiepunt te doen slagen door inoculatie van de dit punt bedekkende bladeren, daar door den groei der desbetreffende bladstelen het mycelium, waarmede geïnfecteerd werd, buiten

het bereik van het hart der biet werd geschoven. Hieruit bleek, dat *Phoma betae* zonder een gelijktijdig optreden van boriumgebrek nooit in staat is om symptomen van hartrot teweeg te brengen.

Wij hebben gezien, dat de symptomen van boriumgebrek reeds voor het algeheele vergaan van het vegetatiepunt en de jongste bladeren waargenomen kunnen worden. Inoculeeren wij planten, die zich in een dergelijk stadium bevinden, met een van de bovengenoemde schimmels, dan hangt het resultaat van de inoculatie ervan af, of de strekkingsgroei der bladeren al of niet doorgaat. In het eerste geval gebeurt er precies hetzelfde als bij volkomen normale planten, welke met de desbetreffende schimmels geïnfecteerd worden. In het tweede geval daarentegen zal de afsterving van het vegetatiepunt en de omliggende weefsels in een versneld tempo plaats vinden, daar de schimmel in het niet meer strekkende deel van de jonge plant een welkome voedingsbodem vindt. *In deze gevallen treedt het hartrot dus eerder op, dan dit onder steriele omstandigheden het geval zou zijn geweest.* Een onmisbare voorwaarde voor het optreden van dit verschijnsel blijft desondanks het feit, dat tengevolge van boriumgebrek de groei van het hart tot stilstand moet zijn gekomen. Het is dus de door boriumgebrek teweeggebrachte groeiremming en niet een of andere verandering in de gevoeligheid der levende cel, die de mogelijkheid opent, dat een of andere schimmel in het vegetatiepunt kan doordringen!

Steeds trof het mij, dat in de landbouwkunde de opvatting, als zouden degeneratieverschijnselen van plantendeelen, zooals deze bij het hartrot optreden, uitsluitend onder medewerking van micro-organismen tot stand komen, zeer wijd verbreid is.

Er is echter in dit verband nog nooit met steriele planten gewerkt. Daarom mag de volgende proef van belang geacht worden: Van te voren gesteriliseerd bietenzaad werd onder het nemen der gewone voorzorgsmaatregelen op VAN DER CRONE-agar te kiemen gelegd. De jonge kiemplantjes werden met een entnaald van de platen gelicht en in buizen overgebracht, waarin zich tweemaal met zoutzuur uitgekookte glaswol en een voedingsoplossing volgens BRANDENBURG-MEURS (gewijzigde ZINZADSE) bevond. Behalve het calciumphosphaat waren alle zouten tweemaal omgekristalliseerd. Het resultaat van deze proef was, dat geen der kiemplantjes meer dan drie bladeren vormde en zij reeds na drie weken duidelijke symptomen van hartrot vertoonden. De planten die wel borium hadden gekregen, groeiden daarentegen door, totdat de laatste druppel vloeistof verbruikt was en vormden op

zijn minst vijftien bladeren. Uit geen der zieke plantjes kon eenig micro-organisme van welken aard dan ook geïsoleerd worden, alhoewel verschillende deelen der plantjes op drie verschillende voedingsbodems (haverhout-, kersen- en 2%-agar) uitgelegd werden.

Door de boven beschreven proeven is het volgende aangetoond:

1. Boriumgebrek verwekt onder steriele omstandigheden symptomen van hartrot.
2. Schimmels zijn niet in staat bij normale planten hartrot te doen ontstaan.
3. Voordat een schimmel vat kan krijgen op het hart van een biet, moet de groei ten gevolge van boriumgebrek tot stilstand zijn gekomen.

Boriumgebrek is dus de primaire oorzaak van hartrot. Schimmels, die men onder bepaalde omstandigheden in het zieke weefsel vindt, moeten wij beschouwen als saprophyten, welker aanwezigheid het verloop van het afstervingsproces kan beïnvloeden c.q. versnellen, maar die zonder invloed zijn op het ontstaan van het hartrot.

Phytopathologisch Laboratorium
„Willie Commelin Scholten”, Baarn.

LITERATUUR

- BRANDENBURG, E. (1931a), Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bormangelercheinung. *Phytopathol. Zeitschr.* Bd. 3, S. 499-517.
- (1931b), Eenige gevallen van physiologische ziekten der bieten, I. Meded. v. h. Inst. voor Suikerbietenteelt. Bd. 1, pag. 89-104.
- (1932), Physiologische ziekten der bieten II. Hartrot, oorzaak en bestrijding. Meded. v. h. Inst. voor Suikerbietenteelt. Bd. 2, pag. 43-75.
- BUSSE, PETERS und VON FABER (1906), Die Herz- und Trockenfäule der Rüben. *Mitteil. d. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw.* Heft 4, S. 20-21.
- GENNÉP, V. C. VAN (1936), De symptomen van physiologische ziekten van *Lupinus luteus*. Diss. Utrecht.
- RUHLAND und ALBRECHT (1910), Untersuchungen über die Ursachen der Herz- und Trockenfäule der Rüben. *Mitteil. d. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstw.* Heft 10, S. 16.
- SCHREVEN, D. A. VAN (1934), Uitwendige en inwendige symptomen van boriumgebrek bij tabak. With english summary. *Tijdschr. over Plantenz.* Bd. 40, pag. 98-128.
- (1935), Uitwendige en inwendige symptomen van boriumgebrek bij tomaat. With english summary. *Tijdschr. over Plantenz.* Bd. 41, pag. 1-26.
- WARINGTON, K. (1926), The changes induced in the anatomical structure of *Vicia faba* by the absence of boron from the nutrient solution. *Ann. Bot.* Bd. 40, p. 27-42.
- (1933), The influence of length of day on the response of plants to boron. *Ann. Bot.* Bd. 47, p. 430.

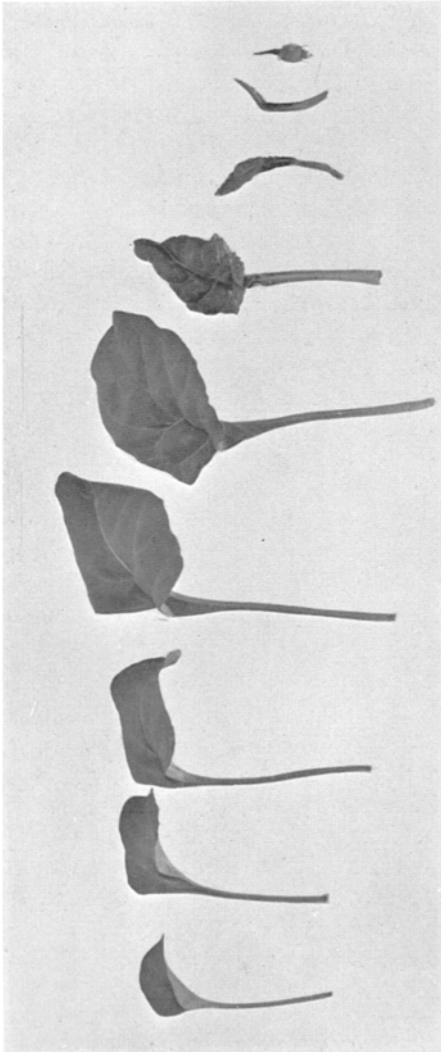


Fig. 1
Serie bladeren van een suikerbiet, die geheel zonder borium gekweekt werd. Op de 3 rechte (harte-)
blaadjes zijn de zwarte strepen duidelijk