

MANGAANGEBREK, OORZAAK VAN DE KWADE HARTEN VAN ERWTEN

(Mn-DEFICIENCY AS THE CAUSE OF MARSH SPOT OF PEA SEEDS)

DOOR

HELENA L. G. DE BRUYN

INLEIDING

In 1933 (DE BRUYN, 1) werd vastgesteld, dat kwade harten van de erwten een physiologische ziekte is, al bleef het een vraag, in welke richting de mogelijke oorzaak gezocht moest worden. In overeenstemming hiermede is het resultaat, waartoe LACEY (7) het volgend jaar in Engeland kwam, nl. dat bacteriën geen directe rol spelen bij het ontstaan van de ziekte. Terzelfder tijd gaf PETHYBRIDGE (13) een duidelijk overzicht van hetgeen tot dat tijdstip bekend was over het vraagstuk, waaruit bleek, dat het eenige positieve gegeven, dat men verkregen had, de afhankelijkheid van het optreden van de ziekte van den toestand van den grond was.

Omstreeks 1935 hebben ongeveer tegelijkertijd verschillende onderzoekers het denkbeeld gehad om de kwade harten van de erwten toe te schrijven aan een tekort aan een voor de plant noodig chemisch element, zij zou een „gebrekziekte” zijn en op verschillende wijze heeft men getracht het antwoord te vinden.

LÖHNIS (8) verrichtte chemische analyses van gezonde en zieke erwten en constateerde, dat het gehalte aan mangaan bij de laatste lager was. Zij raadt aan om in de richting van mangaangebrek te blijven zoeken, maar acht het positieve bewijs nog niet geleverd.

Tegelijkertijd kwam PETHYBRIDGE (14) in Engeland op dezelfde gedachte. In de buurt van een veld, waarop geregeld zieke erwten voorkwamen, vond hij haver, die aan veenkoloniale haverziekte leed, welk verschijnsel men aan mangaangebrek toeschrijft. Op kleine schaal werd een proef genomen met toediening van MnSO_4 met gunstig, hoewel niet afdoend gevolg.

In Zeeland was Ovinge (11) in de practijk reeds met hetzelfde begonnen in 1935. Het verkregen succes leidde tot voortzetting der proeven in 1936 en 1937 (Ovinge (11, 12) en Verslagen van de Rijkslandbouwproefvelden in Zeeland 1935, 1936, 1937 (16)). Als algemeen resultaat kan gemeld worden, dat sterke verbetering optrad na toediening van 100 kg MnSO_4 per ha in poe-

dervorm uitgestrooid tegen, tijdens of vlak na den bloei, bij dubbele hoeveelheid van het zout daalde het percentage zieke erwten nog sterker. Toediening op het tijdstip, dat de plantjes ± 10 cm groot waren, gaf wel eenig, doch veel minder resultaat dan bij latere behandeling.

In 1936 begon ook KOOPMAN (6) met proefnemingen. Deze gebruikte evenals PETHYBRIDGE in Engeland een oplossing van MnSO_4 , waarmee de planten bespoten werden. In 1937 zijn op uitgebreide schaal bespuitingen verricht, zoowel op verschillende tijdstippen als met oplossingen van verschillende sterkte. Het beste effect werd bereikt met 3 maalspuiten met een oplossing van 1%₁₀₀, waarvan de 2 laatste bespuitingen na den bloei plaats hadden. Het percentage kwade harten verminderde in een geval o.a. van 30 tot 4% (12).

Een andere oplossing van het probleem probeerde HEINTZE (4) in Engeland. Zij trachtte door analyses van grondmonsters verband te vinden tusschen de aanwezige hoeveelheid vrije mangaanoxiden en uitwisselbaar mangaan en het percentage kwade harten, dat op deze gronden voorkwam. Haar resultaten waren niet geheel bevredigend en in sommige gevallen was er sterker verband te bemerken tusschen de zuurgraad van den grond en het optreden van de ziekte, dan tusschen deze en de aanwezige hoeveelheid vrije mangaanoxiden en uitwisselbaar mangaan. Gronden met pH lager dan 7,0 brachten nooit kwade harten voort. Daarnaast verrichtte zij ook potproeven met zieke gronden en met een mengsel van zand en 5% Calcium-bentonite. Bij beide ontwikkelde zich na toevoeging van MnSO_4 gezonde erwten, in tegenstelling met de onbehandelde, waarbij een afwisselend percentage zieke voorkwam.

Zoowel het lagere mangaangehalte van de zieke erwten als de invloed van toediening van MnSO_4 op het optreden van de ziekte geven aanwijzingen, dat mangaangebrek mogelijk de oorzaak van de kwaal is, doch directe bewijzen er voor zijn zij ten slotte niet. Om dit met meer zekerheid vast te kunnen stellen, zijn speciale cultuurproeven noodzakelijk.

Het is reeds bekend, dat voor de volledige ontwikkeling van de erwtenplanten mangaan noodig is. MCHARGUE (9) en vooral SAMUEL en PIPER (15) beschreven nauwkeurig de symptomen, die op bladeren en stengels bij mangaangebrek ontstaan. De jongste ranken en internodiën worden bruin, de laatst ontwikkelde blaadjes blijven klein, zijn geel van tint met bruine vlekjes, de iets oudere zijn eveneens gevlekt, hier is het bladmoes geelachtig, terwijl de nerven groen blijven; het groeipunt sterft af. Deze symptomen traden bij de proeven van deze onderzoekers onge-

veer 7 à 8 weken na de ontkieming op in een mangaanvrije oplossing. Door het afsterven van de groeipunten werden er geen bloemen gevormd. De invloed van een tekort aan mangaan bij de zaadvorming werd dus niet vastgesteld en juist dit laatste is noodig, indien uitgemaakt moet worden of de kwade harteren aan mangaangebrek te wijten zijn.

METHODIEK

De opzet van de proeven moest zoo zijn, dat er genoeg, doch een minimum aan mangaan aanwezig was om rijpe peulen en zaden te krijgen. Dit werd bereikt door planten te kweken in oplossingen van verschillende samenstelling, waaraan geen en oplopende doseeringen van MnSO_4 waren toegevoegd.

Voor het bereiden van de voedingsoplossingen werd steeds van pro-analyse zouten van de firma Schering-Kahlbaum en van gedestilleerd water gebruik gemaakt. Er werd zoowel met water- als met glaszand-culturen gewerkt.

De waterculturen hadden plaats in jampotjes van ± 650 cc inhoud; deze werden na zorgvuldige reiniging van binnen geparaaffineerd en van buiten omhuld met zwart en wit papier. Geregeld werd het verbruikte water bijgevuld. Gedurende de groei van de erwten werd de geheele inhoud, water + zouten, in het jaar 1937 twee keer en in 1938 één keer geheel ververscht.

De glaszandculturen geschieden in geglazuurde potten, waarin ± 8 kg glaszand gebracht werd. Dit zand werd ongewassen en gewassen gebruikt. In het laatste geval bleef het minstens 24 uur in zoutzuur staan, daarna werd het in stroomend leidingwater 8 à 9 uur gespoeld, dan stond het nog een nacht over in gedestilleerd water, waarna het gedroogd werd. De moeilijk oplosbare zouten werden met het droge zand goed vermengd, de andere werden opgelost in het water, waarvan 1 liter per pot werd gegeven. Het gewicht van alle potten was bij het begin gelijk en het verbruikte water werd steeds bijgevuld tot dit gewicht weer was bereikt.

Als proefplant werd de variëteit Jumboka gekozen, omdat deze buitengewoon gevoelig is voor de ziekte. De erwten werden eerst op het oog uitgezocht op eventuele aanwezigheid van schimmelziekten, daarna ontsmet met sublimaat en in zuiver glaszand te kiemen gelegd. Na voldoende groei werden zij overgebracht in de potten. In ieder jampotje kwam één erwt, in elke geglazuurde pot met glaszand 3 erwten, terwijl bij deze laatste in het midden 3 haverkorrels gelegd werden. De haverplanten dienden ter contrôle voor het optreden van mangaangebrek, zij zijn

hiervoor zeer gevoelig (veenkoloniale haverziekte) en de symptomen zijn zeer typisch. Steeds traden de symptomen bij de haver eerder op dan eventueel bij de erwten, zij dienden als maatstaf of de werkwijze nauwkeurig genoeg was en tevens of nog verhooging van mangaangift in een bepaalde serie gewenscht was. Bij de waterculturen werd ter controle in een apart potje met gelijke oplossing zonder mangaan haver gekweekt.

Een eerste vereischte voor het nauwkeurig vaststellen van den invloed van één bepaalde factor, zooals in het onderhavige geval, is om alle andere factoren zoo normaal mogelijk te maken. De erwten werden daarom in de buitenlucht gekweekt. De potten en potjes stonden op een lorrie onder een glazen afdak, dat aan alle zijden open was, alleen hielden op de Westzijde enkele gespannen jute zakken de te felle regenbuiën tegen. Bij mooi weer stond de lorrie geheel buiten, slechts 's nachts en bij regenweer overdag onder het afdak. De gevolgen waren duidelijk te zien, de planten waren stevig van stengel en blad, zij zagen er uit als normale erwten van het veld.

Bovendien werd er zorg voor gedragen, dat de erwten op normalen tijd gekweekt werden, voor de laatste Maart waren de zaden buiten te kiemen gezet, slechts enkele leegte plekken, ontstaan door het wegvallen van sommige kiemplantjes, werden later bijgevuld.

Zooals vanzelf spreekt, zijn er ook bezwaren aan de boven beschreven werkwijze verbonden; het grootste bezwaar was wel het optreden van *Grapholitha*. Menige erwt werd geheel de prooi van de larve van dezen bladroller, andere gedeeltelijk, waardoor het wel of niet aanwezig zijn van de ziektesymptomen soms moeilijk te beoordeelen was. Een gedeelte der erwten is daarom bij het vaststellen van de resultaten uitgeschakeld, het aantal goed ontwikkelde erwten is grooter geweest dan de uitkomsten aangeven. De plaag was in 1937 heviger dan in 1938.

De gebruikte oplossingen waren van verschillende zuurgraden; een reeks (a) was meer zuur en de andere (b) meer alkalisch, met in iedere reeks nog kleine verschillen in toegediende zouten. Bij de zandculturen werd van de meeste zouten twee maal de hoeveelheid gebruikt, welke bij de waterculturen werd toegediend. De samenstelling van de oplossingen met weglating van de eventueel toegevoegde MnSO_4 , is als volgt:

	a zand '37, '38 per pot g	a ¹ water 1937 per liter g	a ² water '37, '38 per liter g
KNO ₃	2	1	1
KH ₂ PO ₄	0,25	0,125	0,5
CaSO ₄ 2 aq.	1,5	0,75	0,75
MgSO ₄ 7 aq.	1	0,5	0,5
Ca (H ₂ PO ₄) ₂ aq.	1,222	0,611	—
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ 6 aq.	0,05	0,03	0,03
H ₃ BO ₃	0,0016	0,0008	0,0008
Al ₂ (SO ₄) ₃	0,0005	0,0005	0,0005
CuSO ₄ 5 aq.	0,000125	0,000125	0,000125
KJ	0,00025	0,00025	0,00025
KF	0,00025	0,00025	0,00025
ZnSO ₄ 7 aq.	0,0005	0,0005	0,0005

	b zand 1937 per pot g	b ¹ zand 1938 per pot g	b ² water '37, '38 per liter g
NaNO ₃	2	2	1
K ₂ HPO ₄	1,5	1,5	0,75
CaCO ₃	1,9	—	—
CaO	—	1	0,5
MgSO ₄ 7 aq.	1	1	0,5
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ 6 aq.	0,1	0,2	0,1 ('37: 0,05)
H ₃ BO ₃	0,0016	0,0016	0,0008
Al ₂ (SO ₄) ₃	0,0005	0,0005	0,0005
CuSO ₄ 5 aq.	0,000125	0,000125	0,000125
KJ	0,00025	0,00025	0,00025
KF	0,00025	0,00025	0,00025
ZnSO ₄ 7 aq.	0,0005	0,0005	0,0005

RESULTATEN 1937

In 1937 werden 3 verschillende oplossingen voor de waterculturen gebruikt, zonder en met twee verschillende hoeveelheden MnSO₄. Bij de zandculturen werd hoofdzakelijk met ongewaschen zand gewerkt, slechts zonder en met mangaan. Een kleine proef van 6 potten met behandeld zand had alleen oriënterende waarde. De resultaten zijn als volgt:

Waterculturen

	aantal potten (number of pots)	a ¹ + a ²		aantal potten (number of pots)	b ¹	
		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)
— Mn	6	32	17	6	28	13
0,1 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . . .	6	41	0	6	22	4
1,5 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . . .	6	52	0	6	30	0

Zandculturen

	aantal potten (number of pots)	a		aantal potten (number of pots)	b ¹	
		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)
ongewasschen zand (untreated sand)						
— Mn	5	95	5	11	154	5,
1,5 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . . .				3	60	0
gewasschen zand (sand treated with HCl)						
— Mn				2	0	
0,6 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . . .				2	0	
2,5 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . . .				2	14	5

Uit de resultaten van de waterculturen blijkt, dat bij meer alkalische oplossing (b) grooter hoeveelheid MnSO_4 noodig is om gezonde erwten te krijgen, dan bij de meer zure (a). Verder, dat het ongewasschen zand nog vrij veel mangaan bevat, waardoor de uitkomsten niet nauwkeurig genoeg zijn. Dit werd bovendien bewezen door het gedrag van de haver, in de zure potten zonder mangaan kwamen bij deze geen symptomen van mangaangebrek voor, bij de alkalische wel, echter slechts bij $\frac{2}{3}$ gedeelte.

Hetgeen verder opviel, waren de groote individueele verschillen tusschen de erwtenplanten, vermoedelijk was de hoeveelheid mangaan, die met het geplante zaad meekwam niet steeds dezelfde en in het algemeen nog vrij groot, vandaar de ongelijke uitkomsten.

RESULTATEN 1938

In verband met de ondervinding opgedaan in 1937, werd in 1938 ten eerste naast de waterculturen alleen gewasschen glas-zand gebruikt, en ten tweede werd getracht om de hoeveelheid meegebracht mangaan van de moedererwt zoo klein mogelijk te maken. Daarom werden zaden gebruikt, waarvan bekend was, dat zij een groot percentage kwade harten hadden. Is de veronderstelling juist, dat mangaangebrek de oorzaak van deze kwaal is, dan kan men aannemen, dat erwten van een zieke partij een relatief laag mangaangehalte hebben, hetgeen trouwens LÖHNIS (8) aantoonde. De Heer Ir C. KOOPMAN te Zierikzee was zoo welwillend mij Jumboka's te verschaffen, die voor 34,5% kwaadhartig waren, waarvoor ik hem hierbij nog mijn dank betuig. Bovendien werd na de ontkieming het grootste gedeelte van de zaadlobben verwijderd, hetgeen tegen verwachting geen noemenswaardige slechte invloed op den groei had. De gevolgen van deze maatregel waren opvallend, de resultaten waren in 1938 sprekender dan in 1937 en daarbij zeer gelijkmatig. Zij zijn in de volgende tabel aangegeven.

Het percentage zieke erwten was bij geen of geringe mangaangift dikwijls 100%, terwijl alleen gezonde of slechts enkele zieke bij de hogere giften voorkwamen. Bovendien waren de enkele gezonde erwten bij de reeksen met lagere giften klein en niet tot volle rijpheid gekomen, mogelijk waren zij bij verderen groei toch ziek geworden.

Daarnaast dient de aandacht gevestigd te worden op het verschil in hevigheid der symptomen, hetgeen niet uit de cijfers blijkt. In fig. 1 is te zien hoe ziek de erwten zijn bij onvoldoende hoeveelheid mangaan, dikwijls zoo sterk, dat de necrose tot aan

Waterculturen

	aantal potten (number of pots)	a ^a		aantal potten (number of pots)	b ^b	
		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)
— Mn	4	0		6	0	
0,025 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . .	6	6	6	6	2	2
0,05 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . .	6	11	11	6	0	
0,1 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . .				6	8	8
0,5 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . .	4	8	0			
1 mg MnSO ₄ 4 aq per liter . .				6	15	3

Zandculturen

	aantal potten (number of pots)	a		aantal potten (number of pots)	b ^a	
		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)		aantal erwten (number of peas)	aantal kw. h. (number of diseased peas)
— Mn	3	76	75	2	0	
0,05 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . .	3	65	62			
0,1 mg MnSO ₄ 4 aq per pot. . .	3	65	65			
2 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . .	3	72	4	4	7	6
2,5 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . .				3	26	24
5 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . .				3	42	1
15 mg MnSO ₄ 4 aq per pot . .						

het tegenovergestelde oppervlak van de zaadlobben reikt (zie onderste linksche erwt in fig. 2). In de praktijk worden dergelijke hevig zieke erwten niet vaak gevonden. De pluimpjes waren eveneens sterk necrotisch, soms in die mate, dat ze niet tot volle ontwikkeling kwamen. Hiertegenover staat, dat de enkele aangestaste erwten van de reeks met veel MnSO_4 slechts zeer kleine plekjes op de zaadlobben of op het pluimpje hadden. De erwten van een volkomen gezonde plant uit een zandcultuur (a) met hoogste mangaangift zijn afgebeeld in fig. 3.

Bij de alkalische (b) oplossingen is veel meer MnSO_4 noodig dan bij de a-culturen om gezonde erwten te krijgen, hetgeen zelfs niet volkomen gelukt is. Bij geen of geringe hoeveelheid MnSO_4 stierven de planten vroegtijdig tengevolge van mangaangebrek af of vormden geen goed ontwikkelde zaden. De mangaangebrek-symptomen op de bladeren, groeipunten en ranken waren vooral duidelijk bij de planten in de zandculturen.

Bij de meer zure (a) oplossingen ontwikkelden zich bij de planten in de waterculturen zonder mangaan geen zaden, bij enkele planten waren de symptomen op de bladeren duidelijk. Daarentegen werden bij de zandculturen zelfs zonder mangaan een groot aantal erwten gevormd. In het algemeen stonden de planten bij de a-oplossingen beter dan bij de b-oplossingen.

De symptomen bij de haver waren dit jaar duidelijk en goed, zij konden met goed gevolg gebruikt worden als indicator voor toediening van wenschelijk geachte grootere hoeveelheid MnSO_4 dan oorspronkelijk gebruikt was.

De pH van de ongebruikte zandculturen a was 5,9, na afloop van de proef was deze gemiddeld 6,3; die van de b-culturen begon met 8,4 en was na afloop van de eerste 3 series 8,15; de 3 potten met hoogste mangaangift hadden aan het eind een gemiddelde pH van 7,7. De overeenkomstige vloeistoffen van de waterculturen hebben ongebruikt een pH van 4,55 en 9,1; tijdens en na den groei werd de pH niet vastgesteld.

BESCHOUWING

Het optreden van de kwade harten bij afwezigheid of bij geringe hoeveelheid MnSO_4 bewijst, dat mangaangebrek de oorzaak van dit euvel is, vooral nu dit gevonden werd in de oplossingen van verschillende pH.

Na afloop van de proef in 1938 waren de pH's, waarbij zieke erwten voorkwamen, gemiddeld 6,3 en 8,15. HEINTZE (4) vond bij de door haar onderzochte gronden geen kwade harten onder pH 7,0 en Ovinge (10) stelde bij een kleine proef vast, dat de

grens bij gronden, waarop de ziekte wel en niet voorkwam, tusschen $\text{pH} = 6,7$ en $\text{pH} = 6,2$ gelegen was. In de culturen was bij de lagere pH 's minder MnSO_4 noodig om gezonde erwten te krijgen; het mangaan was in de potten met meer zure voedingsoplossing gemakkelijker bereikbaar dan in die met meer alkalische, doch indien dit bij de eerste werkelijk ontbrak of slechts in zeer geringe hoeveelheid aanwezig was, traden hier eveneens de symptomen van het gebrek op, nl. die van de kwade harten. De zuurgraad heeft een secundaire invloed, doch primair is de afwezigheid van voldoende mangaan voor de plant.

Opvallend was, dat de erwten in de later ontwikkelde peulen van eenzelfde plant zeker waren dan in de eerstgevormde (fig. 2); dit verschijnsel kon steeds weer vastgesteld worden. Een mogelijke verklaring hiervoor is, dat het weinige mangaan, dat aanwezig is bij deze tot volle wasdom gekomen planten voor de eerste zaden nog in grotere hoeveelheid beschikbaar is dan voor de later gevormde, het tekort voor de erwten wordt steeds groter. Hiermede is in overeenstemming, dat de enkele zieke erwten van de reeks van de grootste doseeringen van mangaan slechts zeer zwakke symptomen hadden. Dit algemeen voorkomend feit sluit aan bij de theorie, dat mangaangebrek de oorzaak van de kwade harten is. Analooq hiermede is tevens het verschijnsel, dat op het veld in de laatste periode van rijping het percentage kwade harten sterk toeneemt (DE BRUYN, 1; LACEY, 7).

Vroeger (DE BRUYN, 1) was gebleken, dat onder de zwaarste erwten van het veld steeds de meeste zieke voorkwamen, hetgeen door latere onderzoekers bevestigd is (OVINGE, 10; FURNEAUX en GLASSCOCK, 2; LÖHNIS, 8; KOOPMAN, 6). In 1933 werd dit als een bezwaar geacht om de oorzaak van de kwade harten als een gebrekziekte te beschouwen, het lag niet voor de hand, dat in dat geval bij de sterkst ontwikkelde zaden de symptomen het hevigst waren. LÖHNIS (8) bracht hier tegen in, dat een gebrekziekte niet uitgesloten is, daar mogelijk bij een groote productie van organische stof een van de onmisbare stoffen in het minimum komt. Thans is van andere gebrekziekten hetzelfde bekend. Zoowel GRAM (3) als JAMALAINEN (5) merken op, dat onder gelijke omstandigheden gegroeid, de zwaarste koolrapen het sterkst van „bruin” te lijden hebben, een ziekte, die door boriumgebrek veroorzaakt wordt. Het in grotere mate voorkomen van de ziekte bij de best ontwikkelde zaden sluit dus de mogelijkheid van een gebrekziekte niet uit.

Hoe is echter het verband tusschen het gewicht van de erwten en het verschijnsel van de kwade harten bij de cultuurproeven? Hier is gewerkt met een minimum tot de grens, dat geen groei

meer mogelijk was. Het is waarschijnlijk, dat onder dergelijke omstandigheden de geheele plant toch iets te lijden zal hebben. Dit blijkt uit de berekening van het percentage erwten van bepaald gewicht van alle volkomen gave erwten van de zandculturen, het is verklaarbaar, dat hier de zieke in het algemeen een lager gewicht hebben dan de gezonde, zooals de volgende cijfers weergeven.

	erwten onder 400 mg	erwten van 400-500 mg	erwten boven 500 mg
zieke erwten	41,5 %	39 %	19,5 %
gezonde erwten	19 %	35,5 %	45,5 %

De oplossing van de theoretische vraag, wat de oorzaak van de kwade harten is, blijkt in overeenstemming te zijn met hetgeen de vondsten in de praktijk deden vermoeden. Het zoeken naar de beste wijze van afdoende bestrijding van deze ziekte zal op den reeds ingeslagen weg voortgezet moeten worden. Waar nu reeds zeer gunstige resultaten bereikt zijn, zal in de toekomst zeker een geheel bevredigende oplossing gevonden worden.

SAMENVATTING

1. Water- en glaszand-culturen zonder en met verschillende hoeveelheden MnSO_4 bewezen, dat de kwade harten van de erwten veroorzaakt worden door mangaangebrek.

2. De zuurgraad van de oplossing bleek van secundairen invloed te zijn; bij de meer alkalische oplossing was meer MnSO_4 noodig om gezonde erwten te krijgen; de ziekte trad echter zowel bij pH 6,3 als bij pH 8,15 op.

3. De symptomen van de ziekte waren bij eenzelfde plant het hevigst bij de laatst gevormde erwten.

*Instituut voor Phytopathologie,
Laboratorium voor Mycologie
en Aardappelonderzoek*

Wageningen, November 1938.