

## Verschijselen van Mangaanvergiftiging bij cultuurgewassen;

een onderzoek, in opdracht van de Landbouworganisatie T.N.O. verricht  
door

Dr MARIE P. LÖHNIS  
(Laboratorium voor Microbiologie, Wageningen)

Op het terrein, behorende bij het Laboratorium voor Microbiologie te Wageningen, ligt een reeks percelen, elk 42 m<sup>2</sup> groot, van elkander gescheiden door in de grond ingegraven betonnen muurtjes. Sinds 1922 verschillen deze percelen onderling steeds in één component van de bemesting, terwijl zij elk jaar met onderling gelijke gewassen beteeld worden. Het doel hiervan is, de eventuele invloed na te gaan van bemesting op de samenstelling van de bacteriële grondflora.

In het hier volgende zullen de percelen ter sprake komen, die een verschillende kalkgift hebben ontvangen. Deze zijn in triplo aanwezig. Elke serie bestaat uit 6 percelen, die van opeenvolgende hoeveelheden kalkmergel voorzien zijn (0-5-10-15-30-60 kg). Daarnaast zijn ook twee percelen in duplo in de proeven betrokken, waarvan het ene steeds stikstofbemesting heeft ontvangen in de vorm van Chilisalpeter en het andere als zwavelzure ammoniak (za).



Afb. 1. Jonge bladeren van bruine boon (ongemergeld) met sterke vergeling.

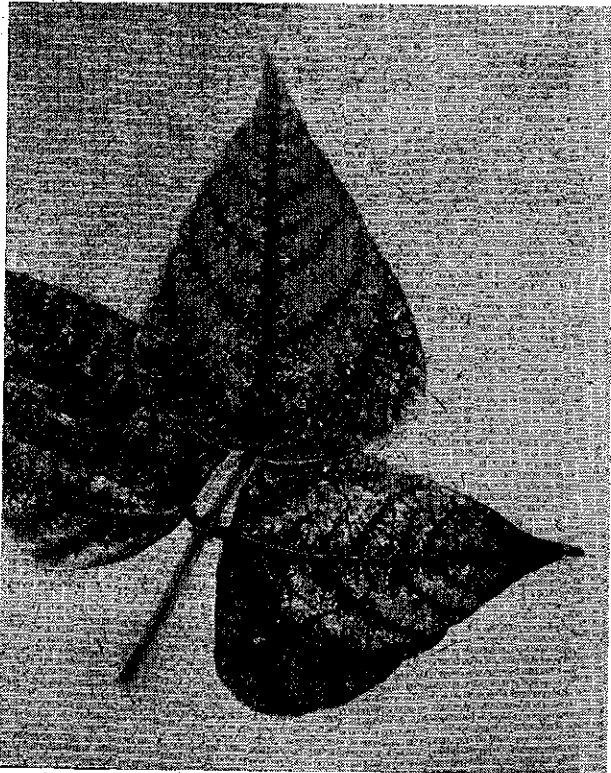
Deze verschillen in behandelingswijze hebben natuurlijk grote invloed gehad op de zuurgraad van de grond. Bij bemonstering werden in de drie 0-percelen pH 4.42, 5.11 en 4.83 gevonden, in de 60-kg-percelen 6.65, 6.57 en 6.43, terwijl de daartussen liggende percelen opklimmende waarden vertoonden. De beide chilipercelen hadden een pH van 5.97 en 6.65, de za-percelen kwamen tot 4.57 en 4.55.

Toen na de Meidagen van 1940 de Wageningse bevolking weer naar zijn woonsteden was teruggekeerd, kwam de noodzaak van opvoering der voedselhoeveelheid direct aan de orde. Daarom werden alle proefveldpercelen met bruine bonen bezaaid, een gewas, dat voordien hierop nog nooit verbouwd was.

Tijdens de ontwikkeling der jonge planten viel het op, dat deze in de niet- of licht-gemergelde percelen en in de za-vakken een zeer bepaald beschadigingsbeeld vertoonden. De jonge bladeren waren zeer geel, het meest tussen de nerven en langs de bladranden, en deze planten bleven sterk achter in ontwikkeling (afb. 1). Oudere bladeren vertoonden een karakteristiek gevlekt beeld: tussen de nerven vormden zich gelige of kleurloze veldjes met necrotische plekjes en het bladoppervlak werd gebobbeld (afb. 2 en 3). Bij sterk aangetaste planten kwamen op de bladstelen van de eerst gevormde bladeren scherp omliggende, oppervlakkige bruinpaarse vlekjes voor.

De sterkst aangetaste planten brachten slechts een enkele bloem voort en geen zaad; minder beschadigde planten in de wat hoger gemergelde percelen vormden later gezond blad en bloem. Sporen van oorspronkelijke beschadiging waren dan nog alleen aan de oudste bladeren waar te nemen. De opbrengst was echter wel gedrukt door de aanvankelijke groeistagnatie.

Gedurende alle oorlogsjaren werden steeds afwisselend op de halve percelen bruine bonen en aardappelen verbouwd en elk jaar deed het verschijnsel zich in dezelfde vorm voor. Deze beschadiging kwam niet overeen met enig bekend ziektebeeld bij *Phaseolus*, zodat de oorzaak in het duister lag.



Afb. 2 Oudere boonbladeren (ongemergeld), gevlekt en gebobbeld.

Ik trachtte in die tijd na te gaan, of een verschijnsel van interne zaadbeschadiging bij bruine bonen, ras von Tol, veroorzaakt werd door een gebrek aan mangaan; een dergelijk ziektebeeld bij erwten is n.l. hieraan toe te schrijven. Ik kweekte daartoe deze planten in een voedingsoplossing zonder de gebruikelijke toevoeging van 1 mg/l mangaansulfaat. Om echter ook de beschadigingsverschijnselen te leren kennen, door mangaan in overmaat veroorzaakt, voegde ik bij enkele culturen grotere doses (20-50-100 mg  $MnSO_4$ ). En het was tot mijn verbazing in deze oplossingen, dat de planten verschijnselen vertoonden, die geheel overeenkwamen met wat te velde was waargenomen.

Hiermee was de richting aangewezen, in welke verder onderzoek zich zou kunnen bewegen, en deze richting is in de volgende jaren ook steeds gevolgd.

\*

Het eerste, wat toen aan de orde kwam, was de bepaling van het mangaangehalte van zieke en gezonde bladeren.

Om een goede basis van vergelijking te hebben, werden monsters van te vergelijken jonge volwassen bladeren steeds tegelijkertijd genomen en dan luchtdroog bewaard. Toen in de wintermaanden de mangaanbepalingen uitgevoerd werden, bleek al dadelijk, dat er een zeer

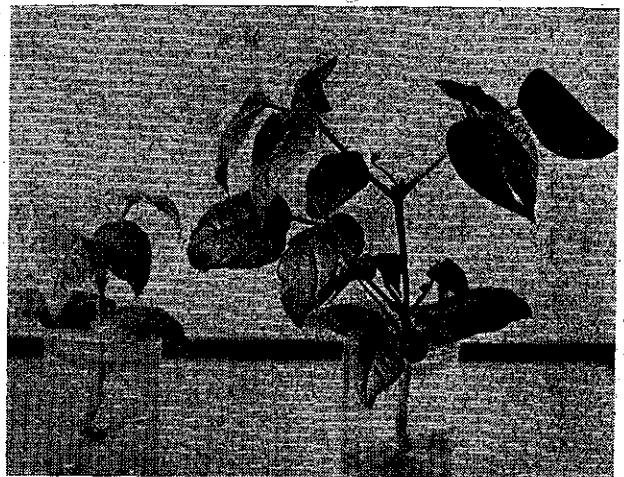
groot verschil bestond in het gehalte van zieke en gezonde bladeren. [Dit gehalte is in het volgende steeds uitgedrukt als 1:1000.000 droge stof.] In gezonde bladeren werden gehalten van 100-500 geregistreerd; in zieke wisselde dit tussen 1000 en 3000.

Niet alleen in de proeftuin van het Laboratorium voor Microbiologie werden deze ziekteverschijnselen waargenomen. Ook in vele percelen op de Wageningse Eng, waarop in die tijd veel bonen werden verbouwd, was het verschijnsel dikwijls zeer duidelijk waar te nemen en op grote afstand te herkennen door de kanariegele kleur. Het bleek mij toen, dat de prinsesseboon nog scherper reageerde dan de bruine boon, zodat in latere jaren Dubbele Prinsesseboon als voornaamste proefplant is gebruikt.

Gedurende een reeks van jaren zijn dergelijke gehalten in prinsessebonen op alle of een groot deel der 28 proefpercelen bepaald en het is gebleken, dat bij dit gewas de grens, waarboven jonge bladeren ziekteverschijnselen vertonen, zeer weinig wisselt. Het laagste gehalte, waarbij jonge planten *beschadiging* vertoonden, wisselde tussen 1211 en 1104. Wanneer de analyse echter werd uitgevoerd bij uiterlijk gezonde, jonge bladeren van oudere planten, dan bleken deze dikwijls een hoger mangaangehalte te bevatten: oudere planten schijnen *meer* mangaan te kunnen verdragen. Misschien ook spelen uitwendige omstandigheden hierbij een rol.

Een scherpe *correlatie* tussen de hoogte van het mangaangehalte en het optreden van beschadiging bewijst op zichzelf nog niet, dat er een causaal verband tussen beide zou bestaan. Wij zouden met een nevenverschijnsel te doen kunnen hebben; het vaststellen van een feitelijk verband eist nader bewijs.

\*



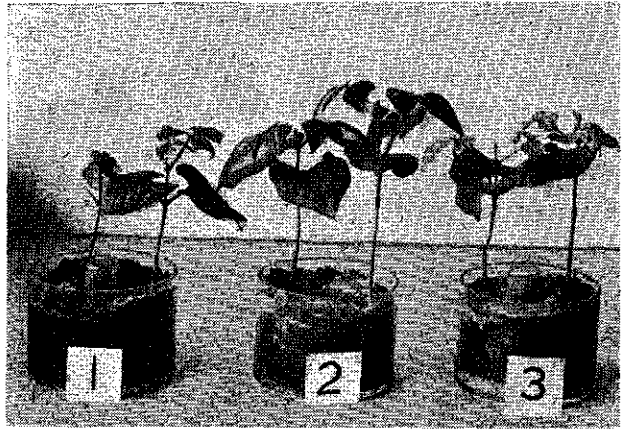
Afb. 3. Oudere boonbladeren (60 kg mergel), gevlekt en gebobbeld.

De proefnemingen met *voedingsoplossingen*, die oorspronkelijk slechts terloops waren genomen, moesten uitgebreid worden.

De eerste jaren na de oorlog kon dit slechts op zeer beperkte schaal gebeuren, omdat tengevolge van oorlogsschade geen kweekruimte ter beschikking stond en de potten in de open lucht op wagentjes moesten worden opgesteld en bij regen in een met asfalt papier bedekte donkere kasruimte worden gereden. In 1949 is hierin verbetering gekomen, doordat T.N.O. toestond, een eenvoudig warenhuisje te bouwen, dat in kweekruimte voorziet en waardoor de duur en de mogelijkheden van het kweekseizoen zeer zijn uitgebreid. Tevens kreeg ik dat jaar gelegenheid, in het vroege voorjaar in de kasruimte van het Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek proefplanten op te stellen. Hierdoor konden de proeven met voedingsoplossingen een zeer noodzakelijke uitbreiding ondergaan en konden bepaalde verschijnselen worden waargenomen.

Wanneer voedingsoplossingen van verschillende samenstelling (maar alle natuurlijk bij matige mangaangiften een goede groei toelatend) werden vergeleken, dan bleken er grote verschillen te kunnen optreden in de mate, waarin mangaan door de plant wordt verdragen. Terwijl in de oplossing van *Van der Crone* 10 mg/l zeer sterke ziektesymptomen in de prinsessebonen opwekten, veroorzaakte een zelfde hoeveelheid mangaan in de gebruikte *Zinzadze*-oplossing uitwendig geen zichtbare beschadiging\*). Toch is in deze laatste oplossing de pH lager en bleek ook bij onderzoek alle toegevoegde mangaan in oplossing te zijn. De hoeveelheid opgenomen mangaan bleek hier echter veel kleiner: het gehalte der bladeren was hier 734 tegenover 2938 bij de *Van der Crone*-oplossing. Of een bepaalde component van de voedingsoplossing hier antagonistisch werkt, is niet nagegaan. In het algemeen bleek ook voor andere gewassen de *Van der Crone*-oplossing het meest geschikt, omdat de giftige werking van mangaan hier het sterkst is.

Een ander merkwaardig verschijnsel, dat bij het kweken in voedingsoplossing was waar te nemen, is, dat de *temperatuur*, waarbij gekweekt wordt, grote invloed heeft op het optreden van de beschadiging. Bonen in een oplossing met 10 mg mangaan per liter, gekweekt in een verwarmde kas van het Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek, vertoonden geen



Afb. 4. Prinsesseboon in ongemergelde grond (1), grond met koolzure kalk (2) en grond met koolzure kalk en mangaansulfaat (3).

uitwendige kenmerken van beschadiging, hoewel zich reeds verscheidene bladeren hadden ontwikkeld. Daar bij de hoge middagtemperatuur de planten dreigden te verleppe, werden zij in een lager verhitte afdeling geplaatst: een dag later vertoonden zich de ziekteverschijnselen in alle bladeren der planten. Het mangaan was dus wel degelijk opgenomen, wat ook uit latere analyse van het loof is gebleken, maar het had bij de hoge temperatuur geen schadelijke werking uitgeoefend. Dit is een verschijnsel, dat zeker in het oog moet worden gehouden, wanneer proeven in een kasruimte of tijdens zeer warme zomerdagen worden genomen.

Het meest afdoende bewijs echter, dat in het veld *het werkelijk opgenomen mangaan* de ziekteverschijnselen veroorzaakt, wordt m.i. door de volgende proef geleverd.

Prinsessebonen werden in lage potten gekweekt, die gevuld waren met 1. grond uit een ongekalkt perceel; 2. dezelfde grond met toevoeging van koolzure kalk, zodat de zuurgraad verhoogd werd met als gevolg een onoplosbaar worden van mangaan; 3. grond als 2, maar met toevoeging van een vrij hoge gift mangaansulfaat. Het bleek, dat de jonge planten in 1 en 3 volkomen gelijke ziekteverschijnselen vertoonden (afb. 4), terwijl in 2 de planten gezond waren. Hier is dus een ev. schadelijke uitwerking van de zuurgraad uitgeschakeld en is het aan de grond toegevoegde mangaan als oorzaak aangewezen. Deze proef is vooral bij een grootzadig gewas als bonen gemakkelijk te nemen, daar de groei snel gaat en de ziekteverschijnselen zich in een jong stadium vertonen. Wanneer een dergelijke proef langere tijd zou duren, is er alle kans, dat tijdens de proef het toegevoegde mangaan bij de hogere zuurgraad in een onoplosbare verbinding zou zijn overgegaan.

\*) *Van der Crone*-oplossing:  $\text{KNO}_3$  1 g;  $\text{CaSO}_4$  0,2 g;  $\text{MgSO}_4$  0,2 g;  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  0,2 g;  $\text{FePO}_4$  0,2 g.

*Zinzadze*-oplossing pH 5:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0,334 g;  $\text{KNO}_3$  0,166 g;  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  0,7 g;  $\text{KCl}$  0,616 g;  $\text{MgSO}_4$  0,5 g;  $\text{CaSO}_4$  0,5 g;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  0,25 g.

Spoorelementen bij beiden:  $\text{H}_3\text{BO}_3$  0,5 mg;  $\text{CuSO}_4$  0,125 mg;  $\text{ZnSO}_4$  0,2 mg; alles per liter water.

\*

Is nu alleen het geslacht *Phaseolus* gevoelig voor mangaanvergiftiging of is dit een verschijnsel, dat ook bij andere gewassen voorkomt? Reeds dadelijk kon worden opgemerkt, dat de aardappelen (Eigenheimers), die op dezelfde percelen werden geteeld, geen beschadiging vertoonden. Bewust zijn op de proefpercelen van 1946—1949 allerlei gewassen op hun gevoeligheid voor mangaanovermaat getoetst. Hiervoor zijn vooral die gewassen gekozen, waarvan bekend is dat zij in zure grond slecht groeien of mislukken, of die zoals voederwikke ongevoelig zijn voor mangaangebrek, dat op meer alkalische zandgrond voorkomt.

De ervaringen, met de verschillende gewassen opgedaan, lopen zeer uiteen.

*Voederwikke* gedraagt zich in de zure percelen geheel als bonen. Reeds in een jong stadium vertoont het een zeer karakteristiek ziektebeeld: langs de randen der jonge bladeren eerst bruinpaarse stipjes, daarna aaneengesloten randjes van die kleur. De planten blijven klein en sparrig (afb. 5) en zeer vele sterven in een jong stadium af. In voedingsoplossing en ook in de bovenbeschreven proef met de grondpotten was dit verschijnsel geheel te reproduceren.

*Lucerne* vertoont in de minst gekalkte percelen duidelijk gele randjes en necrotische stipjes op de bladeren. Deze planten blijven sterk in ontwikkeling achter. Dit beeld was wel bekend uit vroegere proefnemingen, waarbij lucerne op een terrein in de Wageningse Eng werd gekweekt en waarbij ik gelijke verschijnselen had waargenomen. In voedingsoplossing met toegevoegd mangaansulfaat was eenzelfde beschadiging op te wekken.

*Mosterd*, *aardbei* en *tabak* groeiden goed op alle veldjes. Het is al lang bekend, dat tabak op bepaalde gronden in de Verenigde Staten schade ondervindt door een overmaat mangaan. De hoeveelheid opgenomen mangaan was hier blijkbaar nog niet groot genoeg om dit te veroorzaken.

*Voederbieten* (Groenkraag) vertoonden geen ziekteverschijnselen; alleen een geringere ontwikkeling van het loof naarmate de kalkgift kleiner was, waarmee een geringere knolopbrengst samenging, op het za-perceel misgewas. Voedingsoplossingen gaven nog geen duidelijke aanwijzing, of het mangaangehalte invloed had.

*Rode klaver* vertoonde op de zure percelen gele randjes aan de jonge bladeren. In de latere ontwikkeling was echter weinig verschil. In voedingsoplossing kon een mangaangift dit verschijnsel opwekken.



Afb. 5. Voederwikke (60 kg mergel) met bruinpaarse verkleuring.

*Vlas* (Concurrent) groeide goed op alle kalkreeksen, mislukte echter geheel op beide za-percelen. De zeer kleine plantjes vertoonden hier gele bladpunten. Een hiermee overeenstemmend beeld was in voedingsoplossing niet op te wekken, zodat de mislukkingen hier niet zonder meer aan mangaanovermaat mogen worden toegeschreven.

*Haver* groeide goed op de zure en de meest gekalkte percelen.

\*

Waarom is nu dit verschil in gevoeligheid voor mangaanvergiftiging toe te schrijven?

Ter beantwoording van deze vraag werden van alle jonge gewassen uit alle percelen monsters genomen van de jongste volwassen bladeren. In het luchtdroog bewaarde materiaal werd dan het mangaangehalte, op droge stof berekend, bepaald. Uit de uitkomsten van deze bepalingen is af te lezen, waar de grens ligt, waarboven een bepaald gewas ziekteverschijnselen vertoont, en tevens wat het hoogste gehalte is, dat nog zonder beschadiging verdragen wordt.

TABEL I. Laagste gehalte aan mangaan in jonge zieke planten en hoogste gehalte in jonge gezonde planten

Gewas	Gehalte Mn 1:1000.000 droge stof in							
	1946		1947		1948		1949	
	ziek	gezond	ziek	gezond	ziek	gezond	ziek	gezond
Prinsesseboon . . . . .	1 210	521	1 211	642	1 167	670	1 104	904
Bruine boon . . . . .			1 589	1 142	1 092	1 036	922	855
Voederwikke . . . . .					496	363	1 117	975
Lucerne . . . . .					477	452	1 083	648
Rode klaver . . . . .							1 300	910

In Tabel I zijn deze cijfers voor de opeenvolgende jaren bij elkaar gebracht.

Het blijkt, dat bij de jonge *prinsessebonen* de grenswaarde, waarbij ziekte optreedt, in de verschillende jaren zeer constant is (1211—1104). Bij de andere gewassen is deze grenswaarde, voor zover zij in verschillende jaren bepaald is, veel minder constant. In 1948 lag zij voor wikke en lucerne veel lager dan in 1949, toen de gehalten van gezonde planten die van zieke in 1948 herhaaldelijk overtroffen. Prinsesseboon is tot nu toe wel het meest constant in reactie en daardoor het meest geschikte gewas om grond op zijn gehalte aan opneembaar mangaan te toetsen.

In tabel II zijn de bereikte maxima in de kalkreeksen voor elke soort opgenomen; wanneer het gehalte in een za-perceel het voorgaande overtrof, is dit getal tussen haakjes bijgevoegd. Daar vooral de laatste jaren in de za-percelen bij alle gewassen een mindere groei optrad, is het mogelijk, dat hier naast mangaanovermaat nog andere schadelijke factoren in het spel zijn, waardoor deze uitkomsten niet geheel met die uit de overige percelen te vergelijken zouden zijn.

Wanneer men de uitkomsten voor de gewassen onderling vergelijkt, blijkt, dat *Phaseolus* 4 maal het maximum voor een bepaald jaar bereikte. Dan volgt *voederwikke*, dat in 1949 *Phaseolus* nog in gehalte overtrof. Bij deze gewassen hangt hun grote gevoeligheid zeer waarschijnlijk samen met de hoge mate, waarin zij mangaan opnemen.

*Lucerne*, dat op het veld en in voedingsoplossing ook zeer gevoelig is, bereikt relatief veel lagere maxima. Hier werkt blijkbaar het opgenomen mangaan in de plant sterker giftig; ook het lage niveau, waarbij lucerne in 1948 ziek werd, wijst daarop (Tab. I).

*Mosterd* en *haver* zijn blijkbaar resistent tegen deze beschadiging, doordat zij het mangaan veel moeilijker opnemen. De grote gevoeligheid van haver voor mangaangebrek, die zich uit in de „veenkoloniale haverziekte” op te sterk alkalisch bemeste gronden, hangt hiermee natuurlijk samen.

*Tabak*, *vlas* en *aardbei*, waarbij geen beschadiging in het loof optrad, kunnen blijkbaar meer mangaan ongestraft verdragen.

Bij *voederbieten* was geen beschadiging in het loof waar te nemen, hoewel de opbrengst wel bij toename van het mangaangehalte daarin sterk daalde; een causaal verband kon niet vastgesteld worden, daar de uitkomsten der proeven in voedingsoplossing niet in overeenstemming waren met de verschijnselen te velde. Dit gewas en ook aardappelen vragen om nader onderzoek.

\*

Tot nu toe is de rol, die de grond speelt bij het beschikbaar komen van opneembaar mangaan nog niet aangeroerd.

Het is bekend, dat de zuurgraad van de grond grote invloed heeft op de vorm, waarin het steeds aanwezige mangaan voorkomt; in alkalisch milieu toch vormen zich de in water onoplosbare mangani-verbindingen, in zuurder

TABEL II. Maximum gehalte aan mangaan in jonge planten in de kalkreeksen. Tussen ( ): za-percelen

Gewas	Gehalte Mn 1:1000.000 droge stof in				
	1944	1946	1947	1948	1949
Prinsesseboon . . . . .		3 510	3 665	2 702 (4 216)	1 709
Bruine boon . . . . .	2 052	2 290 (2 981)	2 670	3 047	2 236 (2 535)
Voederwikke . . . . .			2 709	1 552	2 678 (3 276)
Lucerne . . . . .				1 047 (1 152)	1 225 (2 429)
Rode klaver . . . . .					1 905
Tabak . . . . .			2 936		
Aardappel:					
Eigenheimer . . . . .	896	1 717 (2 225)			
Noorderling . . . . .					947 (1 176)
Vlas . . . . .					2 137
Voederbiet . . . . .					947
Mosterd . . . . .				598 (901)	
Aardbei . . . . .		1 641			
Haver . . . . .	370				

TABEL III. Mangaangehalte van grondfiltraat en prinsesseboon

Perceel	Mangaangehalte 1:1000.000			
	ongekalkt		60 kg mergel	
	grond-filtraat	plant	grond-filtraat	plant
20.6.1946	49	3 510 (27.6)	14,6	277 (27.6)
23.7.1946	48,4	—	10,8	—
20.5.1947	43	3 081 (6.6)	33,3	518 (6.6)
15.7.1947	—	—	51,4	84 (20.7)
26.8.1947	148	—	41	—
29.5.1948	36,3	—	17,7	—
24.6.1948	34	2 442 (16.6)	13,5	113 (16.6)
22.7.1948	20,1	—	spoor	—

milieu de in water oplosbare mangano-zouten. Ongetwijfeld spelen ook micro-organismen in de bodem een grote rol bij deze omzettingen.

Vanzelf rijst de vraag, of het mogelijk zou zijn het door de plant opneembare mangaan direkt in de grond te bepalen. Door *Heintze* in Rothamsted is hiervoor een eenvoudige methode toegepast: 100 g grond worden gedurende een uur met 100 ml  $\frac{1}{2}$  molaire oplossing van calciumnitraat geschud, dan wordt afgefiltreerd en in het filtraat het aanwezige mangaan bepaald.

In het eerste jaar, dat ik met deze methode werkte, scheen er wel een duidelijke correlatie te bestaan tussen de gevonden hoeveelheid mangaan in het grond-filtraat en het mangaangehalte in het gewas. Toen echter deze bepalingen in andere jaren onder zeer verschillende weersomstandigheden werden herhaald, bleken de uitkomsten voor eenzelfde perceel zéér sterk te schommelen. Tabel III, waarin de gehalten van een ongemergeld en van het sterkst gemergelde perceel zijn opgenomen, geeft de wisselende uitkomsten van beide percelen. Toch treedt de beschadiging van prinsesseboon in het ongemergelde perceel in alle jaren in gelijke mate op. Terwijl in het perceel met 60 kg mergel het gehalte in 1947 (51.4) hoger ligt dan in het ongemergelde in 1946, zijn de planten hier gezond en hebben zelfs een lager gehalte aan mangaan (84).

Voor de vaststelling van een eventuele mangaanovermaat in een grondmonster blijkt de aangegeven methode dus van weinig waarde. Stelt men zich deze vraag, dan geeft een kweekproef met prinsessebonen als indicatorplant een veel scherper antwoord: binnen enige weken zal de jonge plant door het wel of niet optreden van de karakteristieke bladbeschadiging uitsluitel geven.

Het kan namelijk zeer wenselijk zijn, de werkzame oorzaak vast te stellen van plantbeschadiging op een zuur perceel. A priori kunnen allerlei oorzaken in het spel zijn: de zuurgraad als zodanig, magnesiumgebrek door uitspoeling (wat op onze zure zandgronden zeer veel voor-

komt) en dan bestaat blijkbaar ook de mogelijkheid van beschadiging door overmaat opneembaar mangaan. Wanneer nu de reactie van een gewas op mangaanovermaat bekend is, kan daardoor deze oorzaak onderscheiden worden van de overige mogelijkheden.

\*

Toen in de oorlogsjaren dit onderzoek werd begonnen, was de betreffende buitenlandse literatuur onbereikbaar. Mij was alleen bekend, dat op bepaalde gronden in Kentucky en Connecticut tabak aan mangaanbeschadiging onderhevig was; de opgegeven gehalten van de zieke plant (5250—11.000) waren echter hoger dan de waarden, die in de Wageningse proefpercelen in tabak bereikt werden. In 1946 kwam mij een artikel van *Parberry* (1943) in handen, waarin meegedeeld werd, dat een bepaalde bladbeschadiging van *Phaseolus* in Nieuw-Zuid-Wales correleerde met een hoog mangaangehalte in de bladeren; niet zeker is echter, of deze wel overeenstemde met de door mij waargenomen verschijnselen. Reeds spoedig daarna kon ik het bericht lezen over waarnemingen en proefnemingen in het Tuinbouwproefstation te *Long Ashton* bij Bristol, waar gelijke verschijnselen in *Phaseolus* ook aan een overmaat van mangaan werden toegeschreven (*Wallace, Hewitt en Nicholas* 1945). Door persoonlijk contact met de onderzoekers in *Long Ashton* en vergelijking van materiaal is het zeker, dat hier eenzelfde verschijnsel bestudeerd wordt en ook te velde is waargenomen. In *Long Ashton* worden in de laatste jaren uitgebreide en zeer nauwkeurige proeven genomen met allerlei gewassen; de bewuste vraagstelling is hier steeds: een nadere analyse van de werkzame oorzaken, die „zuurbeschadiging” kunnen veroorzaken (*Hewitt* 1945—1948).

In de *Verenigde Staten* is in de laatste jaren mangaanbeschadiging in verschillende streken bekend geworden en lucerne wordt als gevoelig hiervoor genoemd.

De waarschijnlijkheid is groot, dat bij nader onderzoek dit verschijnsel algemener zal blijken dan oorspronkelijk verwacht werd.

\*

#### Literatuur

- Parberry*, N. H.: The excessive uptake of manganese by beans showing scald and magnesium deficiency; its regulation by liming. *The Agric. Gaz. New South Wales*, 54: 54, 1943.
- Hewitt*, E. J., 1945, 1946, 1947, 1948: The resolution of the factors in soil acidity. *Ann. Rep. Agr. & Hort. Res. Sta. Long Ashton*.
- Wallace*, T., *Hewitt*, E. J. and *Nicholas*, D. J. D., 1945: Determination of factors injurious to plants in acid soils. *Nature* 156, 778—782.