

Hdb. 39 Bibl. Kr. V.N. 4658 /

631.811.94 + 631.816.3

C

1955

CENTRUM VOOR LANDBOUWDOCUMENTATIE

LITERATUURLIJST NR. 15

BESPUITING MET BORIUM
OP
VERSCHILLENDE GEWASSEN

TH. G. VAN ALPHEN

Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

Bibliotheek
der
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN

OVERDRUK UIT HET LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT

Jaargang No. 11/12

Nov./Dec. 1955

Hdb.
39
Bibl. Kr.

CENTRUM VOOR LANDBOUWDOCUMENTATIE
LITERATUURLIJST NR. 15

BESPUITING MET BORIUM
OP
VERSCHILLENDE GEWASSEN

TH. G. VAN ALPHEN

Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

MINISTERIE VAN LANDBOUW, VISSERIJ EN VOEDSELVOORZIENING
AFD. DOCUMENTATIE

O.C.N.: 1097245015.

Isn: 2252221.

Bemesting door middel van bespuiting der bovengrondse delen van gewassen met in water opgeloste meststoffen heeft in toenemende mate de aandacht. Deze bemestingswijze heeft zowel betrekking op macrovoedingselementen (stikstof en kali) als op verschillende sporenelementen. De onderzoeken op dit gebied zijn talrijk. De resultaten van verschillende daarvan hebben reeds tot belangrijke toepassingen in de praktijk van de land- en tuinbouw geleid.

IR. TH. G. VAN ALPHEN is bezig een literatuurstudie over deze bemestingswijze te maken. Als eerste gedeelte hiervan verschijnt het overzicht over „bespuiting met borium”.

P. BRUIN,

*wnd. Hoofd van het Landbouwproefstation en
Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen.*

BESPUITING MET BORIUM OP VERSCHILLENDE GEWASSEN ¹⁾

TH. G. VAN ALPHEN

Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

VOORKOMEN VAN BORIUM

Van een 56-tal boriumhoudende mineralen, die in de omvangrijke literatuur worden genoemd, komt toermalijn het meest verspreid voor. Het is een betrekkelijk resistent bestanddeel van stollingsgesteenten en van daaruit afgeleide grondsoorten, een boriumsilicaat gebonden aan ijzer, mangaan, calcium, kalium en natrium, bevattende 8 % tot 10 % boriumoxyde. Bij voortgaande verwerking van het mineraal en percolatie wordt borium in de vorm van boraten uitgeleend en teruggevonden in de hydrosfeer, behalve in alcalische meren (Californië, Thibet e.a.), ook en zelfs hoofdzakelijk in zeewater, dat met een boriumgehalte van circa 10^{-3} %, relatief rijker is aan dit element dan de aardkorst met circa 10^{-5} %. Accumulatie van borium afkomstig uit zeewater vond plaats in oude mariene klei-afzettingen, die rijker zijn aan borium, dan de recente sedimenten (24), en het magmatisch materiaal of de daarvan direct afkomstige verweringsproducten.

Aangenomen wordt, dat in kleigronden het borium tamelijk gelijkmatig is verdeeld, in tegenstelling met zandgronden, waarin het voornamelijk voorkomt in toermalijnkorrels, en het borium in die vorm veel minder opneembaar is voor de plantenwortels, al dient daarbij te worden bedacht dat LEHR (32) in potproeven met glaszandsoorten aantoonde, dat uit toermalijn in bouwgrond, door hydrolyse, ook borium met merkbare snelheid vrijkomt. Slechts voor een klein deel is het gebonden aan organische stof, maar het schijnt dan zeer gemakkelijk voor de plant toegankelijk te zijn. Volgens schattingen van deze auteur loopt het boriumgehalte van het organische complex van 0,001 % tot 0,003 % of hoger. Het is hierdoor begrijpelijk waarom op de humusrijkere zandgronden in het

¹⁾ Ter publicatie ontvangen 6 Augustus 1955.

noorden (veenkoloniale gronden) als regel geen symptomen van boriumgebrek zijn waargenomen. Daarbij is dan o.m. te bedenken, dat op de Drentse zandgronden veel bemest is met Chilisalpeter, dat circa 0,03 % borium bevat. In dit verband dient echter te worden opgemerkt, dat CASTENMILLER (55) op een langjarig kalktoestand-stalmestproefveld op veenkoloniale zandgrond (pH 4 tot pH 6) te *Emmercompascum* hartrotverschijnselen vond bij bieten. Stalmest was in staat de bietenopbrengst aanzienlijk te verhogen. Zonder stalmest was de stand slecht, of wel door veel te lage pH, of wel door boriumgebrek, dat ernstiger bleek te zijn, naarmate de pH hoger was. De nieuw bekalkte vakken waren er het slechtst aan toe.

De boriumvoorziening van de Nederlandse kuststreek geschiedt voor een deel door middel van het cyclisch zout (circa 0,1 % B_2O_3), dat uit het zeewater afkomstig, door de wind wordt medegevoerd en in regen en sneeuw weer aan de grond wordt ter beschikking gesteld. De jaarlijkse, aldus op natuurlijke wijze, toegediende hoeveelheid wordt geschat op 80 kg/ha, waarvan ongeveer 80 gram bestaat uit B_2O_3 . Het lage boriumgehalte van de grond in aanmerking nemende, schijnt het aannemelijk, dat deze wijze van boriumvoorziening voor de plantenvoeding in deze streek van betekenis kan zijn (23). Hierbij is van andere zijde de opmerking gemaakt, dat de betekenis hiervan niet moet worden overschat omdat juist de boriumarme gronden meer in het binnenland zijn te vinden. Voorts werd daarbij op de mogelijkheid gewezen, dat door hydrolyse vrijkomende hoeveelheden borium belangrijker kunnen zijn dan die, welke door neerslag uit de atmosfeer worden aangevoerd (32).

Typische hartrot-gronden in zandstreken van de provincie Noord-Brabant. Utrecht en Gelderland bezitten volgens LEHR (32) een toermalijngehalte van 0,015 tot 0,08 %, overeenkomende met een boriumgehalte van 0,0005 tot 0,0025 %, hetgeen weinig lager was dan in vroegere onderzoeken gevonden percentages (20). De door LEHR geschatte boriumvoorraad in enkele Nederlandse grondtypen bedraagt voor :

mariene-kleigronden gemiddeld ongeveer	0,01 % B
rivierkleigronden gemiddeld ongeveer	0,002 % B
zandgronden gemiddeld ongeveer in toermalijn ..	0,0005–0,0025 % B
zandgronden gemiddeld ongeveer in organ. stof ..	0,0001–0,0002 % B

Het boriumgehalte van de humusfractie werd geschat op 0,001 tot 0,003 %, hetgeen wil zeggen dat de meeste zandgronden minder dan 0,0001 % organisch gebonden borium bevatten (32). Deze hoeveelheid moge gering zijn in vergelijking met de minerale reserve, zij is – zoals reeds opgemerkt – veel gemakkelijker toegankelijk voor de plant dan het borium dat in het toermalijn dezer zandgronden aanwezig is.

GEBREK AAN BORIUM

A. C. DENNIS AND R. W. C. DENNIS (20) wezen er op, dat EATON AND WILCOX (22) reeds tot de conclusie kwamen, dat biologisch onderzoek met het betrokken gewas, zich beter leent voor de bestudering van het vraagstuk, dan chemische methoden dit vermogen te doen. De boriumvoorziening door de grond is zowel een kwestie van de mate waarin borium onder invloed van de wortels opneembaar wordt, als van evenwicht tussen grond en bodemvocht. Hierbij is te letten

op de nauwe betrekking tussen borium en calcium binnen in de plant, zodat op kalkrijke gronden de planten een bijzonder hoge boriumbehoefte kunnen vertonen.

Uit de toelichtingen die LEHR (32) geeft bij een, aan de hand van vele praktijkgegevens, voor Nederland ontworpen hartrotkaart, schijnt overeenstemming te bestaan tussen de geschatte boriумgehalten van zeelei, rivierlei en zandgronden en de hartrotwaarnemingen aan het gewas in verschillende streken van het land. Hartrotverschijnselen bij bieten komen meer en in ernstiger mate voor op zandgronden dan op rivierlei en worden op zeelei weinig aangetroffen. Koolrapen, die dikwijls nog gevoeliger voor boriumberk (het „bruin”) blijken te zijn dan bieten, vertonen op zeelei zelden tekenen van boriumberk-deficiëntie.

In Nederland komen slechts een beperkt aantal landbouwgewassen voor, waarin boriumberk met zekerheid is aangetoond. Duidelijk boriumberk is in hoofdzaak gevonden bij bieten en koolraap. Het schijnt ook dat in aardappelen en erwten dit gebrek voorkomen kan (32) ¹⁾.

Voor normale plantengroei is volgens WHETSTONE, ROBINSON AND BYERS (59), minstens 10 mg in H_3PO_4 oplosbaar borium per kg gezeefde en gedroogde grond nodig. Dit criterium is overigens nog al willekeurig, omdat de boriumberkbehoefte van de planten varieert naar de soort en zelfs naar de variaties binnen de soort. Bovendien is de opneembaarheid van borium o.a. afhankelijk van de pH. Zware bekalking kan oorzaak zijn van een zodanige vermindering der opneembaarheid, dat de plant aan boriumberk gaat lijden, terwijl de oplosbaarheid in 85 % H_3PO_4 vrij hoog kan zijn. Niettemin bleek het aangenomen minimum een praktisch bruikbaar hulpmiddel te kunnen zijn bij de onderkenning van mogelijk boriumberke streken (59). Voorts kunnen bodemcolloïden en bodemmicro-organismen invloed uitoefenen op de opneembaarheid van borium.

Voor gerst, rogge, tarwe en mais werd in topgedeelten respectievelijk 2,3, 3,4, 3,3 en 5,0 p.p.m. gevonden, omgerekend op droge stof. Voor aardappelen, kool en bieten bedroeg dit achtereenvolgens 13,9, 37,1 en 75,6. Er is voor optimale ontwikkeling van gewassen een zekere hoeveelheid van, voor planten opneembaar, borium in de grond nodig. Deze hoeveelheden kunnen, tot zekere hoogte, worden aangenomen op $> 0,5$ p.p.m. voor aardappelen, luzerne, klaver-soorten, kool, bloemkool, rode bieten, koolrapen, voeder- en suikerbieten, e.a. Voor kers, peer, perzik, uien, tomaten, wortelen e.a. werd een gehalte gevonden van 0,1 tot 0,5 p.p.m. Voor tarwe, haver, rogge, gerst, mais, enige erwten- en bonensoorten, vlas e.a. een gehalte $< 0,1$. Globaal wordt wel voor monocotylen aangenomen, dat hun boriumberkbehoefte ongeveer een vierde bedraagt van die der dicotylen (6, 9, 8).

Door de gemakkelijke uitspoelbaarheid (3, 30, 4, 43, 14, 62), vooral uit zure gronden (31), — de meeste boraten bezitten een betrekkelijk grote oplosbaarheid —, kan het conserverend vermogen in plantaardige en dierlijke resten, voor de planten zelf, maar ook voor de van hen afhankelijke organismen en organische wezens, van bijzondere betekenis zijn. Nederlandse zandgronden be-

¹⁾ Aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen is een onderzoek gaande over het veel voorkomend boriumberk bij lucerne op dekzanden van het zuidelijk diluvium (Limburg).

vatten, zoals vermeld, gemiddeld $\pm 0,0002\%$ borium, overeenkomende met het in plantenmateriaal voorkomende gehalte (32).

In Amerika heeft gedurende de laatste jaren bijkans geen voedingselement zoveel belangstelling ondervonden als borium. In tenminste 31 staten van Noord-Amerika en in 6 provincies van Canada werd boriumgebrek in 40 verschillende gewassen gemeld. Lettende op hetgeen hierover reeds bekend was, deden BERGER AND KUOG (7) onderzoek naar de opneembaarheid van borium in betrekking tot de bodemreactie en het gehalte aan organische stof in 180 monsters, genomen van verschillende grondsoorten in Wisconsin, tot een diepte van 24 inch. In zure gronden bleek het opneembare borium samen te hangen met het organische-stofgehalte: méér opneembaar borium werd gevonden bij hoger gehalte aan organische stof. Zij delen verder mede dat op alkalische grondsoorten de bodemreactie en het opneembaar calcium op de opneembaarheid van borium een grotere invloed schijnen uit te oefenen dan organische stof. Van het in de grond aanwezige borium is waarschijnlijk dat deel voor de landbouw het belangrijkste, dat in anorganische vorm is neergeslagen of dat is geadsorbeerd, dan wel chemisch op of aan het oppervlak der bodempartikels is gebonden (59). De beschikbare gegevens uit ander onderzoek tonen gezamenlijk aan, dat in vochtige streken het opneembare borium grotendeels door de organische stof van de grond wordt vastgehouden (6).

Behalve op de hoeveelheden borium, die door de oogst bij intensieve gewassenteelt jaarlijks aan de grond wordt onttrokken, dient in het algemeen gewezen te worden op de rol, die door de uitspoeling wordt vervuld. Uitspoeling vooral van lichte grondsoorten kan een zeer belangrijke factor zijn, die boriumgebrek in de hand werkt. Onder anderen onderzochten ASKEW AND THOMSON (3), en ASKEW E.A. (4) verscheidene grondsoorten waarop appelboomgaarden waren aangelegd in Nieuw Zeeland. Zij vonden dat het boriumgehalte afnam met de diepte en dat aan de grond toegediende borax na een tweetal jaren reeds tot 30 inch beneden het maaiveld was doorgedrongen. Het boriumgehalte van de laag, waarin de hoofdwortel zich ontwikkelde, bleek na 3 jaren tweemaal zo hoog te zijn als dat van de controle-objecten; het boriumgehalte van de vruchten der bemeste bomen was hoger dan die der onbemeste.

VERHOUDING TUSSEN BORIUM EN CALCIUM

MIDGLEY AND DUNKLEE (35) wijzen er op dat de schadelijke werking van te zware bekalking nauw verband houdt, zo niet identiek is met, ziekten die door andere onderzoekers werden toegeschreven aan ernstig boriumgebrek. De landbouwvoorlichtingsdienst in Zwitserland komt steeds weer verschijnselen van boriumgebrek tegen, tengevolge van overmatige bemesting met kalk, Thomas-slakkenmeel of kalkstikstof (28). De boriumbehoefte van planten staat in nauwe betrekking tot de algemene voedingstoestand. Naarmate de planten beter voorzien zijn van de overige voedingsstoffen in opneembare vorm, neemt hun behoefte aan borium toe. Opvoering van de bemesting met hoofdvoedingsstoffen blijft ondoelmatig, indien borium in het minimum is (46).

Vrij calcium — door K. C. BERGER (6) vermoedelijk bedoeld in de vorm van CaCO_3 — heeft de strekking borium van uitspoeling te weerhouden. In alle alkalisch reagerende gronden wordt borium, bij aanwezigheid van vrij calcium, vastgelegd in een tijdelijk onopneembare vorm, gedeeltelijk door organische stof, en gedeeltelijk door bodemmineralen voornamelijk in de kleifraction. Ten-

gevolge van voortgaande uitspoeling hebben in het algemeen zure lichte gronden veelal een laag gehalte aan opneembaar borium, ook omdat calcium, dat borium-verlies helpt tegengaan, meestal hier ontbreekt. Bij een hoog calciumpeil in de grond is voor maximale ontwikkeling, meer borium nodig, dan bij laag calciumgehalte van de grond (6).

Aan de boriumbehoefte van de planten kan in de regel worden voldaan door het in de grond nog in voldoende mate aanwezige borium. In het algemeen komen er daarom betrekkelijk weinig culturen voor, die opzettelijk boriumtoevoeging nodig maken. De steeds toenemende intensivering van land- en tuinbouw echter kan op den duur leiden tot het optreden van boriumgebrekssymptomen in gewassen, waarbij deze verschijnselen tot dusver nog niet zijn waargenomen.

Onder de talrijke onderzoeken betreffende de verhouding tussen borium en calcium zijn te noemen die van REEVE AND SHIVE (45) en JONES AND SCARSETH (29). Uit de resultaten van REEVE AND SHIVE (45) bleek, dat naarmate de voedingsoplossing voor tomaten in zandcultures meer calcium bevatte, er ook meer borium nodig was om boriumgebrek te voorkomen en dat de planten ook bij hoog Ca-peil meer borium verdroegen zonder tekenen van borium-overmaat te vertonen. JONES AND SCARSETH namen proeven met verschillende gewassen in potcultures, waarin aan bekalkte en onbekalkte grond variërende hoeveelheden borium waren toegevoegd. Gewasanalyse wees uit, dat normale groei alleen dan plaats vond wanneer voor elk gewas zich een bepaald evenwicht instelde tussen de opname van borium en die van calcium en wel zo, dat weinig borium wordt verdragen bij een laag calciumgehalte in de plant en dat grote boriumbehoefte bestaat bij hoog calciumgehalte in de plant.

In het algemeen bevordert overmaat van calcium het optreden van borium-deficientieverschijnselen. Een gewenste verhouding tussen calcium en borium is voor verschillende plantensoorten anders en bedraagt globaal bijvoorbeeld bij suikerbieten 100/1, bij sojabonen 500/1, bij tabak 1200/1 (7). M. DRAKE en medewerkers verkregen normale ontwikkeling bij Turkse tabak op Norfolk zand als de Ca/B-verhouding in het gewas niet steeg boven 1340 : 1, bij een waarde van 1500 : 1 traden ernstige verschijnselen op van boriumgebrek (21).

Wordt weinig calcium opgenomen, zoals in zure gronden het geval is, dan kan een zeer geringe hoeveelheid borium reeds voldoende zijn om aan planten schade toe te brengen. Daartegenover kunnen tengevolge van gebrek aan opneembaar borium bij overmaat van opneembaar calcium hongerverschijnselen optreden, bijvoorbeeld op te zwaar bekalkte percelen of op alkalische grondsoorten.

In een onderzoek naar de voeding bij vertegenwoordigers van het geslacht *Brassica* en bij aardappels vond CHANDLER (16) meestal geen statistisch significant verband tussen hoog calciumgehalte van de voedingsoplossing en boriumgebrek. Verschijnselen van boriumgebrek worden opgevat als vertragingen en veranderingen in de werkzaamheid van het deelweefsel. De oorzaak dient niet alleen te worden gezocht in vastlegging van het borium door het Ca-ion, maar de auteur wijst op de mogelijkheid, dat vele andere factoren hierbij zijn betrokken.

BORIUMVOEDING EN DROOGTE

Het is bekend, dat bij droog weer hartrotverschijnselen in bieten toenemen en dat bij voldoende daarop volgende regenval en de daarmee gepaard gaande toename van de vochtigheidsgraad van de grond de symptomen dikwijls weer

afnemen. Droogteperioden schijnen met harttot in bieten verband te houden, maar slechts in zoverre als in een boriumarme grond droogte de boriumopname duidelijk verminderen kan. Water oefent aldus geen rechtstreekse, maar een indirecte invloed uit, in die zin, dat bij niet te sterk boriumgebrek door een goede bevochtiging van de grond het aanwezige borium meer mobiel kan worden gemaakt (46). C. C. WOODBRIDGE en medewerkers vonden boriumgebrek bij perebomen in de Okanagan Valley (Br. Columbia) op een grond, die voldoende borium bevatte. Aan de hand van de uitkomsten van hun onderzoek schrijven zij de oorzaak van dit boriumgebrek toe aan een vermindering van het vochtgehalte van de grond (64). Wanneer planten weinig borium ter beschikking staat, verwelken zij vaak plotseling onder invloed van heet en droog weer. Hoewel laboratoriumproeven uitwezen, dat bij droogte de vastlegging van borium kan toenemen, is het nog aan twijfel onderhevig of droogte, onder omstandigheden die gewoonlijk heersen op het veld en in de bouwvoor, merkbare boriumvastlegging teweeg kan brengen. Boriumgebrek bij droogte dient niet in de eerste plaats of hoofdzakelijk te worden toegeschreven aan boriumfixatie. De oorzaak is veeleer te zoeken in de omstandigheid, dat het voor de planten toegankelijk borium in het organisch materiaal van de bovenlaag door de plantenwortels niet kan worden opgenomen bij gebrek aan water (6) en dat op sommige zandgronden gedurende zomerdroogteperioden boriumopname in de eerste plaats belemmerd wordt door gebrek aan water als transportmiddel (63).

AANWIJZINGEN BETREFFENDE DE FYSIOLOGISCHE FUNCTIE VAN BORIUM

De vele onderzoeken over de fysiologische functie van borium hebben verscheidene suggesties en aanwijzingen opgeleverd. In zijn proefschrift beschouwde AGULHON (1) borium nog als een groeibevorderend element, als een „engrais catalique”. Daarna hebben andere onderzoekers borium als essentieel element aangewezen. Onder andere en vooral ook door de onderzoeken van SOMMER AND LIPMAN (49) en van SOMMER (48), die zich onderscheidten door uitgebreide voorzorgen en uiterste nauwgezetheid, is de onmisbaarheid van borium voor de normale en volledige ontwikkelingsgang van hogere, groene planten later algemeen aangenomen. Hoewel borium een essentieel voedings-element is, zijn de benodigde hoeveelheden gering en variëren belangrijk naar gelang van de plantensoort. In het algemeen is de boriumbehoefte der monocotylen slechts $\frac{1}{4}$ van die der dicotylen (47). De optimale hoeveelheid voor verscheidene gewassen wordt in Amerika wel gesteld op 25 pounds borax per acre of een equivalent daarvan. Onder bepaalde omstandigheden kunnen 40 pounds per acre voor luzerne en reeds veel kleinere hoeveelheden voor bonen, erwten, gerst en mais schadelijk zijn. Overmaat werkt meestal zeer toxisch en roept voor verschillende gewassen specifieke symptomen te voorschijn. Mais bijvoorbeeld ondervindt in dat geval een remming in de groei en vertoont bovendien een grijze verkleuring langs de bladranden. Bij gerst ontstaan onregelmatige necrotische plekken, die ongeveer $\frac{1}{8}$ inch lang en half zo breed zijn. De bladpunten en bladranden bij erwten krullen om en het blad van luzerne wordt aan de einden wit (15).

E. G. MULDER toonde aan dat de onmisbaarheid van borium speciaal ook geldt voor de vorming van de wortelknolletjes der leguminosen. In overeenstemming met de resultaten van W. E. BRENCHEY AND THORNTON in 1925 over de ontwikkeling, structuur en werkzaamheid der wortelknolletjes van *Vicia faba*

met en zonder borium heeft E. G. MULDER (41, 42) in 1948 bij een onderzoek met erwten aangetoond dat borium niet alleen voor de vorming van wortels essentieel is, zoals uit ander onderzoek naar voren trad, maar dat het ook onmisbaar is voor de vorming van wortelknolletjes van leguminosen, in casu erwten. Bij afwezigheid van borium in de voedingsoplossing vormden zich slechts rudimentaire wortelknolletjes, die niet in staat waren stikstof te fixeren, waardoor de planten aan stikstofgebrek stierven. Normale wortelknolletjes vormden zich na toevoeging van kleine hoeveelheden (20) boorzuur en waren in staat een goede stikstofvoorziening te bewerkstelligen en zo bij te dragen tot een normale groei van de planten. Onafhankelijk van dit feit traden duidelijke symptomen op van boriumgebrek aan de toppen dezer planten, zodat voor de opheffing van de verschijnselen van boriumgebrek ruimere dosering van borium nodig is.

Borium schijnt voor de vorming van de celwand nodig te zijn en blijkt in belangrijke mate betrokken te zijn bij de celdeling. Duidelijke necrose is niet het eerste effect van borium-honger. Eén van de eerste gevolgen wordt de toename geacht van aantal en grootte van betrokken cellen en vermindering van hun differentiatie in het deelweefsel (meristeem). Abnormale ontwikkeling kan indirect leiden tot uiterlijk zichtbare verschijnselen: verwrongen weefsels, misvormingen, groeiremming, verminderde opbrengst of mislukking. Necrose-symptomen kunnen worden opgevat als de eindfase van een reeks veranderingen, die plaats grijpen in de weefsels, tengevolge van afwijkingen in de normale levensverrichtingen der cel en abnormale differentiatie (46).

De aan borium toegeschreven invloed op hogere planten betreft o.m.: de waterhuishouding in het protoplasma, een stimulerend effect op de absorptie van kationen en een vertragende werking op die der anionen. Borium kan betrokken zijn bij de vorming van pectinestoffen in de celwand en kan een belangrijke rol spelen bij de koolhydraat- en stikstofvoeding (50). Waarschijnlijk gebonden aan enzymen, kan het een katalytische werking hebben bij de omzettingen van suikers en koolhydraten. Het schijnt van deze laatste het transport te bevorderen naar groeiende weefsels en naar de plaatsen waar reservestoffen worden opgehoopt.

Borium kan betrokken zijn bij de opbouw van eiwitten in de plant: bij afwezigheid van borium nemen stikstofverbindingen en suikers toe, terwijl groeiende weefsels (vegetatiepunt, jonge bladeren e.d.) afsterven. Degeneratie, verval van het jonge weefsel en zwartverkleuringen gaan met boriumgebrek dikwijls gepaard. Verder onderzoek is nodig voordat de functie van dit element met voldoende zekerheid kan worden vastgesteld (6, 25).

BESPUITINGEN OP LANDBOUWGEWASSEN

BRENCHLEY (11) deelde in 1937 mede, dat in Canada grote verliezen door het bruin in rapen werd geleden en dat door toediening van borax belangrijke verbetering werd bereikt. Van het westelijk deel van Ontario werden in 1942 ruim 2 miljoen bushels rapen naar de U.S.A. uitgevoerd. In vele gevallen maakte het „bruin” de oogst onverkoopbaar, zodat in sommige jaren 20 % van de totale opbrengst moest worden afgeschreven. Tegen dit boriumgebrek werd aangeraden de grond te bemesten met borax. Deze aanbevolen maatregel vond echter geen algemene ingang door de vele gevallen waarin teleurstellend resul-

taat moest worden geboekt. Uit potproeven, die door MacLACHLAN (33) in 1940 en in 1941 werden genomen bleek, dat twee malen bespuiten met een 2%-waterige oplossing van borax, waaraan een uitvloeier was toegevoegd, de verschijnselen van boriumgebrek — in casu glazigheid, resp. bruine vlekken — kon worden voorkomen. In daarbij aansluitende veldproeven in 1942 bij Guelph, werd een vloeistof gebruikt, bestaande uit een oplossing van 8 lbs borax in 40 gallons water, waarbij bentoniet als kleefmiddel werd toegevoegd in een verhouding van 2 lb op 20 gallon boraxoplossing. Na filtratie diende de verkregen vloeistof om te worden bespoten op een tijdstip, toen de rapen een diameter hadden bereikt van 1 tot 1,5 inch. Eén maal bespuiten gaf volledig succes in matige maar niet in ernstige gevallen.

Sedert de opkomst van de suikerbietencultuur waren ook in Ierland verschijnselen van boriumgebrek bekend. Dit was dan vooral na bekalking het geval op van nature alkalische grondsoorten, op lichte gronden en op sterk indrogende typen. BRICKLEY (12) vergeleek in 1942 de invloed van borax, gegeven als bladbespuiting halverwege het seizoen en van bemesting van de grond met borax in vaste vorm. De toediening geschiedde:

op 15 Mei breedwerpig uitgestrooid		21 lbs per acre
op 23 Juli	„ „	21 lbs „ „
op 23 Juli als bladbespuiting		7,5 lbs „ „

De spuitvloeistof bestond uit 1 lb borax opgelost in 10 gallons water waaraan een uitvloeier was toegevoegd. De resultaten lieten zien, dat bespuiting van suikerbieten en koolrapen met betrekkelijk kleine hoeveelheden borax even werkzaam was als grotere hoeveelheden waarmee de grond werd bemest. Voorts werd op de mogelijkheid gewezen, dat met grotere hoeveelheden borax moet worden bemest, indien men boriumgebrek wil voorkomen.

Nadat in de daaropvolgende jaren de bespuitings- en bestuivingstechniek was verbeterd, verzamelde MacLACHLAN AND STRONG (34) bruikbare gegevens over grotere uitgestrektheden beplant met rapen in West-Ontario. Hierbij werd vooral gelet op de doelmatigheid der bespuitingen en bestuivingen, op het ontwikkelingsstadium van het gewas waar binnen door borax-bladbespuiting het „bruin” kan worden voorkomen en op de invloed van de weersgesteldheid direct voorafgaande aan het tijdstip van bespuiting. Zij deelden in 1948 mede, dat ter voorkoming van het „bruin” in rapen zowel bespuiting als bestuiving zeer gunstige resultaten hadden opgeleverd over grote uitgestrektheden. Als spuitvloeistof werd aangeraden 12 lbs boraxpoeder (300 mesh), droog vermengd met 3 lbs bentoniet-klei, waaraan 1 pint vloeibare Orthex werd toegevoegd en opgenomen in 40 gallons water. Voor bestuiving diende men borax-poeder (300 mesh) en Celite No 209 te gebruiken in gelijke gewichtshoeveelheden. Bij bespuiting gebruikten zij per acre 40 tot 50 gallons vloeistof en bij bestuiving 40 tot 50 lbs poedermengsel per acre op een tijdstip dat de rapen een doorsnede van 1 tot 1,5 inch hadden bereikt. Zij zijn van mening dat eerst na gebleken onuitvoerbaarheid der beide behandelingsmethoden ook een bemesting van de grond met 20 tot 30 lbs borax per acre kan worden beproefd na uitdunning van de jonge aanplant.

Gedeeltelijke aanvulling en bevestiging van deze gegevens worden gevonden bij HILL (26), die in 1949 o.a. schrijft dat boriumgebrek behalve in Ontario ook

in British Columbia en New Brunswick bestreden wordt voornamelijk door toediening van borium aan de grond. Vooral in die gevallen, waarin deze methode zonder uitwerking blijft – bijvoorbeeld waar zwaar bekalkt is of in een droogteperiode – wordt bespuiting gewoonlijk met succes toegepast.

BESPUITINGEN OP TUINBOUWGEWASSEN

Door middel van boriumtoediening in aangepaste hoeveelheden en op het juiste moment kan gebrek aan dit voedingselement worden voorkomen of opgeheven. Hierbij dient te worden bedacht dat men gemakkelijk tot een overdosering geraakt. Overmaat, zelfs in geringe mate, werkt toxisch en kan vergiftigingsverschijnselen te voorschijn roepen. PIJLS EN DEN DULK vermelden, aan WILCOX (1948) ontleende, gegevens over de gevoeligheid van verschillende planten voor boriumvergiftiging. Hieruit is te zien dat gewassen als koolraap, voeder- en suikerbieten, die bekend staan als gevoelig voor boriumgebrek, het minst gevoelig zijn voor boriumvergiftiging. PIJLS EN DEN DULK merken echter o.a. op, dat in Nederland appels, die meermalen lijden aan boriumgebrek, tot de gevoelige gewassen voor boriumvergiftiging worden gerekend (43).

Het niet denkbeeldige gevaar van overdosering bij een weinig tolerante teelt werkt bijvoorbeeld bij appel toxische verschijnselen in de hand van fysiologisch bederf (inwendige necrose).

Bij een voorafgaand onderzoek in 1936 toonden CHITTENDEN AND THOMSON (18) aan, dat toevoeging van borax aan de grond in hoeveelheden van respectievelijk $\frac{1}{2}$ lb, 1 lb en 3 lb per boom, de bewaarkwaliteit van Jonathanappels in de koelcel nadelig beïnvloedde en wel naarmate de boraxgiften stegen. In een daaropvolgend onderzoek (19) gingen zij de duur na waarin die schadelijke invloed doorwerkte in de vorm van inwendige degeneratie, schimmelaantasting en andere gebreken. Ofschoon geen borax meer werd toegediend, bleek toch in 1937 en in 1938, dat excessieve boraxgiften de bewaarkwaliteit van Jonathanappels zeer ernstig benadeelden. Bij bomen, die 3 lb borax hadden gekregen, bleef in het tweede jaar na de toediening, het schadelijk effect waar te nemen.

In Nederland schijnt eveneens een ongunstige invloed van boriumbemesting te zijn waargenomen op de houdbaarheid van Jonathanappels (36).

Op het gebied van de tuinbouw zijn verscheidene onderzoeken gedaan, die ten doel hadden om het verband na te gaan tussen „stip” in appels en boriumgebrek. Door middel van borax-besputtingen kon WIEBOSCH „stip” in appels voldoende bestrijden (60). Een grote boom Bramley's Seedling omgeënt met Allington Pippin – waarvan de vruchten elk jaar stip vertoonden in tamelijke tot ernstige mate – werd als proefobject gekozen. Vier sectoren werden met vier concentraties (0,05 %, 0,75 %, 1,0 % en 1,5 %) borax-oplossing, waaraan een uitvloeier was toegevoegd, bespoten op 26 juli, 14 augustus en 4 september 1947. Per keer en per sterkte van oplossing werd een liter vloeistof toegediend, met dien verstande dat intensieve bespuiting vooral de vruchten gold. Nadat op 3 oktober werd geplukt, geschiedde de controle op 20 november d.o.v. Afgezien van de eenvoudige opzet van deze proef, meent WIEBOSCH op grond der verkregen resultaten stip in appels met borax-besputting afdoende is te bestrijden (61).

Voortgezet onderzoek naar de bestrijding van stip in appels gaf gedurende 1948, in Berkhout met Cox's Orange Pippin op type IX negatief en in Wognum

met Transparente de Croncels op type IX zeer veel beter resultaat. Er werd 1 x, 2 x en 3 x bespoten op verschillende tijdstippen met $\frac{3}{4}$ % en 1 % borax-oplossing, waaraan een uitvloeier was toegevoegd. Dit verschil in concentratie bleek praktisch niet van invloed te zijn. Tengevolge van de bespuiting vertoonden alle objecten in Wognum een lager stippercentage dan de controle. In Berkhout werd bij 3-malige bespuiting 1,8 % stip en bij 2-malige bespuiting 2,6 % stip verkregen. Behalve dat meermalige bespuiting gunstig werkte, bleek ook hier het tijdstip van bespuiting aanwijsbare invloed uit te oefenen. Met éénmalige bespuiting op 28 juli werd 4,5 % stip bereikt; een percentage, dat belangrijk lager was, dan alle andere, op later tijdstip uitgevoerde, éénmalige bespuitingen (56). Ook hier trad de betekenis van *vroege* bespuiting aan de dag; een indruk, die in dit verband o.a. ook door STUIVENBERG EN POWER (51) is opgedaan.

Als voortzetting van soortgelijk onderzoek in het voorafgaande jaar werd door de Rijkstuinbouwconsulent te Geldermalsen (57) in 1949 nagegaan of bij Notarisappel, door bemesting of door bespuiting, stip-aantasting kon worden voorkomen of beperkt. Een drietal bomen werd te Deil, begin februari bemest met borax tot een hoeveelheid van 1,5 kg/are en een ander drietal werd bespoten met een $\frac{3}{4}$ % boraxoplossing, respectievelijk op 29 juni, 29 juli en 24 augustus. Concentraties van 1 % en 1,5 % veroorzaakten bladbeschadiging. Uit de verkregen uitkomsten werd onder meer de gevolgtrekking gemaakt, dat de gevolgde behandeling weinig resultaat toont, indien de percentages van de controle tijdens de oogst in beschouwing werden genomen. De vruchten der onbehandelde bomen gaven echter na korte bewaring een belangrijk hoger percentage stip te zien, dan de bemeste en bespoten exemplaren. De minste stip-aantasting kwam voor bij de vruchten der bemeste bomen.

Door de Rijkstuinbouwconsulent te Hoorn (56) werden in 1949–1950 bespuitingen uitgevoerd tegen stip in appels. Het betrof hier Allington Pippin op type IX, leeftijd 10 jaar, op zware klei (55 % afslibbaar) met 6 % humus. De bespuitingen werden gegeven bij zonnig tot halfbewolkt, droog weer. De objecten waren naast onbehandeld, verschillende malen spuiten met verschillende hoeveelheden borax. In alle gevallen was het resultaat negatief.

In 1946 verkreeg D. MULDER (36) bij Notaris-appel en Franse Reinette door middel van borax-injecties een vermindering van oppervlakkig stip van 31 % tot 4 %. Injectie van kaliumfosfaat gaf een vermindering tot 19 %. Het daaropvolgende jaar bespoot hij te Nieuwkoop en te Wemeldinge Franse Reinetten met een 0,25 % borax-oplossing, waardoor het stip van 68 % tot 2 % verminderde. D. MULDER wijst er hierbij op, dat het geringe materiaal en de eenvoudige opzet zich niet leent tot definitieve gevolgtrekking en dat er geen reden is om nu aan te nemen, dat alle stip met borium kan bestreden worden, maar dat er gegronde aanwijzingen voor de onderstelling zijn, dat borium zowel als fosfor invloed kunnen uitoefenen op het optreden van stip bij appels. Het onderzoek in 1951 over de invloed van boraxbespuitingen tegen stip in appel, waarbij werd gespoten op een tijdstip, dat als gunstig voor stip-ontwikkeling mocht worden aangenomen, gaf negatief resultaat (37).

In hetzelfde jaar werd in het ambtsgebied van de Rijkstuinbouwconsulent te Maastricht Cox's Orange Pippin op type IX bespoten met borax op vier ver-

schillende tijdstippen na de bloei. Een ander aantal bomen werd met groeistoffen bespoten. De indruk werd opgedaan, dat boraxbespuiting als bestrijdingsmethode tegen stip minder effect sorteerde dan bespuiten met groeistoffen (54).

Uit voorgaande onderzoeken zijn in het algemeen aanwijzingen verkregen, dat stip in april wellicht met borax is te bestrijden. VAN STUIVENBERG EN POWWER (51) hebben in 1948 Notarisappels bespoten met 1% borax op 23 juli, 10 augustus en 23 juli, met een herhaling op 10 augustus. De invloed van de bespuiting bleek in grote mate te worden bepaald door het tijdstip waarop zij wordt uitgevoerd. In 1949 werd nagegaan de invloed van bespuitingen met borax vanaf de vóórbloeistadia tot ongeveer Augustus, en de invloed van bespuitingen met groeistof (β -indolazijnzuur) bij het optreden van stip. Voor zover het de, in het onderzoek opgenomen, Notarisappel betreft, wordt als juiste tijd van toediening ongeveer medio Juli aangenomen. Kort vóór en na dit fysiologisch juiste tijdstip, blijft succes gewoonlijk uit; véél te vroeg en véél te laat sluiten het gevaar in van belangrijk nadeel te kunnen berokkenen. Tenzij dit specifiek fysiologisch stadium nauwkeurig is aan te geven, zal, naar hun mening, de bespuitingsmethode moeilijk zijn toe te passen. Zij wijzen op de mogelijkheid, dat deze periode samenhangt met de minimale groeistofafscheiding door de pit en verwijzen daarbij naar de onderzoeken van L. V. LUCKWILL (*Journal of Horticultural Science* 1948). Zowel door boriumbespuiting als ook door bespuiting met β -indolazijnzuur in Juli kon stip worden bestreden. Zij vermoeden, dat er een verband bestaat tussen het optreden van stip en de fytohormoon-huishouding.

In de buitenlandse literatuur komen verscheidene belangrijke gegevens voor. Zo meldde BROWN (New Zealand) in 1946 gunstig resultaat van boraxbespuiting op appels in Central Otago. De bomen waren in 1932 in een povere conditie, waardoor een groot gedeelte van de oogst onverkoopbaar was; van één variëteit was slechts 25% voor marktdoeleinden geschikt. Als oorzaak werd boriumgebrek aangewezen. In 1934 werd aan een mengsel van zwavelkalk, zwavelmelk en loodarsenaat 2 lb borax toegevoegd op 100 gallon gemengde vloeistof. Hiermede werd gespoten na de bloei, toen de vrucht was gezet en het blad goed gevormd. Twee weken later vond een herhaling van de bespuiting plaats. Het resultaat was opvallend gunstig. De kwaliteit verbeterde in belangrijke mate; bijna alle vruchten waren geschikt voor levering op de markt. Later bleek in plaats van 2 lb borax slechts 1 lb borax voldoende te zijn. Uit een zeer verzwakte toestand werden door bespuiting de bomen gebracht op hoog productief peil (13).

In hetzelfde jaar deelde HOLBECHE (New South Wales) de resultaten mede van een onder toezicht van het betrokken departement in 1937 en volgende jaren verricht onderzoek naar de invloed van boriumtoevoeging aan de grond en boriumtoediening door middel van bespuiting op appelbomen, die leden aan boriumgebrek. Het optreden van de door hem beschreven verschijnselen in appels, aldaar bekend onder de naam van „cork”, „crinkle cork”, „confluent pit”, „crinkle” en „pig face”, veroorzaakte veel schade en vormden een der hoofdproblemen in de fruitteelt. Voor zover het de bespuitingen betreft werden gegevens verzameld over het tijdstip van bespuiten, de hoeveelheid borax die moet worden toegediend en de invloed van borax in combinatie met andere

bespuitingen. Uit de verkregen resultaten was te zien dat bemesting van de grond met 1 lb borax per boom voldoende was en vermoedelijk 5 jaar na-werkte. Voor die streek diende men deze bemesting in juni—augustus te geven. Bespuiting had echter wisselend resultaat. Voor bespuiting tegen „cork” (hieronder wordt verstaan: zowel oppervlakkig als dieper liggende verschijnselen) was 0,25% borax-oplossing voldoende werkzaam, vooral gedurende het tweede jaar van toediening. Onder bepaalde omstandigheden behoeft een 2% borax-oplossing nog geen schade te veroorzaken. Bladbeschadiging, teweeg gebracht door 4% tot 10% borax-oplossing, herstelde spoedig zonder blijvende kentekenen achter te laten. Bomen die in twee of drie opeenvolgende jaren waren bespoten en daarna niet meer, gaven het eerste jaar, na beëindiging der bespuitingen, een oogst met slechts gering „cork”-percentage. In het daarop volgende jaar echter was dit percentage weer merkbaar gestegen. De bewaarkwaliteit der vruchten behoeft niet te verminderen, indien gewaakt wordt tegen overmaat aan borium. Het beste tijdstip van toediening was begin november, tegelijk met de gebruikelijke bespuiting na de bloei; na dit moment bleken bespuitingen van weinig invloed te zijn. Over het algemeen kwamen de bomen na bespuiting in een veel gunstiger conditie, terwijl de vruchten in uiterlijk en in kwaliteit aanmerkelijk verbeterden. Niettemin wordt in de eindconclusie vermeld, dat bemesting van de grond de voorkeur dient te hebben (27).

In 1947 en 1948 gingen TAVERNIER ET JACQUIN (52) de werking na van bespuitingen met natriumboraaft in een concentratie van 0,25 op 100, direct na de bloei toegediend, en 14 dagen later nog eens herhaald. Door deze bespuiting bleek, dat het boriumgehalte van verschillende organen van appelbomen snel was toegenomen. Zo bevatten de vruchten van bespoten bomen 2 tot 4 x meer borium dan de controle-objecten. Wat het vruchtvlees betreft vonden de onderzoekers bij een drietal appelvariëteiten in de buitenste laag van de vrucht 5 tot 36,6, in de middenlaag 5,0 tot 29,3 en in de binnenste laag 7 tot 51,7 mg borium per kg droge stof. Omdat in appels het borium het meest geconcentreerd is in de binnenste, iets minder in de buitenste en het minst in de middelste laag, menen zij beter te kunnen begrijpen waarom boriumgebrek inwendig kurk („corky core”, „coeur liégeux”) en oppervlakkig „stip” („external cork”, „bitter pit”, „drought spot”) tengevolge heeft. Een recente publicatie van deze schrijvers geeft vervolgens nadere aanvullingen. In 1950 namelijk stelden TAVERNIER ET JACQUIN (53) zich o.a. de vraag welke wijze van toediening moet worden gekozen om een snelle boriumopname voor appel en peer te waarborgen. Injecties van de grond, uitgevoerd op een diepte van 15 cm en van 25 cm met een waterige oplossing van natriumboraaft (50 gram per liter) werd vergeleken met bladbespuiting, waarvoor een lage concentratie (2,5 gram per liter) werd gebruikt. De resultaten wezen uit, dat de methode van bladbespuiting meer zekerheid biedt en groter effect gaf dan bemesting door middel van injecties van de grond. Bespuiting van het blad direct na de bloei en vervolgens na 14 dagen herhaald, voorzag in het boriumtekort en was economischer dan de injectiemethode. Door bespuiting van het blad stelt men de plant in staat om het borium waaraan zij gebrek lijdt, zo niet terstond, dan toch zeer snel op te nemen.

Zowel in Nieuw-Zeeland, als in Canada en in de U.S.A. werden vóór 1935 symptomen van ziekten in appels waargenomen, die in het district Nelson

(Nieuw-Zeeland) reeds veel eerder (1912) bekend stonden onder de naam van „superficial cork”, „drought spot” en „internal cork”. Een beschrijving is o.a. gegeven door HOLBECH (27). Soortgelijke verschijnselen brachten in Brits-Columbia (Canada) grote oogstverliezen in 1922 en 1935. ATKINSON toonde door middel van injecties boriumgebrek als oorzaak aan.

In New Zealand hebben ASKEW AND CHITTENDEN (2) uitgebreide onderzoeken gedaan om de vraag te beantwoorden, of inwendig kurk (internal cork) bij appels met borax kan worden bestreden. In een gedeelte van dit werk gingen zij de invloed na van bespuiting met borax op het optreden van inwendig kurk. In november 1935 werden van de bomen, die in het onderzoek waren betrokken, telkens de ene helft bespoten, de andere helft niet. De spuitvloei-stof bestond respectievelijk uit 0,1 %, 0,5 % en 1 % boraxoplossing, met of zonder kalktoevoeging. Volgens de chemische analyse zou aan de behoefte aan borium zijn voldaan indien werd bespoten met 0,5 % boraxoplossing. Om te kunnen absorberen moet het blad het toegediende borium enige tijd kunnen vasthouden. Voor commerciële doeleinden zijn twee bespuitingen met 0,25 % boraxoplossing, 20 dagen na elkaar, waarschijnlijk het meest aan te bevelen om verzekerd te zijn van volledige benutting van het toegediende borium. Bekend is dat verscheidene onderzoeken op fysiologisch gebied spreken over de geringe beweeglijkheid van borium in het plantenlichaam en dat dit voedings-element ter bestemde plaats in het weefsel grotendeels wordt vastgelegd. ASKEW AND CHITTENDEN delen in hun hierboven genoemd onderzoek mede, dat vanuit de bespoten boomhelften het borium in het onbespoten gedeelte bleek te kunnen overgaan. Ten aanzien van de beweeglijkheid van borium in de plant merkte F. B. CHANDLER echter bij *Brassica spec.* op: „In severe cases of boron deficiency there is translocation of boron from the older leaves into the stem and younger leaves of the plant”. (Mineral nutrition of the genus *Brassica* with particular reference to boron. *Maine Agric. Exp. Sta. Bull.* 404 (1941) 387).

Toen in een ander deel van de zo even genoemde onderzoeken van ASKEW AND CHITTENDEN (2) werd aangetoond, dat inwendig kurk bij appels even goed door middel van bespuitingen van borax kon worden bestreden als door borax-toediening aan de grond, heeft CHITTENDEN (17) in de daaropvolgende drie jaren de bruikbaarheid in verscheidene boomgaarden nagegaan van bespuitingen met borax in combinatie met loodarsenaat, zwavelkalk, zwavelmelk met uitvloeier als methode tot bestrijding van inwendig kurk bij appels. Het borax percentage bij deze gecombineerde bespuitingen bedroeg respectievelijk 0,25, 0,15 en 0,10. Uit de resultaten bleek, dat concentraties boven 0,10 % geen voordeel meer gaven.

Nadat in Nieuw-Zeeland eenmaal was aangetoond, dat inwendig kurk in appels kon worden genezen door toediening van boriumverbindingen — hetzij als bemesting van de grond, hetzij als bespuiting of als injectie — is op ruimer schaal de aandacht gevestigd op mogelijke invloed, die borium zou kunnen uitoefenen op andere fysiologische ziekten in vruchtbomen. In Nederland is inwendig kurk („internal cork”, „corky core”, „coeur liegeux”) in appels niet bekend. De vorm die in Nederland wel bekendheid geniet, is het oppervlakkig stip („bitter pit”, „drought spot”), dat zich voordoet als bruin gekleurde, sponsachtige, necrotische plekken zonder kurkvorming. Zij zijn te vinden in of juist onder de schil en vormen ondiepe inzinkingen. Bewaring heeft verergering ten-

gevolge van reeds opgetreden stipverschijnselen (61). In vergelijking met gezonde appels vertonen stippige appels in Nederland een laag boriumgehalte. Hetzelfde is het geval in het buitenland met appels, die lijden aan „internal cork”, „corky core”. Men neemt wel aan, dat oppervlakkig stip (zonder kurkvorming), een andere vorm is van dieper gelegen stip („internal cork”, „corky core”, met kurkvorming); beide zouden hebben te maken met boriumgebrek. Al mogen deze gevallen soms moeilijk van elkander zijn te onderscheiden, toch dient gewezen op het wezenlijk verschil tussen beiden (36). In het buitenland wordt dit inwendig stip op commerciële basis door middel van boriumbehandeling (bespuiting) bestreden, hetgeen niet het geval is met oppervlakkig stip („bitter pit”).

In 1935 en 1936 experimenteerden WALLACE AND JONES (58) in Essex, Kent Harefordshire en Cheshire. Voornamelijk betrokken zij de variëteit Bramley's Seedling in hun onderzoek. Boriuminjecties deden het boriumgehalte van bladen en vruchten stijgen. Zij kwamen tot de slotsom dat „bitter pit”-verschijnselen *niet* in betrekking stonden met het borium, hetgeen in overeenstemming is met andere, tot dusver in het buitenland verkregen uitkomsten.

BOULD AND TOLHURST vergeleken in 1950 in een proef met 4 herhalingen (appelvariëteit Grenadier) de volgende objecten met elkander: 1 controle bomen: geen borium; 2 bemesting van de grond met 40 oz borax per boom, medio maart; 3 injectie van de tak, eveneens medio maart; 4 bladbespuiting 0,25% borax + uitvloeier. De eerste bespuiting vond plaats op 12 juli, gevolgd door een tweede begin augustus. Op 9 augustus werden monsters genomen en geen verschijnselen van „bitter pit” gezien. Uit het onderzoek in 1947 en 1948 van TAVENIER ET JACQUIN (52) bleek, zoals reeds vermeld, dat door bespuiting met natriumboraaat op snelle wijze het boriumgehalte steeg, van bladen en vruchten. BOULD AND TOLHURST (10) delen mede, dat de sub 4 hierboven aangegeven behandeling de enige was, die in hun onderzoek een significant effect had op het boriumgehalte der vruchten. Maar, al steeg door middel van bespuiting het boriumgehalte der vruchten tot het drievoudige, zo schenen de verkregen resultaten nochtans aan te tonen, dat deze boriumbespuiting géén invloed uitoefende op het optreden van „bitter pit”.

Wat de onderzoekingen over „stip” in appels betreft, kan ter bekorting worden verwezen naar een samenvatting van de hand van D. MULDER (36) in 1947, waarin o.a. wordt vermeld, dat in de gevallen, waarin men in het buitenland boriumgebrek van de appel heeft kunnen bestrijden door bemesting of bespuitingen met borax, het steeds inwendig kurk betrof. Voorts komen verschillende onderzoekers tot de conclusie, dat stip („bitter pit”) niet met borax is te genezen. Ondanks gunstige resultaten in enkele proeven verkregen, is er geen reden om aan te nemen, dat alle stip met borium kan worden bestreden. In het groeiproces van de appels kan volgens D. MULDER stip als laatste in de reeks van afstervingsverschijnselen worden beschouwd. Omdat in het late levensstadium de groei is opgehouden, kan om de necrotische plekken geen kurk worden gevormd. Het stip-verschijnsel in Nederland is dus zonder kurk. In tegenstelling hiermede kent men het in het buitenland onder andere omstandigheden van bodem en klimaat optredende „internal cork”. Dit ontwikkelt zich tijdens een vroeger stadium in snelgroeïend, jong vruchtweefsel en treedt dan vaak rondom het klokhuis op („corky core”). Stip en boriumgebrek hebben

het verschijnsel van celnecrose gemeen. Maar gebrekkige boriumvoorziening dient slechts als één der oorzaken van stip te worden beschouwd. Waarschijnlijk oefenen weersomstandigheden in combinatie met cultuurmaatregelen, plukdatum, bewaringswijze een beslissende invloed uit op het al of niet optreden van deficiëntieverschijnselen bij plaatselijk boriumgebrek. Het schijnt mogelijk hierin een verklaring te zoeken van het feit, dat boraxbespuitingen succes hebben in sommige jaren, onder bepaalde omstandigheden en op zekere datum (38, 40).

In een voordracht, gehouden gedurende de Tuinbouwdagen in 1951 te Wageningen besprak D. MULDER o.m. het Amerikaans stiponderzoek in de jaren 1937–1941 en wees daarbij vooral op de publicaties van R. M. SMOCK (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 34 (1937), en *Memoir* 234 *Cornell Univ. Agric. Exp. Sta.* (1941) en van R. M. SMOCK AND A. VAN DOREN (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 35 (1938) 176–179). Zijn zienswijze, vermeld in de *Mededelingen Directeur van de Tuinbouw* over het jaar 1951, werd gebaseerd o.a. op het onderzoek van SMOCK, die de mening is toegedaan, dat er verband bestaat tussen het optreden van stip en de osmotische waarde van de vrucht. De bekende celnecrose, die bij de uiteinden van vaatbundels in de vruchten verschijnt, zou sterker optreden naarmate het verschil toeneemt tussen de osmotische druk der bladeren en die der vruchten. Bladeren die een hoger osmotische waarde hebben dan vruchten, kunnen aan de laatste water onttrekken. Aan de hand der verkregen resultaten dezer onderzoekingen leidt D. MULDER enige praktische overwegingen af, in betrekking tot het optreden van stip (39).

Het optreden van stip wordt bevorderd :

- a door toediening van stikstof aan bomen met laag stikstofniveau, vooral bij overbemesting in de zomer ;
- b door de ontwikkeling van grote vruchten tengevolge van geringe dracht of tengevolge van dunning ;
- c door beschaduwing, waardoor de vatbaarheid voor stip toeneemt, zodat snoeien in ruime mate blijkt aangewezen ;
- d door te zware snoei en ringen ;
- e door verlenging van de duur tussen plukdatum en tijdstip van koelhuisbewaring, en soms door geolied papier.

Daarentegen wordt het optreden van stip vertraagd, tegengegaan of soms voorkomen :

- a door bewaring in gas ;
- b door hoge luchtvochtigheid tijdens de bewaring ;
- c door het aanbrengen van een waslaag om de appels.

Naast de grote betekenis van de bestrijding van boriumgebreksverschijnselen in appels, werd in analogie daarmee getracht om eveneens bruinverkleuring van het vruchtvlees van abrikozen te bestrijden met boriumtoediening. Aan de oevers van de Clutha River (Central Otago, New Zealand) vooral op lichte gronden, traden in het vruchtvlees van abrikozen bruinverkleuringen op, die oppervlakkig deden denken aan de verschijnselen van boriumgebrek bij appels. ASKEW AND LLOYD WILLIAMS (5) experimenteerden met een vroege abrikozenvariëteit (New Castle). De objecten waren :

- 1 bespuiting met 0,1% boraxoplossing op 20 okt. en 10 nov. 1938;
- 2 bemesting van de grond, $\frac{1}{2}$ lb per boom in een radius van 5 m uitgestrooid en licht ondergewerkt op 20 okt. 1938;
- 3 controle, onbehandeld.

Er waren drie herhalingen. De resultaten toonden aan, dat de bruinverkleuringsverschijnselen („brown spotting”) in het abrikozenvruchtvlees afdoende konden worden bestreden door toediening van borax, zowel bij wijze van grondbemesting, als ook door middel van blaasbespuiting. De duidelijke stijging van het boriumgehalte van de vruchten na boriumtoediening vonden de onderzoekers positief gecorreleerd met afwezigheid van bruinverkleuring in het vruchtvlees.

SAMENVATTING

Van de bouwgronden in Nederland bezit zeeklei het hoogste boriumgehalte (ongeveer 0,01% B), daarna komt rivierklei (ongeveer 0,002% B) en tenslotte zandgrond (ongeveer 0,0001 tot 0,0025% B). Hier te lande is de frequentie, waarmede hartrot in bieten optreedt, op zandgronden het grootste; ook de mate van aantasting is daar het ernstigste. In humide streken spoelt het voor de plant opneembaar borium gemakkelijk uit, vooral uit lichte zure gronden. In de Nederlandse zandgronden, die over het algemeen ca 0,002% B in de humusfractie bevatten, schijnt het boraat in hoofdzaak aan het organisch adsorptiecomplex te worden gebonden, waarvan het weer vrij gemakkelijk aan de plant ter beschikking wordt gesteld. In de toermalijnkorreïs bevindt zich een belangrijke minerale reserve, die door verwerking (hydrolyse) slechts langzaam voor de plant ter beschikking komt. Intensieve cultuur kan betrekkelijk belangrijke hoeveelheden borium aan de bouwgrond onttrekken. Ook uit dit oogpunt schijnt boriumvoorziening de nodige aandacht te vragen. Het boriumgehalte van verschillende gewassen loopt sterk uiteen. In p.p.m. omgerekend op droge stof, werd in de topgedeelten gevonden voor gerst 2,3, rogge 3,4, tarwe 3,3, mais 5,0, aardappelen 13,9, kool 37,1, bieten 75,6. De hoeveelheden opneembaar borium in de grond, die nodig zijn voor optimale ontwikkeling kunnen, tot zekere hoogte, worden aangenomen op $> 0,5$ p.p.m. voor koolrapen, suiker-, voeder-, rode bieten, enige klaversoorten, luzerne, aardappels, kool, bloemkool e.a.; op 0,1 tot 0,5 p.p.m. voor tomaten, uien, wortelen, peer, perzik, kers e.a.; op $< 0,1$ p.p.m. voor tarwe, haver, rogge, gerst, mais, vlas, enige erwten- en bonensoorten e.a. Globaal bedraagt de boriumbehoefte van monocotylen ca 25% van die der dicotylen.

Hoewel bleek, dat er een zeker minimum boriumgehalte is waarbij deficiëntie optreedt, evenals er een maximum boriumgehalte bestaat, dat toxische verschijnselen te voorschijn roept, afhankelijk van soort en uitwendige groeiomstandigheden, is met uitzondering van luzerne — waarbij bovendien nog zeer uiteenlopende cijfers zijn gevonden — met andere gewassen weinig onderzoek gedaan. Boriumgebrek kan worden onderscheiden in absoluut en in relatief gebrek. Het eerste kan zich voordoen in gronden, die zijn ontstaan uit boriumarme vulkanische gesteenten. Het tweede kan optreden, waar wel voldoende borium voorhanden is, maar minder opneembaar werd. De voornaamste factoren, die hierop invloed hebben zijn kalk- en watergehalte en organische stof.

Boriumgebrek manifesteert zich dikwijls in verstoring van de groei van het deelweesel. Hartrot bij bieten is hiervan wellicht het meest bekende voorbeeld. Bij vruchtbomen kunnen bijvoorbeeld de groeipunten der eindscheuten afsterven, hetgeen de ontwikkeling van zijscheuten stimuleert, die op hun beurt het kunnen ariegen. Dit proces leidt tot een bossig uiterlijk met vele zwakke of dode groeipunten.

Uit vergeijkend onderzoek in Ierland, Ontario, British Columbia en New Brunswick bleek bespuiting van suikerbieten en rapen over grote oppervlakten de voorkeur te verdienen boven bodembemesting. Grote jaarlijkse oogstderving is met bespuiting voorkomen en een belangrijke opvoering van de export uit Canada naar U.S.A. bereikt.

In de vruchtencultuur heeft het „stip”-vraagstuk gedurende verscheidene jaren reeds veel aandacht gehad, doch het kwam nog niet tot definitieve oplossing. Stip dient niet te worden toegeschreven aan een enkele factor, maar wel als resultaat te worden aangemerkt van vele factoren waarvan borium er één is (D. MULDER, 1951).

Boriumgebrek in Waltham Cross-druiven in Queensland werden bij voorkeur bestreden door middel van bespuiting 3 weken vóór de bloei. Bruinverkleuring van het vruchtvlees van abrikozen tengevolge van boriumgebrek, werd zowel door bodembemesting als door middel van 0,1% boraxbespuiting bestreden in New Zealand. In de ruitteelt gebruikt men zowel in Australië als in Amerika 0,25% borax-oplossingen voor bespuiting.

In Nederland echter is nog weinig sprake van duidelijk boriumgebrek bij vruchtbomen. Directe toediening van borium op het blad schijnt sneller te werken en een meer rechtstreekse invloed op de fysiologische processen in de plant uit te oefenen, dan bodembemesting. Bij bodembemesting is de plant meer gelegenheid tot aanpassing gelaten, terwijl met bespuiting sterker, althans op meer directe wijze wordt ingegrepen, waardoor het dikwijls gelukt om de bedreiging tijdens een critieke periode te overwinnen. Gemakkelijke overschrijding van de toelaatbare dosis noopt tot inachtneming van de nodige voorzichtigheid. In het algemeen kan worden gezegd, dat boriumbespuiting een snel, praktisch hanteerbaar en daardoor waardevol hulpmiddel is tot het stellen van de diagnose, vooral ook onder groeiomstandigheden, zoals die zich voordoen op het veld. Als profylactische, zowel als curatieve methode kan zij spoedig uitkomst bieden, mits toegepast op het juiste fysiologische moment. Gewoonlijk zijn enkele, elkaar met korte tussenpozen opvolgende bespuitingen nodig, omdat borium te bestemder plaatse in de plant wordt vastgelegd, waarna het als regel moeilijk weer mobiel wordt gemaakt.

Directe opname van boriumverbindingen door het blad vindt binnen zeer korte tijd plaats, waarna het transport naar de plantendelen, die dit voedings-element nodig hebben, snel geschiedt. In betrekking tot vruchtbomen schrijven TAVENIER ET JACQUIN (1952): „Cette technique constitue un mode de fumure, idéal, rapide, simple et économique etc.” (52).

LITERATUUR

- 1 AGULHON, H.: Recherches sur la présence et le rôle du bore chez les végétaux. Diss. Paris (1910) 159 pp.
- 2 ASKEW, H. O. AND E. CHITTENDEN: The use of borax in the control of „internal cork” of apples. III Effect of borax sprays on the boron status of fruit and incidence of

- „internal cork” in apples. *New Zealand J. of Science and Technology* 18 (1936) 378–380.
- 3 — — AND R. H. K. THOMSON: Occurrence of internal cork of apples in Central Otago, New Zealand. *New Zealand J. of Science and Technology* 18 (1937) 661–664.
 - 4 — — — — AND E. CHITTENDEN: Effect of borax topdressing on boron status of soil and fruit. *New Zealand J. of Science and Technology* 20 A (1938) 74–78.
 - 5 — — AND W. R. LLOYD WILLIAMS: Brown-spotting of apricots, a boron-deficiency disease. *New Zealand J. of Science and Technology, Agricultural Section* 21 (1939) 103–103.
 - 6 BERGER, K. C.: Boron in soils and crops. *Advances in Agronomy* 1 (1949) 320–351.
 - 7 — — AND E. TRUOG: Boron availability in relation to soil reaction and organic matter content. *Soil Science Society of America, Proceedings* 10 (1945) 110–116.
 - 8 BERTRAND, G. ET L. SILBERSTEIN: Nouvelles déterminations de la teneur en bore de plantes cultivées sur le même sol. *Annales de l'Institut Pasteur* 59 (1937) 442–444.
 - 9 — — ET H. L. DE WAALS: Recherches sur la teneur comparative en bore de plantes cultivées sur le même sol. *Annales de l'Institut Pasteur* 57 (1936) 121–126.
 - 10 BOULD, G. AND J. TOLHURST: A note on boron in relation to bitter pit in apples. *Long Ashton Horticultural and Agricultural Research Station Annual Report* (1950) 54–55.
 - 11 BRENCHELEY, W. E.: Some deficiency diseases of crop plants. *Journal Ministry Agriculture* 44 (1937) 116–122.
 - 12 BRICKLEY, W. D.: The efficiency of spray treatment as a remedy for boron deficiency in sugar beet and swedes and for manganese deficiency in oats. *Eire Department of Agriculture J.* 40 (1943) 144–148.
 - 13 BROWN, I. L.: Curing deficiency of boron in fruit trees. *New Zealand J. of Agriculture* 73 (1946) 456.
 - 14 BROWN, B. A., R. I. NUNSELL AND A. V. KING: Potassium and boron fertilisation of alfalfa on a few Connecticut soils. *Soil Science Society of America* 10 (1946) 134–140.
 - 15 COOPER, H. P.: Minor plant nutrients. *Commercial Fertilizer* 74. 1 (1947) 14–9, 42–3.
 - 16 CHANDLER, F. B.: Nutrition of brassica and potatoes. *Soil Science* 87 (1944) 67–73.
 - 17 CHITTENDEN, E.: Use of borax sprays in the control of internal cork of apples. *New Zealand J. of Science and Technology* 21, 5 A (1940) 303–304.
 - 18 — — AND R. H. K. THOMSON: The effect of borax topdressing on the quality of Jonathan apples. *New Zealand J. of Science and Technology* 19 (1938) 541–546.
 - 19 — — — —: The effect of borax on the storage quality of Jonathan apples. *New Zealand J. of Science and Technology* 21, 6 A (1940) 352–356.
 - 20 DENNIS, A. C. AND R. W. G. DENNIS: Boron and plant life IV. *The Fertilizer, Feeding Stuffs and Farm Supplies J.* Nov. 13 and 27, Dec. 11 and 24 (1940), Jan. 8 and 22, Feb. 5 and 19 (1941).
 - 21 DRAKE, M., D. H. SIELING AND G. D. SCARSETH: Calcium-boron ratio as an important factor controlling the boriumstarvation in plants. *J. of the Am. Soc. of Agronomy* 33 (1941) 454–462.
 - 22 EATON, F. M. AND L. V. WILCOX: The behaviour of boron in soils. U.S. Department of Agriculture. *Technical Bulletin* 696 (1939) 56 pp.
 - 23 EDELMAN, C. H.: De voorziening van de planten met borium en het cyclisch zout. *Landbouwk. Tijdschr.* 51 (1939) 650–653.
 - 24 GOLDSCHMIDT, V. M. UND CL. PETERS: Zur Geochemie des Bors I und II. Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-Physikalische Klasse (1932) 402–407, 528–545.
 - 25 HEWITT, E. J.: The role of the mineral elements in plant nutrition. *Ann. Rev. of Plant Physiology* 2 (1951) 25–52.
 - 26 HILL, H.: Minor element deficiencies affecting Canadian crops production. *Scientific Agriculture* 29 (1949) 376–383.
 - 27 HOLBECH, J. A.: Boron deficiency in apples. Observations at New England experiment farm. *The Agricultural Gazette of New South Wales* 57 (1946) 1, 17–21; 2, 75–80; 3, 132–136; 4, 184–188.
 - 28 Jahrbuch, Landwirtschaftliches — der Schweiz (1952) 661 pp.
 - 29 JONES, H. E. AND G. D. SCARSETH: The calcium-borium balance in plants as related to borium-needs. *Soil Science* 57 (1944) 15–24.

- 30 KRÜGEL, C., C. DREYSPRING UND R. LOTTHAMMER : Auswasch-versuche mit Boraten. Der Forschungsdienst. *Neue Folge der „Deutschen Landwirtschaftlichen Rundschau“*, Sonderheft 7 (1938) 165–175.
- 31 KUBOTS, J., K. C. BERGER AND E. TRUOG : Boron movement in soils. *Soil Science Society of America. Proceedings* 13, 1948 (1949) 130–134.
- 32 LEHR, J. J. : De betekenis van borium voor de plant. Proefschrift Utrecht (1940) 193 pp.
- 33 MACLACHLAN, J. D. : Control of water-core of turnips by spraying with borax. *Scientific Agriculture* 24 (Sept. 1943–Aug. 1944) 327–331.
- 34 — — AND W. F. STRONG : Spraying and dusting turnips to prevent water core, a disorder caused by boron deficiency. *Scientific Agriculture* 28 (1948) 61–65.
- 35 MIDGLEY, A. R. AND D. E. DUNKLEE : The cause and nature of overliming injury. *Vermont Agricultural Experiment Station Bul.* 460 (1940) 3–22.
- 36 MULDER, D. : Voorlopige mededelingen over bestrijding van stip in appels door toediening van borium in de vorm van borax. *Meded. Directeur van de Tuinbouw* 11 (1948) 315–319.
- 37 — — : Verslag van het voedingsziektenonderzoek. Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek. Jaarverslag (1951) 92–95.
- 38 — — : Stip in appels als cultuurverschijnsel. *Meded. Directeur van de Tuinbouw* 14 (1951) 20–27.
- 39 — — : Problemen rond het stip in appels. *Meded. Directeur van de Tuinbouw* 14 (1951) 731–738.
- 40 — — : Voedingsziekten bij fruitgewassen. Tuinbouwvoorlichting 1. Afdeling Tuinbouw van de Directie van de Landbouw (1953) 64 pp.
- 41 MULDER, E. G. : Investigations on the nitrogen nutrition of pea plants. *Plant and Soil* 1 (1948) 180–212.
- 42 — — : Mineral nutrition of plants. *Ann. Rev. of Plant Physiology* 1 (1950) 1–24.
- 43 PIJLS, F. W. G. EN DEN DULK : Boriumvergiftiging van planten. *Meded. Directeur van de Tuinbouw* 14. 11 (1951) 915–918.
- 44 REEVE, E., A. L. PRINCE AND F. E. BEAR : The boron needs of New Jersey soils. *New Jersey Station Bul.* 709 (1944) pp. 26.
- 45 — — AND J. W. SHIVE : K–B and Ca–B relationship in plant nutrition. *Soil Science* 57 (1944) 1–14.
- 46 SCHARRER, K. : Die Bedeutung der Spurenelemente für die Pflanzenernährung und Düngung. *Landwirtschaftliche Forschung* 1 (1950) 176–184.
- 47 SHIVE, J. W. : Boron in plant life. — A brief historical survey. *Soil Science* 60. 1 (1945) 41–51.
- 48 SOMMER, A. L. : The search for elements essential in only small amounts for plant growth. *Science* 46 1716 (1927) 482–483.
- 49 — — AND C. B. LIPMAN : Evidence on the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiology* 1. 3 (1926) 231–249.
- 50 STILES, W. : Trace elements in plants and animals. Cambridge (1946) 189 pp.
- 51 STUIVENBERG, J. H. M. VAN EN A. POWER : Onderzoek over de bestrijding van „stip” bij notarisappel. *Meded. Directeur van de Tuinbouw* 13 (1950) 201–211.
- 52 TAVERNIER, J. ET P. JACQUIN : Assimilation et fixation du bore par le pommier. Fumure boratée appliquée par pulvérisation. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France* 35 (1949) 275–279.
- 53 — —, — — : Assimilation et fixation du bore par le pommier et le poirier fumés aux borax microdosage colorimétrique du bore dans différents organes de ces arbres fruitières et dans les sols. *Annales agronomiques* 3. 5 (1952) 755–793.
- 54 Verslag (Jaar-) Directeur van de Tuinbouw (1951).
- 55 Verslag van de Vereniging tot exploitatie van proefboerderijen in de veenkoloniën over het jaar 1949.
- 56 Verslagen van de Rijkstuinbouwconsulent te Hoorn over de jaren 1947 t/m 1950.
- 57 Verslagen van de Rijkstuinbouwconsulent te Geldermalsen over de jaren 1949 en 1950.
- 58 WALLACE, T. AND J. O. JONES : Boron in relation to bitter pit in apples. *Journal of Pomology and Horticultural Science* 18 (1940–1941) 161–175.
- 59 WHETSTONE, R. R., W. O. ROBINSON AND H. G. BYERS : Boron distribution in soils and related data. *U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin* 797 (1942) 32 pp.
- 60 WIEBOSCH, W. A. : Bespuiting van vruchtbomen met minerale elementen op vrucht-

- bomen, in het bijzonder met mangaan en borium. *Landbouwwoorlichting voor Noord-Holland* 49 (1947) 277.
- 61 — —: Bespuiting van vruchtbomen met mangaan en boriumzouten. *Meded. Directeur van de Tuinbouw* 11 (1948) 320—323.
- 62 WILSON, C. M., R. L. LOVVERN AND W. W. WOODHOUSE: Movement and accumulation of water-soluble boron within the soil profile. *Agronomy Journal* 43 (1951) 363—367.
- 63 WINSOR, H. W.: Variations in soil boron with cultivation and season. *Soil Science* 74 (1952) 359—364.
- 64 WOODBRIDGE, C. G., A. CARNEY AND H. R. MACLARTY: A boron deficiency in pear growing in soil having an adequate boron content. *Scientific Agriculture* 32. 8 (1952) 440—442.