

DE BLADROLZIEKTE VAN DE AARDAPPELPLANT

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN
DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE
LANDBOUWKUNDE AAN DE LAND-
BOUW-HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OPGEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS
DR. A. VAN BIJLERT, HOOGLEERAAR
IN DE TROPISCHE LANDBOUWKUNDE,
ENZ., VOOR EEN, - OVEREENKOMSTIG
ARTIKEL 46 LID 4 VAN DE WET VAN 15
DECEMBER 1917 TOT REGELING VAN HET
HOGER LANDBOUW- EN HOGER VEE-
ARTSENIJKUNDIG ONDERWIJS (STAATS-
BLAD No. 700), - DAARTOE BENOEMDE
COMMISSIE UIT DEN SENAAT, TE VER-
DEDIGEN OP WOENSDAG 8 DECEMBER
1920, DES NAMIDDAGS TEN VIER URE,

DOOR

**JAN GERHARDUS
OORTWIJN BOTJES**

GEBOREN TE OOSTWOLD (OLDAMBT)

H. VEENMAN - WAGENINGEN - MCMXX

VOORWOORD EN INHOUD.

In het artikel „Iets over het kweken van Ziektevrij pootgoed bij aardappelen”, hetwelk in 1919 door de Directie van den Landbouw is uitgegeven, heb ik in korten vorm mijne waarnemingen betreffende de bladrolziekte in de jaren 1911 tot 1918 gepubliceerd. Zij komen in hoofdzaak hierop neer, dat de ziekte besmettelijk is, en van plant tot plant overgaat. De wijze van overgang was echter niet gevonden, al schenen enkele verschijnselen te wijzen op een overbrenging door insecten. Verder was aangetoond dat de invloed van een zieke voorvrucht veel minder beteekenis moest hebben dan men er toen aan toekende. In den herfst van 1918 heeft de Senaat van de Landbouwhoogeschool mij gelegenheid gegeven mijne onderzoekingen op de terreinen en met de hulpmiddelen van de hoogeschool voort te zetten. Gaarne maak ik van deze gelegenheid gebruik om openlijk mijn dank uit te spreken aan den toenmaligen Rector Magnificus Prof. ABERSON en de hoogleeraren DR. QUANJER, MAYER GMELIN, DR. BLAAUW en DR. SÖHNGEN, die hiertoe hunne medewerking hebben verleend. Deze welwillendheid moet door mij te meer worden gewaardeerd, omdat het al ruim twintig jaren is geleden, dat ik de onderwijsinrichting te Wageningen verliet.

In het bijzonder wil ik mijn grooten dank betuigen aan mijn Promotor, Prof. DR. QUANJER zonder wiens hulp ik niet in staat zou zijn geweest verschillende proefnemingen te verrichten. Het is mij niet mogelijk al de diensten op te noemen, welke hij mij heeft verleend; laat ik er mee volstaan door te zeggen dat hij ten allen tijde bereid is geweest mij alles te zenden wat ik noodig had en dat hem geen moeite of tijdverlies te groot was om mij behulpzaam te zijn of van goeden raad te dienen.

De proeven te Wageningen zijn genomen in overleg en onder leiding van Prof. QUANJER. Er bestond tusschen hem en mij een zoodanige samenwerking, dat moeilijk te zeggen valt, waar het initiatief van den eenen is begonnen en dat van den ander is geëindigd. Daar deze proeven zich, ook wat hunne resultaten aangaat, geheel aansluiten bij datgene, wat ik voor 1918 omtrent de bladrolziekte en de mozaiekziekte gevonden

heb, is de beschrijving ervan met die van vroeger gedane waarnemingen tot een geheel vereenigd. Tevens is getracht een overzicht te geven van hetgeen door anderen is gepubliceerd omtrent deze ziekte of omtrent ziekten, welke eenige punten van overeenkomst met bladrolziekte vertoonen. Volledigheid in dit opzicht is echter, met het oog op de talloze publicaties, welke betrekking hebben op dit onderwerp, niet te bereiken.

De inhoud is over de volgende hoofdstukken verdeeld:

Hoofdst.	Blz.
I Uitwendige kenmerken.....	1
II Aardappelziekten, waarmee de bladrolziekte verward kan worden.....	6
III Inwendige kenmerken en stofwisseling van zieke planten.....	11
IV Enzymwerking in gezonde en zieke planten.....	31
V Plantenziekten, welke punten van overeenkomst met bladrolziekte vertoonen.....	34
VI De invloed van het pootgoed ten opzichte van het optreden van den primairen en den secundairen vorm der ziekte.....	38
VII De besmettelijkheid der bladrolziekte. De invloed van zieke buurplanten.....	43
VIII De invloed van een zieke voorvrucht.....	47
IX De verspreiding der ziekte door insecten.....	53
X Andere ziekten, die door insecten worden overgebracht.....	66
XI Kunstmatige overbrenging der besmetting.....	71
XII De overgang van het contagium van zieke stammen op gezonde buurplanten door den grond....	76
XIII Iets over den afstand, waarover de besmetting zich van uit zieke planten verspreidt.....	79
XIV Onbekende oorzaak voor het ziek worden van gezonde stammen.....	85
XV Overgang der ziekte met de zaden.....	92
XVI De vatbaarheid der soorten.....	95
XVII Maatregelen ter bestrijding der ziekte.....	99
XVIII De oorzaak van de bladrolziekte.....	108
Resumé.....	116
Litteratuur.....	118
Die Blattrollkrankheit der Kartoffelpflanze (Referat)....	123
Zusammenfassung der bedeutendsten Ergebnisse.....	135
Verklaring der platen.....	137

I. UITWENDIGE KENMERKEN.

Zelden heeft een naam zooveel aanleiding tot verwarring gegeven als de naam „bladrolziekte”. Het is zeer verklaarbaar dat zoowel verbouwers als phytopathologen aan bladrolziekte gedacht hebben zoodra het verschijnsel, nl. het rollen der bladeren, dat aan dezen naam ten grondslag ligt, werd opgemerkt. Meer en meer is echter gebleken dat rolling der bladeren kan optreden ten gevolge van meer dan eene oorzaak. Vele onderzoekers hebben het verschijnsel waargenomen en de oorzaken, gevolgen en nevenverschijnselen bestudeerd. Zij hebben hun studie hieromtrent als waarnemingen omtrent „de bladrolziekte” in het licht gegeven. Allen hadden hierop ook een zeker recht, doch het is duidelijk, dat niet allen dezelfde ziekte of afwijking hebben bestudeerd.

Ter vermijding van misverstand is het noodig dat steeds eene beschrijving der ziekte vooraf ga aan elke publicatie, opdat de lezer wete welke ziekte bedoeld is. Het is intusschen niet gemakkelijk een zuivere beschrijving van het ziektebeeld te geven omdat het aardappelras en de groeivoorwaarden hun invloed op dit beeld uitoefenen. In het volgende is getracht de kenmerken der door mij bestudeerde ziekte te doen uitkomen.

Gedurende den eersten tijd na het opkomen is meestal niets abnormaals aan de zieke plant waar te nemen. Na eenigen tijd ziet men echter de benedenste bladeren een lichtere kleur aannemen. Die verkleuring der benedenste bladeren treedt het eerst op aan den top van het hoogstgeplaatste of top-blaadje, daarna aan de toppen der lager geplaatste of zij-blaadjes. Meestal kan men met duim en vinger waarnemen dat deze lichter gekleurde deelen iets dikker zijn dan normaal. Van den top af verbreidt de verkleuring zich over de andere deelen.

Korten tijd na het begin der verkleuring ziet men dat de randen zich omhoog buigen zoodat de blaadjes zich min of meer samenvouwen om de middennerf. De wijze van samenvouwing en de mate van rolling hangt samen met het ras.

Bij enkele aardappelrassen vormen de blaadjes rolletjes terwijl men bij andere slechts een lichte ombuiging aan de randen kan constateeren.

Ook het blad zelf vertoont een min of meer gerolden vorm doordat de blaadjes zich in opwaartsche richting naar elkaar toe buigen.

Meestal ontstaan aan den rand en aan den top der bladeren zwarte of bruine plekjes, welke optreden tengevolge van het afsterven van deelen van het bladweefsel. Bij het ras Paul Krüger komt deze bruinkleuring regelmatig voor, doch bij enkele andere rassen is soms weinig van dit verschijnsel waar te nemen. Ook treden gelijksoortige bruine plekjes dikwijls op tengevolge van andere storingen zoodat zij niet als een bepaald kenmerk te beschouwen zijn, zooals het verstijven en rollen van de benedenste bladeren. Men kan zich van die verstijving het best overtuigen door er met den vinger tegen te knippen. De zieke bladeren geven dan een min of meer rammelend geluid.

Reeds veel verwarring kan worden voorkomen door, zooals ook door QUANJER (1916) en WORTLEY (1918) is aangeraden, er op te letten of het vooral de onderste bladeren zijn, die de rolling vertoonen.

Bij vele soorten beperkt zich intusschen de rolling en verstijving niet tot de benedenste bladeren doch gaat ze langzamerhand op de hooger geplaatste over zoodat alle bladeren ten slotte zijn aangetast. Bij de hooger geplaatste bladeren begint de ziekte niet altijd aan den top van het bovenste blaadje maar dikwijls aan den rand van het benedenste deel der blad-schijven. In dat geval krijgen de blaadjes veelal een peperbus-achtig model.

Bij de Paul Krüger wordt soms een roode verkleuring waargenomen, vooral bij de bovenste bladeren, en ook bij andere soorten treden af en toe roode of paarse tinten op. Daarentegen ontbreken deze kleuren bij zieke Bravo's, zoodat ze niet als een doorgaand kenmerk zijn te beschouwen.

De bladeren der zieke planten blijven veel kleiner terwijl ook de stengels in hunne ontwikkeling bij stengels van gezonde planten ten achter blijven. De zieke plant krijgt daardoor een dwergachtig voorkomen. Overigens kan aan den stengel niets abnormaals worden waargenomen. Hetzelfde kan gezegd worden van de stolonen, de knollen en de wortels, die alle in hun ontwikkeling zijn teruggebleven, doch geen enkele met het bloote oog waarneembare ziekelijke afwijking vertoonen. De stolonen zijn kort, doch volkomen gaaf; de knollen zijn zeer klein en gering in aantal, doch onderscheiden zich overigens niet van

gezonde knollen; de wortels zijn minder krachtig doch zien er gezond uit.

Op het ontbreken van ziekelijke afwijkingen aan stengel, wortel, stolonen en knollen moet in het bijzonder de aandacht worden gevestigd, omdat bij sommige andere ziekten en beschadigingen, welke rolling der bladeren kunnen veroorzaken, dikwijls een of meer van genoemde organen een ziekelijk voorkomen aannemen. Zeer kenmerkend voor de bladrolziekte in dit stadium is ook het onveranderlijke karakter van het ziektebeeld. Ongeveer veertien dagen na het optreden van het eerste ziektesymptoom heeft de plant een uiterlijk aangenomen, dat ze vrijwel onveranderd den geheelen zomer behoudt. Men ziet geen sterke voortgang van het proces, zich uitend in het afsterven van planten of scheuten. Integendeel, de zieke planten blijven leven en sterven hoogstens enkele weken eerder dan de gezonde. De meest verstijfde bladeren schijnen niet meer in staat behoorlijk te functioneeren, zij vallen echter niet af. Een sneller sterven kan men alleen constateeren als de planten worden aangetast door *Phytophthora infestans*, want de bladrolzieke stammen zijn gevoeliger ten opzichte van deze ziekte dan de gezonde. Volgens KIESSLING (1917) blijven de stengels van zieke planten in den herfst langer groen dan die van gezonde. Hij beschouwt dit als het zekerste kenmerk der bladrolziekte. Bij de door mij waargenomen soorten is het langer groen blijven volstrekt niet als een regelmatig optredend verschijnsel te beschouwen.

De knollen van zieke stammen vertoonen bij doorsnede geen geel of bruin gekleurde vaatbundelring. Ze wijken in dit opzicht in het geheel niet af van gezonde en zijn volkomen in staat nieuwe planten voort te brengen.

Deze nieuwe planten ontwikkelen zich in de eerste dagen veelal normaal doch beginnen dan dezelfde verschijnselen te vertoonen, welke boven beschreven zijn. Soms komt het voor, dat de jonge planten reeds bij hun opkomst iets lichter gekleurd zijn en er zwak uitzien. Het ziektebeeld van de nieuwe generatie verschilt niet van dat der vorige. In den regel zijn de nakomelingen van zieke planten onder dezelfde groeivoorwaarden niet erger aangetast dan de moederplanten. Dit terugkeeren van het ziektebeeld in den loop van verschillende generaties zonder dat het proces merkbaar is toe- of afgenomen, is een der meest typische verschijnselen van de bladrolziekte.

In navolging van QUANJER noem ik planten met het boven beschreven ziektebeeld secundair ziek, omdat de ziekte reeds in de vorige generatie aanwezig was, of het ziektebeeld althans

volkomen gelijk op dat wat optreedt indien knollen van bladrolzieke stammen worden uitgepoot.

Daarentegen worden de planten primair ziek genoemd indien de ziekte eerst in het midden van den zomer of in den herfst merkbaar wordt.

Het primaire ziektebeeld is een ander als dat, hetgeen optreedt bij het poten van knollen afkomstig van zieke moederplanten. Dit wijst er reeds eenigszins op dat primaire bladrolziekte zijn oorzaak niet vindt in de moederknol, doch dat men met een optreden in de eerste generatie, een primair optreden te doen heeft. Hiermee staat ook het feit in verband dat het tijdstip, waarop de ziekte het eerst kan worden waargenomen, niet vaststaat. Want dit hangt natuurlijk samen met den datum, waarop de ziekteoorzaak in de plant gekomen is en met de omstandigheden, waaronder de plant heeft verkeerd. Een enkele keer ziet men de primaire vorm der ziekte reeds optreden in het laatst van Juni, doch meestal wordt deze eerst waargenomen in de laatste helft van Augustus of in September.

De ziekte treedt dan het eerst op in de toppen der planten waar ze zich openbaart in eene verkleuring en rolling der blaadjes. Het zijn de benedenste deelen der blaadjes, die meestal het eerst een bleeke tint aannemen en zich naar elkaar toebuigen. Bij de Paul Krüger ziet men bij den primairen vorm der ziekte de blaadjes soms een peperbusachtigen vorm aannemen, doordat de bladdeelen aan den basis zich sterker samenbuigen dan aan den top. Het optreden van roode, geelroode en roodpaarse tinten komt bij den primairen vorm meer voor dan bij den secundairen. Een duidelijke verstijving ziet men slechts indien de primaire ziekte in een vergevorderd stadium verkeert en zich ook over de benedenste deelen heeft verspreid. In dien toestand kan ze ook zeer goed worden onderkend. Indien de ziekte echter slechts in geringe mate optreedt kan ze gemakkelijk worden verward met afwijkingen, welke een gevolg zijn van beschadigingen of woekeringen aan den stengelbasis, de wortels, het houtgedeelte van den stengel of van andere oorzaken. Dikwijls wordt de primaire vorm der ziekte in het geheel niet waargenomen, ofschoon uit den nabouw blijkt, dat wel eene infectie is opgetreden. Misschien komt dit daarvan dat de planten onder gunstige omstandigheden groeien, of dat de infectie zeer laat heeft plaats gehad. Daarentegen treedt de primaire vorm bij ongunstige weersomstandigheden in sommige perceelen zeer sterk op, vooral aan de laankanten en op de dichtgetreden wendakkers. Ook bij dezen vorm der ziekte zijn stengels, stolonen, knollen en wortels geheel normaal, terwijl

zij in den regel ook niet belangrijk in ontwikkeling zijn teruggebleven. In tegenstelling met secundair zieke geven de primair zieke stammen veelal eene behoorlijke opbrengst. Worden de knollen van typisch primair zieke planten gepoot dan brengen ze voor een deel of alle secundair zieke stammen voort, die in geen enkel opzicht verschillen van die, welke afkomstig zijn uit knollen van een secundair zieken stam.

II. AARDAPPELZIEKTEN, WAARMEE DE BLADROLZIEKTE VERWARD KAN WORDEN.

Literatuur.

Uit het vorige hoofdstuk blijkt wel dat door mij dezelfde ziekte is waargenomen, welke door SPIECKERMANN (1910), SCHANDER (1910), KRAUSE (1911), QUANJER (1913), ORTON (1914), WORTLEY (1918) en vele anderen onder den naam bladrolziekte is bestudeerd. Het ziektebeeld wijkt daarentegen zeer belangrijk af van dat, hetwelk APPEL (1905) in zijne eerste verhandeling van de bladrolziekte ontwierp en dat ook KÖCK en KORNAUTH (1910—13) voor oogen hebben gehad. De beide laatste schrijvers leggen sterk den nadruk op het geel of geelbruin worden van den vaatbundelring aan het navel-eind van de knollen. Ook APPEL beschouwde aanvankelijk deze verkleuring als een kenmerk van de bladrolziekte, doch constateerde later, dat zij bij het scherp getypeerde eindstadium niet aanwezig is. Zeer waarschijnlijk kwamen, toen APPEL zijn eerste waarnemingen deed op het veld te Dahlem, twee ziekten voor die beide een rolling der bladeren kunnen veroorzaken en waarvan de eene gepaard gaat met geelkleuring der vaatbundelring en de andere niet. Het scherp getypeerde eindstadium, waarvan APPEL c.s. spreken, komt geheel overeen met den secundairen vorm der bladrolziekte, doch wat genoemde onderzoekers als het eerste stadium der bladrolziekte beschouwen verschilt sterk van den primairen vorm.

Waar van geelkleuring der vaatbundelring en bruinkleuring der houtvaten gesproken wordt, blijkt uit de beschrijving ook steeds, dat de ziekte het meest optreedt in den nazomer, dat de planten ten deele vroeger afsterven en dat de knollen gedeeltelijk na een of twee generaties niet in staat zijn scheuten aan de oppervlakte te brengen, zoodat over een slechte opkomst geklaagd wordt. Geen dezer verschijnselen treedt echter op bij de bladrolziekte, die in dit artikel beschreven is. Zeer zeker heeft men in Oostenrijk en te Dahlem ook met een andere ziekte te doen gehad, welke veroorzaakt wordt door mycelium, dat in de houtvaten wordt aangetroffen. APPEL, zoowel als KÖCK en KORNAUTH (1910—11—13) hebben naast

de eigenlijke bladrolziekte waarschijnlijk gevallen eener ziekte onder de oogen gehad, die SPIECKERMANN(1908) als „vaatmycose” aanduidde, maar die men beter met PETHYBRIDGE (1916) „hadromycose” of met QUANJER (1916) „tracheomycose” zou kunnen noemen.

Het is natuurlijk niet uitgesloten dat ook in de primair of secundair bladrolzieke planten mycelium voorkomt, dat een vroegtijdig afsterven der scheuten en een bruinkleuring der vaatbundels veroorzaakt doch dan is dit verschijnsel geheel bijkomstig en zijn er twee ziekten aanwezig, die onafhankelijk van elkaar optreden. In den regel is in de bladrolzieke planten geen mycelium te vinden. APPEL is in den laatsten tijd (1918) hiervan ook wel overtuigd geworden.

Ofschoon er dus tusschen de typische gevallen van bladrolziekte en die van tracheomycose een zeer duidelijk verschil bestaat, dat zich vooral uit in de verwelkings- en afstervingsverschijnselen bij de laatste ziekten, zoo kan toch zeer gemakkelijk verwarring ontstaan bij de minder geprononceerde vormen. Bij de secundair zieke planten is deze verwarring niet zoo te vreezen omdat verstijving van de onderste bladeren geen kenmerk van de tracheomycosen is. Ook zal eene waarneming gedurende den geheelen zomer het constante karakter van het ziektebeeld, waardoor de bladrolziekte zich van andere ziekten onderscheidt, aan het licht brengen. Anders is dit echter bij den primairen vorm, waarbij het uiterlijk van de plant nog sterk verandert. Zeer moeilijk is het onderscheid waar te nemen, indien de ziekten eerst optreden gedurende de laatste weken van de groeiperiode en de rijpingsverschijnselen mede hun invloed doen gelden.

Een der meest bekende vormen van schimmelaantasting is die, welke veroorzaakt wordt door *Fusarium oxysporum* en welke in Amerika onder den naam „Potato wilt” door SMITH en SWINGLE (1904), ORTON (1914) en MAC MILLAN (1919) is beschreven. Ook deze ziekte wordt meestal eerst overheerschend in het midden van den zomer, ze uit zich in het bruin worden van het benedenste stengeldeel, het rollen der bladeren, het vroegtijdig afsterven van de scheuten of een deel der scheuten. Bij dwarse doorsnede der knollen blijkt de vaatbundelring dikwijls geel of bruin gekleurd te zijn.

In den regel levert een deel der knollen (niet alle) weer zieke planten op. Ook komt het zeer dikwijls voor dat de uitgepote knollen geen scheuten aan de oppervlakte brengen zoodat over een slechte opkomst wordt geklaagd. Duidelijk ziet men de overeenkomst tusschen de *Fusarium*-bladrolziekte van APPEL,

KÖCK en KORNAUTH en die, welke door genoemde Amerikanen beschreven is. Beide worden door een *Fusarium* veroorzaakt. De verschillen, die zich voordoen, zijn of een gevolg van klimatologische invloeden of zij hangen samen met de soort van het geslacht *Fusarium* welke schuldig is aan de ziekte. Intusschen hebben de Amerikaansche onderzoekers, o.a. ORTON het verschil tusschen deze ziekten en de bladrolziekte duidelijk herkend.

In verband met latere hoofdstukken over de bronnen van infectie der bladrolziekte zij hier vermeld, dat de *Fusarium*-soorten, die de aardappelplant of de knollen aantasten, langen tijd in den bodem kunnen blijven leven. In Amerika is gebleken, dat zij niet alleen voorkomen in bouwland waar reeds vroeger aardappels geteeld zijn, maar ook op nieuw ontgonnen prairien. Op dit „maagdelijk” land komen verschillende ziekten veel meer voor dan nadat daarop klaver, lucerne en graan zijn verbouwd. Dit geldt ook voor gewone schurft en *Hypochnus solani*, (Pratt 1916 en 1918).

In ons land zijn geen waarnemingen omtrent *Fusarium* bladrolziekten in de aardappels gepubliceerd.

Zij schijnt trouwens zooals uit de onderzoekingen van MAC MILLAN (1918) blijkt, evenals de *Fusarium*ziekte van kool (GILMAN 1916) en van vlas (TISDALE 1916), aan bodemtemperaturen gebonden, hooger dan die, welke in ons land in den zomer voorkomen. Daarentegen veroorzaakt een ander mycelium nl. dat van *Verticillium alboatrum* in ons land dikwijls zeer groote schade. De Verticilliose komt volgens V. D. LEK (1918 en 19) zeer verschillend tot uiting in verband met de plaats, waar het mycelium zich in hoofdzaak bevindt. Indien het reeds is opgeklommen tot de bovenste stengeldeelen en is overgegaan in het bladparenchym, ziet men het bladweefsel plaatselijk sterven. Er ontstaan dan bruine plekken omringd door een gele ring (ringvuur). Komt echter het mycelium nog slechts voor in de fijnere wortels en de houtvaten van den stengel dan treedt geen partieel afsterven der bladeren op doch ziet men soms verwelkingsverschijnselen aan de geheele plant of aan enkele scheuten. Bij een geringen graad der verwelking kan het voorkomen, dat de Verticilliose tijdelijk eenige overeenkomst verkrijgt met het eerste optreden van den primaire vorm der bladrolziekte. Evenals de *Fusarium*ziekte veroorzaakt de Verticilliose een verkleuring van den vaatbundelring aan het naveleind der knollen. Ook deze ziekte gaat met het pootgoed over. Niet alle knollen van zieke stammen brengen echter zieke planten voort.

Volgens PETHYBRIDGE (1915) bevat slechts een deel der knollen mycelium, terwijl bij enkele knollen de hoeveelheid

zoo gering is, dat zij het volgende jaar gezonde of althans schijnbaar gezonde planten opleveren.

Ook is het onder bepaalde omstandigheden mogelijk, dat door *Rhizoctonia* (*Hypochnus Solani*) aangetaste planten voor bladrolzieke exemplaren worden aangezien. De schimmel, die aan de *Rhizoctonia* ziekte ten grondslag ligt, is in staat zeer uiteenlopende ziektebeelden te veroorzaken. Jonge scheuten kunnen volkomen worden afgesneden voor zij de oppervlakte bereiken; slechts zelden worden oudere planten beneden de oppervlakte zoo sterk aangetast, dat ze spoedig sterven. Worden de stolonen afgesneden of is het onderste deel van den stengel zeer sterk aangetast zoodat het transport van zetmeel naar de knollen onderbroken is, dan ontstaan nieuwe knollen aan uitloopers die zich hoogerop vormen aan het onderaardsch stengeldeel, of ongesteelde knollen in de oksels van de benedenste bladeren. Ook vormt zich dikwijls aan de oppervlakte van den grond een witte schimmelring om den stam (manchet). In al deze gevallen kan de *Rhizoctonia* ziekte duidelijk van bladrol onderscheiden worden. Het kan echter ook voorkomen, dat de stam slechts in geringe mate beschadigd is en de plant een ongezonder dwergachtig voorkomen aanneemt, waarbij verkleuring en rolling der bladeren optreden. Vrij sterk doet het optreden van *Rhizoctonia* soms denken aan bladrol indien het gepaard gaat met rotting van de schors der wortels. Bij *Rhizoctonia* aantasting kan men meestal met een loupe donker gekleurde myceliumdraden waarnemen op stengel, stolonen en knollen. Men moet echter niet uit de aanwezigheid van *Hypochnus* mycelium alleen afleiden, dat een zieke plant in hoofdzaak lijdt aan *Rhizoctonia*, want zeer dikwijls is het mycelium vrij onschuldig terwijl de ziekelijke afwijkingen der plant aan andere oorzaken te wijten zijn. *Hypochnus solani* is een bodemschimmel, welke echter ook met het pootgoed kan overgaan. Of zij belangrijke schade zal veroorzaken hangt voor alles af van uitwendige omstandigheden.

Oppervlakkige aantasting van de onderaardsche stengeldeelen van de aardappelplant wordt overigens ook wel eens door andere schimmels teweeggebracht, die echter in den regel minder schadelijk zijn dan *Rhizoctonia* (EDSON en SHAPOVALOV 1918).

Er zijn gevallen van *zwartbeenigheid*, welke de plant een uiterlijk doet aannemen, dat sterk aan den secundairen vorm van bladrolziekte doet denken. Meestal is deze gelijkenis echter slechts tijdelijk, want indien de aantasting verder gaat dan de oppervlakkige weefsellagen van de wortels, treden afstervingsverschijnselen op, welke bij bladrol niet voorkomen.

Behalve door woekeringen in het plantenweefsel kunnen ook rollingsverschijnselen optreden tengevolge van minder gunstige omstandigheden waaronder de plant groeit.

Bij langdurige *droogte* kan men dikwijls een meer of minder groote verstijving der bladeren constateeren, welke gepaard gaat met een geringe buiging der bladranden. Is daarentegen de grond ondoorlatend of is de waterstand te hoog dan kan dikwijls bij natte weersgesteldheid worden waargenomen, dat de bladranden in sterke mate gaan rollen, en over de geheele oppervlakte van het blad bruine of zwarte vlekjes ontstaan. QUANJER heeft aan dit verschijnsel den voorloopigen naam *modderbont* gegeven. Het is niet altijd even gemakkelijk bladrol van modderbont te onderscheiden. De bruine vlekken op blad en stengel zijn meer over de geheele plant verspreid en treden meer op den voorgrond. Modderbont gaat dikwijls gepaard met rotting der knollen, doch de gave knollen brengen gezonde planten voort.

Dit laatste is, zoover mij bekend is, ook het geval indien ziekteverschijnselen een gevolg zijn van eenzijdige bemesting of het gebruik van kunstmeststoffen, welke schadelijke bestanddeelen bevatten. Waar groote hoeveelheden ruwe kalizouten gegeven worden kan het bij een late aanwending dier meststoffen voorkomen, dat de aardappels lijden aan chloorvergiftiging, welke zich ook uit in een achterlijken groei gepaard met geelkleuring en rolling der bladeren. Meestal is de uitwerking van het chloor niet op alle deelen van het veld gelijk en ontstaan er gele vlammen en plekken.

In het bovenstaande zijn de meest voorkomende oorzaken van storingen in den plantengroei geschetst, welke onder bepaalde omstandigheden een ziektebeeld te voorschijn roepen, dat met bladrolziekte kan worden verwisseld. Zonder twijfel is echter in de opsomming geen volledigheid bereikt, doch zij is voldoende om duidelijk te maken, dat de uitwendige kenmerken niet van dien aard zijn, dat op een bepaald oogenblik steeds een juiste diagnose gesteld kan worden.

Daarvoor is het noodig de betrokken stammen gedurende de geheele vegetatie-periode waar te nemen en in twijfelachtige gevallen ook den nabouw te onderzoeken. Bij primair bladrol moet steeds de nabouw onderzocht worden, omdat ook de beste kenner van aardappelziekten in verreweg de meeste gevallen niet met zekerheid kan zeggen of bladrol al of niet aanwezig is. Wantrouwen ten opzichte van het eigen vermogen de ziekte onder alle omstandigheden te herkennen is een der eerste vereischten voor een degelijk onderzoek.

III. INWENDIGE KENMERKEN EN STOFWISSELING VAN ZIEKE PLANTEN.

Literatuur.

Met het bloote oog kan men in de dwarse doorsneden van stengelstolonen, knollen en wortels niets abnormaals waarnemen. Bij microscopisch onderzoek is echter door QUANJER aangetoond, dat er eene verandering is opgetreden in het phloeem. De zeefvaten en de geleidecellen van een grooter of kleiner aantal strengen zijn samengeschrompeld, zoodat wanden en lumina niet meer te onderscheiden zijn. Aanvankelijk treedt een zwelling der wanden op, doch in een verder gevorderd stadium is het geheele netwerk verdwenen en kan een lichte geelkleuring worden waargenomen, welke een gevolg is van eene vergomming van de celwanden. Met houtreagentia als phloroglucineoplossing en zoutzuur geeft deze gom de z.g. houtstofreactie, door hare onoplosbaarheid in sterk zwavelzuur komt zij met de cuticulaire en met de kurksubstantie overeen. De bij de zeefvatenbundel behorende parenchymcellen zijn niet in de schrompeling begrepen en volkomen normaal gebleven. QUANJER heeft het verschijnsel den naam phloeemnecrose gegeven, welken naam het in de literatuur heeft behouden. FOËX (1920) heeft onlangs QUANJER'S microchemische reacties nader uitgewerkt en komt eveneens tot het resultaat, dat er eene „lignosuberification” heeft plaats gehad.

Meestal kan worden waargenomen, dat slechts een deel der vaatbundels op de doorsnede necrotische verschijnselen vertoont. QUANJER toont aan, dat deze verschijnselen het eerst optreden bij de oudste zeefvatenbundels, die zich in de nabijheid van sklerenchymvezelgroepen bevinden, welke het extraxylaire phloeem naar buiten en intraxylaire phloeem naar binnen begrenzen. Hij neemt aan, dat er een zekere ontwikkeling van de vaatbundelstrengen noodig is voor de necrose intreedt. In de allerjongste stengeldeelen, welke zich in de nabijheid van het vegetatie-punt bevinden, kon geen necrose worden waargenomen. Het inwendige ziektesymptoom laat zich volgens zijne onderzoekingen gemakkelijk in de bladstelen en bij vele aardappelsoorten ook in de middennerf der bladeren vervolgen,

doch er komen steeds minder geschrompelde strengen voor, terwijl de graad der necrotische verschijnselen afneemt. In de zijnerven kan bij de meeste soorten geen necrose worden waargenomen; de bouw van het phloeem is hier normaal in de fijnere vertakkingen. Aan den anderen kant is de necrose tot in de onderaardsche deelen van den stengel te vinden, doch neemt af naarmate men de moederknol nadert. In de knollen, stolonen en wortels komt ze niet meer voor.

QUANJER stelt zich het verloop van het proces ongeveer als volgt voor:

Knollen afkomstig van zieke stammen brengen kiemen voort, welke aanvankelijk nog geen necrotische verschijnselen in de zeefvatenbundels vertoonen.

Deze beginnen zich echter te ontwikkelen, nadat de eerste bladeren zich hebben ontplooid. Het begin der afwijking kan bij sommige zeer sterk aan bladrol onderhevige soorten (Friesche Jam) reeds waarneembaar zijn voor uitwendig iets abnormaals aan de plant is waar te nemen. Het transport van stikstofvrije organische stoffen uit de moederknol naar de toppen wordt door de verwording der zeefvaten belemmerd zoodat de moederknol minder snel haar zetmeel verliest. De eiwitstoffen zijn echter bij hun transport naar den top nog meer aangewezen op de zeefvaten dan de stikstofvrije stoffen. Dit verschil openbaart zich in het door SPIECKERMANN (1910) geconstateerde feit, dat in de moederknol, naarmate hij zijn reservestoffen afstaat, de verhouding van stikstof tot zetmeel zich ten gunste van het eerste bestanddeel wijzigt, terwijl bij gezonde knollen de verhouding ongeveer gelijk blijft. In jonge stengeldeelen is aanvankelijk geen necrose te zien, doch als zich nieuwe internodieën gevormd hebben, begint zij zich in de onderste deelen van de jonge stengels te ontwikkelen en breidt zich langzamerhand van beneden naar boven uit. Zoodra het transport van eiwitstoffen, zouten en zetmeel van de bladeren naar de onderaardsche deelen eenigen omvang aanneemt wordt dit belemmerd doordat een deel der zeefvaten hunne functie niet kunnen vervullen. Er ontstaat daardoor eene ophooping van stikstofhoudende stoffen, zouten en zetmeel in de bladeren. Al de verschijnselen der ziekte nl. het hoge asch- en stikstofgehalte der bladeren, de zetmeel-ophooping daarin, het rollen, het klein blijven der knollen, het laag blijven van het zetmeelgehalte der knollen, het optreden van roode en violette tinten is uitstekend te verklaren uit de storingen in den afvoer.

Bij primair bladrolzieke planten beginnen de necrotische verschijnselen het eerst op te treden in de toppen en loopt het proces

van boven naar beneden voort. Het wordt door het phloeem naar lager gelegen plantendeelen overgebracht. Zetmeel, eiwitten en zouten worden op gebrekkige wijze van de bovenste deelen van de plant naar beneden vervoerd. Het transport van de benedenste bladeren blijft echter meestal intact. De necrose bereikt bij de primaire ziekte nooit dien hoogen graad welke ze bij den secundairen vorm kan aannemen.

QUANJER (1913) beschouwt dus de necrose in het phloeem als de oorzaak van de uitwendige en inwendige veranderingen in de plant.

SPIECKERMANN (1910) heeft inderdaad de ophooping van stikstof en aschbestanddeelen in de bladeren van zieke planten aangetoont, terwijl NEGER (1919), ESMARCH (1919), QUANJER (1919), en HILTNER (1919), de gebrekkige afvoer van zetmeel hebben bewezen. Voor het aantoonen van zetmeel in de plant werd gebruik gemaakt van de methode van SACHS, hierin bestaande dat men de te onderzoeken plantendeelen enkele minuten onderdompelt in kokend water, vervolgens tien minuten plaatst in kokenden alkohol, waarna een onderdompeling volgt in een jodium-joodkaliumoplossing ($2\frac{1}{2}$ gram jodium en 5 gram joodkalium opgelost in 1 Liter water).

Plantendeelen, die zetmeel bevatten, worden dan donkerbruin tot zwart gekleurd; zijn zij zetmeelvrij dan wordt het in alkohol wit afgetrokken blad slechts geel getint. Worden aardappelbladeren gedurende den middag of de avonduren aan dit proces onderworpen dan worden zij steeds zwart, of althans donkerbruin, de zieke zoowel als de gezonde. Stelt men bladeren van gezonde stammen echter in den vroegen morgen aan dezelfde bewerking bloot dan blijven zij geel of is althans de donkere tint verzwakt of plaatselijk verdwenen. Blijkbaar is het zetmeel gedurende den nacht verplaatst of omgezet. Hetzelfde kan men bereiken indien men de planten onder een ondoorschijnende stolp plaatst en ook wel, doch minder goed, indien men het blad afsnijdt en met de snijvlakte op een donkere plaats in het water zet. Men heeft het dan in zijn macht de duisternis zoolang te doen duren als men verkiest en kan nagaan hoeveel uren het duurt tot het blad geheel zetmeelvrij is.

ESMARCH (1919) heeft aangetoond dat jonge bladeren sneller in het donker zetmeel-vrij worden dan oude, terwijl hierbij ook individueele en raseigenschappen een rol spelen. Bij zijne proeven bleken bladeren van gezonde planten steeds geheel zetmeel-vrij te zijn indien ze 17 tot 68 uren in het donker staan.

Volgens onderzoekingen van NEGER (1919) zijn bladeren

van gezonde planten gewoonlijk zetmeelvrij indien ze twaalf uren aan de lichtbestraling zijn onttrokken. Soms echter duurt het vrij wat langer. Hierbij speelt de temperatuur een groote rol; bij warm helder weer verloopt het proces veel sneller dan op koude regenachtige dagen.

Geheel anders gedragen zich bladeren en stengels van bladrolzieke planten. Zieke bladeren krijgen na de jodium-behandeling meestal een pikzwarte kleur, hetgeen wijst op een sterke opvoering van zetmeel. NEGER (1919) heeft ook inderdaad door microscopisch onderzoek aangetoond dat het zieke blad boordevol zetmeelkorrels zit. Deze verdwijnen echter bij sterk zieke bladeren niet in het donker. Wel wordt de zwartkleuring na twee of drie dagen iets minder sterk en ontstaan ook wel gele plekken in de zwarte omgeving doch een volledige geelkleuring heeft bij sterk zieke bladeren nog in geen vijf dagen plaats. Of niet ten slotte alle zetmeel zou verdwijnen, indien men de plant ongestoord in het donker kon laten staan is moeilijk te zeggen omdat de betrokken planten of plantendeelen sterven voor dit bereikt is.

De uitwendige verschijnselen bij zieke planten kunnen zeer goed worden verklaard uit de storingen in den afvoer van zetmeel, stikstofhoudende stoffen en zouten. Dat evenwel de phloeemnecrose de oorzaak of de eenige oorzaak van de storingen in den neerdalenden sapstroom zou zijn wordt door sommige onderzoekers sterk betwijfeld. Om te kunnen oordeelen over het verband tusschen de uitwendige verschijnselen, de zetmeelafvoer en de phloeemnecrose zou men antwoord moeten hebben op de volgende vragen:

1. Is steeds necrose van het phloeem te constateeren indien de uitwendige verschijnselen aanwezig zijn?
2. Treedt zij uitsluitend op bij bladrolzieke planten of komt de necrose soms ook bij niet bladrolzieke planten voor?
3. Is de necrose der zeefvaten reeds waarneembaar voor de uitwendige verschijnselen kunnen worden waargenomen?
4. Kan steeds necrose der zeefvaten worden geconstateerd voor de storingen in den zetmeelafvoer worden waargenomen.

De eerste vraag is door QUANJER bevestigend beantwoord en ook SPIECKERMANN, (1913) SCHANDER en TIESENHAUSEN (1914) en HEDLUND (1913) hebben, zoover ik uit hunne publicaties heb kunnen afleiden, steeds bij duidelijke gevallen van bladrol de necrotische verschijnselen in het phloeem kunnen waarnemen. Daarentegen vond ARTSCHWAGER (1918) bij vele planten van Amerikaansche aardappelrassen, welke vroeg in

den zomer typische verschijnselen van bladrol vertoonden, geen necrose in het phloeem.

Wat de tweede vraag aangaat bestaat er verschil in de waarnemingen van QUANJER (1913) eenerzijds en SCHANDER en TIESENHAUSEN (1914), ARTSCHWAGER (1918) en ESMARCH (1920) anderzijds. QUANJER heeft de necrose uitsluitend kunnen waarnemen bij bladrolziekte terwijl hij ze niet aantrof bij andere afwijkingen, die optreden tengevolge van mozaiekziekte, bacterienaantasting, groote vochtigheid van den bodem of chloorvergiftiging. SCHANDER en TIESENHAUSEN hebben necrotische verschijnselen geconstateerd bij „Kräuselkrankheiten”, o.a. bij de nog zeer onvolledig bestudeerde en uit SCHANDER's afbeeldingen niet met voldoende zekerheid te identificeeren Bucketkrankheit, bij planten, welke leden aan water- en voedselgebrek, bij aantasting door *Phytophthora infestans* en in enkele gevallen ook bij oogenschijnlijk gezonde planten. Zelfs meenen zij de necrose door een kunstmatig rollen der bladeren te kunnen veroorzaken. Op grond van hunne waarnemingen beschouwen SCHANDER en TIESENHAUSEN de necrose als een secundair verschijnsel, dat optreedt indien storingen in de functies van het assimilatie-apparaat ontstaan. De oorzaak der ziekte moet volgens hen gezocht worden in het assimilatie-apparaat, niet in het phloeem. Ook ARTSCHWAGER meent, dat de ontwikkeling van het necrotisch weefsel niet beperkt is tot planten, welke door bladrol aangetast zijn, doch dat zij vaker voorkomt bij „degeneratie” storingen in het algemeen en misschien bij andere storingen. Hij heeft bij Amerikaansche aardappelrassen geen scherpe correlatie kunnen ontdekken tusschen uitwendige symptomen en inwendige verschijnselen. Hij meent, dat de uitwendige verschijnselen niet uit mechanische storingen in den afvoer kunnen worden verklaard. ESMARCH (1920) ontkent het bestaan van eenige correlatie tusschen phloeem-necrose en bladrol en brengt de ziekte, evenals NEGER en HILTNER tot een physiologische storing terug. Hij ziet de phloeem-necrose voor een rypingssymptoom aan.

Eigen waarnemingen. Onderzoek verricht in 1919.

Ter beantwoording van de derde en vierde vraag zijn zoover mij bekend is nog geen onderzoekingen verricht en toch schijnen deze vragen van groote beteekenis voor de oplossing van het geschilpunt. Ik heb getracht hieromtrent eenig licht te verkrijgen en ook gegevens te verzamelen, welke bij de beantwoording der eerste twee vragen van beteekenis kunnen zijn. Het onderzoek geschiedde op deze wijze dat door mij

te Oostwold en te Wageningen van planten, welker afstamming en gezondheidstoestand ten opzichte van bladrol volkomen bekend was, deelen van stengel of bladnerf werden gesneden. Elk stukje werd van een nummer voorzien en aan QUANJER gezonden, voor het onderzoek op necrose. QUANJER verrichtte dus deze waarnemingen voor mij zonder iets te weten omtrent den toestand van de plant, waarvan het deeltje afkomstig was. Op deze wijze werd de grootste objectiviteit bij het onderzoek verkregen en verhinderd, dat de onderzoeker onwillekeurig bij bladrolzieke planten op een andere wijze naar inwendige verschijnselen zoekt als bij de niet aangetaste.

In den zomer en herfst van 1919 werden 120 stengeldeeltes onderzocht. De graad der necrose werd in cijfers uitgedrukt, waarbij het cijfer 10 aangeeft dat de aantasting den hoogsten graad heeft bereikt.

Waar zeer lage cijfers gegeven zijn, nl. de cijfers 1 en 2 is bij enkele zeefvatenbundels een zeer geringe verandering geconstateerd, welke echer niet zoo sterk is, dat zij met zekerheid als een geval van phloeemnecrose kon worden opgeteekend. De resultaten zijn opgenomen in bijgaande tabellen.

UITERLIJK GEZONDE PLANTEN, WELKE DEN GEHEELEN
ZOMER GEZOND BLEVEN.

Nummer van het deeltje	Datum waarop het deeltje is gesneden	Aardappelras	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
17	1 Juni	Paul Krüger	Middenste stengel	0
19	"	Eigenheimer	" "	0
43	23 Augustus	Paul Krüger	Bov. deel v/d stengel	0
44	"	" "	" " "	0
45	"	" "	" " "	0
51	"	" "	Middenste stengeldl.	0
52	"	" "	" "	0
53	"	" "	" "	0
54	"	" "	" "	0
55	"	" "	" "	0
66	26 Augustus	" "	Steel v. hooggeplaatst blad.	0
67	"	" "	Steel v. lager geplaatst blad.	0
68	"	" "	Bovenste stengeldeel	0
69	"	" "	Bened. stengeldeel	0
70	"	" "	Boven stengeldeel	0
71	"	" "	Beneden stengeldeel	0

Nummer van het deeltje	Datum waarop het deeltje is gesneden	Aardappelras	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
77	20 September	Paul Krüger	Boven stengeldeel	0—1
78	"	" "	Midden stengeldeel	0
80	"	" "	" "	0
85	"	" "	Boven stengeldeel	1
86	"	Zelfde als 85	Midden stengeldeel	0
96	"	Paul Krüger	Boven stengeldeel	0
97	"	Zelfde als 96	Bladsteel	
115	"	Paul Krüger	" "	
116	"	Zelfde plant	Boven stengeldeel	1
117	"	" "	Middenste stengeldl.	1
118	"	Paul Krüger	Bovenste stengeldeel	0
119	"	" "	Bladsteel	1

**BLADROLVRIJE PLANTEN, DIE ANDERE STORINGEN
VERTOONDEN.**

Nummer van het planten-deel	Datum	Aardappelras en aard der afwijkingen	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
22	18 Juni	Mozaïekzieke Zeeuwsche Blauwe	Middenste stengeldeel	0
23	"	Mozaïekzieke Paul Krüger	" "	0—1
24	"	Mozaïekzieke Paul Krüger	" "	2
25	"	Mozaïekzieke Paul Krüger	" "	0—1
26	"	Mozaïekzieke Paul Krüger	Bovenste " "	0
30	"	Plant, die geschroeid is, doordat er bij felle zon een metalen emmer boven stond	Stengeldeel waarboven bladeren geschroeid	0
31	"	Vroegrijpe aardappelen, sterk mozaïekziek	Bovenste stengeldeel	1
32	"	Vroegrijpe aardappelen, sterk mozaïekziek	" "	0—1

Nummer van het planten-deel	Datum	Ardappelras en aard der afwijkingen	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
38	"	Mozaïekzieke Zeeuwsche Blauwe	Midden stengeldeel	4
46	23 Aug.	Paul Krüger met rotting aan de onderaardsche stengeldeel en wortels en gevouwen bladeren	Bovenste "	0
47	23 Aug.	Zelfde plant	Middenste stengeldeel	0
48	"	Zelfde plant	" "	0
49	"	Paul Krüger met zeer geringe rotting aan ondergrondsche stengeldeel en daardoor gevouwen bladeren	Bovenste "	0
50	"	Zelfde plant	Midden "	0
72	26 Aug.	Paul Krüger in zinken bak lijdend tengevolge van geringe ruimte voor wortelontwikkeling	Bovenste "	0
73	"	Zelfde plant als 72	Middenste "	0
74	"	Zelfde plant "	Benedenste "	0
75	"	Paul Krüger in zinken bak eveneens lijdende	Bovenste "	0
76	"	zelfde plant	Middenste "	0
98	20 Sept.	Paul Krüger in steenen pot, verwelkend, mycelium in de houtvaten	Middenste "	0
99	"	Idem, mycelium in de houtvaten	" "	0
100	"	Idem, mycelium in houtvaten	" "	0

SECUNDAIR ZIEKE PLANTEN.

Nummer van het planten deel	Datum	Aardappelras en aard der afwijkingen	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
1	1 Juni op welken datum nog geen ziekteverschijnselen bij de planten aanwezig zijn.	Paul Krüger, nog geen ziekte waarneembaar	Midden stengeldeel	0—1
2	"	"	" "	0
3	"	"	" "	1—2
4	"	"	" "	4
5	"	"	" "	0—1
6	"	"	" "	0
7	"	"	" "	0
8	"	"	" "	0
9	"	"	" "	0—1
10	"	"	" "	3—4
11	"	"	" "	0
12	"	"	" "	0
13	"	"	" "	1
14	"	"	" "	1
15	"	"	" "	1—2
16	"	"	" "	0—1
18	"	"	" "	0—1
20	1 Juni,	Zeeuwsche Blauwe	Midden stengeldeel	1—2
21	18 Juni, op welken datum alle planten reeds duidelijk ziekteverschijnselen vertoonen.	Paul Krüger	" " waarboven zieke bladeren	1
27	18 Juni	Paul Krüger, benedenste bladeren sterk rollend, bovenste licht gekleurd doch nog niet rollend	Bovenste stengeldeel	1
28	"	Zelfde plant als 27	Steel van rollend blad	1—2
33	"	Paul Kruger be-	Steel van een nog niet	1—2

Nummer van het planten-deel	Datum	Aardappelras en aard der afwijkingen	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
		neden sterk ziek, boven verkleurd doch niet rollend	rollend blad	
34	18 Juni	Zelfde plant	Steel van een rollend blad	5
35	"	Zelfde plant	Bovenste stengeldeel	0—1
36	"	Zelfde plant als 35	Steel van een reeds sterk rollend blad	3
37	"	Paul Krüger	Middenste stengel	4
39	"	" " bovenste stengeldeel	Bovenste stengeldeel	2
		vertoonen nog weinig teekenen van ziekte		
40	"	Zelfde plant	Steel van zichtbaar ziek blad	4
41	23 Aug.	Sterk secundair zieke plant	Bovenste stengeldeel	6
42	"	Zelfde plant	Middenste stengeldeel	4
56	"	Paul Krüger, zeer sterk ziek met enkele scheuten die nog niet zoo erg ziek schijnen	Stengeldeel, dat nog niet erg ziek is	1—2
57	"	"	"	4
58	"	"	"	7
60	"	Paul Krüger, zeer sterk secundair ziek	Sterk ziek stengeldeel	5
79	26 Aug.	Sterk zieke Paul Krüger	Ziek stengeldeel	6—7
81	20 Sept.	Sterk secundair zieke Bravo, bovenste stengels nog vrij gezond	Bovenste stengel uiterlijk gezond	2
88	"	"	Bovenste stengeldeel ziek	4
89	"	"	Middenste stengeldeel ziek	10
90	"	"	Steel van sterk rollend blad	10
91	"	"	Steel van niet rollend blad	3

Nummer van het planten-deel	Datum	Aardappelras en aard der afwijkingen	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
105	20 Sept.	Paul Krüger, sterk secundair ziek	Sterk ziek rollend blad	9
106	"	Zelfde plant	Steel van zwak rollend blad	5
107	20 Sept.	Sterk secundair zieke Paul Krüger	Sterk ziek stengeldeel	9
109	"	"	Benedenste stengeldeel	7
110	"	"	" "	10
111	"	"	Bovenste stengeldeel van zieke top	4
112	"	Sterk zieke Paul Krüger waarvan de bovenste blaadjes in een der toppen nog gezond zijn	Stengeldeel uit den top boven het hoogst geplaatste zieke blad	1
113	"	Zelfde plant	Stengeldeeltje uit den top beneden het hoogst geplaatste zieke blad	5
114	"	" "	Steel van het hoogst geplaatste zieke blad	6

PRIMAIR ZIEKE PLANTEN.

61	26 Aug.	Sterk primair zieke Paul Krüger, geheel verkleurd	Bovenste bladsteel	4
62	"	Id., dezelfde plant	Middenste bladsteel	3
63	"	" "	Benedenste bladsteel	4
64	23 Aug.	" "	Bovenste bladsteel	5
65	"	" "	Benedenste stengeldeel	5
81	20 Sept.	Primair ziek schijnende Paul Krüger	Bovenste Stengeldeel	1
82	"	Dezelfde plant	Bovenste stengeldeel iets lager dan bij 80	1
83	"	" "	Middenste stengeldeel	1
84	"	" "	Benedenste stengeldeel	1
101	"	Primair ziek schijnende Paul Krüger	Stengeldeel beneden het laagst geplaatste rollend blad	4
102	"	Dezelfde plant	Middenste stengeldeel, hooger dan het laatst geplaatste rollende blad	5

Nummer van het planten-deel	Datum	Aardappelras en aard der afwijkingen	Deel van de plant dat onderzocht is met de plaats waar het zich bevond	Graad der necrose
103	20 Sept.	Dezelfde plant	Bovenste stengeldeel	3
104	"	" "	Steel van een der bovenste sterk rood gekleurde blaadjes	2
93	"	Primair zieke Paul Krüger	Middenste stengeldeel	4
94	"	Dezelfde plant	Bovenste stengeldeel (gezond)	1
95	"	" "	Benedenste stengeldeel	1

In den herfst van 1919 werden een aantal planten, welke sedert het voorjaar in alcohol waren bewaard op phloeemnecrose onderzocht. Deze planten waren afkomstig uit een warme kas en verzameld op het oogenblik dat de ziekte begon op te treden. Later is gebleken dat alle secundair ziek waren, doch op het tijdstip, waarop de scheuten in alcohol werden geplaatst was de ziekte nog slechts bij enkele duidelijk waarneembaar. De resultaten van het onderzoek zijn als volgt:

Nummer der plant	Datum van het afsnijden	Uiterlijke waarneembaarheid der ziekte	Plantendeel	Graad der necrose
12	14 Mei	duidel. ziek, $\frac{4}{4}$ ziek	stengeldeel onder den grond	0
12	"	" " "	stengeldeel direct boven den grond	1
12	"	" " "	bladsteel van het onderste blad	2
"	"	" " "	benedenste deel van den hoofdnerf van het benedenste blad	1
"	"	" " "	middenste deel van den hoofdnerf; bovenste deel van den stengel	1
68	"	schijnbaar nog gezond	bovengrondsch stengeldeel	?
"	"	(0 ziek)	bladsteel	1
"	"	"	benedenste deel van den hoofdnerf van benedenste blad	1

Nummer der plant	Datum van het afsnijden	Uiterlijke waarneem- baarheid der ziekte	Plantendeel	Graad der necrose
98	14 Mei	(0 ziek)	bovenste deel van den hoofdnerf	3
23	"	vrij gezond, doch reeds iets ziek ($\frac{1}{4}$ ziek)	onderste stengeldeel	0
			middenste stengeldeel	1
			bladsteel, beneden blad	1
			benedenste deel van een hoofdnerf van een be- nedenblad	1
			bovenste deel van den nerf	1
7	"	$\frac{2}{4}$ ziek	benedenste stengeldeel	0
			midden stengeldeel	3
"	"	"	benedenste deel van het onderste blad (nerf)	1
8	"	waarneembaar ziek doch iets minder duidelijk dan bij No. 12 ($\frac{3}{4}$ ziek)	benedenste stengeldeel	1
			middenste stengeldeel	1
"	"	"	bladstengel van het laagst geplaatste blad	0
8	14 Mei	waarneembaar ziek, doch iets min- der duidelijk dan bij No. 12 ($\frac{3}{4}$ ziek)	benedenste deel van de hoofdnerf van het top- blaadje van het bene- denste blad	1

De resultaten van het onderzoek verricht in 1919 kunnen m.i. als volgt worden samengevat:

1. Gezonde planten vertoonen in geen enkel der 32 onderzochte gevallen ziekelijke afwijkingen van eenige beteekenis in het phloeem.

2. Planten, welke abnormaal groeien tengevolge van andere oorzaken dan de bladrolziekte, vertoonen hoogst zelden typische verschijnselen van necrose. In één geval (No. 38) werd bij mozaiekziekte necrose in het phloeem geconstateerd.

Het is dus zeker de moeite waard om nog eens nauwkeurig bij de mozaiekziekte, die in zoovele opzichten met de bladrolziekte overeenkomt, na te gaan of zij niet, zij het dan ook door

een zwakke phloeemnecrose is gekenmerkt. De mogelijkheid bestaat ook dat door de aanwezigheid van de mozaiekziekte eene tegelijkertijd- aanwezige bladrolinfectie niet waarneembaar was.

Andere, sterk mozaiekzieke planten gaven geen typische necrotische afwijkingen in de zeefvatenbundels te zien. Geheel normaal waren ook de zeefvaten bij planten, waarvan de bladeren rolden tengevolge van rotting der wortelschors. Geen necrose kon worden waargenomen bij een stengeldeel, dat tengevolge van overstulping door een metalen emmer was geschroeid. Evenmin was dit het geval bij planten, welke abnormaal waren ontwikkeld doordat ze in nauwe potten groeiden. Ook de planten, waarbij mycelium in de houtvaten werd aangetroffen vertoonden geen necrotische verschijnselen in het phloeem.

3. Phloeemnecrose kan bij de Paul Krüger steeds worden waargenomen indien men bladstelen van sterk bladrolzieke bladeren of stengeldeelen, welke beneden bladrolzieke bladeren zijn geplaatst, onderzoekt in het midden van den zomer of in den herfst nadat de uitwendige verschijnselen reeds gedurende eenigen tijd waarneembaar waren.

4. Geen typische verschijnselen van phloeemnecrose zijn waarneembaar vóórdat de uitwendige verschijnselen zich hebben vertoond. In vele gevallen kan in het phloeem van den stengel of het onder eind van de bladsteel geen ziekelijke afwijking worden waargenomen op het oogenblik, waarop de uitwendige verschijnselen reeds duidelijk optreden.

Uit het bovenstaande meen ik te kunnen concludeeren dat er een nauw verband bestaat tusschen de uitwendige verschijnselen en het inwendige kenmerk. Bij de aardappelsoorten, waarmee ik gewerkt heb, is, met uitzondering van een enkel geval, de necrose uitsluitend aangetroffen bij typisch bladrolzieke planten. In dit opzicht wijken mijne conclusies af van die van ARTSCHWAGER, SCHANDER, TIESENHAUSEN en ESMARCH en stemmen ze overeen met de uitkomsten, welke QUANJER verkregen heeft. Aangezien echter *duidelijke* afwijkingen in het phloeem van bladsteel of stengel slechts zijn waar te nemen nadat de uitwendige verschijnselen reeds korteren of langeren tijd zichtbaar zijn, bestaat er mijns inziens geen aanleiding het optreden dezer verschijnselen toe te schrijven aan de necrose in het phloeem van genoemde plantendeelen.

In den zomer van 1919 heb ik den zetmeel-afvoer onderzocht van een groot aantal bladeren, welke de eerste verschijnselen der bladrolziekte vertoonden of waarvan verondersteld kon worden, dat dit spoedig zou geschieden.

Het onderzoek op zetmeel geschiedde volgens de methode van SACHS. Planten, welke voor het onderzoek bestemd waren, werden 's avonds te vijf uur overdekt door een houten emmer. Den anderen morgen te tien uur, dus na een zeventien-urige verdonkering werden de te onderzoeken bladeren afgesneden, drie minuten in kokend water gedompeld, gedurende tien minuten in geconcentreerde alcohol uitgekookt en vervolgens begoten met een jodium-joodkalium oplossing. Ter vergelijking met deze bladrolzieke planten werden ook steeds bladeren van gezonde planten onderzocht. In de periode, waarin de eerste verschijnselen van de ziekte optreden, bleken in 1919 gezonde bladeren en na zeventienurige verdonkering steeds geheel of bijna geheel zetmeel-vrij te zijn. Later in den zomer was dit niet altijd het geval en moest gedurende langeren tijd overdekking plaats hebben. In 1920, toen het weer minder droog en warm was, bleek een zeventienurige verdonkering dikwijls zeer onvoldoende.

Uit de proeven is gebleken, dat er een storing in den zetmeelafvoer bestaat op het oogenblik, waarop in den top van het bovenste blaadje van de benedenste bladeren de eerste verbleeking kan worden waargenomen. De gebrekkige afvoer bepaalt zich op dat moment ook uitsluitend tot het deel van het blad, waar het begin van een uitwendige verandering optreedt. De lager geplaatste blaadjes en de bladsteel vertoonen geen zwarte verkleuring door de toevoeging van de jodiumoplossing. Eenige dagen later verdwijnt het zetmeel na een 17-urige verdonkering ook niet meer uit de toppen der lager geplaatste blaadjes, welke onmiddellijk volgen op het topblaadje. In figuur 1 is een dergelijk blad geteekend, nadat de reactie van SACHS er op is toegepast na een 17-urige verdonkering. In den top van het bovenste blaadje is de zwartkleuring veel minder sterk. Hier bevinden zich reeds bruine plekken in het blad en blijkt ook na langdurige belichting weinig zetmeel aanwezig te zijn. In het midden van het topblaadje wijst een zwarte kleur op de aanwezigheid van veel zetmeel, evenals dit het geval is met de toppen der volgende blaadjes. Het overige deel van het blad en ook de bladstengel is vrij van zetmeel. Bij een onderzoek op necrose (No. 21 van de tabel) bleek dat geen veranderingen van eenige beteekenis gevonden konden worden in de zeefvaten van het stengeldeel, dat zich onmiddellijk beneden het onderzochte blad bevindt. (QUANJER heeft de necrotische afwijkingen uitgedrukt in het cijfer 1.)

Figuur 2 en 3 geven het beeld van twee bladeren van dezelfde plant na een 17-urige verdonkering en een daaropgevolgde behandeling volgens de methode van SACHS. Figuur 2 vertoont

een meer naar boven geplaatst blad, dat nog niet stijf is, terwijl figuur 3 een reeds verstijfd benedenblad voorstelt. De stengel beneden het eerste blad en de bladsteel van het tweede blad zijn op necrose onderzocht en verkregen respectievelijk de cijfers 0—1 en 3. Geen necrose van eenige beteekenis is dus geconstateerd in den stengel en den top van de plant. De bladsteel van het lager geplaatste, reeds eenigszins verstijfde blad vertoonde echter duidelijke necrotische verschijnselen in een deel der zeefvatenbundels.

Onderzoek verricht in 1920.

In 1920 is dit onderzoek voortgezet. Een twintigtal stengelstukjes afkomstig van sterk bladrolzieke, van sterk mozaïekzieke en van gezonde Paul Krügers werd aan QUANJER ter onderzoek gezonden. Ook thans was aan de stengelstukjes zelf niet waarneembaar of ze van gezonde of van zieke planten afkomstig waren. Het onderzoek, dat stellig geheel objectief geweest is, heeft de volgende resultaten opgeleverd.

No.			Graad der necrose
1	Bladsteel <i>sterk bladrolzieke</i> plant		1
6	" " " "		6
8	" " " "		2
12	" " " "	benedenstuk	4
18	" " " "	middenstuk	6
19	" " " "	bovenstuk	9
2	Bladsteel <i>sterk mozaïekzieke</i> plant,	boven	0
3	" " " "	midden	0
4	" " " "	beneden	0
5	" " " "	boven	0
7	" " " "	midden	0
9	" " " "	beneden	0
10	Stengel <i>sterk mozaïekzieke</i> plant,	benedenstuk	0
			0 eenige necrose in het parenchym, zooals men het wel bij oude gebarsten stengels vindt.
11	Stengel <i>sterk bladrolzieke</i> plant,	benedenstuk	4
13	Bladsteel <i>gezonde</i> plant,	benedenstedeel	0
14	" " " "	middenste "	0
16	Bladsteel <i>gezonde</i> plant,	middenste "	0
17	" " " "	" "	0
20	" " " "	" "	0

Dit onderzoek bevestigt, dat de phloeemnecrose voor zoover

ik heb kunnen nagaan slechts voorkomt bij bladrolzieke planten; het neemt de geringe twijfel, die nog bleef bestaan over het voorkomen bij mozaiekzieke en gezonde planten weg.

Om na te gaan, wat het eerst optreedt bij ziek wordende bladeren, de necrose in het phloem, de storingen in den zetmeelafvoer of de uitwendig waarneembare ziektesymptomen zijn een groot aantal bladeren onderzocht van planten, welke nog gezond schenen, doch waarvan men op grond van hunne afkomst kon verwachten, dat ze weldra de ziektesymptomen zouden vertoonen. Bladeren van dergelijke planten werden gelijktijdig met die van gezonde planten, volgens de methode SACHS, op zetmeel onderzocht, nadat ze een bepaalde tijd in een donkere kast gestaan hadden. Er moet daarbij gezorgd worden, dat de bladsteel zich bij het afsnijden in water bevindt en daarin ondergedompeld blijft. De tijd van verdonkering werd zooveel mogelijk zóó gekozen, dat vermoed kon worden, dat het gezonde blad ongeveer juist zetmeelvrij zou zijn, of zijn zetmeel althans voor verreweg het grootste deel verloren zou hebben. Er is veel ervaring noodig om deze tijdsduur te kunnen schatten, want hij hangt af van den ouderdom van het blad en van de temperatuur. Uit een vergelijking van gezonde en zieke bladeren laat zich dan de storing in de zetmeelafvoer nagaan op een tijdstip, waarop het zetmeel uit de gezonde bladeren juist verdwenen is. Dit is het geschikste moment voor de waarneming, omdat men dan elk achterblijven van zetmeel zien kan en daardoor ook storingen in den afvoer onder oogen krijgt, welke niet meer waarneembaar zijn, indien men het onderzoek na een meer langdurige verdonkering verricht. Na langdurige verdonkering verdwijnt het zetmeel in deze periode van de ziekte voor het grootste deel ook uit zieke bladeren. Er is mij als resultaat van dit onderzoek gebleken, dat de storing in den zetmeelafvoer waarneembaar is vóór uitwendig nog iets aan het blad is te zien. Aan de topblaadjes van de benedenste bladeren bewijst de zwarte kleur van de bladschijf bij de punt der blaadjes, dat het zetmeel nog niet verdwenen is op het oogenblik, waarop gezonde bladeren reeds geheel leeg zijn. Een dag of een halve dag later kan ook uitwendig worden waargenomen, dat de bovenste deelen van overeenkomstige bladeren van dezelfde plant iets stijver worden en ook een lichter tint aannemen. De zetmeelophooping schijnt dus de oorzaak van de verkleuring en de stijfheid te zijn. De zetmeelophooping schrijdt voort van den top der blaadjes naar het middenste deel en vervolgens naar de zijblaadjes der benedenste bladeren. De verstijving der blaadjes volgt de zetmeelophooping op den voet; de bladeren

beginnen te rollen, terwijl dikwijls bruine vlekjes aan de bladtoppen wijzen op plaatselijke afstervingsverschijnselen.

Pl. II fig. 4 geeft een fotografie weer van een ziek blad (links) en een gezond blad (rechts). De witte rechthoekige plekken duiden de plaatsen aan, waar een stuk bladschijf, vóór de onderdompeling in kokend water, uit het blad is gesneden. Deze stukjes van de bladschijf zijn met een stuk bladsteel, dat onmiddellijk ligt beneden het gefotografeerde deel van het blad, in alcohol bewaard en naar Wageningen gezonden, waar ze door QUANJER op phloeemnecrose zijn onderzocht.

Men ziet dat de storing van den zetmeelafvoer reeds duidelijk aan den top kon worden waargenomen. Toch was uitwendig aan dit blad nog niets abnormaals te zien. Een der andere bladeren van dezelfde plant vertoonde intusschen reeds zwakke ziekteverschijnselen. Nauwelijks waarneembare verstijvingen zijn ook bij de andere laaggeplaatste bladeren van dezelfde plant, na een en na twee dagen opgetreden. Stellig zou dit ook geschied zijn bij het afgesneden blad. De tijd, binnen welke dit zou hebben plaats gehad, is natuurlijk niet te bepalen.

Het onderzoek te Wageningen bewees, dat necrose van het phloeem niet of althans nog niet met zekerheid was waar te nemen; voor alle drie stukjes werd het cijfer 1 gegeven tegen het cijfer 0, dat aan de overeenkomstige stukjes van het gezonde blad was toegekend.

Pl. II fig. 5 geeft de fotografie weer van een ziek blad (links) en een gezond blad (rechts). Bij het zieke blad was nog geen rolling of verkleuring te bespeuren, doch er kon wel reeds eenige verstijving van het bovenste blaadje worden waargenomen. De verdonkering had plaats bij koel weer en duurde 40 uren. Men ziet op de photographie, dat het gezonde blad nog niet geheel zetmeelvrij is. De top van het bovenste blad is echter vrijwel geheel vrij van zetmeel, terwijl daarentegen het topblaadje van het zieke blad, blijkens de zwarte kleur, vol zetmeel zit. Voor het onderzoek op phloeemnecrose zijn van elk blad drie stukjes naar Wageningen gezonden, nl. een stuk uit het bovenste blaadje, een stuk van de bladsteel, beneden het bovenste blaadje, en een stuk van de bladsteel beneden het gefotografeerde deel. Aan de deeltjes van het gezonde blad, van boven naar beneden, werden de cijfers 0, 0 en 0 en aan die van het zieke blad de cijfers 1, 0 tot 1, en 1 toegekend.

Pl. II fig. 6 geeft de fotografie weer van een ziek blad (links) en een gezond blad (rechts) na een veertigurige verdonkering. Het zieke blad was reeds duidelijk stijf en vertoonde den begin van rolling. Het gezonde blad is na 40-urige verdon-

kering tamelijk vrij van zetmeel geworden, terwijl bij het zieke blad het topblaadje vol zetmeel gebleven is en ook de daaropvolgende blaadjes niet geheel zetmeelvrij geworden zijn. Als cijfers voor de necrose zijn gegeven voor het gezonde blad 0, 0, 0 en bij het zieke 0—1, 0 en 1.

Pl. II fig. 7 geeft de fotografie van twee sterk zieke bladeren van dezelfde plant. Het links geplaatste blad is bij daglicht afgesneden en zonder verdonkering op zetmeel onderzocht. Het blijkt geheel vol zetmeel te zitten. Het rechts geplaatste blad is na een 48-urige verdonkering onderzocht. Men kan zien dat het lichter gekleurd is dan het linksche blad en dat dus gedurende de verdonkering hier en daar nog zetmeel verdwenen is. Van het rechtsche blad zijn twee stukjes op necrose onderzocht, namelijk een stukje van de bladschijf van het bovenste blaadje en een stuk van de bladsteel beneden het gefotografeerde deel. Bij beide stukjes bleek het phloeem sterk necrotisch te zijn. QUANJER heeft er de cijfers 6 en 5 aan toegekend.

Behalve de gefotografeerde bladeren zijn ook een groot aantal andere op overeenkomstige wijze onderzocht.

Als resultaat van het geheele zetmeelonderzoek in 1919 en 1920 kan worden geconstateerd, *dat de storingen in den zetmeelafvoer vóór het eerste optreden der uitwendige ziektesymptomen kunnen worden waargenomen. Duidelijke necrose van het phloeem is eerst te zien, als de uitwendige verschijnselen der ziekte reeds eenigen tijd zichtbaar zijn. De door QUANJER uitgesproken veronderstelling, dat de uitwendig waarneembare ziektesymptomen een gevolg zijn van de storingen in den afvoer wordt hierdoor bevestigd. Dat deze afvoerstoringen een gevolg zijn van de necrose van het phloeem komt mij echter niet aannemelijk voor, nu gebleken is, dat zij aan het duidelijk optreden der necrose voorafgaan.*

Het is intusschen niet uitgesloten, dat de oorzaak van de ziekte toch in het phloeem gezocht moet worden. Geringe veranderingen in de zeefvatenbundels, welke moeilijk te constateeren zijn, zouden oorzaak kunnen zijn van de storingen in den zetmeelafvoer. De necrose van het phloeem kan een gevolg zijn van een ziekte in het phloeem, welke ook voor het optreden der necrotische verschijnselen, in staat is de afvoer der assimilaten te verhinderen.

Meer waarschijnlijk is het echter, dat de zeefvaten en de geleidecellen zijn veranderd door den invloed van iets wat buiten de cellen zelf ligt. Het verschijnsel zou dan te vergelijken zijn bij de z.g. obliteratie van een deel der zeefvaten van vele houtige planten, die volgens de BARY (1877), TSCHIRCH (1889)

BLIESENICK (1891) e.a. optreedt, nadat deze elementen in den herfst buiten werking worden gesteld.

Het zijn vooral de buitenste zeefvaten, die dan worden samengedrukt, nadat hun inhoud verdwenen is. Er blijft daarbij slechts een spleetvormig lumen over. De zeefvaten in de aardappelplant zullen stellig ook een deel van hun tangentiaalen en radialen druk verliezen, indien de afvoer der assimilaten door onbekende oorzaak wordt verhinderd.

Literatuur.

In de zeefvaten van houtplanten treedt echter geen verhouting der zeefvaten op, zooals bij de aardappels. Dit geschiedt intusschen wel na insputtingen in kastanjeboomen van verschillende zoutoplossingen. RUMBOLD (1916) vond, dat de zeefvaten tot een zekeren afstand boven en beneden de ingespoten plek ter breedte van het spuitgat tot verhouting overgingen.

SCHANDER, TIESENHAUSEN, ARTSCHWAGER en ESMARCH beschouwen de phloeemnecrose als eene verandering in de zeefvaten, welke optreedt tengevolge van storingen buiten de zeefvaten zelf liggende. ESMARCH (1919) meent in de necrose een ouderdomsverschijnsel te zien. Voor deze laatste veronderstelling bestaat naar mijn meening al zeer weinig aanleiding. Bij de gezonde Paul Krügers zijn althans bij de onderzoeken in 1919 ook gedurende de rijpingsperiode geen necrotische afwijkingen in het phloeem geconstateerd.

IV. ENZYMWERKING IN GEZONDE EN ZIEKE PLANTEN.

Literatuur.

Indien de belemmeringen in den zetmeelafvoer niet te verklaren zouden zijn uit het onbruikbaar worden van de afvoerwegen, doch indien omgekeerd de phloeemnecrose een gevolg is van andere storingen in de functies van het assimilatie-apparaat, moet de vraag, welke oorzaak aan den gebrekkigen zetmeelafvoer ten grondslag ligt, voorloopig onbeantwoord blijven. Er zijn op dit oogenblik geen andere inwendige kenmerken gevonden, waaruit de storingen in den zetmeelafvoer verklaard kunnen worden. Wel is er met grooten ernst in deze richting gezocht en is het niet zonder belang de resultaten van deze onderzoekingen te kennen. Waar hier van zetmeel-afvoer gesproken wordt kan natuurlijk niet gedacht worden aan een zuiver mechanisch transport. Men heeft zich deze zaak, zooals uit de onderzoekingen van SACHS en anderen blijkt, ongeveer als volgt voor te stellen:

Onder den invloed van het licht worden in de chlorophyllhoudende cellen zetmeelkorrels gevormd. Of deze het eerste product van het assimilatieproces zijn of niet, doet hier weinig ter zake. Tengevolge van de splitsende werking van diastatische fermenten (amylase, maltase) wordt zetmeel omgezet in glucose, dat gedeeltelijk voor de ademhaling wordt verbruikt en gedeeltelijk wordt weggevoerd. In de knollen heeft eene heromzetting tot zetmeel plaats, waarbij volgens de opvatting van LOEB (1906) dezelfde fermenten de omgekeerde, derhalve een synthetische werking uitoefenen. Maar ook in merg en schors van bladnerven, bladstelen, stengels en stolonen vormen zich zetmeelkorrels gedurende den loop van den dag als de concentratie van de glucose een groote hoogte bereikt heeft. Gedurende den nacht vermindert deze concentratie en wordt daardoor de splitsende werking der diastatische fermenten, welke evenals bij andere evenwichtsreacties omgekeerd evenredig is met de concentratie harer splitsingsproducten, verhoogd. De zetmeelkorrels verdwijnen uit blad en stengel, zoowel uit

de assimileerende cellen als uit de cellen, waar het zetmeel tijdelijk uit de overmaat van suikers is afgezet.

De snelheid, waarmee het zetmeel uit blad en stengel verdwijnt, wordt dus in de eerste plaats beïnvloed door de snelheid, waarmee de suikers in de knol tot zetmeel worden omgezet, verder door het meer of minder goed functioneeren van de organen van den neerdalenden sapstroom, de hoeveelheden der diastatische fermenten in blad en stengel en de meer of minder gunstige voorwaarden voor de werkzaamheid dier fermenten. De werking der diastase wordt bevorderd door een hogere temperatuur en ruime toetreding van water en lucht (GRÜSZ 1907) doch staat ook onder den invloed van andere fermenten. Zij, die de oorzaak van den gebrekkigen zetmeelafvoer niet toeschrijven aan mechanische storingen van den afvoer, zoeken haar veelal in de verschillende verhoudingen, waarin sommige fermenten ten opzichte van elkander voorkomen bij zieke en gezonde planten. Zij vermoeden bij zieke planten een storing in de evenwichtsverhoudingen dier fermenten. De onderzoekingen van VAN DER HAAR (1919) wijzen eenigszins in deze richting. VAN DER HAAR onderzocht de werking van oxydase, peroxydase, en tyrosinase gezamenlijk. De oxydeerende werking werd nagegaan ten opzichte van pyrogallol met behulp van waterstofperoxyd, nadat eerst was vastgesteld welke toevoeging van waterstofperoxyd de beste werking van de oxydeerende fermenten meebracht. De werking bleek bij het sap van bladrol-zieke knollen sterker te zijn dan bij het sap van gezonde. Bij de onderzochte gezonde knollen werd de werking uitgedrukt in de cijfers 6.63 en 6.45 en bij de zieke in de cijfers 7.27 en 10.94. Intusschen bleek ook de werking der amylase sterker te zijn in de zieke knollen, namelijk 0.51 tegen 0.35 bij gezonde knollen.

De Oostenrijksche onderzoeker DOBY heeft gedurende een reeks van jaren (1911—1915) de werking der enzymen in zieke en gezonde knollen vergeleken. In het algemeen vond ook hij eene verhoogde werking der oxydeerende enzymen vooral van de tyrosinase. Er bleek intusschen ook bij verschillende aardappelrassen en bij knollen van verschillende stammen een vrij sterk onderscheid tusschen de werking der verschillende fermenten te bestaan. Het is DOBY dan ook niet gelukt een vast enzymatisch kenmerk voor de ziekte te vinden.

Ten opzichte van de amylase toonen de onderzoekingen van DOBY en VON BODNAR (1915) aan, dat er geen belangrijk verschil bestaat tusschen de amylase werking in zieke en gezonde knollen. Wel meenen zij gevonden te hebben, dat de amylase van zieke knollen minder duurzaam is dan van gezonde.

Bij antiseptische bewaring stijgt de amylase werking van sap in gezonde knollen nog gedurende vele dagen, daarna treedt een daling in. Bij het sap van zieke knollen treedt het oogenblik der daling eerder in en verloopt zij sneller.

NEGER (1919) heeft getracht de hoeveelheden diastase te bepalen in de bladeren van zieke en gezonde planten. Hij gebruikte hiervoor eene versche Guajacharsoplossing en waterstofperoxyd. Hierbij bleek dat de blauwkleuring in zieke bladeren veel sterker was dan in gezonde.

NEGER leidt uit het achterwege blijven van de omzetting van zetmeel in suiker in zieke bladeren, gepaard met de aanwezigheid van groote hoeveelheden diastasen af, dat de diastase door de een of andere onbekende oorzaak hare werking verloren heeft. Deze conclusie is echter ongerijmd want de hoeveelheden diastase laten zich tot nu toe niet bepalen afgescheiden van hare werking. De reactie van Guajachars en waterstofperoxyd is wel allerm minst in staat de hoeveelheid diastase in de bladeren vast te stellen. Intusschen is het optreden van een sterke blauwkleuring bij zieke bladeren niet zonder beteekenis, want zij wijst op de aanwezigheid van grootere hoeveelheden oxydeerende enzymen. Volgens WOODS (1902) zijn het deze oxydeerende enzymen, die de splitsende werking der diastase verhinderen.

BOAS (1919) vond, volgens de methode van de bepaling der concentratie van waterstofionen, dat gezonde planten een zuurder celsap hebben dan zieke. Verder constateert hij, dat in zieke planten een ophooping plaats heeft van de afbrekingsproducten van eiwit, met name aminozuren, terwijl de gezonde planten daarvan vrij zijn. Ook de katalase-werking is in de zieke planten sterker dan in de gezonde.

Tot nu toe heeft zich het chemisch onderzoek van zieke plantendeelen vooral gericht op den knol. Het komt mij, in verband met het onderzoek op den zetmeelafvoer voor, dat een microchemisch onderzoek van de bladschijf in de eerste plaats noodzakelijk is. Waarschijnlijk zal dit onderzoek het meeste succes hebben indien het wordt verricht op het oogenblik, waarop de eerste belemmeringen in den zetmeelafvoer optreden. In die periode toch zal men het minst worden gehinderd door verschijnselen welke een gevolg en geen oorzaak zijn van de storingen.

V. PLANTENZIEKTEN, WELKE PUNTEN VAN OVEREENKOMST MET BLADROLZIEKTE VERTOONEN.

Literatuur.

De mozaiekziekte van de aardappelen wijkt, wat hare uiterlijke kenteekenen aangaat, belangrijk af van de bladrolziekte, doch komt er geheel mee overeen ten opzichte van de wijze van verspreiding. Knollen van mozaiekzieke pollen leveren ook mozaiekzieke nakomelingen op, terwijl oogenschijnlijk gezonde stammen soms alle gezonde, doch soms alle zieke of deels gezonde en deels zieke stammen kunnen voortbrengen. Gezonde stammen kunnen van zieke buurplanten uit worden besmet. (QUANJER 1919, OORTWIJN BOTJES 1919). De overgang kan bij beide ziekten worden bewerkt door luizen (hoofdstuk IX).

De ziekte kan worden overgebracht door enting en door transplantatie van deelen van een zieke knol (QUANJER 1917). De incubatie-periode is bij beide ziekten meestal zeer lang, zoodat in het jaar, waarin de besmetting heeft plaats gehad, nog dikwijls geen uiterlijke symptomen waarneembaar zijn. Bij geen van beide ziekten is het gelukt vreemde organismen te vinden, welke als oorzaak der ziekte kunnen worden beschouwd. Tot nu toe is geen enkel punt van verschil betreffende de verbreiding der ziekten waargenomen. Het ligt dan ook voor de hand, dat alles wat omtrent een van beide ziekten bekend wordt van beteekenis is voor de beoordeeling van de richting, waarin bij de andere ziekte gezocht moet worden.

QUANJER (1919) is er in geslaagd aardappelplanten van de soort „Zeeuwsche Blauwe” ziek te maken door er enten van mozaiekzieke tomaat op te plaatsen, terwijl ook omgekeerd tomatenplanten ziek werden door enting met mozaiekzieke „Zeeuwsche Blauwe”. Het was noch bij de aardappel noch bij de tomaat te zien of de smetstof van de eene of van de andere plantensoort afkomstig is. De mozaiekziekte van de aardappelen is dus identiek met de mozaiekziekte van de tomaat.

CLINTON (1915) kon de mozaiekziekte van de tomaat gemak-

kelijk overbrengen op tabak (*Nicotiana tabacum*). De mozaiekziekte van de aardappelen en de mozaiekziekte van de tabak moeten dus van denzelfden oorsprong zijn.

De mozaiekziekte van de tabak is het onderwerp geweest van veel ernstig onderzoek en de resultaten van dit onderzoek zijn natuurlijk voor de mozaiekziekte van de aardappelen en ook voor de bladrolziekte niet zonder beteekenis. Zooals bekend is kunnen de meeste planten van de familie der Solanaceeën door de mozaiekziekte worden aangetast.

QUANJER (1919) geeft een overzicht van ziekteverschijnselen bij andere planten, welke eenige overeenkomst vertoonen met die van mozaiek- en bladrolziekte. Hij noemt de phloeemnecrose van de koffie in Suriname, de serehziekte en de gele strepenziekte van het suikerriet op Java, de mozaiekziekte van de voederbiet in Denemarken, de „yellows” en „rosette” van de perzik in Amerika, de dwergziekte der moerbeien in Japan, en de overal in den tuinbouw bekende besmettelijke bontheid der Malvaceeën.

COLEMAN (1917) vestigt de aandacht op de overeenkomst tusschen de door hem bestudeerde ziekte van den sandelboom („sandalspike”) eenerzijds en de bladrolziekte van de aardappels, „peach yellows”, „peach rosette,” en tabaksmozaiek anderzijds. Bij de „spike disease”, welke in het Mysore district van Engelsch Indië voorkomt worden de bladeren eerst aan enkele takken lichter gekleurd. Zij blijven klein en smal, terwijl ze evenals bij de bladrolzieke aardappelplanten min of meer verstijven. Dikwijls treden ook roodachtige tinten op, welke hunne oorzaak vinden in de vorming van anthocyan. Langzamerhand verbreidt de ziekte zich over alle takken, zoodat de boom tenslotte geheel is aangetast en begint af te sterven. Gelijktijdig met de ziekteverschijnselen in de takken kan ook het afsterven worden waargenomen van de einden der wortels en de haustoria, welke parasitisch in de wortels van andere planten binnendringen. De ziekte kan door enting met zieke twijgen worden overgebracht. Een overbrenging langs anderen weg is tot nu toe niet gelukt. De ziekte wordt gekenmerkt door storingen in den afvoer der assimilaten.

Merkwaardig is zeker, dat COLEMAN de overeenkomst tusschen bladrolziekte en spike is opgevallen voor hij bekend was met de bij de aardappels waargenomen storingen in den zetmeelafvoer. Hij schrijft: „As has been noted, all the above mentioned diseases show many symptoms similar to those of spike disease. In the case of none of them however is there any mention by investigators of excessive starch accumulation and as far I

have been able to ascertain this symptom is peculiar to the various spike diseases which we have investigated in Mysore".

COLEMAN heeft aangetoond, dat minder suiker gevormd wordt bij toevoeging van droog poeder van zieke bladeren aan opgelost zetmeel, dan wanneer men er droog poeder van gezonde bladeren aan toevoegt. Blijkbaar is de werking van de diastase in gedroogde zieke bladeren kleiner geworden. Eigenaardig is wel, dat de diastase werking bij zieke bladeren het geringst is gedurende den nacht, terwijl ze dan bij gezonde bladeren juist haar toppunt bereikt. COLEMAN heeft verder aangetoond, dat de assimilatie in zieke bladeren sterk vermindert en hij schrijft dit toe aan de gebrekkige afvoer van zetmeel, waarbij hij zich beroept op SAPOSCHNIKOFF (1890). Deze heeft namelijk gevonden, dat de assimilatie des te beter verloopt naarmate de koolhydraten sneller uit de bladeren worden verplaatst.

In het Mysore district zijn verder een aantal plantensoorten gevonden, welke gelijksoortige ziekteverschijnselen vertoonen.

Genoemd worden *Zizyphus oenopia*, *Dodonaea viscosa*, *Pterolobium indicum*, *Argyrea cuneata*, *Solanum indicum*, *Cassia auriculata*, *Ficus tsiela*, *Tephrosia purpurea*, *Crotolaria retusa*, *Vinca rosae*, *Stachytarpheta indica* en *Datura stramonium*.

Solanum indicum en *Datura stramonium* behooren tot de familie der Solanaceeën. Van de laatste soort, welke onder den naam „doornappel” ook in ons land veel voorkomt, is bekend dat de mozaïekziekte van de tabak er op kan worden overgebracht. In Engelsch Indië is thans gevonden, dat er een ziekte op voorkomt, welke zeer veel overeenkomst heeft met de bladrolziekte van de aardappels. Ook met het oog op de verspreiding van de ziekte is het gewensht, dat wordt nagegaan of de bladrolziekte in ons land ook bij den doornappel wordt aangetroffen. Het zou immers niet onmogelijk zijn, dat onkruiden, behorende tot de familie der Solanaceeën, eene rol speelden bij de verbreiding der bladrolziekte.

In de Westelijke Staten van Noord Amerika komt onder den naam „Curly Leaf” eene ziekte in suikerbieten voor, welke wordt gekenmerkt door eene verdikking en verdraaiing van de nerven der bladeren en eene opbuiging der bladranden. De bladeren krijgen een gekruld uiterlijk, zoodat de benedenste bladvlakte meer in het oog springt. SMITH en BONQUET (1915) vonden typische necrotische afwijkingen in het phloeem. BONQUET (1916) ontdekte in de zeefvaten een organisme (*Bacillus moru-lans*), dat hij als oorzaak der ziekte beschouwt. Dit organisme bleek een heftig reduceerder van nitraten te zijn. Tot nu toe is echter geen bevestiging van het oorzakelijk verband tusschen

genoemde bacterie en de krulziekte der bieten gevonden.

LAMKEY (1917) beschrijft onder den naam „carnation yellows” eene ziekte van de anjelieren, waarbij ophooping van zetmeel in de bladeren wordt waargenomen. Hij brengt deze in verband met de eveneens geconstateerde vermindering van de werkzaamheid der diastase en verhoogde werking van de oxydasen.

VI. DE INVLOED VAN HET POOTGOED TEN OPZICHTE VAN HET OPTREDEN VAN DEN PRIMAIREN EN DEN SECUNDAIREN VORM DER ZIEKTE.

Eigen waarnemingen.

Bij de Paul Krüger, waarmee ik in hoofdzaak gewerkt heb, is steeds waargenomen, dat de knollen van een secundair zieke stam weer secundair zieke nakomelingen voortbrengen. Gevallen van genezing der ziekte zijn bij mijne proeven nooit voorgekomen. Dit is geheel in overeenstemming met de resultaten, welke SPIECKERMANN, QUANJER, SCHANDER en KRAUSE hieromtrent verkregen hebben. Het is natuurlijk niet onmogelijk, dat in sommige gevallen bij enkele aardappelrassen een genezing in latere generaties zou kunnen optreden, doch dit is tot nu toe niet geconstateerd. Waar men hier en daar in de literatuur gevallen van genezing vermeld ziet, bestaat ook meestal twijfel of de moederplant wel secundair ziek is geweest.

De nakomelingen van duidelijk primair zieke stammen zijn steeds voor een deel of allen secundair ziek. In 1918 zijn door mij knollen verzameld, van vier stammen, welke door QUANJER, na onderzoek op phloeemnecrose, als primair bladrolziek waren erkend. Al deze knollen brachten het volgende jaar secundair bladrolzieke planten voort. Dit feit wordt hier vermeld omdat WORTLEY en ESMARCH het bestaan van den primairen vorm ontkennen. Bij onderzoekingen in Amerika en te Bromberg was steeds gebleken, dat alle planten, welke eenige overeenkomst met den primairen vorm van bladrolziekte vertoonden, gezonde nakomelingen voortbrachten. Dit komt inderdaad dikwijls voor en het is dan ook uiterst moeilijk den primairen vorm der ziekte van andere ziektebeelden te onderscheiden. Het bovenaangehaalde voorbeeld, dat met talrijke andere vermeerderd kan worden, bewijst echter, dat men wel degelijk den primairen vorm als zoodanig kan waarnemen. Zoover ik heb kunnen nagaan, bestaat er geen verschil tusschen de zieke nakomelingen van een primair zieke pol en die van een secundair zieke.

Behalve secundair en primair zieke pollen kunnen ook oogen-schijnlijk gezonde stammen knollen opleveren, welke bij uit-

potting secundair zieke planten voortbrengen. In dit geval nemen we aan, dat de oorzaak van de ziekte in de moederplant aanwezig is geweest zonder dat zij uiterlijk waarneembare ziektesymptomen heeft veroorzaakt. Het is niet absoluut zeker, dat dit altijd juist is, doch in vele gevallen is het bewijs geleverd, terwijl nooit het tegendeel is aangetoond.

Snijdt men een aantal knollen in stukken en poot men deze stukken op verschillende perceelen uit, dan blijkt dat uitwendige omstandigheden geen invloed hebben op het optreden der secundaire bladrolziekte. De stukken van denzelfden knol brengen op verschillende grondsoorten of bij verschillende bemesting bijna altijd alleen zieke of alleen gezonde planten voort. Een voorbeeld hiervan levert een afstandsproef in 1920. 105 knollen werden in vijf stukken gesneden. Van elke knol werd een stuk uitgepoot te Emmer Compascuum, te ter Apel, te Bõrgercompagnie, te Oostwold en in den Wilhelminapolder op zeer verschillende gronden. De stukken van de nummers 7, 8, 24 en 27 zijn overal ziek geworden, terwijl alle andere stukken gezonde stammen voortbrachten. Dit voorbeeld kan met talrijke andere worden vermeerderd. In Wageningen is het een enkele keer voorgekomen, dat de eene helft van den knol van een Zeeuwsche Blauwe een plant opleverde, welke geheel het ziektebeeld vertoonde van een secundair bladrolzieke stam, terwijl de andere helft een gezonde plant voortbracht. Deze helften waren onder gelijke omstandigheden in potten uitgepoot.

Het optreden van zieke en gezonde planten uit stukken van denzelfden knol, behoort tot de hooge uitzonderingen. Nooit is bij dergelijke gevallen geconstateerd, dat uitwendige omstandigheden oorzaak waren van het optreden van den secundairen vorm der ziekte. Zoolang dit niet geschied is en de uitzonderingen ook zoo weinig talrijk zijn, mag worden volgehouden, dat deze vorm der ziekte slechts optreedt, indien de oorzaak in den moederknol aanwezig was.

Men vindt dan ook in de aardappelvelden de zieke stammen vrij regelmatig over het veld verdeeld. Wel schijnt soms het aantal zieken op de wendakkers en op andere dichtgetrapte deelen van het veld grooter te zijn dan op andere plekken, doch dan blijkt bij nauwkeurige telling het verschil niet te bestaan in het percentage der zieken, doch in de mate, waarin de ziekte tot uiting komt. Bij ongunstige groeivoorwaarden blijven zieke stammen in sterkere mate in hunne ontwikkeling ten achter dan in een lossen, goed bemesten bodem. Ook overgroeien onder gunstige omstandigheden de gezonde stammen de zieke

pollen, zoodat de aanwezigheid van de laatsten minder opvalt dan op plekken, waar het geheele gewas in zijne ontwikkeling terugblijft.

Met vrij groote zekerheid kan worden gezegd, dat de secundaire vorm der ziekte uitsluitend haar oorzaak vindt in het gebruikte pootgoed. Hiermee is echter nog niet uitgemaakt, dat deze oorzaak reeds bij de moederplanten aanwezig moet zijn geweest. De mogelijkheid is natuurlijk niet uitgesloten, dat deze zich gedurende het bewaren der knollen ontwikkelde of van knol op knol werd overgebracht. Sommigen hebben inderdaad het optreden der ziekte toegeschreven aan te groote warmte of vochtigheid in de aardappelkuilen. Onderzoekingen van QUANJER (1916) hadden echter tot resultaat, dat de temperatuur of vochtigheid in de bewaarplaatsen geen invloed bleek te hebben op het aantal zieken.

Daar het ondanks alle genomen moeite niet gelukt is de ziekte op gezonde knollen over te brengen door ze te behandelen met sap uit zieke knollen (zie hoofdstuk X), is een besmetting in de aardappelbewaarplaatsen weinig waarschijnlijk. Het bewijs van het ziek worden van knollen gedurende hun verblijf in de aardappelkuilen is nooit geleverd en er bestaan ook geen aanwijzingen voor.

Op dit oogenblik is geen enkel geval van secundaire bladrolziekte bekend, waarvan met zekerheid te constateeren viel, dat het geen verband hield met de aanwezigheid van de ziekteoorzaak bij de moederplant.

Een andere vraag is of steeds secundair zieke nakomelingen zullen optreden, indien de ziekteoorzaak bij de moederplant aanwezig is.

Bij den nabouw van aardappelpollen, welke in 1917 naast mozaïekzieke planten stonden, kon in 1918 geen mozaïekziekte worden waargenomen. Daarentegen trad deze zeer duidelijk op bij den tweeden nabouw. Blijkbaar is in 1918 de mozaïekziekte in de Paul Krügers aanwezig geweest zonder dat de symptomen te voorschijn traden.

Het zou natuurlijk niet onmogelijk zijn, dat iets dergelijks ook bij de bladrolziekte voorkwam en dat de ziekteoorzaak gedurende meer dan eene generatie verborgen kan blijven. Echter zijn de verschijnselen van de bladrolziekte bij de Paul Krüger veel gemakkelijker waarneembaar dan die der mozaïekziekte. De laatste kunnen in droge, warme zomers soms vrij gemakkelijk over het hoofd worden gezien, terwijl dit met het secundaire ziektebeeld der bladrolziekte niet het geval is. Er is weinig reden aan te nemen, dat de ziekte gedurende meerdere

generaties verborgen kan blijven omdat er geen verschil in den graad van aantasting bestaat tusschen de nakomelingen van een zieke en de zieke nakomelingen van een schijnbaar gezonden stam. Bij de mozaïekziekte bestaat dit verschil bij de Paul Krüger wel en laat zich het latent blijven, in het eerste jaar na de besmetting, verklaren uit den geringen graad van aantasting.

Aangezien op dit oogenblik geen gevallen bekend zijn, die tot tegengestelde opvattingen zouden moeten leiden, kan worden aangenomen:

1. *Dat secundair zieke stammen slechts optreden, indien de oorzaak der ziekte reeds in de moederplant aanwezig was.*

2. *Dat de oorzaak der ziekte niet in den moederknol aanwezig is geweest, indien deze geen secundair zieke plant heeft voortgebracht.*

Wij moeten er echter rekening mee houden, dat het absoluut afdoende bewijs voor geen van beide stellingen geleverd is.

Het optreden van den primairen vorm der bladrolziekte houdt geen verband met den gezondheidstoestand van het gebruikte pootgoed. Onder verschillende omstandigheden uitgepoot, kan uit de eene helft van een gezonde knol een gezonde en uit de andere een primair zieke plant groeien. De primair zieke stammen staan nooit regelmatig over het veld verspreid. In sommige jaren werden ze te Oostwold geheel niet waargenomen. In 1918 vond ik ze in plekken op een veld, waaruit in het voorjaar de secundair zieke stammen verwijderd waren. Ze groepeerden zich hoofdzakelijk rondom de open plekken, waar de secundair zieke stammen gestaan hadden. Het meest kwamen ze voor op de wendakkers. Bij de Bravo heb ik nooit primair zieke planten kunnen waarnemen. Een eigenaardig verschijnsel is wel, dat de primaire vorm der ziekte te Wageningen veel meer voorkomt dan te Oostwold. Alles wijst er op, dat de primaire vorm der ziekte niet uit den moederknol voortkomt, doch dat ze slechts optreedt indien de ziekteoorzaak gedurende de groeiperiode in de plant geraakt en zich zoodanig verbreidt, dat ze reeds in hetzelfde jaar aan de plant een ziek uiterlijk bezorgt.

Bij de mozaïekziekte der aardappels is ook geconstateerd, dat knollen van zieke stammen steeds weer zieke nakomelingen opleveren. Een uitzondering kan slechts voorkomen bij stammen, welke pas ziek geworden zijn en waarbij het contagium nog niet in alle knollen doorgedrongen is.

Een totale genezing der ziekte is evenmin waargenomen als bij de bladrolziekte. In den regel leveren de stukken van

eenzelfden knol alle zieke of alle gezonde knollen op. Bij een afstandsproef in 1919 genomen, waarbij 33 knollen in vier stukken werden gedeeld, welke te Wageningen, Borgercompagnie, Ferwerd en Oostwold werden uitgepoot, leverden alle deelen van 32 der knollen gezonde nakomelingen op, terwijl de stukken van een der knollen op alle vier plaatsen een mozaïekzieke plant voortbrachten.

Literatuur.

De nabouw van de sterk mozaïekzieke stammen op het veld van het Landwirtschaftliche Versuchsstation te Munster in 1919 bevatten in 1920 uitsluitend mozaïekzieke stammen; de nabouw van de zwak zieke stammen 5,6 % gezonde en 94.4 % mozaïekzieke planten (Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau 1920).

SCHULTZ, FOLSOM, HILDEBRANDT en HAWKINS (1919) constateerden, dat in een bepaald geval de helften van 11 van de 287 uitgepote knollen gedeeltelijk zieke en gedeeltelijk gezonde planten voortbrachten. De helften van de overige 276 knollen leverden of beide zieke of beide gezonde planten op. Zij schrijven het optreden van zieke en gezonde nakomelingen uit de helften van denzelfden knol toe aan de aanwezigheid van het contagium in de eene helft bij een afwezigheid in de andere helft van den knol. Het kan echter ook zijn, dat bij warm, droog weer de ziekte zich zoo weinig heeft geopenbaard, dat haar symptomen in enkele gevallen over het hoofd werden gezien.

Bij de krulziekte van suikerbieten is steeds waargenomen, dat een biet, welke voor de zaadwinning wordt uitgepoot, een sterk zieke plant oplevert, indien de bladeren in het voorgaande jaar krullingsverschijnselen vertoonen. Dus ook bij deze ziekte heeft overgang met het pootgoed plaats.

VII. DE BESMETTELIJKHEID DER BLADROLZIEKTE. DE INVLOED VAN ZIEKE BUURPLANTEN.

Eigen onderzoek.

Nadat in 1914 reeds gebleken was, dat het percentage zieke nakomelingen van een aantal pollen grooter was, naarmate die pollen op geringeren afstand van zieke planten stonden, kon in 1915 de invloed van zieke buurplanten en daarmee de besmettelijkheid der ziekte onomstootelijk worden bewezen.

De knollen van den gezonden stam J₂₂ werden in 1914 ten deele op een afzonderlijk veldje uitgepoot en voor een ander gedeelte tusschen twee rijen aardappelen, afkomstig van een zieken stam, welke ook zonder uitzondering zieke planten voortbrachten (zie Pl. III fig. 8).

Al de nakomelingen van J₂₂ leverden gezonde planten op, zoodat het eenige verschil tusschen J₂₂ 1 t/m. J₂₂ 7 en J₂₂ 16 t/m. J₂₂ 21 bestond in de standplaats ten opzichte van zieke exemplaren. De eerste stonden midden tusschen zieke rijen, de laatste naast gezonde. Intusschen bevond zich op 2 M. afstand van de laatste een veld, waarin enkele zieke exemplaren voorkwamen.

Bij drie van de zeven naast zieke pollen staande stammen konden reeds in den nazomer verschijnselen worden geconstateerd, die aan primaire phloeemnecrose deden denken, bij de andere was geen onderscheid met de naast gezonde pollen staande planten waarneembaar. Hoe geheel anders was dit echter bij de nakomelingen in 1915.

Zooals de twee schetsjes voor 1915 in fig. 8 aangeven, waren de nakomelingen van alle zeven planten, die naast zieke gestaan hadden, voor verreweg het grootste deel secundair ziek, van de 209 planten n.l. 191 zieke en 18 gezonde. Bij de knollen van de zusterplanten werden op 210 stuks slechts 6 zieke en 204 gezonde exemplaren geteld. Of deze 6 zieke besmet zijn uit het veldje, dat in 1914 twee Meter van de gezonde rijen verwijderd was, is niet met zekerheid te zeggen.

Terwijl de nakomelingen van J₂₂ 16 t/m. J₂₂ 21 een oogenschijnlijk goed gewas met uitstekende opbrengst hebben voortgebracht leverden de afstammelingen van J₂₂ 1 t/m. J₂₂ 7

zoo goed als niets op; zij bedekten den grond niet eens. En toch was het eenige verschil de nabijheid van zieke stammen in 1914.

De overgang der ziekte van plant op plant, gedurende den groeitijd, is hiermede volkomen bewezen.

Onderzoekingen van QUANJER (1916 en '19) en van MURPHY in Canada (1918) hebben deze waarnemingen volkomen bevestigd.

De invloed van zieke buurplanten, welke ten opzichte van de bladrolziekte bij vatbare soorten zoo duidelijk tot uiting komt, kan ook worden waargenomen ten opzichte van de mozaïekziekte. In het jaar 1916 stond in een rij volkomen gezonde aardappels een enkele mozaïekzieke stam A₆. De planten stonden op een onderlingen afstand van 50 cM. op een perceel, waarop in 15 jaren geen aardappels hadden gegroeid. Overigens was deze rij 3 M. van andere rijen verwijderd.

Al de acht pollen, waartoe A₆ behoort, werden afzonderlijk geoogst en het volgende jaar uitgepoot. De bedoeling der proef was na te gaan, hoe zich de ziekte bij A₆ verder ontwikkelde, en of ze op haar burens was overgegaan. Tevens zou dan kunnen worden waargenomen, over welken afstand nog overgang plaats vond.

De resultaten van deze proef zijn het volgende jaar niet erg sprekend geweest, en dit is waarschijnlijk een gevolg van de uitwendige omstandigheden, vooral van de weersgesteldheid. De voorzomer van het jaar 1917 was warm, droog en zonnig. Bij een dergelijke weersgesteldheid zijn de verschijnselen van de mozaïekziekte zeer moeilijk waarneembaar. Terwijl de mozaïekziekte in 1916 en later ook in 1918 zeer groote schade in het geheele land heeft veroorzaakt, deed zij zich in 1917 betrekkelijk weinig gelden. Dat is niet een gevolg daarvan, dat afstammelingen van zieke planten gezond geworden waren, doch moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan de gunstige groeivoorwaarden voor de plant of de ongunstige voor de smetstof, waardoor de uitwerking op het uiterlijk der plant gering gebleven is.

De afstammelingen van A₆ waren zoo weinig aangetast, dat ik langen tijd aan de aanwezigheid der ziekte heb getwijfeld, tot ze bij den nabouw duidelijk tot uiting kwam. Bij geen der pollen, afkomstig van de buurplanten, viel een ziekelijke afwijking waar te nemen. In tegenstelling met de proef in 1915 is thans echter ook de tweede nabouw onderzocht. Drie pollen uit de tweede generatie van A₆ en drie pollen uit dezelfde generatie van elk harer onmiddellijke buurplanten in 1916, n.l. van A₅ en A₇, werden afzonderlijk in het voorjaar van 1917 uitgepoot.

Van de 66 nakomelingen van A_6 bleek geen enkele gezond te zijn. Alle waren in sterke mate mozaïekziek, veel sterker dan de moederplanten in beide voorgaande jaren. De stengels zijn korter gebleven dan bij de gezonde pollen, zij zijn op den grond gezakt en gaven de plant een verzwakt voorkomen. Bij enkele der planten trad later een begin van bruinkleuring op in een deel der stengeltoppen, terwijl ze sterker aan *Phytophthora* leden dan gezonde burenen. Dezelfde verschijnselen werden ook waargenomen bij al de 32 nakomelingen van een der pollen, afkomstig van A_5 . Er was volstrekt geen verschil te zien in de mate, waarin de nakomelingen van A_5 leden en die van A_6 . Ongetwijfeld is de moederplant van A_5 reeds in het voorgaande jaar ziek geweest, doch is de aantasting zoo weinig tot uiting gekomen, dat ze aan de waarneming is ontsnapt. De invloed van de zieke buurplant heeft zich dus het voorgaande jaar wel doen gevoelen, doch ze heeft zich eerst in de tweede generatie zoodanig geopenbaard, dat de planten een ziek uiterlijk aannamen. De overige nakomelingen van A_5 en ook die van A_7 zijn alle gezond gebleven evenals tachtig afstammelingen van A_1 , A_2 , A_3 , en A_4 , die door elkaar zijn uitgepoot.

Literatuur.

Ook QUANJER (1919) heeft bij de mozaïekziekte den invloed van zieke buurplanten aangetoond, terwijl hij er tevens, zoo wel bij mozaïek- als bij bladrolziekte in slaagde de ziekte kunstmatig over te brengen door scheuten van zieke planten op gezonde te enten en door helften van zieke knollen met helften van gezonde planten te doen vergroeien (1916 en '19).

De toestand bij enting en knollentransplantatie is intusschen eenigszins anders dan bij buurplanteninfectie, omdat bij eerstgenoemde methoden van overbrenging een innige vergroeiing van zieke en gezonde plantendeelen plaats heeft, waarbij de functies van het zieke plantendeel niet worden opgeheven. Bij het ziekworden door buurplanten heeft geen vergroeiing plaats, zoodat hier uitsluitend aan de overgang van een smetstof kan worden gedacht. Hiermee is bewezen, dat de bladrolziekte en de mozaïekziekte beide besmettelijk zijn.

Enkele Deutsche onderzoekers twijfelen nog aan het besmettelijk karakter der bladrolziekte, zonder dat bepaalde feiten zijn genoemd, waarop die twijfel steunt. Slechts ESMARCH (1919) noemt als zoodanig de waarneming op het proefveld te Bromberg, waar jaren achtereen bladrolzieke stammen van Alma en Magnum Bonum naast gezonde Imperator en Wohltmann verbouwd werden en waar altijd slechts de eerste

ziek werden. Dit feit is intusschen van weinig beteekenis, zoolang er niet bij vermeld wordt, hoe zich de nabouw van beide laatstgenoemde soorten ten opzichte van de ziekte verhield. Bovendien is geenszins beweerd, dat aardappelplanten steeds ziek worden, indien ze naast zieke pollen staan. Ook bij de uiterst vatbare Paul Krügers is herhaaldelijk waargenomen, dat dit niet het geval is, terwijl bij minder vatbare soorten dikwijls slechts bij uitzondering een infectie door buurplanten kon worden waargenomen. De waarneming van ESMARCH zou slechts dan aanleiding kunnen geven tot eenigen twijfel, indien gezonde exemplaren van de zeer vatbare soorten Alma en Magnum Bonum naast zieke waren verbouwd en bij den nabouw geen ziek worden door den invloed van de buurplanten was waar te nemen.

Ook uit hoofdstuk VIII zal blijken, dat er voor twijfel omtrent de besmettelijkheid der bladrolziekte geen plaats overblijft.

VIII. DE INVLOED VAN EEN ZIEKE VOORVRUCHT.

Literatuur.

In 1915 zijn door QUANJER een aantal proeven genomen om den invloed van een zieke voorvrucht na te gaan. Een 20-tal aardappels van gezonde herkomst werden in vier stukken gesneden en op een viertal bedden uitgepoot, zoodat van elke knol

stuk a werd gepoot op grond, die 20 jaar aardappelvrij geweest was,

stuk b op grond, waar in 1912 zieke aardappels groeiden,

stuk c op grond dito als b,

stuk d op grond, die het vorige jaar bezet was met zieke planten.

Reeds in 1915 kon het optreden van een groot aantal primair zieke stammen worden waargenomen op de perceelen b, c en d. Op perceel a traden aan het eind van het perceel zieke aardappels op, hetgeen er aan geweten werd, dat hier vermenging met besmetten grond had plaats gehad, overigens bleef dit perceel gezond. Het ergst was de ziekte op perceel d.

QUANJER heeft uit het resultaat dezer proef de conclusie getrokken, dat het ziek worden der aardappels geweten moest worden aan bodembesmetting en bij de toenmalige kennis omtrent de verbreiding der ziekte was ook geen andere conclusie mogelijk. Nu wij echter weten, dat de besmetting door insecten kan worden overgebracht (zie volgend hoofdstuk), vervalt de conclusie, waartoe men in 1915 gerechtigd scheen. Want de bedden, die QUANJER in 1915 gebruikte, waren slechts 1½ M. breed en er was bij de proeven slechts voor gezorgd, dat de aardappels 2 M. van andere stammen verwijderd waren. Op perceel d kwamen bovendien opslagplanten voor, welke verwijderd zijn, doch stellig hunne besmettende werking reeds kunnen hebben uitgeoefend. Bovendien geschiedde de proef op het terrein van het Instituut, dus op een plaats met veel heesters en boomen. In het volgend hoofdstuk zal blijken, dat dergelijke plaatsen zich buitengewoon leenen voor de overbrenging door insecten.

Hetzelfde kan gezegd worden van een proef in de Eng bij

Wageningen; ook hier had men smalle bedden van slechts een enkele rij aardappels in een omgeving waar zeer vele zieke planten werden aangetroffen. Alle planten, ook die waar vijf jaren lang geen aardappels groeiden, zijn dan ook ziek geworden.

Bij onze tegenwoordige kennis omtrent de verbreiding der ziekte doen zich over de oorzaak der destijds optredende primaire verschijnselen andere vermoedens voor, doch in 1915 scheen men tot de conclusie, dat bodembesmetting een groote rol speelt bij de verbreiding der ziekte, volkomen gerechtigd.

Eigen onderzoek.

Intusschen heb ik zelf altijd eenigen twijfel gevoeld ten opzichte van eene sterke besmetting door een zieke voorvrucht. Indien de kans op deze besmettingsbron werd gevoegd bij de door mij waargenomen besmetting door zieke buurplanten, zou het haast onmogelijk zijn te verklaren, dat er nog gezonde aardappels van vatbare soorten konden bestaan. Ook steunden waarnemingen door mij in de praktijk verricht, in geen enkel opzicht het geloof aan bodembesmetting. Later genomen proeven konden slechts strekken om het geloof in bodembesmetting te verzwakken.

In de jaren 1913, 1914, 1915 en 1917 stonden op mijn bedrijf een aantal gezonde aardappels van gezonde herkomst op percelen, waarop 2 tot 6 jaren te voren zieke aardappels hadden gegroeid. Bij geen dezer aardappelplanten trad primaire infectie op. De resultaten ten opzichte van het aantal secundair zieke planten bij den nabouw vindt men in onderstaande tabel.

Jaar waarin op het proefveld zieke planten voorkwamen	Jaar waarin de teelt plaats had	Percentage secundair zieke stammen in de voorvrucht	Aantal zomers waarin de smetstof gelegenheid had te sterven	Aantal pollen waarvan de nabouw is onderzocht	Aantal gezonde pollen welke hieruit voortkwamen	Aantal secundair zieke pollen welke verkregen werden	Aantal moederplanten waarvan de zieke pollen afkomstig zijn	Afstand van de moederplanten, welke zieke pollen hebben voortgebracht ten opzichte van zieke stammen
1908	1913	10 pCt.	4	47	1160	0	0	—
1908	1914	10 "	5	39	998	7	1	2½ Meter
1910	1915	80 "	4	38	588	2	1	4 "
1915	1917	92 "	1	9	174	0	0	—

Er blijkt uit, dat er geen enkel geval is voorgekomen, waarbij de besmetting door een zieke voorvrucht met zekerheid is geconstateerd, terwijl, op een tweetal twijfelachtige uitzonderingen na, de smetstof na een, vier en vijf jaar verdwenen of althans niet virulent gebleven was.

Het zou dwaas zijn, uit deze resultaten af te leiden, dat er geen bodembesmetting door een zieke voorvrucht bestaat of dat men er althans in de praktijk geen rekening mee behoeft te houden. Daartoe is het aantal proeven te klein, terwijl ook niet is nagegaan, welke gevolgen er optreden, wanneer gezond pootgoed onmiddellijk na een ziek gewas wordt geteeld. Wel blijkt echter, dat de kans op de aanwezigheid van virulente smetstof in den bodem niet zoo groot is als men toen algemeen aannam.

Sedert zijn er een aantal waarnemingen verricht, die volkomen in overeenstemming zijn met de resultaten van bovengenoemde proefnemingen.

• *Literatuur.*

MURPHY (1918) heeft in Canada een aantal gezonde stammen verbouwd op verschillende perceelen, waarop het vorige jaar zieke aardappels groeiden. De planten zijn gezond gebleven en leverden ook gezonde nakomelingen op. Ook latere proeven, door QUANJER (1919) in Wageningen genomen, geven geene enkele aanwijzing, dat een zieke voorvrucht invloed zou hebben op het aantal zieke nakomelingen, die een aardappelplant oplevert.

Eigen onderzoek.

In den zomer van 1918 bevonden zich op een klein perceel te Oostwold een aantal gezonde Paul Krügers van gezonde afstamming. Den 20sten Juli werden een tweetal secundair zieke aardappelplanten uit een ander perceel uit den grond getrokken en het loof en de knollen verwijderd.

De grond waar de stammen gestaan hadden en de wortels werden in een bak gebracht, gemengd en in twee deelen verdeeld. Het eerste deel werd in zijn geheel bij twee gezonde stammen gebracht en met den bovengrond, rondom die stammen, vermengd. Een ander deel werd in een linnen zak gebracht en uitgespoeld. De wortels blijven dan in den zak achter terwijl alle filtreerbare bestanddeelen en fijnere gronddeelen door den zak gaan. Dit uitspoelsel werd bij twee andere gezonde aardappels gebracht. De resteerende wortels en grovere gronddeelen werden in den bodem begraven rondom twee gezonde

stammen van hetzelfde perceeltje. Kort na deze bewerking volgde een vrij langdurige regenperiode, zoodat het contagium indien het voorhanden was, gemakkelijk door het regenwater naar diepere lagen van den bodem meegevoerd kon worden. De aardappelen zijn in den herfst van 1918 gerooid en het volgende jaar uitgepoot. Bij den nabouw is gebleken, dat bovengenoemde bewerkingen niet den minsten invloed hebben gehad. De planten waarbij de wortels waren gebracht en die welke den uitgespoelden grond hadden ontvangen hebben alle gezonde nakomelingen opgeleverd. Een der planten, die verschen grond hadden ontvangen bracht het volgende jaar 3 zieke en 12 gezonde nakomelingen voort. Bij de twee contrôleplanten was er echter ook een die 5 zieke en 12 gezonde stammen bij den nabouw opleverde, zoodat bij eene vergelijking tusschen niet behandelde planten en die welke grond hadden ontvangen, geen onderscheid voor den dag komt.

Deze proef is in gewijzigden vorm in 1919 te Wageningen herhaald.

Doel van de proef was na te gaan of men door toevoeging van grond, waarin aardappels gegroeid hadden, aan potten, waarin gezonde aardappels gepoot werden, een overbrenging der ziekte kon bewerken en zoo ja, of die overgang uitging van de wortels der verwijderde zieke plant of van den grond zelf. Er werden 4 gezonde pollen uit Oostwold, de pollen A, B, C en D genomen en uit elken pol 7 knollen gezocht. Alle knollen werden in twee helften gesneden. Van elken pol kreeg men dus 14 helften: van pol A bijv. de helften A₁ a, A₁ b, A₂ a, A₂ b, A₃ a, A₃ b, A₄ a, A₄ b, A₅ a, A₅ b, A₆ a, A₆ b, A₇ a, A₇ b. In totaal heeft men dus 56 helften, die alle in kleine bloempotten zijn uitgepoot en alle volkomen gezonde planten hebben opgeleverd.

Den 18en Mei werden de planten A₁ a, B₁ a, C₁ a en D₁ a uit de kleine potjes genomen en overgebracht in potten, die vier keer zoo groot waren. De grond in deze potten bestond voor $\frac{3}{4}$ uit grond, waarin gedurende de laatste jaren geen aardappels groeiden en voor $\frac{1}{4}$ uit grond, waaruit juist zieke stammen met knol waren verwijderd. Er waren nl. in een kist met zand reeds vroeg in het voorjaar knollen van zieke stammen gepoot, die ook zieke stammen opleverden. Deze zieke stammen zijn voor de helft op 28 Mei verwijderd: de grond met de wortels der zieke stammen gelijkmatig gemengd en toegevoegd aan de potten, waarin de jonge aardappelplantjes A₁ a, B₁ a, C₁ a en D₁ a zijn overgeplant. Het volgende jaar zijn de knollen van genoemde stammen uitgepoot om uit den nabouw de mate der bemesting

door grond en wortels te leeren kennen. Het resultaat was verrassend, alle nakomelingen bleken gezond te zijn.

Dezelfde bewerking als de planten A₁ a enz. op 18 Mei, ondergingen de stammen A₁ b, B₁ b, C₁ b, D₁ b, op 19 Juni. Op dien datum is de kans op verspreiding van het contagium in de kist met zieke planten natuurlijk nog grooter dan op 18 Mei. Evenwel was het resultaat gelijk aan dat van de vorige groep: alle planten hebben slechts gezonde nakomelingen voortgebracht.

De planten A₄ a, B₄ a, C₄ a, D₄ a werden op 18 Mei overgebracht in groote potten, waaraan voor het vierdedeel grond is toegevoegd uit de kist met zieke planten nadat door uitspoeling door een linnen zak alle wortels verwijderd zijn. Ook hier zijn de resultaten van deze toevoeging met betrekking tot de overbrenging der ziekte negatief. Dit is ook het geval met een overeenkomstige bewerking der planten A₄ b, B₄ b, C₄ b en D₄ b op 19 Juni. Verder zijn een aantal planten overgebracht in potten, waarvan de toegevoegde grond en grond met wortels tot bepaalde graden zijn verhit. Het behoeft na het voorgaande nauwelijks vermelding, dat ook hier geene besmetting door toevoeging van grond uit de kist met zieke planten viel waar te nemen.

Wanneer aardappelplanten niet ziek worden in grond, welke voor een vierde deel afkomstig is uit een bak, waaruit de zieke stammen op den dag der overplanting zijn verwijderd, dan is kans op besmetting al heel klein op terreinen waar in vorige jaren een zieke voorvrucht is gegroeid en waarop het contagium geruimen tijd gelegenheid had zijn virulentie te verliezen.

Bodembesmetting door een zieke voorvrucht speelt geen rol bij de bladrolziekte.

Hetzelfde kan ook gezegd worden voor de mozaïekziekte. In 1918 werden op een perceeltje te Oostwold een aantal knollen uitgepoot van mozaïekzieke stammen. Zij brachten alle mozaïekzieke nakomelingen voort. Op dit perceel werden in 1919 een tiental helften uitgepoot van ziektevrrije Paul Krügers. De corresponderende helften werden op een veldje in de nabijheid geplaatst, waar het vorige jaar gezonde aardappels groeiden. Bij den nabouw in 1920 was bij geen der aardappels, afkomstig van het besmette perceel een enkel symptoom van de mozaïekziekte waar te nemen, evenmin als bij de contrôle stammen. Een totaal zieke voorvrucht heeft dus niet kunnen bewerken dat een enkele stam van het volgende gewas ziek werd. Dezelfde ervaringen zijn ook door QUANJER ten opzichte van de mozaïekziekte opgedaan. Daar bladrolziekte en mozaïekziekte voor-

zoover wij dit hebben kunnen nagaan, steeds op dezelfde wijze worden overgebracht, versterkt de ervaring met de mozaïekziekte mij in de overtuiging, dat een zieke voorvrucht geene beteekenis heeft voor het bladrol of mozaïekziek worden van de later verbouwde aardappels. Hierbij moet natuurlijk de restrictie worden gemaakt, dat deze regel slechts geldt indien in het volgende jaar geen opslag van aardappels van zieke stammen wordt aangetroffen. Na zachte winters zullen steeds een aantal knollen, die in goeden toestand in den grond overwinterd zijn, in het voorjaar nieuwe planten voortbrengen. Het gebeurt niet zelden, dat ook deze planten nog voldoende knolletjes vormen om in het tweede jaar na den verbouw aardappelstammen op te leveren. Indien er bij de opslagplanten zieke exemplaren zijn, kan van hieruit natuurlijk de besmetting worden verbreid. De zieke voorvrucht kan op deze wijze ten slotte aan de verbreiding der ziekte medewerken, doch dit is dan een geheel andere vorm van verbreiding als die, welke men aan het denkbeeld bodembesmetting door een zieke voorvrucht verbindt. *Het aantal ervaringen is thans wel zoo groot, dat men kan zeggen dat een dergelijke bodembesmetting geene beteekenis heeft.*

IX. VERSPREIDING DER ZIEKTE DOOR INSECTEN.

Eigen onderzoek, in 1916 en 1917.

In 1916 werden 20 pollen afkomstig van eenzelfden stam (A) en 20 pollen van een anderen stam (J) afzonderlijk, pol voor pol, uitgepoot in rijen met een onderlingen afstand van drie meter, op een perceel, waar in de laatste 15 jaren geen aard-appelen groeiden. De uitplanting had plaats op het veldje A, B, C, D (pl. IV fig. 9). Al de uitgepote knollen leverden gezonde planten op met uitzondering van twee knollen van J₂₀ 17. De afstammelingen van dezen pol zijn alle verwijderd evenals de stammen van andere pollen, welke minder dan vier meter van de zieke afstonden. In den herfst werden van den A en J stam ieder 25 pollen afzonderlijk in zakjes geborgen en het volgende voorjaar pol voor pol in rijen uitgepoot met een rijenafstand van vier meter. De uitplanting had plaats op een aangrenzend stuk van hetzelfde perceel, waarop de moederplanten in 1916 groeiden. De overige pollen van A en J werden gezamenlijk geoogst en in 1917 op een ander deel van hetzelfde terrein uitgezet, met dien verstande, dat de A en J stam ook hier gescheiden bleven. De afstand der rijen bedroeg hier slechts 50 cM. Van een viertal pollen van den A stam werden de knollen in tweeën gesneden en de helften uitgepoot op een perceeltje, waar in 1915 zieke Paul Krügers stonden (U, V, Q, Y,) terwijl de corresponderende helften onmiddellijk in de nabijheid werden geplant op terrein, waarin 1915 gezonde Ceres werd verbouwd (Y, Q, W, X).

Fig. 9 geeft een plattegrond van de uitplanting in 1917. Al het pootgoed, afkomstig van het veldje A, B, C, D, heeft in 1917 gezonde nakomelingen opgeleverd. De nabouw van het gezond geachte pootgoed bracht echter in 1918 een groote teleurstelling. De afstammelingen van de rijen van den A stam, verbouwd op het veld E, F, G, H, bevatten ongeveer 5 pct. secundair phloeemzieke planten, die van het veld G, H, I, J, behorende tot den J stam, \pm 3 pct., terwijl in den nabouw van het veld I, J, K, L ongeveer $2\frac{1}{2}$ pct. zieke werden geteld, gelijkelijk over de A en J stammen verdeeld. Deze cijfers zijn

niet geheel zuiver, want de zieke zijn onmiddellijk uit het veld verwijderd, zoodra ik ze als zoodanig meende te herkennen en hierbij is het zonder twijfel voorgekomen, dat planten met beginnende rotting aan de schors van den onderaardschen stengel of aan de wortels voor phloeemzieke zijn aangezien. Waarschijnlijk is dan ook het percentage overal iets lager, doch de onderlinge verhouding wordt door de cijfers vrij juist weergegeven.

Het optreden der phloeemnecrose bij de nakomelingen van het gewas van genoemde veldjes toont onweerlegbaar aan, dat behalve de zieke buurplant of de zieke moederplant er nog een oorzaak of meerdere oorzaken zijn, waardoor de aardappelplanten ziek kunnen worden.

De proeven naar de oorzaak dezer infectie, geven eenige aanwijzing, omtrent de richting, waarin gezocht moet worden. Op twee feiten moet hierbij in het bijzonder worden gelet.

1°. De aardappelen zijn in 1916 op het veldje A, B, C, D niet besmet, ofschoon dit veldje een deel uitmaakt van hetzelfde perceel als dat waartoe het terrein E, F, K, L behoort, op welk terrein in 1917 wel besmetting plaats had. Het is dus niet waarschijnlijk, dat de smetstof reeds in 1916 op het veld E, F, K, L aanwezig was. De mogelijkheid dat het virus, saprophytisch levend of huizende in onkruiden, op het terrein aanwezig is geweest en van hieruit de gezonde planten heeft besmet, moet dus vrijwel worden uitgeschakeld.

2°. Van de pollen, staande op het veldje U, V, W, X werden in den herfst 18 stammen afzonderlijk geoogst en wel 9 van U, V, Q, Y en 9 van Y, Q, W, X. Deze 18 pollen werden in 1918 uitgepoot leverden 363 stammen op, welke alle gezond waren.

Terwijl de A stam ziek geworden is op het veldje E, F, G, H, is hij gezond gebleven op het veldje U, V, W, X, niettegenstaande op een deel van dit veldje in 1915 en zeer ziek gewas werd aangetroffen.

Er zijn slechts twee redenen aan te voeren, welke er toe zouden kunnen hebben geleid, dat besmetting op dit veldje en op het perceeltje A, B, C, D in 1916 achterwege gebleven is. Ten eerste zijn beide perceelen in den winter, voorafgaande aan den verbouw, niet bemest met stalmest, terwijl dit wel is geschied op E, F, K, L. Het zou kunnen zijn, dat aardappelschillen van zieke knollen in den mest zijn gekomen en zoo het terrein hebben besmet. Aardappelloof is niet in den mest gebruikt, terwijl geen aardappelen aan het vee zijn gevoerd. Ook is niet ondenkbaar, dat het virus saprophytisch in den mest kan leven en vandaar uit op de plant overgaan. De mogelijkheid, dat mis-

schien het virus met den stalmest wordt overgebracht of althans onder bepaalde omstandigheden kan worden overgebracht, moet niet a priori worden verworpen.

In de tweede plaats verschillen de omstandigheden voor de aardappelen op het perceel A, B, C, D in 1916 en die op perceel U, V, W, X in 1917, van het gewas op het veld E, F, K, L, doordat op grooten afstand geen ziek aardappelgewas voorkwam. Het veldje U, V, W, X was bovendien aan drie zijden door hooge rogge omgeven. Daarentegen groeiden aan weerszijden van E, F, K, L, n.l. op de velden A, B, C, D en K, L, M, N in 1917 aardappelen van de soort Bravo, waarin ongeveer 5 pct. secundair zieke stammen werden aangetroffen. Het zou kunnen zijn, dat van de Bravo's uit besmetting had plaats gehad. Indien dit gebeurd is, kan de smetstof niet door menschen zijn overgebracht, want hiertegen is steeds zorgvuldig gewaakt, zoowel bij bezoeken aan het veld als bij het verplegen van het gewas.

Een besmetting door den grond is in dit geval niet erg waarschijnlijk, want het veldje H, G, I, J dat nog \pm 3 pct. zieke nakomelingen opleverde, ligt van 20 tot 36 M. van de Bravo's verwijderd. Veel eerder is men geneigd aan te nemen dat eene overbrenging van het virus had plaats gehad door de lucht, waarbij men dan in de eerste plaats denkt aan de overbrenging door insecten, b.v. door wantsen of luizen.

Dat in vorige jaren geen besmetting op zoo'n grooten afstand was opgetreden, kan misschien daaraan worden toegeschreven, dat in die jaren de overbrengende insecten niet aanwezig zijn geweest.

Inderdaad pleit de omstandigheid, dat het veldje E, F, G, H het sterkst was aangetast, voor de onderstelling, dat de zieke Bravo's schuld dragen aan de besmetting. Dit veldje lag 8-20 M. van de Bravo's af, terwijl H, G, I, J en I, J, K, L er respectievelijk 20 — 36 en 4 — 56 M. van verwijderd waren.

Onderzoek in 1919.

Daar de resultaten van den verbouw van Paul Krügers op mijn bedrijf in 1917 deden vermoeden, dat bladrolziekte door insecten overgebracht zou kunnen worden, werd de noodzakelijkheid gevoeld proefondervindelijk aan te toonen of dit inderdaad het geval is. Deze proeven konden te Oostwold niet worden uitgevoerd, doch zijn in overleg met en onder leiding van Prof. QUANJER te Wageningen genomen. De insecten, waarmee het eerst proeven genomen zijn, zijn wantsen en luizen, dus zuigende insecten, omdat bij deze de kansen van overbrenging groter

schijnen dan bij vretende dieren. De plantenweefsels toch waarin hunne zuigorganen doordringen worden door hen niet vernietigd.

Er zijn te Wageningen twee kleine kassen gebouwd, ingericht als de zoogenaamde warenhuizen, dus bestaande uit een stelsel van steunbalken, dat stevig in den grond is bevestigd en waarop ramen rusten, welke gemakkelijk weggenomen kunnen worden. Als ramen zijn Westlandsche „eenruiters” gebruikt. De zijwanden bestonden uit 8, de voor en achterwand uit 3 eenruiters, het dak uit 2 rijen van 8 dezer ramen, naar beide zijden afhellende: de driehoekige ruimte onder het dak was aan voor en achterzijde met glas afgedekt. (plaat V fig. 10). Deze kastjes werden elk in vier afdeelingen verdeeld door tusschenschotten, welke tot een meter diep in den grond uit hout waren vervaardigd en boven den grond uit katoenen insectengaas met openingen van 0.4 m.M. dus practisch „luisdicht”. In elke afbeelding werd een glazen raam vervangen door een met ditzelfde gaas bekleed raam, dat bij het binnentreden op zijde geschoven kon worden. Het geheel sloot vrij goed af, maar daar als bouw materiaal hout was gebruikt was het niet mogelijk alle gaatjes en reetjes volkomen „luisdicht” te maken.

Een der kastjes was aangelegd op hooggelegen zandgrond „in den tuin” van het Instituut, het andere op pas gescheurd grasland op zavelgrond „in de Maten”. Bovendien werd op korten afstand van dit laatste nog een derde kasje aangelegd, precies op dezelfde wijze voor een dergelijke proef met betrekking tot de mozaïekziekte. In elk der aldus verkregen 12 afdeelingen werden groote bloempotten met een bovendoorsnee van 25 cM. en een even groote diepte geplaatst: zij werden in alle drie de kasjes gevuld met den grond van het gescheurd grasland.

Als poters voor de proeven over bladrolziekte werden van vier verschillende Paul Krügerpollen J, K, L en M telkens zes knollen gekozen en genummerd 1, 2, 3, 4, 5 en 6. Twee knollen van elke stam werden elk in 4 stukken gesneden en de stukken genummerd a, b, c en d. De uitpoting had plaats zooals het hiernaast staande schema aangeeft.

Het pootmateriaal was gekozen van planten, die wat hun stand betrof zoo weinig mogelijk aan bladrolziekte waren blootgesteld en daar vier verschillende exemplaren hiervoor waren gekozen zou voor 't geval dat er toch reeds bij een ervan besmetting had plaats gehad, de proef niet geheel mislukken. Inderdaad bleek later in beide kasjes bij de Paul Krüger K pol een besmette knol (n.l. nr. 1 en nr. 3) aanwezig te zijn, de hieruit opgroeiende 4 planten werden in elk kasje verwijderd, zoodra de ziekte zich vertoonde. Daar de planten in potten

stonden kon de verwijdering zonder moeite volledig geschieden. Het materiaal in elk der afdeelingen a, b, c en d is bij de beschreven inrichting der proef volkomen vergelijkbaar en door de diep in den grond gaande tusschenschotten, met gazen voortzetting boven den grond, waren de afdeelingen geheel onafhankelijk van elkaar.

Het uitpoten had plaats in het kasje op gescheurd grasland op 19 Mei; in het kasje op zandgrond eerst een maand later en wel 16 Juni. Deze laatste planten waren dus bij alle, aanstonds nader te beschrijven, bewerkingen een maand jonger dan de andere en zouden dus wanneer eerst laat in den zomer luizen of wantsen in de aardappelplanten mochten optreden, nog geschikt materiaal voor de proeven kunnen opleveren.

Bladrolziekte	In de Maten	In den Tuin
Wantsen.....	J _{1a} J _{2a} K _{1a} K _{2a} L _{1a} L _{2a} M _{2a} M _{2a}	J _{3a} J _{4a} K _{3a} K _{4a} L _{3a} L _{4a} M _{3a} M _{4a}
Capillairbuisjes ...	J _{1b} J _{2b} K _{1b} K _{2b} L _{1b} L _{2b} M _{1b} M _{2b}	J _{3b} J _{4b} K _{3b} K _{4b} L _{3b} L _{4b} M _{3b} M _{4b}
Luizen.....	J _{1c} J _{2c} K _{1c} K _{1c} L _{1c} L _{2c} M _{1c} M _{2c}	J _{3c} J _{4c} K _{3c} K _{4c} L _{3c} L _{4c} M _{3c} M _{4c}
Contrôle	J _{1d} J _{2d} K _{1d} K _{2d} L _{1d} L _{2d} M _{1d} M _{2d}	J _{3d} J _{4d} K _{3d} K _{4d} L _{3d} L _{4d} M _{3d} M _{4d}

De afdeeling a werd in elk der kasjes bestemd voor het inbrengen van wantsen, die op zieke planten gevangen waren, de afdeeling b voor het insteken van capillairbuisjes met sap van zieke planten, de afdeeling c voor het inbrengen van bladluizen en de afdeeling d voor contrôle.

Wantsen van de soort *Calocoris norvegicus* L. ¹⁾ werden het eerst opgemerkt op 28 en 29 Juni. Zij werden direct van bladrolzieke planten gebracht op de gezonde P. Krügers, maar bovendien werden er gebracht op opzettelijk voor dit doel met kappen van insectengaas omgeven bladrolzieke exemplaren om steeds besmette dieren in voorraad te hebben. Men vindt echter tengevolge van de beweeglijkheid dezer dieren er slechts weinig terug.

Wantsen zijn weer in eenige meer belangrijke hoeveelheid

1) De determinatie dezer soort dank ik aan de welwillendheid van den Heer Dr. F. ZACHER te Berlijn-Steglitz.

opgemerkt op 19 Juli en van dien datum tot begin Augustus zijn er geregeld eenige op de daarvoor bestemde planten gebracht, maar daar het aantal beperkt was en het wantsenkasje „in den tuin” het eerst aan de beurt kwam, bleven er voor de wantsenkasjes „in de Maten” niet altijd genoeg wantsen over. Later in Augustus werden ze te zeldzaam om de moeite van het zoeken te loonen. Verscheidene van de planten der wantsenproef droegen toen reeds meer of minder duidelijke teekenen van wantsenbeschadiging.

De capillairbuisjes met vocht van bladrolzieke resp. mozaiekzieke planten werden aangebracht in de planten der daarvoor bestemde afdeelingen op 9 Juli, 8 Aug., 27 Aug., 14 Sept. Om de capillairbuisjes te vullen werd het sap van zieke planten door een glazen staafje uit de plant gedrukt. De opzuiging in de capillairbuisjes geschiedt, zoodra men de opening in dit uitgeperste sap plaatst. Elke plant werd telkens met een tiental gevulde capillairbuisjes bezet. Slechts zeer enkele dezer, die in een houtvat terecht kwamen, ledigden zich onmiddellijk: de andere slechts zeer langzaam.

In de maanden Juni en Juli vertoonden zich nog geen bladluizen op de aardappelplanten. Er werden toen luizen van de soort *Aphis rumicis* L. van tuinboonen, bruine boonen en bieten op bladrolzieke aardappels overgebracht, en van deze op de P. Krügers, waarvoor zij bestemd waren. De eerste dagen van Augustus begonnen zich overal enkele luizen op aardappelplanten te vertoonen en wel van de soort *Myzoides persicae* SULZ. de bekende soort van broeibakken en plantenkassen, die voor zijn ontwikkeling een hogere temperatuur noodig heeft dan *Aphis rumicis* 1). Verschillende onder gazen kappen gehouden bladrolplanten werden van deze soort voorzien, die er zich sterker en langduriger op voortplantte dan *Aphis rumicis*. Van hier werden zij vanaf begin Juli tot laat in September dagelijks naar de plaats hunner bestemming overgebracht. Daar niet alle reten en gaatjes in de kasjes konden worden vermeden, zijn in alle afdeelingen, welke niet voor luizen bestemd waren, ook exemplaren van de soort *Myzoides persicae* opgetreden. Deze zijn dagelijks verwijderd geworden, maar hetzij dat er altijd eenige overbleven, hetzij dat er van buiten af geregeld weer eenige inkwamen, steeds werden er weer enkele gevonden, zoodat het vernietigen in de afdeelingen a, b en d steeds moest worden voortgezet. Dit vernietigen werd beproefd met zeep-

1) De determinatie dezer soort is door den Heer P. v. D. GOOT, entomoloog te Buitenzorg bevestigd geworden.

spiritusoplossing, zooals die voor bladluisbestrijding gebruikt wordt, maar spoedig bleek dat men door afwrijven met de vingers een veel grondiger zuivering kon verkrijgen. Bovendien werden er lievenheersbeestjes in de afdeelingen a, b en d gebracht.

Welke bestrijding men ook toepast, er viel steeds een aantal luizen op den grond en van deze kropen er vele weer op de onderste bladeren der planten. Om deze redenen werden de planten, die in Augustus met het onderste gedeelte van de stengels op den grond lagen tegen tonkinstokjes opgebonden en de stengelvoet werd ombonden met een watteprop, die de luizen verhinderde tegen den stengel op te kruipen. In de afdeelingen c, dus bij de voor luizen bestemde planten bleef dit achterwege.

Daar in deze laatste afdeelingen iederen dag nieuwe, speciaal van zieke planten afkomstige luizen werden gebracht moest hier de kans van overbrenging, indien luizen hiertoe in staat bleken, zeer groot zijn. Een deel der luizen, die in den nazomer in grooten getale op de aardappelplanten in kas c voorkwamen, is intusschen niet afkomstig van zieke planten doch stamt af van luizen, die er in den zomer op zijn gebracht.

Ondanks alle voorzorgen waren twee planten in het contrôle kasje van het warenhuisje „in de Maten” eenigszins sterker „beluid” geworden. De andere planten, die nog vrij waren, zijn daarom uit het kasje genomen en op het vrije veld geplaatst op grooten afstand van zieke planten. De twee planten, waarop toch reeds luizen voorkwamen, zijn verder precies behandeld als de planten in kast c; ze zijn nl. dagelijks met luizen bezet, welke van bladrolzieke planten afkomstig waren.

In het eind van Augustus kon in de jonge toppen der planten in de luizenafdeeling van het laat bepote kasje op zandgrond een zeer flauwe verkleuring der blaadjes worden waargenomen. Aanvankelijk hield zij het midden tusschen een mozaïekachtige en een bladrolachtige verkleuring. In September werd dit verschijnsel geleidelijk duidelijker en bleek het zich te bepalen tot de beide zijkanten van den voet der blaadjes, dus de plaatsen waar de verkleuring bij den primairen vorm der bladrolziekte meestal het eerst optreedt. Het verschijnsel werd nog iets sterker waarneembaar toen de potten in September eenige dagen uit het diffuus licht der kasjes in het volle daglicht werden geplaatst. Een onderzoek van de zeefvaten toonde een zeer zwakke necrose van enkele zeefvaatbundels aan.

Kort voor het oogsten van de knollen uit de kastjes begon ook een der met capillairbuisjes behandelde planten te verbleken. Bij de wantsenproef was in den herfst van 1919 niets

abnormaals waar te nemen. Bij den nabouw in 1920 van elk der afzonderlijk verzamelde en bewaarde planten werden de resultaten verkregen, die in de volgende tabel zijn weergegeven, waarbij in aanmerking te nemen is, dat enkele planten reeds in 1919 bij het begin der proef uit de kasjes wegens het voorkomen van bladrolziekte verwijderd zijn en dat enkele andere door toevallige omstandigheden minder goed gegroeid zijn en geen nakomelingschap konden opleveren.

WANTSEN.

	IN DE MATEN			IN DEN TUIN	
	Aantal	Aantal		Aantal	Aantal
	planten	zieke		planten	zieke
	in den nabouw			in den nabouw	
J 1 a	13	0	J 3 a	12	12
J 2 a	14	0	J 4 a	8	6
K 2 a	9	0	K 4 a	11	0
L 1 a	8	0	L 3 a	19	18
L 2 a	3	0	L 4 a	13	4
M 1 a	6	0	M 3 a	10	3
M 2 a	3	0	M 4 a	12	8

CAPILLAIR BUISJES.

	IN DE MATEN			IN DEN TUIN	
	Aantal	Aantal		Aantal	Aantal
	planten	zieke		planten	zieke
J 1 b	11	0	J 3 b	14	8
J 2 b	7	4	J 4 b	13	12
K 2 b	12	7	K 4 b	10	6
L 1 b	5	4	L 3 b	11	3
L 2 b	5	5	L 4 b	12	9
M 1 b	7	0	M 3 b	11	4
			M 4 b	12	0

LUIZEN.

	IN DE MATEN			IN DEN TUIN	
	Aantal	Aantal		Aantal	Aantal
	planten	zieke		planten	zieke
J 1 c	7	7	J 3 c	10	8
K 2 c	7	7	J 4 c	7	5
L 1 c	5	4	K 4 c	7	6
L 2 c	10	10	L 4 c	12	11
M 1 c	4	3	M 3 c	6	6
			M 4 c	10	8

CONTROLE.

IN DE MATEN.			IN DEN TUIN.		
	Aantal Planten	Aantal zieke		Aantal planten	Aantal zieke
J 1 d*)	5	5	J 3 d	10	0
J 2 d*)	5	5	J 4 d	23	0
K 1 d	7	0	K 3 d	12	0
K 2 d	6	0	L 4 d	13	0
L 2 d	5	0	L 4 d	16	0
M 1 d	5	0	M 3 d	12	0
M 2 d	5	0	M 4 d	10	1

In figuur 11 (pl. V) is het resultaat van de proeven nog eens meer overzichtelijk voorgesteld. De figuur stelt de plattegrond der twee in vier afdeelingen gesplitste kasjes voor, zooals die in 1919 beplant waren. Het resultaat der proef is voor elke plant aangegeven door een grooter of kleiner deel van een cirkeltje zwart te maken. Is het aantal zieke stammen bij den nabouw grooter dan 75 % van het geheel, dan is het cirkeltje geheel zwart gemaakt; is het aantal grooter dan 50 % doch kleiner dan 75 %, dan is drievierde zwart gekleurd; is het grooter dan 25 % doch kleiner dan 50 %, dan is de helft zwart gekleurd: is het kleiner dan 25 % dan is een vierde zwart gekleurd. Van de 124 planten, afkomstig van pollen uit de kasjes, die aan geen insectenbeschadiging of kunstmatige infectie waren blootgesteld, zijn 123 gezond en slechts 1 ziek, van 85 planten, afkomstig uit de kasjes, waar beluizing had plaats gehad, waren slechts 10 gezond en 75 ziek. *De overbrenging der ziekte door luizen is dus bewezen*

De aardappels uit het kasje in den tuin, welke door wantsen waren bezocht, leverden in 1920 34 zieke en 51 gezonde nakomelingen op. Dit resultaat wijst op een duidelijken invloed der wantsen. Dat in het wantsenkasje in de Maten geen overbrenging der ziekte door wantsen heeft plaats gehad, moet waarschijnlijk hieraan geweten worden, dat men om redenen, welke reeds eerder zijn vermeld, in de Maten slechts enkele malen wantsen van zieke planten in het kasje heeft gebracht, terwijl dit in den tuin voortdurend herhaald is.

De aardappelplanten, welke dienden voor de capillairbuisjesproef leverden 79 gezonde nakomelingen op en 51 zieke. Vergelijkt men deze cijfers met die der contrôleplanten dan moet men concludeeren, dat het thans gelukt is, de ziekte met sap van

*) J 1 d en J 2 d in de Maten zijn beluid en behooren dus bij de uizenproef.

zieke planten over te brengen. Dit resultaat zou van zeer groote beteekenis zijn, omdat hierdoor de mogelijkheid schijnt geopend, om een onderzoek te beginnen, naar de al of niet filtreerbaarheid van het contagium, naar den invloed van verschillende temperaturen en verschillende antiseptische stoffen op de virulentie van het sap. Er mag intusschen niet over het hoofd worden gezien, dat zoowel in het wantsenkasje als in het kasje voor de capillairbuisjes proef enkele luizen zijn doorgedrongen, welke misschien gedurende hun kort verblijf op de planten gelegenheid hadden besmetting over te brengen.

De overbrenging door luizen is onweerlegbaar bewezen; het bewijs voor de overbrenging door wantsen en door het vocht uit de capillairbuisjes moet met eenige reserve worden aanvaard.

Nieuw onderzoek in 1920.

In den winter van 1919 op 1920 zijn luizen van de soort *Myzoides persicae* te Wageningen in een warme kas gevonden op houtige Solaneeën. Deze luizen zijn reeds in Maart en April overgebracht op bladrolzieke aardappelplanten. Nu waren dus niet, zooals in 1919 pas in Augustus, maar reeds in April luizen beschikbaar in staat om de ziekte over te brengen. Vanaf April zijn deze dan ook geregeld in een afgescheiden afdeeling van een der vroeger beschreven plantenkasjes op gezonde aardappelplanten overgebracht. Contrôlestukken van de knollen, uit welke deze planten opgroeiden, waren gepoot in de aangrenzende afdeelingen aan weerszijden. Men kon in de met luizen besmette planten reeds eind Juli zeer duidelijk de primaire symptomen zien optreden. Op de planten in de aangrenzende kasjes waren in 1920 geheel ander methodes van besmetting beproefd, waarvan in dit jaar nog geen uitslag te zien was en waarvan hier nog geen mededeelingen kunnen worden gedaan; zij kunnen dus als contrôle voor de luisbesmetting worden beschouwd. De planten in deze kasjes vertoonden geen enkel symptoom van primaire ziekte. De invloed der luizen is dus ook in 1920 duidelijk aan het licht gekomen.

Dat de bladrolziekte door de lucht zou kunnen worden overgebracht, was reeds waarschijnlijk geworden door proeven in Wageningen, genomen met aardappelplanten, die in zinken bakken tusschen zieke planten waren geplaatst. In tegenstelling met de uitkomst van dergelijke proeven in 1916, 17 en 18 (QUANJER 1919) bleken in 1919 en 1920 een aantal nakomelingen van planten in zinken bakken, welke geen gemeenschap door den grond konden hebben met zieke planten, ziek te zijn geworden. Stellig is hiermee bewezen, dat een plant ziek kan worden

zonder dat zij direct of indirect door den bodem gemeenschap heeft met zieke planten. Echter was niet uitgemaakt, dat de ziekte door de lucht van de zieke planten op de gezonde was overgegaan. Dit zou slechts dan bewezen geacht kunnen worden, indien de contrôleplanten alle of bijna alle gezond waren gebleven, hetgeen niet het geval is geweest. Thans kan men zich niet geheel vrij maken van de gedachte, dat het ziek worden van planten in de zinken bakken misschien aan oorzaken geweten zou moeten worden, welke in knol of plant zelf aanwezig waren.

In 1919 plaatste ik in mijn tuin te Oostwold vier zinken bakken, en vulde die met grond, afkomstig van een perceel, waarop in de laatste tien jaren geen aardappels groeiden. In elken bak werd de helft van een knol gepoot, afkomstig van een gezond geachten stam. De corresponderende helften werden op eenigen afstand van de bakken in een rij uitgeplant. Rondom de vier zinken bakken werden een vijftigtal knollen van zieke stammen, uitgepoot, die ook allen zieke planten voortbrachten. De twee helften van een der doorgesneden knollen brachten echter zieke planten voort, zoodat bij de contrôleplanten de invloed van deze zieke plant zich kon doen gelden.

De drie overige planten in de zinken bakken (A, C en D) leverden het volgende jaar 58 gezonde en 2 bladrolzieke nakomelingen op, slechts een der planten is besmet geworden. De drie contrôleplanten, welke slechts besmet konden worden van uit een der ziek geworden planten, welke op 50 cM. van twee der planten en op 1 M. afstand van een harer verwijderd stond, zijn allen besmet en brachten het volgende jaar 18 zieke en 36 gezonde nakomelingen voort. Men zou uit de resultaten der proef kunnen afleiden, dat er wel besmetting door de lucht heeft plaats gehad, omdat een der planten uit den zinken bak 2 zieke nakomelingen heeft opgeleverd, doch, dat de besmetting door den grond veel grootere beteekenis heeft, daar alle planten van de contrôlerij een groot aantal zieke nakomelingen voortbrachten. Deze laatste conclusie mag echter niet getrokken worden.

Er bestond nl. verschil tusschen de plaats, waar de bakken stonden en die waarop de contrôleplanten zich bevonden. De bakken stonden midden in den tuin, waar geen boomen groeiden terwijl de contrôleplanten aan den kant stonden in de onmiddellijke nabijheid van eenige kerseboomen en een hagedoornheg. De contrôleplanten werden tengevolge van hunne standplaats bezocht door talrijke insecten, vooral wantsen, terwijl er op de planten in de bakken slechts weinig insecten voorkwamen. Dat deze insecten een groote rol hebben gespeeld bleek uit het uiterst geringe aantal zieken onder de nakomelingen van andere

aardappelplanten in het midden van denzelfden tuin, welke naast zieke stammen hadden gestaan, doch in tegenstelling met de contrôleplanten weinig door insecten waren bezocht.

In 1920 wezen ook de resultaten van een andere proef op den invloed van insecten op de verbreiding der ziekte. Op een perceel bouwland, waarop in de laatste 30 jaren geen aardappels gegroeid hadden, bevonden zich twee rijtjes aardappels (A en B) ieder van 8 stammen. De rijen liepen in de richting van Noord naar Zuid. De afstand der aardappels in de rij bedroeg 60 cM. Rij A bevond zich in de onmiddellijke nabijheid van den tuin van mijn buurman, welke met hoge boomen omgeven is. Reeds vroeg in het voorjaar kon bij deze rij beschadiging door aardvlooien en later door wantsen worden waargenomen. Ook luizen kwamen er in geringen getale op voor.

Rij B was vier meter verder van de boomen verwijderd en vertoonde geen insectenbeschadiging van eenige beteekenis. Elke rij bevatte zeven gezonde stammen, en één zieke, welke vanaf het Zuiden geteld, op de vierde plaats stond.

Bij stam A was de verspreiding der ziekte reeds in den herfst van 1919 waar te nemen, doordat de plant, die onmiddellijk aan de zieke grensde, duidelijk primair ziek werd. Een onderzoek door QUANJER op phloeemnecrose verricht, wees aan dat zoowel in de top als in het midden en de basis van den stengel duidelijk necrotische afwijkingen waren te constateeren. Alle andere planten schenen in den herfst van 1919 gezond en gaven ook geen necrotische afwijkingen.

Bij den nabouw bleek dat de stammen de volgende nakomelingen hebben opgeleverd:

A ₁	1.80 M.	ten zuiden van de zieke plant	0	gezonde planten,	20	zieke
A ₂	1.20 M.	" " " " " "	0	" "	16	" "
A ₃	0.60 M.	" " " " " "	0	" "	44	" "
A ₅	0.60 M.	" noorden " " " "	0	" "	21	" "
A ₆	1.20 M.	" " " " " "	0	" "	10	" "
A ₇	1.80 M.	" " " " " "	14	" "	0	" "
A ₈	2.40 M.	" " " " " "	17	" "	0	" "
B ₁	1.80 M.	ten zuiden " " " "	22	" "	0	" "
B ₂	1.20 M.	" " " " " "	21	" "	0	" "
B ₃	was weggebleven					
B ₅	0.60 M.	ten noorden " " " "	7	" "	35	" "
B ₆	1.20 M.	" " " " " "	19	" "	0	" "
B ₇	1.80 M.	" " " " " "	8	" "	0	" "
B ₈	2.40 M.	" " " " " "	18	" "	0	" "

Het verschil in afstand, waarover de besmetting in dit geval is overgebracht, is zeer duidelijk. De besmetting heeft zich in de nabijheid der boomen veel verder verbreid dan op eenigen afstand. Bij de pogingen tot het kweken van ziektevrij pootgoed door isoleering zal men dan ook goed doen met de ervaring rekening te houden, *dat de kans op insectenbeschadiging in de nabijheid van boomen en heesters veel grooter is, dan op het open veld en dat hiermee ook de kans op ziek worden van gezonde stammen toeneemt.*

Nu aangetoond is, dat insecten de ziekte kunnen overbrengen, kan gemakkelijk worden verklaard, waarom de pogingen tot het telen van ziektevrij pootgoed zoo herhaaldelijk mislukten. De afstand, waarover de ziekte kan worden verspreid laat zich niet bepalen. Hoe licht kunnen luizen door menschen of dieren worden overgebracht naar planten op een onbepaalden afstand. Met wantsen en gevleugelde exemplaren onder de luizen is de verplaatsing natuurlijk nog gemakkelijker.

X. ANDERE ZIEKTEN, DIE DOOR INSECTEN WORDEN OVERGEBRACHT.

Literatuur.

Er zijn in den laatsten tijd een groot aantal gevallen van overbrenging van ziekten door insecten bekend geworden. Vooral Amerikaansche onderzoekers hebben de studie hieromtrent ter hand genomen en hebben aangetoond, dat insecten niet alleen vele ziekten van dieren en planten kunnen overbrengen, doch dat bij sommige ziekten een verspreiding zonder de hulp van bepaalde insecten onmogelijk is.

Om duidelijk te maken, welke rol insecten kunnen spelen bij de overbrenging van ziekten is het noodig enkele andere voorbeelden van een dergelijken vorm van besmetting te noemen.

Ik herinner dan wat menschenlijke ziekten betreft o.a. aan de bekende onderzoekingen over steekmuggen als overbrengers van den malariaparasiet, over muskieten als verspreiders der gele koorts en over vlooiën als pestbemiddelaars.

Een soortgelijke rol vervult een cicade, de „beetleafhopper” (*Eutettix tenella* Baker) bij de overbrenging van de „curly top” of krulziekte van suikerbieten. BALL (1906—08—09) heeft het eerst gewezen op het verband tusschen genoemde cicade en de krulziekte en heeft ook aangetoond, dat men hierbij te maken had met een infectieziekte en niet met een eenvoudige beschadiging door de cicaden. De verschijnselen toch blijven zich in de plant uitbreiden langen tijd nadat de cicade verdwenen is. SHAW (1910) heeft met behulp van proeven in gazen kastjes onweerlegbaar bewezen dat *Eutettix tenella* de ziekte overbrengt, terwijl overbrenging door verschillende andere insecten niet bleek plaats te hebben. Als bijzonderheid kan nog vermeld worden, dat de nymphen meer virulent zijn dan de volwassen insecten. Wanneer eenmaal aangetaste bieten voor het winnen van zaad blijven staan, neemt de ziekte een heviger vorm aan; zij wordt evenwel niet met zaad overgebracht. SMITH en BONCQUET (1915) toonden aan, dat een verblijf van drie uren op zieke bieten de cicaden in staat stelt den ziekmakenden factor in zich op te nemen, maar dat dan tenminste 24 uren moeten verlopen voor het insect

de ziekte kan veroorzaken. BONCQUET en HARTING (1915) bewezen, dat de leafhopper niet uit zichzelf besmettend werkt, doch dat dit slechts kan geschieden na een verblijf op zieke bieten. BONCQUET en STAHL (1917) toonden aan, dat ook *Malva parviflora* ziek wordt na een verblijf van de leafhoppers op de planten, indien deze zich van te voren op zieke bieten hebben gevoed. Ten slotte heeft CARSNER (1919) door een zorgvuldig onderzoek bewezen, dat een groot aantal in het wild levende planten door de ziekte worden aangetast, terwijl hij tevens aantoonde, dat het contagium in sommige cicaden langen tijd zijn virulentie kan behouden (o.a. in een geval 58 en in een ander 111 dagen). Hij meent, dat leafhoppers in California hunne virulentie gedurende den winter kunnen bewaren en dan vroeg in het voorjaar gevoelige eenjarige planten o.a. reigersbek (*Erodium cicutarium*) ziek kunnen maken. Van hieruit zou dan de smetstof op bietenplanten kunnen worden overgebracht.

Ten opzichte van de mozaïekziekte van de tabak is door ALLARD (1912) opgemerkt, dat gezonde tabaksplanten gezond bleven in goed sluitende plantenkassen waar elk optreden van luizen door uitrooking verhinderd werd. Werden daarentegen luizen bij de gezonde planten gebracht, dan kon spoedig een sterk optreden van mozaïekziekte worden waargenomen. In 1917 toonde hij aan, dat de perzikluis (*Myzoides persicae* Sulz) het contagium kan overbrengen doch ook alleen dan, indien zij zich tevoren op zieke planten heeft gevoed. Pogingen tot het overbrengen der ziekte door andere soorten luizen (*Macrosiphum lactucae* Kalt., *Macrosiphum pelargonii* Kalt.) hadden een negatief resultaat, evenals die met motluizen (de z.g. „white fly, *Aleurodes vaporarium* Westw.) en roode plantenmyten (*Tetranychus telarius* L). ALLARD (1914—1918) leidt uit zijne onderzoekingen met groote waarschijnlijkheid af, dat ook de mozaïekziekte van „pokeweed” (*Phytolacca decandra* L.) en de mozaïekziekte van de tomaat door luizen wordt verspreid.

DOOLITTLE (1916) en JAGGER (1916) bewezen, dat de mozaïekziekte van komkommers door luizen wordt overgebracht (*Aphis gossypii* Glover). Doolittle en Gilbert (1918) vonden verder, dat ook de gestreepte komkommerkever (*Diabrotica vittata* Fab.) in staat was gezonde planten ziek te maken, indien zij te voren zieke komkommerbladeren had aangevreten.

Luizen kunnen ook een ziekte van spinazie overbrengen, die in Amerika bekend staat als „spinach blight”. MC. CLINTOCK en L. B. SMITH (1918) toonden aan, dat gezonde planten ziek werden, nadat sap van zieke planten of sap van gewreven luizen, welke er zich op hadden gevoed, door prikken met de

naald in de gezonde plant was overgebracht. Zoowel de bladluis die zij aardappelluis noemen (*Macrosiphum solanifolii* Ashmead) als die, welke zij met den naam spinazieluis aanduiden (*Myzus persicae* Sulz) brachten de ziekte over, nadat zij zich op zieke planten hadden gevoed, terwijl zij dit te voren niet konden doen. Ook de nakomelingen van luizen, welke op zieke spinazieplanten geleefd hebben, en die zelf geboren zijn en geleefd hebben op ziektevrije planten, kunnen soms de ziekte verspreiden. Dit bleek hieruit, dat luizen, welke zich op wilde mosterdplanten gevoed hadden en ook hunne nakomelingen, welke er geboren waren, hunne besmettende kracht behielden. Wilde mosterd is zelf niet vatbaar voor de ziekte en met het sap van deze planten kan de ziekte ook niet worden overgebracht. Genoemde onderzoekers meenen te mogen aannemen, dat het contagium van de spinazieziekte van het voorjaar tot den herfst rechtstreeks van geslacht op geslacht bij luizen bewaard blijft, terwijl een verblijf van vijf minuten op zieke spinazie hen reeds tot ziekte-dragers kan maken.

Ten opzichte van de mozaïekziekte van voederbieten heeft LIND (1915) in Denemarken de waarschijnlijkheid uitgesproken, dat bij de overbrenging bladluizen in het spel zouden zijn.

E. S. SCHULTZ, DONALD FOLSOM, F. MERRILL HILDEBRANDT en A. HAWKINS (1919) hebben door een reeks proeven den invloed van luizen op de verbreiding van de mozaïekziekte van aardappelen aangetoond. Ze zijn daarbij niet uitgegaan van ziektevrij materiaal, doch gebruikten poters uit zwak zieke velden, waaruit de zieke stammen waren verwijderd. Bij hun contrôleplanten treden dan ook regelmatig een aantal mozaïekzieke planten op, doch dit aantal is kleiner dan in de gevallen, waarin luizen, afkomstig van zieke stammen, op gezonde stammen werden gebracht. Zoo werden bij een der proeven 11 % ziek van de nakomelingen van een aantal halve knollen, welke in kassen groeiden, die regelmatig door uitrooking werden ontluist, terwijl de corresponderende helften 67 % zieken voortbrachten. Het onderscheid bestond alleen hierin, dat luizen vrijen toegang hadden tot de planten, welke uit die contrôle helften waren gegroeid. Luizen, welke afkomstig waren van gezonde planten hadden geen invloed op het percentage zieke planten, dat de nakomelingen bevatte.

QUANJER heeft op overtuigende wijze aangetoond, dat luizen de overbrengers der mozaïekziekte van de aardappelen zijn. Hij heeft n.l. tot dit doel opzettelijk de voor mozaïekziekte vatbare Zeeuwsche blauwe volgens de door mij beschreven isolatie-teelt ziektevrij gemaakt. Hij heeft tot grooter zekerheid

van elk der aardappelen, die aan luizeninfectie zouden worden onderworpen van te voren een knolgedeelte in de kas tot spruiting gebracht, zoodat eventueel besmette knollen konden worden geëlimineerd. Zoo verkreeg hij een aantal volkomen ziekte-vrije planten, die in 1919 op dezelfde wijze als beschreven is voor de bladrolziekteproeven met Paul Krügers, in kleine geïsoleerde warenhuisjes zijn onderworpen aan besmetting met sap van zieke planten, hetzij door middel van wantsen (a), hetzij door capillairbuisjes (b), hetzij door bladluizen (c), terwijl een vierde groep (d) voor contrôle diende. Bij deze proeven werd alleen met bladluizen, niet met wantsen en capillairbuisjes een positief resultaat verkregen (zie de gearceerde cirkeltjes in het linksche gedeelte van fig. 11, Pl. V).

Dat luizen in vele gevallen als overbrengers van plantenziekten fungeeren, behoeft geen verwondering te wekken als men de voedingswijze dezer dieren kent.

Luizen wringen zooals door ZWEIGELT (1915) is aangetoond hare buigzame zuigsnuit door de huidmondjes der bladeren en stengels en door de intercellulaire holten tot in het phloem. Zij zuigen het vocht uit de cellen der zeefvaten, doch laten de cellen zelf intact. De zuigsnuit scheidt stoffen af, die spoedig aanleiding geven tot de vorming van een verharde laag. Er ontstaat eene buis rondom den zuigsnuit, door welke buis de luis in staat is haar snuit terug te trekken. De luis kan doordringen tot weefselgroepen (phloem), waar de mensch met zijn grovere werktuigen niet kan komen zonder de cellen te vernielen. Het is thans nog niet uit te maken of de overbrenging van het contagium van de bladrolziekte door luizen plaats heeft doordat het aan den zuigsnuit blijft hangen en dan in weefsels van gezonde planten wordt gebracht, dan wel of het contagium in de luis zelf blijft leven om vervolgens met uitscheidingsproducten van het dier in de plant terecht te komen. Zeer zeker leent de luis zich buitengewoon goed voor de overbrenging van ziekten, die zich door de zeefvaatbundels in de plant verspreiden.

Het meest treft men zoowel in ons land als in Amerika op aardappelen aan de soort *Myzoides persicae*, die in den winter een deel van haar ontwikkeling op de perzik doormaakt en in den zomer behalve aardappelen o.a. ook spinazie aantast. Zij heeft voor hare ontwikkeling een hooge temperatuur nodig en komt dan ook zeer veel voor in broeikassen. De boonenluis *Aphis rumicis* wordt op aardappels veel zeldzamer aangetroffen.

Wantsen van de soort *Calocoris norvegicus* L. treft men dikwijls op aardappelen aan in tuinen en in de nabijheid van boomen en struiken. Zij zuigen vooral aan de pasgevormde

blaadjes van zich ontwikkelende scheuten. De geheele inhoud der mesophylcellen wordt bij het zuigen door den veel groveren wantsenzuigbuis opgenomen.

Behalve wantsen en luizen worden aardappelplanten bezocht door *cicaden*. Verschillende soorten van deze familie veroorzaken kleine witte plekjes op de bladeren van aardappelen, rozen, bieten, boonen, eschdoorns en andere planten (Weiszpünktchenkrankheit). Larven, nymphen en imagines steken hun zuignuit aan den onderkant der bladeren door de cellen van de cuticula en het sponsparenchym. De cellen van het pallisaden-parenchym worden geheel leeg gezogen. Niet alleen het celvocht doch ook het chlorophyl, zetmeel en protoplasma verdwijnt en slechts de wanden blijven intact. Door het verdwijnen van den celinhoud ontstaan de witte puntjes, welke men waarneemt aan den bovenkant van het blad.

De cicaden scheiden geen stoffen af, die om de steekwond verharderen, zooals de bladluizen doen. De Breslauer botanicus FERDINAND COHN (1869) neemt echter aan dat de cicaden stoffen afscheiden, waardoor de inhoud der cellen wordt omgezet tot een stof, welke voor de cicaden opneembaar is. Of cicaden de bladrolziekte kunnen overbrengen wordt thans te Wageningen nagegaan. Indien een dergelijke besmetting mogelijk is, zullen de cicaden bij de overbrenging der ziekte een groote rol kunnen spelen, want zij zijn zeer bewegelijk en komen overal in Nederland in grooten getale voor. In den herfst ziet men nagenoeg geen enkele aardappelplant, waarop niet een aantal witte puntjes, door cicaden veroorzaakt, worden gevonden.

Het zijn vooral de soorten *Empoasca flavescens*, *E. unicolor*, *E. mali* en *E. rosae*, die door den entomoloog Dr. SANDERS (Harrisburg, Pennsylvania) bij een onderzoek op 3 Sept. 1919 te Wageningen op de aardappelen werden aangetroffen.

Behalve door zuigende insecten worden aardappelplanten geplaagd door vretende dieren o.a. *slakken* en *aardvlooiën*. Vroeg in het voorjaar ziet men dikwijls planten, waarvan de bladeren doorzeefd zijn met gaatjes, die er door de aardvlooiën zijn ingevreten. Daar aardvlooiën zich snel van plant naar plant bewegen, is een overbrenging der bladrolziekte van zieke naar gezonde planten door deze kevertjes niet onmogelijk. Ook hun invloed op de ziekteverbreiding wordt thans te Wageningen nagegaan, evenals die van ritnaalden, aan welker onderaardsche vreterij misschien moet worden toegeschreven, dat, zooals uit waarnemingen van QUANJER blijkt, de ziekte zich op pas gescheurd grasland sterker verspreidt dan op oud bouwland.

XI. KUNSTMATIGE OVERBRENGING DER BESMETTING.

Literatuur.

Door helften van zieke knollen te laten vergroeien met helften van gezonde knollen en door enting van zieke scheuten op gezonde planten is QUANJER (1916) er in geslaagd de bladrol ziekte over te brengen. Ook schijnt de besmetting gelukt te zijn door vocht, dat met een glazen staafje uit zieke stengels gedrukt is, te doen opzuigen in capillairbuisjes en deze capillairbuisjes te drukken in de bladoksels van gezonde planten. Evenwel is deze laatste overgang niet stellig bewezen, omdat bij de proef ook rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid, dat luizen, die ondanks alle voorzorgen in de gazenkastjes gedrongen waren, schuldig zijn aan de infectie. In voorgaande jaren genomen proeven, waarbij getracht werd de ziekte over te brengen door sap uit stengels van zieke planten in buisjes te zuigen en over te brengen in de stengels of bladstelen van gezonde planten, hadden steeds negatief resultaat. SCHANDER (1916) zegt in zijn artikel: „Neue Studien über die Blattrollkrankheit der Kartoffel”, dat alle pogingen om door infectie van den grond, knollen of loof de ziekte kunstmatig te verwekken, steeds zonder gevolg bleven. Dat een overbrenging der ziekte niet gelukt is door grond uit de omgeving van zieke planten bij de wortels van zieke planten te brengen, is reeds duidelijk geworden uit de proeven, die in hoofdstuk VIII zijn beschreven. Ook heeft men te Wageningen getracht de ziekte over te brengen met drainwater. Knollen van zieke planten waren gepoot in cylinders met zand. Het water, dat uit die cylinders spoelde, kon gemakkelijk worden opgevangen en werd gedurende de geheele groeiperiode op potten met gezonde planten uitgegoten. Wel bleken enkele van de nakomelingen van de aldus begoten planten ziek te zijn, doch dit was ook het geval met een aantal nakomelingen der contrôle-planten. Eenige invloed van het drainwater op den gezondheidstoestand kon niet worden waargenomen.

Negatief was ook de uitslag der poging om de ziekte over te brengen door brei van zieke knollen of gedroogde stukjes van zieke knollen met grond te vermengen, waarin gezonde knollen

waren uitgepoot. Ook hier was het aantal zieke nakomelingen niet grooter dan bij de contrôle-planten.

Eigen onderzoek.

In April 1919 heb ik de knollen van eenige zieke planten tot brei vormalen en heb het vocht laten afloopen. Een aantal knollen van gezonde planten werden met dit vocht als volgt behandeld:

1. Twee aardappelknollen werden half doorgesneden en het vocht op de snijvlakten gebracht, waarna de knollen weer gesloten werden.

2. De kiemen van twee knollen werden ingewreven met ziek sap, nadat te voren met een naald gaatjes in die kiemen waren geprikt.

3. Twee knollen werden aan hunne oppervlakte door een naald beprikt en daarna ingewreven met ziek sap.

4. Twee knollen werden in het zieke sap gelegd, terwijl tevens de schil er mee werd ingewreven.

Deze acht knollen en de contrôle-knollen van denzelfden stam werden eenige dagen later uitgepoot. De planten, welke ze voortbrachten, vertoonden in 1919 geen ziekteverschijnselen, terwijl ook de nabouw volkomen gezond bleef. Geen der knollen heeft zieke nakomelingen opgeleverd.

In Mei 1920 werden een tiental knollen van gezonde herkomst doorgesneden. Midden in de knollen werden holten uitgesneden, welke holten gevuld werden met sap of brei van zieke knollen. Daarna werden de helften op elkaar gelegd en verbonden door een gummiring, of elastisch koord. Op de randen van de snijvlakten werd met een penseel collodium gebracht. Vervolgens zijn de knollen uitgepoot. In 1920 is geen infectie waargenomen, doch de gezondheidstoestand van den nabouw kan eerst in 1921 worden beoordeeld.

Hetzelfde geldt voor een andere proef, waarbij in plaats van brei van zieke knollen, sap is gebruikt, dat verkregen werd door zieke stengels en bladeren in een vijzel te vermorzelen.

Met dergelijk sap zijn in 1919 ook de bladeren van een aantal gezonde planten ingewreven, nadat ze eerst met een naald beprikt waren. Een viertal planten, welke op deze wijze behandeld waren, bleven in 1919 gezond en leverden in 1920 ook gezonde nakomelingen op. Bij een tweetal andere is dit niet het geval. Deze stonden in een dubbele rij in een afgesloten deel van den tuin, waarin geen enkele zieke aardappel groeide. De meest nabij staande zieke pol was 30 M. van de rij verwijderd en was er van gescheiden door een hoge schuur. Een besmet-

ting van uit zieke aardappelplanten is dus al zeer onwaarschijnlijk. De bladeren van de planten C_1 en D_1 (Zie figuur 14 in welks linkerhelft de prik-bewerking als een stippeling is aangeduid) werden den 9den Juni na beprikking ingewreven met gestampte zieke aardappelbladeren, zoodat er op vele bladeren een laagje bladmoes van zieke planten bleef liggen. De planten stonden onder boomen en werden door een groot aantal wantsen, cicaden en larven van cicaden bezocht. Het krioelde van insecten op deze planten. Bij den nabouw bleek, dat de meeste planten van genoemde rij een aantal zieke nakomelingen hebben opgeleverd, doch dat dit aantal kleiner is, naarmate de stammen verder van ingewreven planten verwijderd waren.

De nabouw van A_1 leverde 14 gezonde en 0 zieke.

„	„	„	A_2	„	7	„	„	5	„
„	„	„	B_1	„	16	„	„	8	„
„	„	„	B_2	„	7	„	„	7	„
„	„	„	C_1	„	1	„	„	6	„
„	„	„	C_2	„	3	„	„	4	„
„	„	„	D_1	„	3	„	„	15	„
„	„	„	D_2	„	1	„	„	13	„
„	„	„	E_1	„	7	„	„	10	„
„	„	„	E_2	„	4	„	„	4	„
„	„	„	F_1	„	4	„	„	4	„
„	„	„	F_2	„	6	„	„	2	„
„	„	„	G_1	„	8	„	„	2	„
„	„	„	G_2	„	8	„	„	2	„
„	„	„	H_1	„	9	„	„	0	„
„	„	„	H_2	„	9	„	„	3	„

Deze uitslag is in de rechter helft van Fig. 14 schematisch in beeld gebracht.

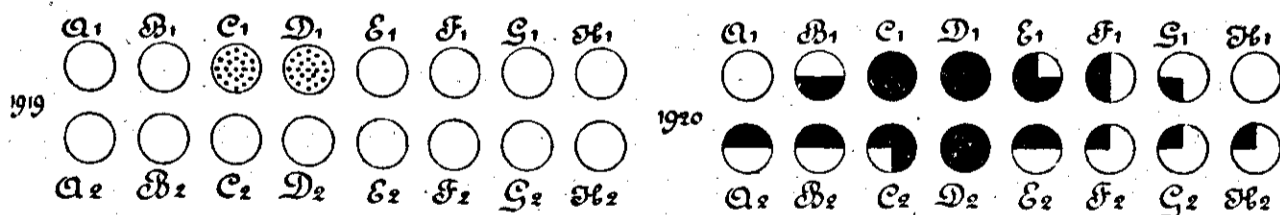


Fig. 14.

Men kan uit een dergelijke proef, waarbij ook de contrôleplanten ziek geworden zijn, geen conclusies trekken, doch men krijgt den indruk, dat de planten C_1 en D_1 door wrijving met ziek sap zijn besmet en dat deze besmetting door insecten op de andere planten van de rij is overgebracht. Een andere oorzaak van het ziek worden is althans niet te vinden. Of evenwel de

overbrenging der ziekte door ziek sap bij de wrijving heeft plaats gehad, dan wel of insecten haar hebben bewerkt door te zuigen aan het op de bladeren liggende sap en daarna met hunne zuignuit in gezonde bladeren door te dringen, is niet uit te maken.

De pogingen om de ziekte over te brengen met het sap uit de bladeren van zieke planten zijn in 1920 herhaald. Thans zijn de bladeren van zieke planten tegen die van gezonde gelegd en zijn ze zoolang tegen elkaar gewreven, dat de oppervlakten min of meer vochtig worden, zonder dat het gezonde blad te veel geleden heeft. In plaats van slechts een keer deze bewerking te herhalen, is zij thans vier keer geschied. De uitslag van deze pogingen is eerst in 1921 met zekerheid te constateeren.

Dit geldt ook voor de proeven, waarbij getracht wordt, eene besmetting te bewerken door de wortels te wrijven met sap uit wortels en uit bladeren van zieke planten.

Uit de boven beschreven resultaten der besmettingspogingen blijkt wel, dat een kunstmatige overbrenging, waarbij geen vergroeiing plaats heeft, zeer moeilijk is. Ze is nog in geen enkel geval met zekerheid geconstateerd, terwijl talrijke negatieve resultaten verkregen zijn.

Literatuur.

Kunstmatige overbrenging bij enkele andere plantenziekten, welke overeenkomst met bladrolziekte vertoonen.

Alle pogingen, de krulziekte der suikerbieten (curly leaf) met sap van zieke planten over te brengen zijn tot nu toe mislukt. Slechts door enting van wigvormige stukjes suikerbiet (met knop) in den bovenrand der wortels van gezonde bieten, slaagden SMITH en BONQUET er in, gezonde bieten ziek te maken. Overigens is geen overbrenging bekend dan door de „beet-leaf hopper”.

Bij de „spike” ziekte van den Sandelboom is COLEMAN (1917) er in geslaagd gezonde boomen ziek te maken door er takken van zieke boomen op te enten: een overbrenging van sap van zieke bladeren of twijgen is steeds mislukt. Daarentegen is de mozaïekziekte van de tabak uiterst gemakkelijk van plant tot plant te verspreiden. Men kan dit doen door in een buisje eenig vocht uit een zieke plant op te zuigen en in de nerven van een gezond blad of in andere deelen van de plant over te brengen. Beter slaagt veelal nog de overbrenging, doordat men sap van zieke plantendeelen over de bladeren van gezonde planten wrijft. Na verloop van ongeveer 14 dagen kunnen reeds de eerste symptomen der ziekte worden waargenomen. ALLARD

(1915) heeft aangetoond, dat het contagium van het tabaks-mozaïek in alle plantendeelen, met uitzondering van de zaadkiemen, aanwezig is.

SCHULTZ, FOLSOM, MERRILL HILDEBRANDT en HAWKINS (1919) schijnen er in geslaagd te zijn, de mozaïekziekte van de aardappels over te brengen, door bladeren van gezonde stammen met bladeren van zieke planten te wrijven en ook door sap van zieke bladeren te brengen in uitgesneden holten van gezonde knollen.

Het percentage zieke was bij de behandelde planten aanzienlijk grooter dan bij de onbehandelde. Alle andere pogingen, om gezonde planten te besmetten door sap van zieke plantendeelen, zijn tot nu toe mislukt. Welslaagden de infectiepogingen door enting en transplantatie (QUANJER 1919).

XII. DE OVERGANG VAN HET CONTAGIUM VAN ZIEKE STAMMEN OP GEZONDE BUURPLANTEN DOOR DEN GROND.

Om de vraag te beantwoorden of gezonde planten ziek kunnen worden, doordat het contagium uit zieke buurplanten door den grond in onderaardsche deelen wordt overgebracht, zou men eigenlijk gezonde en zieke pollen naast elkaar moeten kweken en de onderlinge gemeenschap door de lucht moeten afsluiten. Een dergelijke afsluiting is echter vrijwel onuitvoerbaar, zonder dat de planten zelf te gronde gaan. Intusschen geven de proeven omtrent de overbrenging door insecten aanwijzing, dat een geheele afsluiting der lucht ook niet noodig is. Doordat verhinderd werd, dat insecten van zieke planten op gezonde overgingen, bleven de contrôle-planten bij genoemde proeven gezond, ofschoon ze in de nabijheid stonden van zieke stammen. Trouwens het grillig optreden der ziekte, waarbij het dikwijls voorkomt, dat planten ziek worden, terwijl een aantal omringende stammen gezond blijven, wijst er op, dat het contagium niet door den wind van plant op plant overgaat zooals dit het geval is met *Phytophthora infestans* of met den roest van het graan. Naar alle waarschijnlijkheid is het voldoende de planten door insectengaas te omgeven om elke verbreiding der ziekte door de lucht te voorkomen. Wil men nagaan of de verspreiding ook door den grond kan plaats hebben, dan zou men knollen van gezonde stammen moeten uitpoten naast knollen van zieke en de gezonde stammen of gezonde en zieke beide, onder insectengaas moeten laten opgroeien. Dit is tot nu toe niet geschied, omdat men onbekend was met de overbrenging door insecten. Bij de proeven, welke QUANJER genomen heeft, stonden telkens een zieke en een gezonde plant in een zinken bak naast elkaar, terwijl de onderlinge aanraking der planten boven den grond door een glasplaat was verhinderd. Insecten konden echter gemakkelijk over de glasplaat heen vliegen en zoo een gemeenschap van plant tot plant bewerken. Zij konden dit echter ook doen bij de planten, welke uit de contrôlehelften waren gegroeid en die in potten naast elkaar stonden, zonder dat gemeenschap door de wortels mogelijk was. Bij de proeven in 1915 en 1916

genomen, bleek steeds dat geen overgang der ziekte had plaats gehad, waar de planten in potten naast elkander stonden en geen gemeenschap door den grond hadden. Blijkbaar hebben de insecten hier geen ziekte door de lucht overgebracht. De gezonde planten, welke naast zieke stonden en wier wortels met die der zieke burenen in denzelfden bak groeiden, leverden steeds zieke nakomelingen op. Daar bij de planten uit de contrôlehelften geen overgang door de lucht heeft plaats gehad, is het niet waarschijnlijk, dat deze vorm van overgang een rol heeft gespeeld bij de besmetting der gezonde planten, die door den grond gemeenschap hadden met zieke en die boven den grond door een glasplaat van zieke planten gescheiden waren. Immers stonden deze planten in de onmiddellijke nabijheid van de planten in de potten. De sterke besmetting, die hier is opgetreden, is dan ook vrij zeker door den grond gegaan. Ook bij proeven, die in 1918 genomen zijn, en waarbij wel overgang door de lucht heeft plaats gehad, bleek steeds een sterkere infectie in de gevallen, waarbij tevens gemeenschap door den grond met zieke planten bestond.

Het mislukken van de pogingen om de ziekte over te brengen met drainwater, met grond, waarin zieke planten groeiden, met wortels van zieke planten of brei van zieke knollen, kan er op wijzen, dat de plantenwortels het contagium uit dood materiaal niet opnemen of dat een eventueele opname niet tot ziek worden leidt. Het is echter ook mogelijk, dat het contagium in den bodem zeer snel zijn virulentie verliest. In dit geval zou er een groot verschil bestaan in de besmettingskansen van planten, welke gedurende hare geheele groeiperiode naast zieke burenen staan en die, welke in grond geplaatst worden, waarin een zieke plant heeft gestaan. In het laatste geval is er slechts een zeer korte tijd voor opname van het contagium voorhanden, terwijl in het eerste geval de wortels van gezonde en zieke planten, gedurende den geheelen groeitijd in nauwe aanraking zijn. Gedurende langen tijd bestaat er dan voor de wortels van gezonde planten gelegenheid het contagium op te nemen, dat door zieke wortels mocht worden afgescheiden. Men mag dan ook niet uit de mislukking der pogingen tot besmetting met grond en brei afleiden, dat een infectie door opname van het contagium door de wortels niet mogelijk zou zijn. Hetzelfde geldt ook ten opzichte van de negatieve resultaten van de drainwaterproef. Drainwater is bij herhaling over de potten met gezonde planten uitgegoten, doch de toestand, waarin dit water bij de gezonde planten komt, is eenigszins anders, dan wanneer het in den grond blijft en met zieke en gezonde wortels

beide in aanraking is. Gedurende den tijd, waarin het water uit de cylinders met zieke planten verzameld wordt, kan reeds een vermindering van de virulentie van het contagium hebben plaats gehad. Bij het tabaksmozaïek is gebleken, dat droge, zieke plantendeelen een à twee jaar in staat zijn een bron van besmetting te vormen, terwijl ze na een verblijf van 24 uren in water, reeds een belangrijk deel van hunne infectieuze eigenschappen hebben verloren (CLINTON 1914).

Gezonde tabaksplanten kunnen mozaïek worden, indien men den grond, waarin ze groeien, met vocht uit zieke planten begiet. De wortels kunnen het contagium dus opnemen. Volgens ALLARD (1915) geschiedt bij een dergelijke besmetting de opname van het contagium echter niet door osmose in de wortelhaartjes, doch heeft zij uitsluitend plaats bij eene verwonding der wortels. In hoeverre verwonding der wortels een rol kan spelen bij de overbrenging der besmetting van de bladrolziekte is niet bekend. Bij de proeven om infectie te bewerken door toevoeging van grond uit de omgeving van zieke planten, zijn de jonge planten verpoot. Hierbij moeten natuurlijk verwondingen der fijne worteltjes hebben plaats gehad. Blijkbaar heeft dit niet tot de overbrenging der ziekte kunnen leiden.

Een andere mogelijkheid van ondergrondsche besmetting kan gelegen zijn in de overbrenging door insectenlarven, als emelten, ritnaalden, engerlingen, duizendpooten, e.a. Het is in de laatste jaren gebleken, dat de ziekte een buitengewoon grooten omvang aannam, waar de aardappels geteeld werden op pas gescheurd weiland. De gewassen, die hierop groeien, lijden zeer dikwijls aan ondergrondsche insectenbeschadigingen (vreterij). Men is natuurlijk geneigd het sterk ziek worden op gescheurd weiland in verband te brengen met deze wortelbeschadigingen. Of een dergelijk verband bestaat, wordt thans te Wageningen onderzocht. In 1920 zijn stukken knollen uitgepoot in gazen kastjes, die precies zoo zijn ingericht als die, welke in 1919 dienden voor de luizen- en wantsenproef. Bij de aardappelplanten in enkele kastjes werden ritnaalden en emelten gebracht, welke te voren aan zieke planten vraten, terwijl de contrôleplanten vrij bleven van dergelijk bezoek. Eerst in 1921 zal kunnen blijken of de overbrenging gelukt is. Thans kan omtrent een besmetting door den grond nog niets met zekerheid worden vastgesteld.

XIII. IETS OVER DEN AFSTAND, WAAROVER DE BESMETTING ZICH VAN UIT ZIEKE PLANTEN VERSPREIDT.

Eigen onderzoek.

In 1913 bevonden zich te Oostwold een aantal gezonde planten op afstanden van 1 M. — 1,5 M. — 2 M. — 2,5 M. en meer dan 2,5 M. verwijderd van rijen zieke stammen. De grond bestaat tot een diepte van ongeveer 25 cM. uit humusrijke zandgrond; rustende op vergraven veen. Onderstaande tabel geeft de besmetting aan, welke bij den nabouw in 1914 is waargenomen.

	Aantal pollen in 1913	Aantal pollen dat in 1913 besmet werd	Aantal pollen dat in 1913 niet besmet werd	Aantal zieke pollen bij den nabouw in 1914	Aantal gezonde pollen bij den nabouw in 1914
Op 1 M. afstand van een zieke rij.....	12	11	1	35	338
Op 1.50 M. van een zieke rij	16	4	12	8	492
Op 2 M. afstand van een zieke rij	5	1	4	2	98
Op 2.5 à 3.5 M. af- stand van een zieke rij..	48	0	48	0	1198

In 1913 is de besmetting dus niet verder gegaan dan tot een afstand van 2 M. Al de besmette pollen brachten zoowel knollen voort, welke gezonde planten opleverden, als knollen, waaruit zich zieke planten ontwikkelden.

Literatuur.

Bij eene proef, door QUANJER in 1916 te Wageningen op zwaren kleigrond genomen, bleek de besmetting zich te bepalen tot de naaste buurplanten; in 1917 bleek behalve de naaste buur-

plant ook de volgende, welke op een afstand van 1 M. van een zieke stam verwijderd stond, in geringe mate te zijn aangetast.

MURPHY heeft bij onderzoekingen in Canada geconstateerd, dat de naaste bureu van een bladrolzieke plant zieke nakomelingen opleverden, terwijl dit ook in enkele gevallen met de eerstvolgende stammen het geval was. Een besmetting over grotere afstanden is niet door hem waargenomen.

Eigen waarnemingen.

Nu bewezen is, dat insecten de besmetting kunnen verspreiden, is het duidelijk geworden, dat het nooit zal gelukken een bepaalden afstand aan te geven, welke als uiterste grens voor een besmetting vanuit een zieke plant kan worden aangenomen. Latere waarnemingen hebben dan ook aangetoond, dat een afstand van 2 à 3 M. volstrekt niet als uiterste grens mag worden beschouwd. Bij de proeven, welke in hoofdstuk IX zijn beschreven, is reeds gebleken, dat in de nabijheid van boomen, waar veel insecten worden aangetroffen, de afstand groter was dan op plaatsen, waar weinig insecten voorkwamen. Overigens laat zich nog niets met zekerheid zeggen omtrent de factoren, welke in dezen een rol spelen. Wel schijnt vast te staan, dat de uitwendige omstandigheden, waaronder de plant groeit van grooten invloed zijn.

In het voorjaar van 1918 werden uit Oostwold aardappelen van de variëteit Paul Krüger gezonden naar verschillende proefveldhouders, n.l. de Heeren A. N. DE ROO te Siddeburen, R. HEERINGA te Kolham, W. NYBORG te Engelbert en aan de Veenkoloniale Proefboerderij te Emmercompasuum. Het geleverde pootgoed was afkomstig van een veld, waarin in 1917 geen ziekte was waargenomen. In 1918 bleken echter ongeveer 5 % secundair zieke stammen in het gewas aanwezig te zijn. Het percentage zieke is in Emmercompasuum op 7 % geschat; op de genoemde proefvelden en op mijn eigen bedrijf was het minder groot. Het verschil ligt waarschijnlijk hierin, dat te Emmercompasuum elke plant, welke niet volkomen normaal was, is verwijderd en als een bladrolzieke is geteld. Waarschijnlijk is ook daar het percentage ongeveer vijf geweest. Op mijn eigen bedrijf, te Emmercompasuum en ook bij Heeringa zijn de zieke planten verwijderd.

De nabouw van de aardappels, die in 1918 te Oostwold groeiden, bevatten in 1919 ongeveer 17 % secundair zieke stammen, die te Kolham ongeveer 10 à 12 %. De nabouw van de aardappels te Emmercompasuum bevatte nagenoeg geen gezonde stammen. Ongeveer 90 % der pollen was ziek. Aardappels van

Emmercompascuum werden het volgende jaar ook uitgepoot op het proefveld, perceel 6 b van HEERINGA te Kolham, op hetzelfde veld, waar ook een perceel aardappels stond afkomstig van poters, die het vorige jaar op het proefveld te Kolham waren verbouwd. De poters uit Kolham leverden een gewas op met ongeveer 10 à 12 % zieke stammen, terwijl de poters uit Emmercompascuum nagenoeg geen enkele gezonde stam voorthrachten.

De nabouw van de Paul Krügers, die in 1918 te Engelbert en te Siddeburen groeiden, bevatte ook een vrij groot aantal bladrolzieke planten, doch de opbrengst was zeer goed. Op het proefveld te Siddeburen gaf deze nabouw na de Thorbecke, de hoogste opbrengst, terwijl op het proefveld te Engelbert de nabouw Paul Krüger met een opbrengst van 43500 K.G. per H.A. alle andere soorten achter zich liet. Ook op mijn eigen bedrijf leverden de Paul Krügers, ondanks de 17 % zieke stammen, een mooi gewas op. Er is dus een buitengewoon groot verschil tusschen den nabouw van de aardappels te Emmercompascuum eenerzijds en te Engelbert, Siddeburen, Kolham en Oostwold anderzijds. In de laatste plaatsen is het percentage zieken wel gestegen, doch een dergelijke stijging was ook te verwachten. De verzieking te Emmercompascuum is echter abnormaal groot.

Het is niet te zeggen aan welke oorzaak de sterke uitbreiding te Emmercompascuum geweten moet worden. Misschien staat ze in verband met de buitengewoon losse structuur van pas klaargemaakte dalgronden, doch het kan ook zijn, dat ze samenhangt met de zeer bijzondere chemische of biologische toestand van den bodem, of met een toevallig groot insectenbezoek. We weten niets omtrent de redenen, welke tot die sterke verbreiding der ziekte geleid hebben, doch ze kan zeer goed verklaard worden uit een overbrenging der ziekte van uit de zieke stammen, welke er aanvankelijk stonden. In hoofdstuk XVII zal blijken, dat het uittrekken van zieke stammen de omringende buurplanten geenszins voor besmetting beschermt. Indien een zieke plant alle planten, die op hoogstens 2 M. afstand staan, besmet, kan ze bij een onderlingen afstand der planten van 1 M. reeds 12 en bij een onderlingen afstand van 0.5 M. 48 gezonde planten ziek maken. De aanstonds te beschrijven kruisenproef in Borgercompagnie wijst er echter op, dat de ziekte zich over veel grotere afstanden kan verspreiden. Een voortschrijding van de ziekte van 5 tot 90 procent is zeer goed te verklaren uit een besmetting van plant tot plant. Ten onrechte hebben velen uit het sterk ziek worden te Emmercompascuum afgeleid, dat de pogingen om door isolatie gezond pootgoed te kweken, hebben gefaald. Er kan niet meer

uit worden geconcludeerd, dan dat onder bepaalde omstandigheden, bij aanwezigheid van een aantal zieke stammen, een sterke infectie der gezonde kan optreden.

Een zeer sterke infectie heeft ook te Wageningen in 1918 plaats gehad op pas gescheurd weiland. Om het verschil met betrekking tot de verbreiding tusschen bouwland en pas gescheurd weiland na te gaan, is de volgende proef genomen.

Te Wageningen werden in dat jaar op een perceel gescheurd weiland in de Maten (rivierklei), vier perceeltjes bepoot met de helften van knollen van de variëteit Paul Krüger. De corresponderende helften werden in den Wilhelminapolder op bouwland (zeeklei) uitgezet. De uitpoting had zoodanig plaats, dat de beide helften van eenzelfde knol te Wageningen en in de Wilhelminapolder dezelfde plaats in de perceelen innamen. Het eenige verschil bestond dus in de uitwendige omstandigheden. In 1918 bleken de perceelen te Wageningen gezamenlijk 20 secundair zieke en 60 gezonde planten te bevatten. In de Wilhelminapolder was het aantal zieke en gezonde planten gelijk aan dat in Wageningen. Bij den nabouw in het volgende jaar was de verhouding echter geheel anders. Er werden in 1919 slechts 45 van de pollen uit de Wilhelminapolder, welke in 1918 niet secundair ziek waren, uitgepoot, de anderen waren door ratten opgevreten. Van deze pollen brachten 28 alle gezonde stammen voort, 4 meer dan 75 % gezonde, 3 : 50 à 75 % gezonde, 3 : 25 à 50 % gezonde en 7 minder dan 25 % gezonde.

Van de 58 niet secundair zieke stammen te Wageningen bracht slechts 1 pol uitsluitend gezonde nakomelingen voort, 3 leverden meer dan 75 % gezonde, 5 : 50 à 75 % gezonde, 8 : 25 à 50 % gezonde en 41 minder dan 25 % gezonde.

Het buitengewoon sterke verschil in de ziekteverbreiding tusschen de aardappels op het bouwland in den Wilhelminapolder en het gescheurde weiland te Wageningen springt hier duidelijk in het oog. De oorzaak is niet bekend, doch men is geneigd haar in verband te brengen met de sterke insectenbeschadiging aan de wortels van gewassen, die op gescheurd weiland groeien.

Om iets omtrent den invloed van bepaalde omstandigheden te leeren kennen, is in 1919 de volgende proef genomen. 34 gezonde knollen werden ieder in 4 stukken gesneden en de stukken van eenzelfde knol met een gelijk nummer gemerkt. Van alle knollen werd een stuk uitgepoot te Wageningen op rivierklei (gescheurd weiland), te Ferwerd op zavelgrond, te Borgercompagnie op Veenkoloniale grond, te Oostwold op humusrijke zandgrond. De uitpoting had plaats in kruisen, welke tot middel-

punt hadden een vierkant van 16 knollen van bladrolzieke Bravo's (plaat VII fig. 15; de toestand in 1919 zou weergegeven worden als de cirkeltjes, die de beenen van het kruis vormen, niet waren zwart gemaakt).

De stukken, welke het dichtst bij het ziekte-centrum stonden, waren er een meter van verwijderd, de opvolgende telkens een meter meer; de verst verwijderde stond dus 9 M. van de zieke Bravo's af. De uitpoting heeft te Wageningen, Ferwerd, Borgercompagnie en Oostwold op een zoodanige wijze plaats gehad, dat gelijk genummerde stukken ten opzichte van elkaar en ten opzichte van het zieke centrum dezelfde plaats innamen. Te Oostwold zijn de aardappels veertien dagen later gepoot dan op andere plaatsen, ze zijn daardoor in hunne ontwikkeling terug gebleven. Te Borgercompagnie zijn luizen van de zieke Bravo's gebracht op planten, die de uiterste punten van het kruis vormen. Dit geschiedde in de veronderstelling, dat de ziekte zich van uit het centrum niet verder dan eenige meters zou verspreiden. Werd dan bovendien geconstateerd, dat de beluisde planten in tegenstelling met hunne niet beluisde burens ziek werden, dan kon deze proef tegelijkertijd dienen om den invloed van de luizen aan te toonen. De uitkomsten ten opzichte van het aantal zieke nakomelingen zijn echter van dien aard, dat deze vermenging van twee proeven onjuist is gebleken. De proef is er iets onzuiverder door geworden.

In fig. 15 is aangegeven, in welke mate de pollen in 1919 ziek geworden zijn. Dit is afgeleid uit het aantal zieke nakomelingen, dat elke pol in 1920 heeft opgeleverd. Is dit aantal zieke stammen bij den nabouw groter dan 75 % van het geheel, dan is het cirkeltje geheel zwart gemaakt, is het aantal groter dan 50 % doch kleiner dan 75 % dan is drievierdedeel zwartgekleurd. Bij een percentage zieken tusschen 25 en 50 is de helft donkergekleurd, terwijl bij minder dan 25 % slechts een sector van 45° is zwartgemaakt. In de figuur is duidelijk het groote onderscheid tusschen de infectie op de vier groeiplaatsen te zien.

Te Oostwold heeft slechts een stam zieke nakomelingen opgeleverd, te Ferwerd 7, te Wageningen 20 en te Borgercompagnie 28. De oorzaken voor dit groote verschil zijn niet bekend en het is doelloos hieromtrent gissingen uit te spreken, welke niet op voldoende gegevens steunen. We moeten echter rekening houden met het feit, dat de infectie op het eene terrein veel sneller verloopt dan op het andere. De terreinen in de Veenkoloniën en het gescheurde weiland, waarop de proef te Wageningen is aangelegd, geven blijkbaar aanleiding tot een snelle verspreiding der ziekte.

Te Oostwold is slechts een plant ziek geworden, welke onmiddellijk naast de zieke Bravo's stond. Te Ferwerd, Wageningen en Borgercompagnie vindt men wel het grootste aantal ziek geworden planten in de nabijheid van het zieke centrum, doch komt het ook voor, dat een aantal planten ziek zijn geworden, welke meer aan de uiteinden der kruisen stonden, terwijl tusschen deze ziek geworden planten en het zieke centrum nog een aantal gezond gebleven stammen worden aangetroffen. Welke oorzaken hebben bewerkt, dat bijvoorbeeld de vijfde plant aan den Oostkant van het zieke centrum te Ferwerd ziek geworden is, terwijl de eerste, tweede en vierde gezond gebleven zijn, is niet bekend. Men zou kunnen meenen, dat individueele eigenschappen hier een rol spelen. Dit is echter blijkbaar niet het geval, want de vijfde plant aan de Oostzijde te Oostwold, te Wageningen en zelfs te Borgercompagnie zijn gezond gebleven, terwijl deze planten toch met die te Ferwerd van deelen van denzelfden knol afstammen. Hiermee is ook bewezen, dat de ziekteoorzaak niet in den knol aanwezig was, doch dat ze er te Ferwerd ingekomen is. Het grillige optreden der ziekte is zeer goed in overeenstemming te brengen met eene overbrenging door insecten. Daarentegen zou bij eene overbrenging door onderlinge aanraking van deelen van zieke en gezonde planten of bij eene overbrenging door drainwater of den wind moeilijk verklaard kunnen worden, dat afwisselend gezonde en zieke planten in de kruisen worden aangetroffen. Intusschen mag men niet vergeten, dat het niet zeker is, dat een plant als bijv. Nr. 9 aan de Noordzijde van het zieke centrum te Wageningen van uit dit centrum door insecten besmet is. De mogelijkheid, dat het ziek worden van deze plant geweten moet worden aan een oorzaak, welke geen verband houdt met de aanwezigheid van de zieke Bravo's op 9 M. afstand, moet stellig in het oog worden gehouden.

XIV. ONBEKENDE OORZAAK VOOR HET ZIEK WORDEN VAN GEZONDE STAMMEN.

Eigen Onderzoek.

Het sterk ziek worden, hetwelk op dalgronden en op gescheurd weiland is geconstateerd, doet de vraag naar voren komen of hier uitsluitend kan worden gedacht aan een verspreiding vanuit zieke planten. Deze vraag zou beantwoord zijn, indien bij de kruisenproeven tegelijkertijd een aantal gezonde knollen op dezelfde perceelen waren uitgepoot, om de kans van overbrenging uit het zieke centrum uit te schakelen. In 1920 zijn de afstandsproeven, die van Wageningen uit genomen worden, dan ook zoo ingericht, dat behalve de gezonde stammen, welke in een complex staan met zieke stammen ook een aantal gezonde knollen op 10 à 15 M. van het zieke centrum zijn geplaatst.

Dat er, behalve de aanwezigheid van een zieke aardappelplant in de nabijheid, nog een anderé reden van het ziek worden van gezonde planten bestaat, kan uit de volgende waarnemingen worden afgeleid.

Te Oostwold lag in 1919 op mijn bedrijf een perceel rogge (Pl. VIII, fig. 16) in de lengte naast een perceel aardappels van mijn buurman. De perceelen waren gescheiden door een sloot van ongeveer $2\frac{1}{2}$ M. breedte. De aardappels bleken in den loop van den zomer voor 10 % bladrol en voor ongeveer 30 % mozaïekziek te zijn. Op de aanwezigheid van deze ziekte was de proef berekend. De knollen van een vijftal gezonde pollen A, B, C, D en E werden 15 April in helften gesneden en elke helft gemerkt. Pol A bijv. telde 12 knollen. De eerste der knollen leverde de helften A 1 a en A 1 b op; de tweede A 2 a en A 2 b; de twaalfde A 12 a en A 12 b. De uitpoting had plaats, zooals in figuur 16 is aangegeven. Aan den Westkant van het roggeperceel, aan den kant van het perceel aardappelen, stonden dus 52 planten in 5 groepen terwijl aan den Oostkant ook 52 planten in 5 groepen stonden. Elke plant aan den eenen kant staat tegenover een plant aan den anderen kant, die zich uit de corresponderende helften van denzelfden knol heeft ontwikkeld. Het verschil tusschen de a-planten en de b-planten bestaat uitsluitend hierin, dat de eersten slechts door een sloot gescheiden waren van een

perceel zieke aardappels, terwijl er tusschen de b-planten en de zieke aardappels nog een perceel rogge stond van 50 M. breedte. Deze rogge was bij de opkomst der aardappelen reeds 50 cM. hoog en bereikte vier weken later een hoogte van ongeveer 1.80 M. Ze vormde een sterke isoleering naar de Westzijde van de b-planten. Aan de Oostzijde werden op een afstand van 150 M. geen aardappels aangetroffen. Alle knollen hebben gezonde stammen voortgebracht, die ook gedurende de geheele groeiperiode gezond gebleven zijn. Insecten kwamen zeer weinig op de planten voor; wantsen en luizen zijn er niet op gevonden, terwijl ook geene beschadiging door aardvloo werd waargenomen. Wel werden in den nazomer witte vlekjes op nagenoeg alle planten aangetroffen, welke vlekjes wezen op het uitzuigen van cellen uit het pallisadenweefsel door cicaden. Het aantal dezer vlekjes was echter betrekkelijk gering. In het voorjaar van 1920 zijn de knollen van alle pollen afzonderlijk uitgepoot. De planten, welke zich er uit ontwikkelden, zijn zorgvuldig ten opzichte van het voorkomen van bladrolziekte en ook van mozaïekziekte onderzocht. Hierbij is gebleken, dat van de 52 a-planten, welke het vorige jaar in de nabijheid van het zieke perceel aardappels stonden, slechts 2 planten enkele bladrolzieke nakomelingen hebben opgeleverd. De plant D7_a bracht 3 secundair bladrolzieke en 8 gezonde nakomelingen voort; de stam D 11_a 2 zieke en 3 gezonde. Alle andere planten leverden slechts gezonde afstammelingen op. De infectie der a-planten heeft dus slechts zeer geringe afmetingen aangenomen. Indien het ziek worden van 2 der 52 planten geweten moet worden aan eene overbrenging door insecten van uit het zieke perceel aardappelen, dan kan worden geconstateerd, dat deze overbrenging zeer gering is geweest. Het geringe insectenbezoek is hiervan stellig de oorzaak. Mozaïekzieke nakomelingen van de a-planten zijn in 1920 niet waargenomen. Van de b-planten heeft D9_b 2 bladrolzieke nakomelingen voortgebracht en 8 gezonde. De plant uit de corresponderende helft D9_a heeft geen enkele zieke nakomeling opgeleverd. Het ziek worden van plant D9_b kan moeilijk worden verklaard uit de overbrenging der ziekte van uit het aardappelveld. De besmetting der a-stammen, die slechts door een sloot van het aardappelveld gescheiden waren, is zoo gering geweest, dat men niet goed kan aannemen, dat zij zich nog zoo hebben laten gelden op 50 M. groteren afstand. Het gewas rogge ter breedte van 50 M. is een oneindig veel sterkere isolator geweest, dan de smalle sloot. Ik meen dan ook te mogen aannemen, dat de stam D9_b ziek geworden is, zonder dat de ziekte in 1919 vanuit zieke aardappels op de plant is overgebracht. Hier moet een nog onbe-

kende oorzaak voor het ziek worden aanwezig zijn geweest.

Al de a-planten hebben in 1920 stammen voortgebracht, welke vrij waren van mozaïekziekte. Daarentegen bracht een der b-planten nl. A12_b 11 gezonde en 1 mozaïekzieke stam voort. Het optreden van dezen mozaïekzieken stam is ook niet te verklaren uit de besmetting van uit het naburige perceel aardappelen; omdat geen enkele der a-planten mozaïekzieke nakomelingen heeft opgeleverd. Ook hier moet aan een onbekende infectie-oorzaak worden gedacht.

Ten opzichte van de mozaïekziekte heeft zich in 1919 nog een ander geval van infectie uit onbekende oorzaak voorgedaan.

In dat jaar stonden te Oostwold in een tuin, waar te voren nooit aardappels groeiden, een twintigtal stammen, afkomstig van de in tweeën gesneden knollen van denzelfden pol. 19 van deze planten hebben slechts mozaïekziekevrije nakomelingen opgeleverd, terwijl een er van 4 mozaïekzieke en 3 gezonde stammen voortbracht. Aangezien er in dezen tuin in 1919 geen enkele mozaïekzieke aardappelplant groeide (de nabouw van de enkele aardappelstammen, die er stonden, is in zijn geheel onderzocht) en de tuin door boomen en hoge gebouwen volkomen geïsoleerd ligt ten opzichte van aardappelperceelen in de omgeving, kan infectie niet uit een overbrenging van stam op stam worden verklaard.

Te Wageningen bevonden zich in 1919 op het Spijk een tiental stammen, welke afkomstig waren van de knollen van een gezonden pol. Op het perceel, waar deze stammen stonden, waren gedurende de laatste jaren geen aardappels verbouwd. Ook bevond zich in den omtrek van 40 Meter geen enkele aardappelplant. De planten waren aanvankelijk volkomen gezond en leverden een prachtig gewas op. Ze begonnen echter in het laatste gedeelte der groeiperiode duidelijk teekenen van primair bladrol te vertoonen die zich volkomen gelijkmatig in al deze 10 stammen uitbreidde. In September van 1919 heb ik enkele stengelstukjes van een der zieke planten verzameld en aan QUANJER ter onderzoek gegeven, zonder dat deze iets omtrent de herkomst der stukjes wist. Al deze stengelstukjes bleken vrij sterke necrotische afwijkingen in het phloeem te bezitten. De cijfers, die QUANJER hiervoor gaf, waren voor een middenstengeldeel beneden het laagst geplaatste rollende blad (4), iets hooger deel der stengel (5), bovenste stengeldeel (3), bladsteel van een der bovenste sterk roodgekleurde blaadjes (2). Van vijf der tien pollen is de nabouw onderzocht en alle vijf hebben een aantal zieke nakomelingen opgeleverd;

No. 1 had 9 gezonde en 11 zieke nakomelingen.

„ 2 „	7 „	„ 8 „	„
„ 3 „	6 „	„ 20 „	„
„ 4 „	13 „	„ 18 „	„
„ 5 „	1 „	„ 18 „	„

Een dergelijke infectie is onmogelijk te verklaren uit de overbrenging der ziekte vanuit stammen, welke meer dan 40 M. van de besproken pollen afstonden.

De waarnemingen te Oostwold en te Wageningen bewijzen, dat planten bladrolziek en mozaïekziek kunnen worden, zonder dat het contagium er op is overgebracht vanuit zieke planten uit de omgeving. Er is hier een spontaan optreden dezer ziekten geconstateerd, waarvoor nog geene verklaring bestaat. Hetzelfde verschijnsel doet zich ook voor bij de mozaïekziekte van de tabak. Men weet, dat deze ziekte niet met het zaad overgaat, doch heeft herhaaldelijk een optreden van mozaïekziekte waargenomen, hetwelk niet verklaard kon worden uit de besmetting vanuit zieke tabaksplanten. Enkele onderzoekers zijn nog steeds geneigd een dergelijk ziek worden toe te schrijven aan een abnormale werking van het protoplasma der cellen, welke niet een gevolg zou zijn van een vreemd lichaam in het plantenweefsel, doch van physiologische invloeden. De meesten nemen echter aan, dat wel degelijk besmetting in het spel is en dat het contagium van uit onkruiden, behoorende tot de familie der Solanaceeën, op de tabak wordt overgebracht. Plantensoorten, welke zelf niet opvallend ziek worden, kunnen toch een bron van infectie voor de mozaïekziekte van de tabak vormen o.a. *Nicotiana glauca* (ALLARD 1917) en *Physalis Alkekengi* (NISHIMURA 1918). Aan eene overbrenging vanuit onkruiden wordt door COLEMAN (1919) ook gedacht bij het spontaan optreden van de „spike”-ziekte van den Sandelboom.

DOOLITTLE en GILBERT (1919) hebben aangetoond, dat de mozaïekziekte van de komkommer niet met het zaad overgaat. Herhaaldelijk treedt de ziekte op zonder dat een besmetting vanuit gekweekte komkommerplanten aan dit optreden ten grondslag kan liggen terwijl een overwintering van het contagium in den bodem, praktisch gesproken, niet voorkomt. Zij meenen, dat de besmetting uit onkruiden wordt overgebracht en vestigen de aandacht op de wilde komkommer (*Micrampelis lobata*). De mozaïekziekte zou naar hunne meening wel met het zaad van wilde komkommers kunnen overgaan.

De krulziekte van de suikerbiet gaat niet met het zaad over. De vraag, vanwaar het contagium bij de eerste zieke planten in het voorjaar afkomstig is, wordt door CARSNER (1919) ook

in dien zin beantwoord, dat verschillende onkruiden, waarop hij de ziekte aantrof, als bron van besmetting moeten worden beschouwd.

Het is niet onmogelijk, dat ook bij de bladrolziekte van de aardappels een besmetting vanuit andere planten kan voorkomen. Bij het ziek worden van de aardappelplanten op het Spijk in 1919 zou misschien besmetting vanuit tomaten in het spel kunnen zijn. Naast de rij aardappels, wier geschiedenis boven beschreven is, stond namelijk eene rij tomaten, welke in den herfst na een sterke besnoeiing een stijf uiterlijk aannamen. Al de bladeren waren in die periode gerold, een verschijnsel, dat na het inkorten van de scheuten trouwens dikwijls voorkomt en dat niet het gevolg van eene ziekte behoeft te zijn. QUANJER heeft scheuten van zieke Paul Krüger geënt op gezonde tomaat. Een overgang der ziekte is niet waargenomen; vervolgens zijn weer scheuten van deze tomaten geënt op gezonde Paul Krügers, zonder dat deze waarneembaar ziek werden. De nabouw van vier geënte stammen is het volgende jaar onderzocht en leverde: No. 1 5 gezonde en 0 zieke nakomelingen.

„ 2 1	„	„ 2	„	„
„ 3 3	„	„ 1	„	„
„ 4 6	„	„ 0	„	„

Er zijn bij den nabouw dus enkele zieke stammen opgetreden, doch het is niet zeker of deze infectie haar oorzaak vindt in de enting met scheuten van de tomaat. Of de ziekte van tomaat of aardappels kan overgaan en omgekeerd, is dus nog niet te zeggen. Ofschoon het niet onmogelijk is, dat het ziek worden van de aardappels op het Spijk aan de aanwezigheid der tomaten geweten moet worden, zoo lijkt dit toch met het oog op de resultaten van de pogingen tot overbrenging door enting niet erg waarschijnlijk. In elk geval is de tomaat onschuldig aan het spontaan optreden der bladrolziekte en der mozaïekziekte te Oostwold. Misschien moet hier aan overbrenging vanuit onkruiden gedacht worden. Het kan echter ook zijn, dat een geheel andere oorzaak aan dit optreden der ziekte ten grondslag ligt. Men zou omtrent deze oorzaak talrijke gissingen kunnen maken; doch zij hebben geen waarde zoo lang ze niet op voldoende feiten steunen. De besmetting uit onkruiden schijnt voorloopig de meest aannemelijke verklaring op te leveren, omdat ze ook bij overeenkomstige ziekten is geconstateerd. Men mag echter niet over het hoofd zien, dat geenszins bewezen is, dat elk optreden van de ziekten van de tabak, komkommer, Sandelboom of suikerbiet, hetwelk niet in verband kan staan met een besmetting van plant op plant van gelijke soort, aan een overbrenging van

het contagium uit onkruiden geweten moet worden. Ook bij het optreden van de genoemde ziekten nemen de gissingen nog een zeer ruime plaats in. Om deze zaak op te lossen is het o.a. noodig, dat wordt onderzocht, of het contagium in den grond saprophytisch kan leven. Het feit, dat het in gewonen bouwgrond zeer spoedig zijn virulentie verliest, bewijst nog niet, dat een saprophytisch leven in den grond uitgesloten is, indien bepaalde voorwaarden hiervoor aanwezig zijn. Het zou immers kunnen zijn, dat bij voldoende luchttoetreding een snelle vernietiging plaats had, doch dat dit bij de aanwezigheid van anaerobe condities niet het geval is.

Onderzocht moet worden of misschien onder sommige omstandigheden het contagium in de plant aanwezig kan zijn, zonder dat dit bij den eersten nabouw tot uiting komt. Bij de mozaïekziekte komt het inderdaad voor, dat eerst bij den tweeden nabouw de overgang der besmetting werd geconstateerd (zie hoofdstuk VI). Bij de bladrolziekte is nooit iets dergelijks waargenomen, doch hiermee is niet bewezen, dat het niet zou kunnen voorkomen.

Ten slotte moet worden nagegaan of misschien planten ziek kunnen worden, buiten toedoen van eenig vreemd levend wezen. Deze veronderstelling lijkt vreemd, doch zij vindt ten opzichte van de mozaïekziekte van de tabak aanhangers zooals WOODS (1902), (HUNGER 1905) en FREIBERG (1917). Duitsche onderzoekers, NEGER (1919), ESMARCH (1919), HILTNER (1919) schrijven het optreden van de bladrolziekte uitsluitend toe aan physiologische oorzaken. Hun ongeloof omtrent de besmettelijkheid der ziekte steunt echter niet op degelijke onderzoekingen, doch slechts op gebrekkige waarnemingen of op losse gissingen. Indien inderdaad mocht blijken, dat het contagium door de plant zelf gevormd kan worden, zooals door HUNGER, FREIBERG en WOODS wordt verondersteld, dan zou dit stellig van verstrekkende beteekenis zijn ten opzichte van onze opvattingen omtrent ziekten en ziekteverspreiding in het algemeen.

De proeven, welke hieromtrent genomen moeten worden, zullen moeten uitgaan van een groot aantal knollen van volkomen gezonde herkomst. Ze vereischen verder een ruime gelegenheid voor een afdoende isoleering. In hoofdzaak zal men zijn aangewezen op den verbouw in potten met gedesinfecteerd grond, waarbij de plant door gaas wordt beschermd tegen insecten. Proeven met aardappels zijn in dezen zeer moeilijk, omdat men twee jaren noodig heeft om de resultaten waar te

nemen. Daarentegen leveren ze dit groote voordeel op, dat een aardappelknol in een vrij groot aantal stukken kan worden verdeeld, welke elk een plant kunnen voortbrengen. Daardoor gaat het verkrijgen van de noodige contrôleplanten met minder moeilijkheden gepaard dan bij een uitzaai van zaden.

XV. OVERGANG DER ZIEKTE MET DE ZADEN.

Literatuur.

In 1916 werden te Wageningen talrijke zaden uitgezaaid van door den Heer VEERKAMP te Nieuw Compagnie in 1914 verrichte kruisingen. Het zaaien, verspenen en overplanten had plaats in gesteriliseerden grond; daarna kwamen de planten op een proefveld waar niet eerder aardappelplanten waren verbouwd.

No.	Afkomst van het zaad	Aantal planten uit 100 zaden	Ziek	Gezond
1	Moeder Paul Krüger gezond			
	Vader zaailing gezond	82	0	82
2	Moeder gezond			
	Vader gezond.....	66	0	66
3	Moeder gezond			
	Vader ziek	60	0	60
4	Moeder Paul Krüger gezond			
	Vader ziek	57	0	57
5	Moeder Paul Krüger ziek			
	Vader gezond.....	42	7	35
6	Moeder ziek			
	Vader gezond.....	65	1	64
7	Moeder Paul Krüger ziek			
	Vader ziek	43	3	40
8	Moeder ziek			
	Vader ziek.....	41	2	39

Uit dit onderzoek blijkt dat zaad, afkomstig van een kruising van een gezonde vaderplant en een gezonde moederplant geen zieke planten heeft voortgebracht. Ook heeft de ziekte van de vaderplant blijkbaar geen invloed uitgeoefend. Daarentegen werd steeds een klein aantal zieke planten gevonden indien de moederplant was aangetast.

Hieruit blijkt wel duidelijk, dat de ziekte niet overgaat als een erfelijke eigenschap, doch dat de oorzaak bij overgang der ziekte moet worden gezocht in de besmetting van het zaad van uit

de moederplant. Deze besmetting is slechts in een betrekkelijk klein aantal gevallen tot het embryo doorgedrongen, verreweg de meeste zaden hebben gezonde planten voortgebracht of althans planten welke in eerste generatie gezond schijnen. Er bestaat hier dus een sterke tegenstelling tusschen de planten, voortgekomen uit de knollen van zieke planten en die welke afkomstig zijn uit het zaad van een zieke moederplant.

QUANJER neemt aan, dat bij de enkele zaadjes, waar besmetting heeft plaats gehad, deze uitgaat van het slijmige vleesch van de sappige vruchten, welke aan het zaadje blijft kleven. Hij meent dat hier als het ware eene uitwendige besmetting in het spel is, doch dat de zaadkiemen zelf de besmetting niet bij zich dragen. Hierbij steunt hij op het feit, dat bij de mozaïekziekte van de tabak, waar de kans op een dergelijke uitwendige besmetting veel geringer is, nooit een overgang van de ziekte door het zaad is waargenomen.

QUANJER meent, dat de bescherming van het zaad tegen het virus hierin gezocht moet worden, dat het embryo omgeven is door een eigen epidermis en ligt in het endosperm dat weer geheel los is van de zaadhuid. Er bestaat een dubbele onderbreking der zeefvatenverbinding. Het endosperm ontvangt zijn voedsel langs osmotischen weg. Het embryo wordt op dezelfde wijze bij de kieming door het endosperm gevoed. Het contagium is volgens de onderzoekingen van ALLARD veel grooter dan de moleculen van opgeloste enzymen en zou misschien langs osmotischen weg niet in de kiemen kunnen geraken.

Bij een besmetting van tabaksplanten van uit den bodem heeft de opname volgens ALLARD ook niet plaats door osmose in de wortelhaartjes, doch geschiedt uitsluitend bij eene verwonding der wortels.

Het zou inderdaad zeer belangrijk zijn, indien bewezen kon worden dat het contagium te groot is om in de zaden en in de cellen der wortelhaartjes door te dringen. Of hierin echter afdoende reden gelegen zou zijn aan te nemen dat het contagium niet van enzymatischen aard kan zijn, is nog niet uitgemaakt. Bewezen zou nog moeten worden dat enzymen wel langs osmotischen weg in de kiemen kunnen geraken. Is het contagium cospusculair dan is de kans op doordringen in de kiem zeer zeker kleiner dan indien het moet worden beschouwd als een opgeloste stof.

Voor den kweker hebben de proeven van QUANJER nog deze beteekenis, dat ze de wenschelijkheid aantoonen zaad te nemen van gezonde planten.

Ten opzichte van de overbrenging van de mozaïekziekte van

de tomaten bestaat er verschil tusschen de resultaten van de proeven van WESTERDIJK (1910) eenerzijds en die van CLINTON (1915) en ALLARD (1912 - 1917) anderzijds. De Amerikaansche onderzoekers ontkennen den overgang met het zaad, welke door WESTERDIJK is geconstateerd. QUANJER nam waar dat de ziekte slechts in een zeer gering percentage met zaad overgaat. Het is de vraag of het wel de gewone mozaïekziekte van de tomaat is, waarmede WESTERDIJK gewerkt heeft. De door haar gepubliceerde figuren brengen een veel sterker bontheid in beeld.

DOOLITTLE en GILBERT (1919) toonden aan, dat bij de gekweekte komkommer geen overgang van komkommermozaïek met zaad voorkomt; zij gelooven echter op grond van hunne waarnemingen te mogen aannemen, dat een dergelijke overgang wel bestaat bij het zaad van de wilde komkommer.

Geen overgang met zaad is waargenomen bij de krulziekte der suikerbieten (SMITH en BONQUET 1915, CARSONER 1919).

Daarentegen meenen REDDICK en STEWART (1919), dat bij de overbrenging van de mozaïekziekte van de boonen het gebruikte zaad de voornaamste rol speelt.

XVI. DE VATBAARHEID DER SOORTEN.

In 1916 heb ik een rij aardappels van de soort Ceres uitgepoot naast eene rij secundair bladrolzieke Paul Krügers. Bij den nabouw was bij geen der pollen eenige afwijking te bemerken, welke aan bladrolziekte deed denken. Blijkbaar is het contagium niet instaat de ziektesymptomen bij de Ceres te voorschijn te roepen. Men mag hieruit niet met zekerheid de conclusie trekken, dat het virus niet in de plant doordringt.

Literatuurbespreking.

NISHIMURA (1918) heeft sap uit mozaïekzieke tabak of mozaïekzieke Sodomsappel (*Solanum aculeatissimum*) overgebracht op de lampionplant (*Physalis Alkekengi*). De verschijnselen der ziekte bleven geheel achterwege. Met het sap uit een geïnfecteerd deel der plant kon hij echter later gezonde tabaksplanten en gezonde sodomsappelplanten ziek maken.

Blijkbaar kan dus het virus leven in *Physalis Alkekengi* zonder dat symptomen der ziekte kunnen optreden.

Hetzelfde zou natuurlijk niet uitgesloten zijn ten opzichte van de bladrolziekte bij zoogenaamd onvatbare soorten als Ceres, Eigenheimer, De Wet en andere. Behalve de praktisch gesproken onvatbare soorten zijn er andere als de Zeeuwsche Blauwe en Roode Star, welke slechts bij uitzondering in sterke mate bladrolziek zijn. Daarentegen was de vatbaarheid bij Model, Landskroon en Daisy zoo groot, dat ten slotte nergens een gezond gewas meer werd aangetroffen en deze soorten uit de cultuur verdwenen. De Paul Krüger wordt hier en daar wegens hare vele goede eigenschappen nog verbouwd doch is uiterst moeilijk ziektevrij te houden. Veel gemakkelijker is dit weer met de Bravo, welke soort wel zeer vatbaar is voor de ziekte, doch, in veel mindere mate dan de Paul Krüger.

Zoowel bij Nederlandsche als buitenlandsche soorten bestaat een enorm verschil met betrekking tot de vatbaarheid voor bladrolziekte.

NEGER (1919) meent te hebben aangetoond dat aardappelrassen, wier zetmeelafvoer het sterkst wordt beïnvloed door temperatuurverlaging, het meest lijden aan de ziekte.

Bij een ras gekweekt uit de soort Wohltmann, welk ras in tegenstelling met de Wohltmann zelf zeer sterk aan bladrolziekte lijdt, bleek dat bij eene temperatuur van 20° Celsius in 12 uren een volledige afvoer van zetmeel uit de bladeren had plaats gehad. Daarentegen kon in denzelfden tijd bij een temperatuur van 10° C. slechts een zeer zwakke afvoer worden waargenomen. Bij een aardappelras, dat weinig aan de ziekte lijdt, bleek daarentegen de zetmeelafvoer na 12 uren bij eene temperatuur van 10° C. bijna volledig te hebben plaats gehad. Ook bij de soort Wohltmann zelf werd bij 10° C. na 12 uren vrijwel eene volledige afvoer bereikt.

Hieruit blijkt wel, dat er ten opzichte van temperatuursinvloeden op den zetmeelafvoer verschil bestaat tusschen sommige soorten, doch het aantal proeven is veel te klein om hieruit het verband met de vatbaarheid der soorten voor de bladrolziekte vast te stellen.

Door vele landbouwers en kweekers wordt aangenomen dat de vatbaarheid voor de bladrolziekte toeneemt naarmate de soort ouder wordt. Zij redeneeren ongeveer als volgt:

„Toen de Landskroon, de Daisy, de Paul Krüger het eerst in de cultuur kwamen, leverden ze jaren achtereen een uitstekend gewas op. Daarna werd een steeds grooter aantal velden ziek, zoodat geen poters uit eigen omgeving gebruikt konden worden. Nam men echter poters van een gezond gebleven gewas uit andere streken dan bleken deze dikwijls reeds na een enkel jaar een totaal ziek gewas op te leveren. De verzieking gaat thans veel sneller dan in den tijd, toen bovengenoemde soorten het eerst uit zaad waren voortgebracht.”

Het is niet geheel zeker of bovenstaande redeneering, welke men vooral in de Veenkoloniën veel kan hooren, steunt op zuivere waarnemingen. Ongetwijfeld is het optreden van een meer of minder groot percentage bladrolzieke stammen vroeger dikwijls aan andere oorzaken toegeschreven, terwijl thans de ziekte algemeen bekend is. Tegenwoordig vervalt men vaak in de tegenovergestelde fout, door alle pollen met rollende bladeren als bladrolzieke exemplaren te beschouwen. Het is ook zeer goed mogelijk, dat de omstandigheden gunstiger zijn geworden voor het ziek worden van de aardappels in de Veenkoloniën dan vroeger of dat het contagium thans meer algemeen is verbreid. Het is algemeen bekend, dat Friesche Eigenheimers in de Veenkoloniën binnen enkele jaren door de mozaïekziekte in die mate worden aangetast, dat ze ongeschikt zijn geworden voor de cultuur. De Eigenheimer is afkomstig van de kweekerij van den Heer VEENHUIZEN en is aanvankelijk

jarenlang zonder invoer van buiten geteeld. Dat dit thans niet meer mogelijk is zou men kunnen toeschrijven aan de achteruitgang van het weerstandsvermogen der soort. In andere streken blijkt echter nog weinig van dien achteruitgang en kan men met eenvoudige selectiemiddelen de soort in stand houden. Het heeft bij de Eigenheimer veel meer den schijn alsof de oorzaken in plaatselijke toestanden gezocht moeten worden.

De Bravo is in sommige streken in het Zuiden van ons land door ziekte totaal achteruit gegaan, doch in het Oosten van Groningen is het percentage zieken in vele velden zeer klein en in het algemeen niet grooter dan een vijftal jaren geleden. Van een toenemende vatbaarheid van deze soort is in deze omgeving niets gebleken. De ervaringen op mijn bedrijf zouden aanleiding kunnen geven tot de meening, dat de Paul Krüger vatbaarder voor de ziekte is geworden dan een achttal jaren geleden, terwijl bij de Bravo juist het tegenovergestelde het geval zou zijn. Aangezien dit moeilijk met elkaar overeen te brengen is, is het beter aan dergelijke ervaringen niet te veel waarde te hechten.

Het eenige middel om de vraag, betreffende een mogelijk toenemende vatbaarheid op te lossen zou hierin moeten bestaan, dat men de soort opnieuw voortbracht. Men zou dan door vergelijking tusschen pollen van de oude en de hernieuwde soort eventueele veranderingen kunnen aantoonen. Dit middel is echter niet te gebruiken, want men kan een soort niet ten tweeden male produceeren.

Men is thans uitsluitend aangewezen op een vergelijking tusschen de snelheid van verzieking bij dezelfde soort op jongen en ouderen leeftijd. Bij deze vergelijking kunnen allerlei uitwendige omstandigheden een rol spelen, terwijl ook een verandering in het contagium zelf niet uitgesloten is. Zekerheid omtrent het verband tusschen de vatbaarheid voor de bladrolziekte en de leeftijd van de soort bestaat er stellig niet. Wel weten wij, dat de nieuwhed van een ras dit geenszins behoedt voor de ziekte. De talrijke gevallen van ziekte bij zaailingen zijn hiervoor voldoende bewijs. Groot is het aantal rassen, welke nooit in cultuur gebracht konden worden, omdat ze reeds na een of twee jaren door de ziekte zijn te gronde gericht.

Dat de nieuwe rassen, welke door VEENHUIZEN en VEERKAMP thans aan de Veenkoloniale landbouwers worden afgeleverd, in het algemeen minder lijden aan de ziekte dan sommige andere, is gemakkelijk verklaarbaar. Het besmettingsgevaar is op hunne kweekerijen thans zoo groot, dat alleen die soorten overblijven, welke het meest weerstand-biedend zijn of althans minder

lijden door de ziekte. De zwakkere zijn reeds in de eerste jaren verwijderd en bereiken de landbouwers niet.

Uit de vergelijkingen van verschillende kruisingen, welke door VEENHUIZEN zijn verricht, schijnt gebleken te zijn, dat zaailingen, welke afstammen van vatbare ouders in het algemeen gevoeliger zijn ten opzichte van de bladrolziekte dan zaailingen, welke uit minder vatbare soorten zijn voortgekomen. Absoluut betrouwbare gegevens omtrent den invloed van de voor de kruising gebruikte soorten ontbreken evenwel op dit oogenblik of zijn althans niet gepubliceerd.

Evenals bij de bladrolziekte bestaat ook bij de mozaïekziekte een groot onderscheid tusschen de vatbaarheid der soorten. Geheel onvatbare rassen bestaan er zoover mij bekend is niet. Betrekkelijk weinig gevoelig zijn o.a. de Bravo's en de Paul Krügers, zeer gevoelig de Zeeuwsche Blauwe, Roode Star, Favorite, Industrie, Eigenheimer, e.a.

XVII. MAATREGELEN TER BESTRIJDING DER ZIEKTE.

Een der meest rationeele middelen ter bestrijding der ziekte bestaat in het voortbrengen van rassen van geringe vatbaarheid. Om de mate van vatbaarheid van nieuwe rassen vast te stellen, zou men een aantal knollen kunnen uitpoten tusschen twee rijen knollen, afkomstig van secundair zieke stammen. Het aantal secundair zieke stammen bij den nabouw in verhouding tot het aantal gezonde geeft dan aanwijzing omtrent de vatbaarheid van het ras, indien men het percentage zieke stammen vergelijkt met dat, wat andere rassen, waarvan de knollen onder gelijke omstandigheden zijn uitgepoot, opleveren.

Om weinig gevoelige rassen te telen zal men zijn toevlucht moeten nemen tot kruisingen. Er bestaan tenminste op dit oogenblik geen bepaalde gegevens, welke wijzen op een individueel verschil in vatbaarheid van planten van hetzelfde ras. De ondervinding met Paul Krüger en Daisy opgedaan geven geen aanleiding om te verwachten, dat men uit een gevoelig ras door het uitkiezen van de gezonde stammen, minder vatbaar pootgoed zou kunnen verkrijgen. Bij de kruisingen zal men zoowel bij de vader- als de moeder-plant rekening moeten houden met de vatbaarheid voor de bladrolziekte van de rassen, waartoe zij behooren.

Zonder de voortdurende werkzaamheid van de kweekers van nieuwe rassen, zou het er met de aardappelcultuur zeker uiterst slecht voorstaan. Hunne verdiensten kunnen nauwelijks voldoende worden op prijs gesteld. Het zou echter onjuist zijn om bij de bestrijding der bladrolziekte het oog uitsluitend te richten naar de voortbrenging van nieuwe soorten, welke een geringere vatbaarheid ten opzichte der ziekte bezitten. De waarde van een soort wordt bepaald door een groot aantal factoren als de opbrengst per Hectare, grootte, vorm, smaak, gehalte der knollen, de verspreiding der knollen in den grond, de meer of mindere loofontwikkeling, de tijd van rijpheid, de gevoeligheid ten opzichte van bladrol, mozaïek, aardappelkanker of wratziekte, *Phytophthora*, vuur of kringrigheid, droog en nat rot der knollen, de meer of mindere duurzaamheid en nog talrijke andere factoren. Rassen, welke aan alle eischen voldoen bestaan

er niet en zullen ook wel nooit worden voortgebracht. Nieuwe rassen, welke weinig vatbaar zijn ten opzichte van bladrolziekte of mozaïek zullen weer in andere eigenschappen te kort schieten, doordat ze minder opbrengst geven, slechter van smaak zijn, spoediger bederven of gevoeliger zijn voor andere ziekten. Hoe groot de beteekenis van het telen van nieuwe rassen ook is, men mag daarbij de middelen, welke kunnen worden aangewend tot instandhouding van oude rassen, niet verwaarloozen. Men bedenke, welk een ramp het voor de Nederlandsche aardappelcultuur zou zijn, indien bijvoorbeeld een ras als de Eigenheimer moest uitvallen. Toch zou dit ras zonder de voortdurende zorg, welke er vooral in Friesland aan besteed is, waarschijnlijk geheel onbruikbaar geworden zijn.

In dezen mag wel eens gewezen worden op de volgende uitspraak van VON LOCHOW (1910): „Es ist besser wir erhalten und verbessern möglichst die alten bewährten Sorten als daß wir einer Unzahl neuer Sorten gegenüber stehen deren Wert erst nach Jahren einwandfrei festgestellt werden kann.”

Aangezien elke zieke stam weer zieke nakomelingen oplevert, moet elke poging om het ras in stand te houden of ten opzichte van het percentage zieke stammen te verbeteren, berusten op een *selectie* van gezonde stammen. Men kan intusschen reeds eenigermate tot een dergelijke selectie geraken door uitsluitend groote knollen te poten. De secundair zieke stammen leveren nageenog uitsluitend kleine knollen op, zoodat men door het uitkiezen van groote poters er in kan slagen de knollen van secundair zieke pollen grootendeels uit het pootgoed te verwijderen. Bij aardappelrassen, welke niet bijzonder vatbaar voor de ziekte zijn en waarbij de overgang van stam op stam dientengevolge geen grooten omvang aanneemt, kan men dan ook door het poten van groote knollen reeds iets bereiken. Bij de meer vatbare soorten is dit echter niet het geval. Pogingen door mij in 1911 en 1912 aangewend om de soorten Daisy en Paul Krüger in stand te houden door het poten van uitsluitend groote knollen hebben geen resultaat opgeleverd. Bij deze soorten wordt steeds een groot aantal pollen in den loop van den zomer ziek en deze pollen brengen even goed groote knollen voort als de gezonde. Hetzelfde geldt voor het uitzoeken naar het soortelijk gewicht. Bij de pollen, welke gedurende de laatste helft der groeiperiode ziek worden, is het soortelijk gewicht der knollen niet kleiner dan bij gezonde stammen. Bovendien bestaat er tusschen het soortelijk gewicht van de knollen van denzelfden stam dikwijls een grooter verschil dan tusschen enkele knollen van zieke en gezonde stammen ten opzichte van elkaar.

Nog minder succes met het uitkiezen van de knollen is te verwachten bij de mozaïekziekte, omdat het verschil in grootte der knollen van zieke stammen en gezonde meestal kleiner is dan bij de bladrolziekte. Andere verschillen tusschen de knollen van zieke en gezonde pollen dan die, welke bestaan in grootte en gehalte der knollen, zijn, indien ze bestaan, voor den kweeker niet waarneembaar.

Bij de pogingen tot instandhouding der rassen zal men dus niet kunnen volstaan met het uitzoeken der knollen, doch zal men moeten uitgaan van een selectie der stammen zelf. Bij vatbare soorten heeft men weinig succes, indien men de selectie zoodanig toepast, dat men in den herfst de pollen, welke secundair of primair ziek blijken te zijn, afzonderlijk oogst en uitsluitend knollen van de overblijvende pollen als poters gebruikt. Het aantal planten, dat ziek is geworden zonder dat dit zich door eenig uiterlijk kenmerk verraaft, is hiervoor in den regel te groot. Dit zal vooral het geval zijn, wanneer het aantal bladrol- of mozaïekzieke planten op een perceel reeds vrij groot is, omdat de gelegenheid voor besmetting der overblijvenden natuurlijk groter wordt, naarmate er meer zieke stammen in de nabijheid worden aangetroffen. In 1910 oogstte ik de knollen van een twintigtal gezonde stammen van de soort Daisy, waarin ongeveer 80 % bladrolzieke pollen voorkwamen en pootte deze in 1911 afzonderlijk uit. Ongeveer 90 % van deze knollen brachten secundair zieke stammen voort.

Een geheel anderen toestand met betrekking tot de besmetting verkrijgt men indien de zieke pollen in het begin der groeiperiode worden verwijderd. De bron van besmetting kan dan worden weggenomen, zoodra de eerste symptomen van ziekte zich beginnen te vertoonen. Wel blijven dan de wortels grootendeels in den grond achter, doch deze leveren, volgens de negatieve resultaten der pogingen tot besmetting van gezonde planten door wortels en grond van zieke, geen groot gevaar op.

Men zou dus een belangrijk resultaat mogen verwachten van het tijdig verwijderen der zieke stammen. De ervaring heeft echter geleerd, dat de uitkomst in het geheel niet aan deze verwachting beantwoordt. In Juli 1909 werden uit een gewas Daisy aardappelen met ongeveer 40 % zieke stammen alle zieke pollen verwijderd. De nabouw der overblijvende gezonde planten bevatte ongeveer 80 % secundair zieke pollen. In 1918 werden uit een perceel Paul Krügers met ongeveer 5 % zieke stammen alle zieken verwijderd, zoodra de eerste ziekte-symptomen zich vertoonden. Toch bevatte de nabouw ongeveer 17 % zieke planten. Hetzelfde geschiedde te Emmercompascuum; hier steeg

het percentage secundair zieke planten van 5 op 90 %.

QUANJER liet in 1915 op boschgrond te Beek bij Breda uit een gedeelte van een veld Paul Krügers de zieke planten, die er zich tot een percentage van 25 in bevonden, verwijderen, terwijl in een ander gedeelte de in gelijke verhouding aanwezige zieke planten bleven staan. Van de afzonderlijk gehouden gezonde stammen waren er het volgend jaar bij nabouw te Beek en in den Wilhelminapolder 10,7 % ziek, voor zooverre zij van het gezuiverde deel van het veld afstamden en 36,8 % voor zooverre zij van het niet gezuiverde afstamden. Bij een soortgelijke proef in hetzelfde jaar op veengrond te Gasseltenyeveen genomen waar de zieke planten tot een percentage van 11 voorkwamen, werden de overblijvende gezonde stammen niet afzonderlijk gehouden. Hier telde men in de te Bareveld verbouwde nateelt van het gezuiverde deel van het veld 4,8 % zieke, in die van het ongezuiverde deel 16,6 % zieke. De resultaten van QUANJER zijn veel beter dan die, welke door mij zijn verkregen, doch zij blijven zeer onvoldoende.

Welke oorzaak aan deze uitkomsten ten grondslag ligt, is niet met zekerheid te zeggen. Waarschijnlijk heeft de besmetting reeds plaats gehad in de periode, welke aan het optreden der eerste ziektesymptomen voorafgaat. In deze periode zal het contagium, indien het in de plant geraakt, den meesten tijd hebben, zich naar de knollen te verplaatsen. Ook zullen insecten, welke aan de wortels van zieke planten vreten zich spoedig richten naar de wortels van gezonde planten, indien de zieke pollen worden uitgetrokken. De overbrenging der ziekte zou hierdoor worden bevorderd.

In tegenstelling met de bladrolziekte heeft men bij de mozaïekziekte in sommige gevallen wel resultaten verkregen door de vroegtijdige verwijdering van zieke planten. SCHULTZ e.a. (1919) bevelen deze methode welke zij „roguing” noemen aan bij de bestrijding der mozaïekziekte. In een bepaald geval bedroeg het percentage mozaïekzieke nakomelingen van een deel van een perceel Green Mountain bij een keer „roguing” 13 % tegen 45 % bij den nabouw van het onbehandelde deel van het veld. Ook in Friesland heeft men bij de Eigenheimer met het voortdurend verwijderen van mozaïekzieke stammen wel resultaten verkregen, al lijkt de methode ook verre van afdoende. Dat het resultaat bij de mozaïekziekte in het algemeen gunstiger is dan bij de bladrolziekte, is zeer goed te verklaren uit het veel langzamer verloop der mozaïekziekte bij sommige rassen. QUANJER (1919) heeft ten opzichte van de mozaïekziekte in de Eigenheimer geconstateerd, dat het ziektebeeld meer geprononceerd optreedt,

indien de besmetting reeds voor meerdere jaren heeft plaats gehad. Mijn ondervindingen met de Paul Krüger zijn hiermee in overeenstemming. Niet alle planten worden echter na jaren in toenemende mate ziek. In 1918 bevonden zich op een klein perceel te Oostwold uitsluitend mozaïekzieke Paul Krügers. Zij stamden alle af van een plant, die in 1916 door buurplantenbesmetting ziek geworden was. In 1919 werden een veertigtal knollen afkomstig van dit perceel uitgepoot om het verloop van de ziekte na meerdere generaties na te gaan. Alle knollen hebben mozaïekzieke planten opgeleverd, doch bij 32 had de ziekte zeer weinig nadeeligen invloed op den groei van de planten, terwijl 8 anderen er zeer sterk onder leden. De nabouw van de acht planten vertoonde in 1920 de ziekte in een buitengewoon ergen graad. De planten bleven dwergachtig en vertoonden sterke verschillen in de tint der bladeren, gepaard gaande met plaatselijke afstervingsverschijnselen („curly dwarf disease”). De nakomelingen van de 32 andere planten zijn alle ziek geworden, doch in zulk een geringe mate, dat de opbrengst er weinig onder leed.

Het is niet te zeggen, welke oorzaken bewerkt hebben, dat planten van eenzelfde afkomst zich zoo verschillend ten opzichte van de ziekte gedragen. Duidelijk is echter gebleken, dat dwergplanten, zooals die in 1920 werden aangetroffen bij de Paul Krüger, slechts voorkomen, indien het contagium reeds gedurende meerdere generaties in de planten voorkomt. Verwijdert men alle mozaïekzieke stammen, dan krijgt men in het volgende jaar uitsluitend afstammelingen van pollen, die gezond waren of die in den loop van het jaar besmet geworden zijn. Men zal dan wel een aantal zieke planten krijgen, doch mist toch de sterk verziekte exemplaren. Hieruit volgt, dat de verwijdering van alle zieke planten bij de mozaïekziekte wel eenig nuttig effect zal uitoefenen, zoolang het percentage zieken niet overmatig groot wordt. Bij soorten als Roode Star, Industrie, Groninger Kroon, en andere, kan men echter met een dergelijke ruwe selectie weinig bereiken, omdat het percentage zieke stammen reeds overal buitengewoon groot geworden is.

Een negatief resultaat werd in 1919 op een veld van het Landwirtschaftliche Versuchsstation te München verkregen. In Juli en Augustus werden van een mozaïekziek perceel Industrie alle mozaïekzieke stammen verwijderd. De nabouw bevatte slechts 2 % minder zieke stammen dan de nabouw van het deel van het perceel, waar de mozaïekzieke planten zijn blijven staan. (Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau 1920).

Dezelfde methode is ook toegepast bij de bestrijding van de

mozaïekziekte van de tabak. CLINTON uit zich op grond van zijne ervaringen weinig optimistisch omtrent de resultaten. „Het is mogelijk”, zegt hij „dat het goed is zieke planten uit het veld te verwijderen, doch dan moet het zeer vroeg gebeuren. Later heeft het in 't geheel geen raison meer”.

Uit hetgeen thans bekend is omtrent de overbrenging van bladrol- en mozaïekziekte volgt, dat men bij de pogingen tot het kweken van ziektevrj pootgoed niet uitsluitend het oog moet richten op het selecteeren der stammen, maar dat men er verder voor moet zorgen, dat de uitgekozen stammen, welke ziektevrj blijken te zijn, door isoleering ziektevrj blijven. Bij de selectie zal men rekening moeten houden met den gezondheidstoestand van de aardappelplanten in de omgeving. Men zal de gezonde planten, welke men wil voorttelen, moeten zoeken in velden, waar de ziekte nog slechts eene geringe uitbreiding gekregen heeft en men zal planten moeten nemen, welke zoover mogelijk van zieke stammen afstaan. Doch ook indien men deze regels bij het kiezen van zijn uitgangsmateriaal in acht neemt, zal toch bij den nabouw in het volgende jaar gewoonlijk blijken, dat een deel der uitgekozen stammen een aantal zieke nakomelingen heeft opgeleverd. Worden de knollen van de uitgezochte stammen naast elkaar uitgepoot, dan vormen de zieke nakomelingen weer een bron van besmetting voor de gezonde. Daarom is het noodzakelijk, dat de knollen van elk der stammen op een belangrijken afstand van die van de andere worden uitgepoot. Hoe groot die afstand moet zijn, is niet aan te geven, omdat men niet kan zeggen, hoever insecten in sommige gevallen het contagium kunnen verplaatsen. Een afstand van 3 Meter zooals vroeger door mij genomen werd, is in vele gevallen onvoldoende gebleken. Hoe grooter de afstand met het oog op de beschikbare terreinen genomen kan worden, hoe beter. Vroeger werden de knollen van eenzelfden stam door mij in een rij uitgepoot. Kwamen er dan zieke in voor, dan werden deze en een aantal buurplanten verwijderd. Nu blijkt, dat men met insectenoverbrenging rekening moet houden, schijnt deze wijze van uitplanting geen aanbeveling te verdienen. Het is misschien soms voldoende, enkele buurplanten te verwijderen, doch het is veiliger al de aardappelplanten, welke van een pol afstammen, met de moederknol uit te trekken, zoodra een der planten symptomen van bladrolziekte of mozaïekziekte vertoont. Doet men dit, dan levert de uitplanting van de knollen van denzelfden stam in een rij geen voordeel meer op en kan men ze even goed in eenige kleine rijtjes naast elkaar plaatsen. Bij een terrein van een bepaalde grootte, wordt dan de afstand van de nakomelingen

van elk der stammen ten opzichte van die van andere stammen grooter. De overblijvende veldjes, waarin zich geen enkele zieke stam bevindt, en die ook niet of uiterst weinig aan eene besmetting vanuit deze planten zijn blootgesteld geweest, leveren het pootgoed voor het volgende jaar op. Natuurlijk kan men ook alle veldjes afzonderlijk oogsten en de knollen van elk veldje het volgende jaar gescheiden van die van andere veldjes uitpoten. Men kan dan tevens nagaan welke stammen de beste opbrengst geven of op andere wijze uitmunten. In elk geval zal men een aantal stammen uit een of meer der veldjes afzonderlijk moeten oogsten. De knollen van deze stammen zullen op dezelfde wijze moeten worden uitgepoot als die van de stammen, welke oorspronkelijk uit een veldgewas zijn gezocht. Terwijl de knollen van de overige stammen het pootgoed leveren voor het vermeerderingsveld, leveren de knollen der uitgezochte stammen weer het pootmateriaal voor de kleine veldjes.

De boven beschreven kweekwijze kan intusschen uitsluitend toegepast worden, indien van een aardappelras nog velden te vinden zijn, welke in niet al te sterke mate zijn aangetast. Bij vele rassen is dit echter niet het geval en zal men zijn uitgangsmateriaal moeten nemen uit sterk geïnfecteerde velden. Het is dan zeer goed mogelijk dat geen enkele der uitgekozen stammen uitsluitend gezonde nakomelingen voortbrengt. In dergelijke gevallen is het wenschelijk de knollen van een pol niet naast elkaar uit te poten, doch knol voor knol te plaatsen op een onderlingen afstand van bijvoorbeeld 6 M. Dit kan zonder moeite geschieden in een veld bieten of bruine boonen. Men moet dan eenige keeren in den loop van den zomer alle stammen bezichtigen en de zieke uit het veld verwijderen. De gezonde stammen moeten in den herfst afzonderlijk worden geoogst, en de knollen het volgend jaar gescheiden van die van andere pollen worden uitgepoot. Het duurt dan een jaar langer voor men een zekere hoeveelheid bruikbaar pootgoed heeft verkregen.

De vraag, welke grondsoorten het meest geschikt zijn om er de uitgezochte stammen op te telen of de vermeerderingsvelden op aan te leggen, is nog niet opgelost. De slechte resultaten op pas gescheurd weiland en op dalgronden geven aanleiding tot de waarschuwing dergelijke gronden niet voor het kweken van ziektevrij pootgoed te gebruiken. Ook perceelen, welke in den regel veel lijden aan insectenbeschadiging, boven of onder den grond, mogen niet worden gebruikt. Daarentegen behoeft men geen vrees te koesteren om een perceel te nemen, waar kort geleden aardappels groeiden, indien men slechts zeker is,

dat geen opslagplanten van een vroeger gewas meer te voorschijn zullen komen. Met het oog op deze opslagplanten is het altijd wenschelijk de kweek- en vermeerderingsvelden aan te leggen op perceelen, waar de laatste twee, drie jaar geen aardappels groeiden.

De meeste kans op succes met de boven beschreven kweekwijze zal men waarschijnlijk hebben in streken, waar betrekkelijk weinig aardappelen worden geteeld. In een dergelijke omgeving zullen veelal de aan aardappelplanten vretende insecten minder talrijk zijn dan op plaatsen, waar de aardappel-verbouw jaar in jaar uit het hoofdgewas vormt, zooals bijv. in de veenkoloniën. Ook zou het in streken met overheerschende aardappelcultuur hoogst moeilijk zijn terreinen te vinden, welke ver genoeg van met aardappelen bezette perceelen verwijderd zijn om met succes de kweek- en vermeerderingsvelden te kunnen aanleggen.

Ongetwijfeld verdient deze kweekwijze, welke rekening houdt met de verspreiding der bladrol- en mozaïekziekte van de eene plant op de andere, aanbeveling boven de andere selectiemethoden, bij welke dit niet geschiedt. Bij minder gevoelige rassen kan zij met zeer veel succes worden toegepast. Of men langs dezen weg in staat zal zijn de zeer vatbare rassen op uitgebreide schaal ziektevrij te telen, is twijfelachtig. De resultaten van de pogingen tot het kweken van ziektevrij pootgoed van Paul Krüger zijn niet van dien aard, dat ze tot groot optimisme aanleiding geven. Wel is het mij gelukt voor eigen bedrijf en voor de onmiddellijke omgeving Paul Krügers te telen, welke uitstekende gewassen opleveren, doch met uitzondering van een perceel in het jaar 1917, zijn ze niet geheel ziektevrij. Er is nog een onbekende factor voor het ziek worden van gezonde stammen, welke eerst moet worden gevonden voor men ook bij de gevoelige rassen meer succes kan verwachten; indien dan althans blijkt, dat deze factor geëlimineerd kan worden. Onze kennis omtrent de verbreiding van bladrol- en mozaïekziekte is belangrijk vermeerderd, doch ze is nog niet volledig genoeg om een oordeel omtrent de kansen op succes bij het kweken van ziektevrij pootgoed te wettigen. Wel weten we, dat dit kweken op geheel andere wijze behoort plaats te hebben dan vroeger algemeen gescheedde. Hetgeen thans reeds gevonden is omtrent de overbrenging der bladrol- en mozaïekziekte zal een geheele wijziging in de bestaande selectiemethoden moeten meebrengen.

Bij de in Amerika veel opgang makende selectiemethode van WEBBER (1908) „tuber-unit method of Selection” gaat het ten slotte ook uitsluitend om de verwijdering van zieke stammen. Wat WEBBER krachtige stammen noemt zijn ongetwijfeld ge-

zonde stammen, terwijl de zieke abusievelijk als zwakke worden aangeduid. Onbewust van de overbrenging der ziekte van plant op plant, heeft WEBBER toch reeds eenige, ofschoon onvoldoende, isoleering bij zijne methode ingevoerd. Hij snijdt n.l. de knollen in 4 stukken en poot deze naast elkaar uit. De stukken van andere knollen worden in dezelfde rij uitgepoot. Tusschen de bij elkaar behorende stukken van twee verschillende knollen blijft eenige ruimte over. Voor de voortkweeking worden uitsluitend pollen bestemd, afkomstig van de stukken van een knol, waarvan al de 4 deelen sterke (gezonde) planten hebben opgeleverd. Indien de afstand, tusschen de deelen van een knol en die van andere knollen veel grooter genomen wordt is, deze methode wel bruikbaar.

XVIII. DE OORZAAK VAN DE BLADROLZIEKTE.

Literatuuroverzicht.

Een groot aantal onderzoekers is, in navolging van SORAUER, geneigd de bladrolziekte te beschouwen als een gevolg van een „physiologische storing”. Het is niet altijd even gemakkelijk te begrijpen wat verschillende schrijvers met het woord „physiologische storing” bedoelen.

SORAUER (1913) heeft in zijn geschrift „Die neueren Untersuchungen von QUANJER und der SORAUER'sche STANDPUNKT” hiervan een nadere beschrijving gegeven. Hij is van oordeel, dat door uitwendige omstandigheden, welke misschien gedurende meerdere generaties optreden, een of meer der physiologische functies in het organisme der plant kan worden beïnvloed. Daar deze functies grootendeels worden beheerscht door de in de plant aanwezige enzymen, acht hij in dergelijke gevallen een storing van de enzymatische evenwichtsverhoudingen waarschijnlijk. Een dergelijke storing zou ook de ontwikkeling van de nakomelingen beïnvloeden.

SORAUER spreekt zich niet uit over de vraag welke omstandigheden in het bijzonder aanleiding zouden kunnen geven tot het ontstaan der bladrolziekte. Daarentegen meent HILTNER (1919) de oorzaak of althans een der oorzaken van de physiologische storing, welke aan het optreden der bladrolziekte ten grondslag zou liggen, gevonden te hebben. De ziekte zou optreden door de opname van te geconcentreerde zoutoplossingen uit den bodem bij een abnormale eenzijdige bemesting.

Om den invloed van de bemesting na te gaan werden houten kisten van 114 cM. lengte, 39 cM. breedte, 33 cM. hoogte, ieder gevuld met 105 KG. geel Massenhäuser zand. De kisten ontvingen de volgende bemestingen:

- I zonder mest.
- II zonder stikstof, 336,4 gram Thomasslakkenmeel, 65,9 gram kalizout.
- III zonder phosphorzuur, 84,9 gram zwavelzure ammoniak, 65,9 gram kalizout.
- IV zonder kali, 84,9 gram zwavelzure ammoniak, 336,4 gram thomasmeel.

V volledige bemesting, 84,9 gram zwavelzure ammoniak, 336,4 gram thomasslakkenmeel, 65,9 gram kalizout (43,4 % kali).

Berekend naar verhouding der oppervlakte zou deze bemesting overeenkomen met een gift van 1900 KG. zwavelzure ammoniak, 7500 KG. slakkenmeel en 1400 KG. kalizout. In iedere kist werden 10 knollen Welkersdorfer aardappelen gepoot. Midden Augustus werden rollingsverschijnselen waargenomen bij de planten uit kist III, welke geen slakkenmeel hadden ontvangen. Deze verschijnselen werden voortdurend scherper zoodat half September de aardappelplanten het beeld van de bladrolziekte vertoonden. De rolling der bladeren ging ook hier gepaard met storingen in den zetmeelafvoer. In de laatste helft van September bleken de bladeren na vierdaagsche verdonkering nog geheel gevuld te zijn met zetmeel, terwijl bij gezonde aardappels uit de andere kisten volledige afvoer had plaats gehad.

HILTNER plaatste vervolgens afgesneden spruiten in water en in verschillende zoutoplossingen om den invloed van de zoutoplossing op den zetmeelafvoer na te gaan. De resultaten waren den 15 Sept. na vierdaagsche verdonkering als volgt:

					ZETMEELAFVOER
1.	Gezonde spruit in zuiver leidingwater				volledig
2.	Zieke spruit	"	"	"	bijna 0
3.	Zieke spruit in	0,1 %	K CL oplossing		haast volledig
4.	"	1,0 %	"	"	haast volledig
5.	"	3,0 %	"	"	zeer weinig
6.	"	10,0 %	"	"	zeer weinig
7.	Zieke spruit in	0,1 %	K H ₂ P ₂ O ₅ oplossing		haast volledig
8.	"	1,0 %	"	"	haast volledig
9.	"	3,0 %	"	"	weinig
10.	"	10,0 %	"	"	zeer weinig
11.	Zieke spruit in	0,1 %	K N O ₃ oplossing		weinig
12.	"	1,0 %	"	"	haast volledig
13.	"	3,0 %	"	"	zeer weinig
14.	"	10,0 %	"	"	weinig

Door deze onderzoeken van HILTNER is aangetoond dat bij een zware eenzijdige bemesting op zandgrond rollingsverschijnselen bij aardappelen kunnen optreden, welke in verband staan met een belemmerden afvoer van zetmeel. Of hier gebrek aan fosforzuur of gebrek aan kalk, in verband met een uiterst

zware zwavelzure ammoniak-bemesting, als oorzaak der rollingen moet worden beschouwd, is niet uitgemaakt. Was dit laatste het geval dan heeft men hier waarschijnlijk te doen met gelijksoortige verschijnselen als die welke ook in ons land bij eenzijdige bemesting met zwavelzure ammoniak op lichte gronden zijn waargenomen. De belemmering in den afvoer van zetmeel kan worden weggenomen door de scheuten te plaatsen in eene verdunde zoutoplossing. Deze waarneming is uit een plantenphysiologisch oogpunt zeer belangrijk, doch zij maakt het tevens zeer onwaarschijnlijk dat de belemmerde zetmeelafvoer aan de bladrolziekte te wijten zou zijn. Want bij bladrolzieke planten kan geen afvoer van zetmeel verkregen worden door de scheuten in verdunde zoutoplossingen te plaatsen. Dit is door proeven in Wageningen overtuigend aangetoond.

Het is jammer dat HILTNER de proef daar heeft afgebroken, waar ze juist zoo interessant had kunnen worden. Hij heeft verzuimd den nabouw te onderzoeken van de aardappelplanten uit kist III. Was dit geschied, dan zou hem misschien gebleken zijn, dat de knollen uit de kist, welke geen thomasmeel ontvangen heeft, geen secundair bladrolzieke planten voortbrachten. HILTNER neemt aan, dat dit wel het geval zal zijn en dat de planten, welke onder den invloed der abnormale bemesting ziek zijn geworden knollen voortbrengen wier „Triebkraft” geringer is dan bij gezonde planten. Uit deze achteruitgang verklaart hij het optreden van secundair zieke stammen bij de bladrolziekte. Bij de Paul Krüger is het echter dikwijls voorgekomen dat geen verschil in ontwikkeling gedurende de eerste groeiperiode kon worden waargenomen tusschen gezonde en zieke planten. Ook is zeer moeilijk verklaarbaar, dat de nabouw van planten, welke ziek zijn geworden onder den invloed van geconcentreerde zoutoplossingen, een bron van besmetting voor buurplanten zouden kunnen opleveren. De hypothese van HILTNER is niet gemakkelijk in overeenstemming te brengen met het wel geconstateerde feit der buurplanten-besmetting.

QUANJER heeft de proef van HILTNER in Wageningen op gelijke wijze herhaald met het verschil, dat in plaats van Massenhäuser zand, zand uit den Wageningschen Berg genomen werd op 1,5 M. beneden de oppervlakte. Er werden tien Paul Krüger aardappels ieder in vijf stukken gesneden en in elke kist 10 niet bij elkaar behorende stukken gepoot. Negen stukken knol brachten in elke kist gezonde planten voort, terwijl een der stukken in elke kist een zieke stam opleverde. Blijkbaar was een der gebruikte knollen door de ziekte aangetast.

Begin Augustus waren alle planten nog in goeden staat en

zijn bladeren van elk der kisten 's avonds half vijf onderzocht op zetmeel (a), verder zijn bladeren twee nachten in het donker gezet (b) en andere bladeren in het donker met den steel in 1 % K Cl (c).

Ter vergelijking zijn ook bladeren van een secundair bladrolzieke plant genomen. De resultaten van het onderzoek op zetmeel volgens de methode van SACHS vindt men in onderstaande tabel.

	Bladrolzieke plant	Kist I	II	III	IV	V
a	pikzwart	zwart	zwart	zwart	bruin	zwart
b	pikzwart	geel	geel	geel met zwarte plekken	geel	geel
c	gedeeltelijk zwart	geel	geel	geel met zwarte plekken	geel	geel
HERHALING DER PROEF.						
a	pikzwart	zwart	zwart	zwart	zwart	zwart
b	pikzwart	geel	geel	zwart met gele plekken	geel met zwarte plekken	geel
c	pikzwart	geel	geel	zwart met gele plekken	geel	geel

Deze proef bevestigt hetgeen HILNTER gevonden heeft omtrent den slechten afvoer van zetmeel bij afwezigheid van thomasmeel in kist III.

Duidelijk blijkt echter dat de gebruikte chloorkalioplossing niet in staat is de zetmeelafvoer bij secundair zieke planten te bewerken.

In het laatst van Augustus zijn de aardappelplanten in alle kisten gestorven tengevolge van de groote droogte van het zand in de kisten.

Ook NEGER (1919) stelt uitwendige omstandigheden aansprakelijk voor het uitbreken der bladrolziekte en hij kent hierbij vooral invloed toe aan de temperatuur en de vochtigheid van de lucht gedurende de groeiperiode. Uit zijne onderzoekingen leidt hij af, dat de afvoer van zetmeel bij sommige rassen in die mate door temperatuur en vochtigheid wordt beheerscht, dat de planten

het vermogen missen bij koud, vochtig weer voldoende zetmeel uit de bladeren af te voeren. Er kan ook bij gezonde planten eene ophooping van zetmeel (Stärkeschoppung) ontstaan, welke niet meer verdwijnt, tenzij er spoedig eene periode van droog helder weer intreedt. NEGER meent dat in droge, heete zomers ook de gevoelige soorten de ziekte weinig of niet zullen vertoonen. Deze theorie is echter geheel niet in overeenstemming te brengen met het door WORTLEY (1918) geconstateerde feit, dat sommige aardappelrassen in Maine (U.S.) betrekkelijk gezond blijven en spoedig in sterke mate ziek worden indien ze naar het heete klimaat van de Bermuda eilanden worden overgebracht. In het algemeen heeft men in de Vereenigde Staten opgemerkt, dat de noordelijke staten minder last van de ziekte hebben dan de zuidelijke.

Het gezond worden van de nakomelingen van zieke planten gedurende een droge, warme periode is in ons land nooit waargenomen.

HEDLUND (1912) beschouwt de bladrolziekte als een pathologische mutatie, welke zich afsplitst onder den invloed van uitwendige omstandigheden. Deze verklaring is echter opgesteld vóór HEDLUND kennis kon nemen van het besmettelijk karakter der ziekte. Een mutatie kan niet ontstaan door het overbrengen van iets uit de eene plant naar de andere, zooals dit bij buurplantenbesmetting moet plaats hebben. De ziekte kan geen mutatie of een knopvariatie zijn. Dat ze kan optreden onder den invloed van uitwendige omstandigheden is niet bewezen en kan ook niet bewezen worden zolang men niet de bronnen van infectie kent en er in slaagt elke mogelijkheid van besmetting te verhinderen.

Aan den anderen kant mag ook niet uit het besmettelijk karakter der ziekte worden afgeleid, dat de oorzaak van parasitaire aard moet zijn. Ofschoon bij zeer vele besmettelijke ziekten het parasitaire karakter der ziekteoorzaak is aangetoond, is toch niet uitgesloten, dat de smetstof door de plantencellen onafhankelijk van vreemde organismen zou kunnen worden voortgebracht. Plantencellen zouden misschien onder bepaalde ongunstige omstandigheden abnormaal kunnen functioneeren en daarbij enzymen of toxinen kunnen voortbrengen, welke in aanraking met andere plantencellen of cellen van andere planten deze tot een overeenkomstige abnormale functie zouden kunnen prikkelen. We weten op het oogenblik niet of het virus hetwelk, bij overgang van eene zieke plant op eene gezonde, de ziekte veroorzaakt, een parasiet is of dat het iets is, dat door de plant zelf kan worden voortgebracht. Was dit laatste het geval, dan

zou men zich kunnen voorstellen, dat de ziekte ook kon optreden zonder dat er iets van buiten af in de gezonde plant was doorgedrongen.

Het is vrijwel onmogelijk iets omtrent aard en eigenschappen van het virus te leeren kennen zoolang we het microscopisch niet kunnen waarnemen en wij er niet in slagen de ziekte kunstmatig over te brengen zonder rechtstreeks gebruik te maken van levende planten of plantendeelen.

Bij ons volslagen gebrek aan kennis omtrent het virus van de bladrolziekte is men geneigd eene vergelijking te trekken met de mozaïekziekte, welke volgens QUANJER identiek is met de mozaïekziekte van andere Solanaceeën, tabak, spaansche peper, Sodomsappel en anderen.

Van het virus der mozaïekziekte van de tabak is bekend, dat het in alle deelen der plant voorkomt behalve in het embryo. Indien sap van een zieke plant wordt gebracht in stengel of nerven van gezonde planten of indien men het sap wrijft over de bladeren van gezonde planten dan treden binnen veertien dagen de eerste verschijnselen der ziekte op.

De kunstmatige overbrenging is dus veel gemakkelijker en de tijd binnen welke men het gelukken der overbrenging kan waarnemen is zeer veel korter dan bij de mozaïekziekte of de bladrolziekte der aardappels.

Het sap van zieke tabaksplanten behoudt zijn virulentie na filtratie door filters van ongeglazuurd porselein of infusoriënaarde, of na diffusie in een agarplaat (BEYERINCK 1898).

ALLARD (1917) heeft aangetoond, dat eene verdunning van het sap van een op duizend niet schadelijk is voor de virulentie, terwijl nog bij eene verdunning van een op tien duizend in sommige gevallen besmetting kan plaats hebben. Buitengewoon weerstand biedend is het virus ten opzichte van de toevoeging van stoffen, welke voor de bekende bacteriën doodend zijn. Het vermogen gezonde planten ziek te maken wordt niet vernietigd door de toevoeging van 1 gram aluminiumsulfaat, zilvernitraat, of sublimaat aan 100 cM³. sap. Evenmin had achteruitgang der virulentie plaats door 1 gram loodnitraat op 200 cM³., 1 gram lithiumnitraat, kalium- of natriumnitraat of mangaansulfaat op 50 cM³. Hoogere concentraties zijn niet gebruikt.

Er is ongeveer 1 gram natriumhydroxyd op 2000 cM³. sap. 1 gram kopersulfaat op 500 cM³., 1 gram zinkchlorid op 100 cM³, 1 gram kaliumpermanganaat op 100 cM³. noodig om eenigen zichtbaren invloed op de virulentie uit te oefenen. Met betrekking tot zuren bleek 1 gram zoutzuur op 50 a 100 cM³. 1 gram salpeterzuur op 50 a 100 cM³., 1 gram fosforzuur en

1 gram citroenzuur op 30 a 50 cM.³ oplossing in staat de virulentie te verminderen doch niet te vernietigen.

Creoline en cresol hadden slechts geringen invloed, terwijl chloralhydraat, naphthaline en kampher in het geheel geen effect uitoefenden. Het virus kan 21 dagen bewaard worden in 45 % ethylalkohol en 77 dagen in 40 % aceton zonder vernietigd te zijn. Hoogere concentraties tasten het aan.

De virulentie wordt binnen 20 minuten vernietigd door een vier procentige formaldehyd oplossing; een oplossing van 1 op 100 deelen sap vernietigt de besmettende werking binnen 10 uren.

Door verhitting tot temperaturen, die het kookpunt naderen, wordt het virus onschadelijk gemaakt.

RACIBORSKI heeft aangetoond, dat het virus na vijf dagen in flesschen aan de zon te zijn blootgesteld zijn virulentie verloren had, terwijl CLINTON (1915) vond dat bladeren van mozaïek-zieke tabak binnen korten tijd hunne besmettende werking verloren indien ze in vochtigen toestand verkeerden. In drogen toestand kunnen zij hunne infectieuze kracht nog na twee jaar in zekeren graad bezitten.

De ziekte wordt, zoover bekend is, niet door het zaad overgebracht. Verreweg de meeste gevallen van mozaïekziekte worden veroorzaakt door eene besmetting vanuit levende planten. Dikwijls is echter ook het optreden van zieke planten waargenomen zonder dat men de infectiebron vinden kon. Ook in dit opzicht stemmen de waarnemingen betreffende de mozaïekziekte van de tabak en de mozaïek- en bladrolziekte van de aardappelen overeen. Omtrent het karakter van het virus van het tabaks-mozaïek wijken de meeningen van verschillende onderzoekers sterk uiteen.

ADOLF MAYER (1886), IWANOWSKI (1903), ALLARD (1914-17) beschouwen het virus als een levend wezen, dat parasiteert in de plant en niet door de plantencellen wordt voortgebracht.

BEYERINCK (1898) ontkent het corpusculaire karakter van het virus en spreekt van een „Contagium vivum fluidum”.

STURGIS (1898) beschouwt de ziekte als een physiologisch verschijnsel, vooral voorkomende op plaatsen met een dichten kleiachtigen bodem en gebrek aan schaduw.

WOODS (1902) heeft aangetoond, dat de lichter gekleurde deelen van het blad rijker zijn aan oxydeerende enzymen dan de donkergekleurde. Hij meent, dat deze oxydeerende enzymen de werking der diastase belemmeren en dat hierdoor de zetmeelafvoer uit de lichtere deelen gedurende den nacht wordt ver-

hinderd. Hij gelooft niet aan het parasitaire karakter der ziekte, doch meent, dat deze onder den invloed van ongunstige groei-voorwaarden kan ontstaan. Hij meent haar kunstmatig te kunnen veroorzaken door de planten een of twee keer achter elkaar af te snijden. In de jonge scheuten zou dan een gebrek aan organische stikstofhoudende reservestoffen en een buitengewone vermeerdering van oxydeerende enzymen ontstaan, welke het ziek worden der plant tengevolge heeft. Komen deze oxydeerende enzymen ook in andere planten, dan kunnen deze hierdoor ziek worden.

HUNGER (1915) meent, dat plantencellen bij ongunstige groei-voorwaarden een toxine voort kunnen brengen, waardoor de ziekte wordt veroorzaakt. Deze toxine zou een zoodanige prikkel op gezonde plantencellen kunnen uitoefenen, dat deze op hunne beurt de toxine gaan voortbrengen.

FREIBERG (1917) concludeert evenals ALLARD dat de oxydeerende enzymen als verwekkers van de mozaïekziekte buiten spel zijn. Hij gelooft echter aan het enzymatisch karakter der ziekte en baseert dit geloof in hoofdzaak op de door ALLARD geconstateerde groote weerstand van het virus tegen antiseptische stoffen en de betrekkelijke gevoeligheid ten opzichte van formaldehyd.

Uit een en ander blijkt wel, dat het ook bij de mozaïekziekte van de tabak, waar het onderzoek zoo veel gemakkelijker is dan bij de aardappelen, niet gelukt is het karakter van het contagium te bepalen.

Indien er werkelijk groote verwantschap bestaat tusschen het contagium van de bladrolziekte en dat van het tabaksmozaïek dan is er niet veel hoop de aard van de smetstof gemakkelijk te leeren kennen.

Zelfs de vraag of het contagium een enzymatisch karakter heeft of dat men met een microörganisme te doen heeft, is na jarenlange studie nog niet opgelost. Van het contagium van het tabaksmozaïek kent men intusschen eenige eigenschappen, terwijl men van het contagium van de bladrolziekte in het geheel niets weet.

RESUMÉ.

Indien aardappelplanten, afstammende van volkomen gezonde knollen, gedurende hunne ontwikkeling worden aangetast, kunnen de ziektesymptomen gedurende dezelfde groeiperiode dikwijls niet worden waargenomen.

In sommige gevallen vertoonen zich echter verkleurings- en rollingsverschijnselen, welke het eerst optreden bij de bovenste bladeren. Dit primaire ziektebeeld kan zeer gemakkelijk worden verward met ziekteverschijnselen, welke door andere aardappelziekten worden veroorzaakt.

Veel minder kans op verwarring heeft men bij het secundaire ziektebeeld, dat uitsluitend optreedt als de ziekteoorzaak reeds bij de moederknol aanwezig was. Secundair zieke planten zijn te herkennen aan de verharding en rolling der bladeren, welke verschijnselen het eerst en het sterkst bij de benedenste bladeren kunnen worden waargenomen.

De eenige typische inwendige ziektesymptomen zijn de necrose van het phloeem en de storingen in den zetmeelafvoer.

De uitwendige ziektekenmerken zijn in den regel eerst tien tot dertig dagen na de opkomst der aardappelen zichtbaar. De storingen in den zetmeelafvoer kunnen worden waargenomen vóór nog eenig ziektesymptoom uiterlijk te constateeren is. De necrose van het phloeem wordt eerst zichtbaar nadat de storingen in den zetmeelafvoer en de uitwendige verschijnselen reeds aanwezig zijn.

De phloeemnecrose is in een meer gevorderd stadium der ziekte steeds te constateeren en treedt uitsluitend bij bladrolziekte op; ze kan echter niet als de oorzaak van den gestoorde afvoer en de daardoor optredende ziektesymptomen worden beschouwd.

De bladrolziekte is besmettelijk.

De ziekte gaat gedurende de groeiperiode van zieke planten op gezonde over.

De overbrenging heeft plaats door luizen.

Waarschijnlijk kan ook overbrenging plaats hebben door wantsen, terwijl ook een overgang beneden de oppervlakte van den grond met vrij groote zekerheid is geconstateerd.

Met bodembesmetting, in den zin dat een aardappelgewas ziek

zou worden tengevolge van de smetstof, die een zieke voorvrucht in den bodem achterlaat, behoeft geene rekening te worden gehouden.

De pogingen om langs anderen weg dan door het laten vergroeien met deelen van zieke planten, de ziekte kunstmatig over te brengen hebben nagenoeg alle een negatief resultaat opgeleverd. Slechts bij enkele dier pogingen is het resultaat onzeker.

In enkele gevallen is het ziek worden van een aardappelplant van gezonde afstamming geconstateerd, zonder dat redelijkerwijze kan worden aangenomen dat het contagium van een zieke aardappelplant afkomstig kan zijn.

De snelheid van de uitbreiding der ziekte hangt in hooge mate af van grootendeels nog onbekende uitwendige omstandigheden.

Er bestaat een zeer groot verschil in de vatbaarheid der aardappelrassen.

De bestrijding der ziekte moet in de eerste plaats worden gezocht in het kweken van weinig vatbare rassen. Daarnaast is het noodig bestaande rassen in stand te houden.

Bij de pogingen tot in stand houding van bestaande rassen behoort men de knollen van uitgezochte gezonde stammen op zoodanige wijze uit te poten, dat de planten, welke er uit voortkomen, niet aan besmetting van uit zieke planten blootstaan.

LITERATUUR.

- ALLARD. 1912. The mosaic disease of tobacco, *Science* n.s. 36 p. 875 — 976.
- . 1914. The mosaic disease of tobacco, *Bulletin of the U.S. dep. of Agric.* No 4.
- . 1915. Distribution of the virus of the mosaic disease in capsules, anthers and pistils of affected tobacco-plants. *Journal of Agr. Research*, Vol. V, No 6.
- . 1916. Some properties of the virus of the Mosaic disease of tobacco. *Journal of Agr. Research*, Vol. V, No 7.
- . 1917. Effect of dilution upon the infectivity of the virus of the mosaic disease of tobacco.
- . 1917. Effect of various salts, acids, germicides etc. upon the infectivity of the virus of the mosaic disease of tobacco.
- APPEL. 1905 Jahresbericht d. Ver. für angewandte Botanik 1904-1905.
- APPEL UND SCHLUMBERGER, 1911. Die Blattrollkrankheit und unsere Kartoffelernten. *Arbeiten der deutschen Landwirtschaftl. Gesellschaft*, Heft 190.
- APPEL. 1918. Die Blattrollkrankheit der Kartoffeln. *Deutsche Landw. Presse*, 45 Jg. No. 14.
- Arbeiten. 1920. des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau, Heft 4, Berlin, Paul Parey.
- ARTSCHWAGER. 1918. Histological studies on potato leafroll. *Journal of Agricultural Research*. Vol. XV, No, 1. 1918.
- BALL. 1917. The beet leafhopper and the curly-leaf disease that it transmits. *Utah Agricultural College. Experiment station Bulletin*. No. 155.
- BARY DE, 1877. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. 1877.
- BEKE VON. 1912. Jahresbericht d. Ver. für angewandte Botanik, p. 150.
- BEYERINCK. 1898. Over een contagium vivum fluidum als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladeren. *Wis- en Natuurkundige Afd. v. d. Kon. Acad. v. Wetenschappen te Amsterdam*.
- BISBY G.R. 1919. Studies on *Fusarium* diseases of potatoes and truck crops in Minnesota, *Minn. Agr. Exp. Stat. Bull.* 181.
- BLIESENICK. 1891. Über die Obliteration der Siebröhren. *Diss. Erlangen*.
- BOAZ. 1919. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, XXIX.
- BÖHM, FR., 1917. Die züchterische Bekämpfung d. Blattrollkrankheit der Kartoffeln. III. *Landw. Zeitung*, 37 Jg. p. 341.
- BONQUET. 1916. Pressure of Nitrates and ammonia in diseased plants. *Americ. chem. Soc.* 38.
- BONQUET and HARTING. 1916. *Phytopathology*, pag. 348 — 349.
- BONQUET and STAHL. 1917. Wild vegetation as a source of curly-top infection of sugar beets. *Journ. Econ. Ent.* 10, 392.

- BRANDES. 1920. Artificial and Insect transmission of sugar cane mosaic, Journ. of Agric. Research, Vol. 19. p. 97.
- BUNZEL. 1914. Oxidases in healthy and in curly-dwarf potatoes Journal of Agricultural Research, Washington, No. 5.
- CARSNER. 1919. Susceptibility of various plants to curly-top of sugarbeet. Phytopathology 9. 413—421.
- CHAPMAN. 1917. Mosaic disease of tobacco, Mass. Agric. Exp. St. Bull. 175, p. 69.
- Mc. CLINTOCK and SMITH. 1918. True Nature of Spinach blight and the relation of insects to its transmission. Journal of Agricultural Research, Vol 14.
- CLINTON. 1915. Chlorosis of plants with special reference to calico of tobacco. Part VI of the Report of 1914 o.t. Connecticut Agricultural Exp. St. New. Haven, Conn.
- COHN. 1869. Abh. Schles. Ges. Vaterl. Kultur. S. 177.
- COLEMAN. 1917. Spike Disease of Sandal. Department of Agriculture, Mysore State.
- DOBY. 1911 en '12. Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffeln. Zeitschr. f. Pfl. Krankh. Band XXI en XXII.
- DOBY und BODNAR. 1915. Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffeln. Die Amylase blattrollkranker Knollen. Zeitschrift für Pfl. Krankh. Band XXV.
- DOOLITTLE and GILBERT. 1919. Seed transmission of Cucurbit Mosaic by the wild Cucumber. Phytopathology, Vol. IX.
- EDSON and SHAPOVALOV. 1918. Potato-stem lesions. Journal of Agricultural Research. Vol. XIV. No 5, p. 213.
- ESMARCH. 1919. Zur Kenntnis des Stoffwechsels in blattrollkranken Kartoffeln. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Band XXIV.
- . 1920. Die Phloemnecrose der Kartoffel. Sonderabdruck aus den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
- FOËX. 1920. Le necrose du liber de la tige de pomme de terre atteinte de la maladie dite „de l'enroulement", Academie des Sciences à Paris. seance du 31 Mai 1920.
- FREIBERG. 1917. Studies in the mosaic diseases of plants. Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol. IV, p. 175.
- GILMAN. 1916. Cabbage yellows and the relation of temperature to its occurrence. Ann. Miss. Bot. Garden, Vol. 2, No 1, p. 25.
- GIRARD. 1900. Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère 2^{me} ed., Paris.
- GRÜSZ. 1907. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. XVII.
- HEDLUND. 1910. Tidskrift f. Landmän.
- . 1913. Tidskrift f. Landmän.
- HIMMELBAUR. 1912. Die Fusariumblattrollkrankheit der Kartoffel. Oest. Ung. Zeitsch. f. Zuckerind. u. Landwirtsch. XLI. Heft 5 und 6.
- HILTNER. 1919. Versuche über die Ursachen der Blattrollkrankheit der Kartoffeln. Praktische Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 1919.
- HUNGER. 1905. Untersuchungen und Betrachtungen über die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten XV.
- HUNGER. 1905. Neue Theorie zur Aetiologie der Mosaikkrankheit des Tabaks. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

- IWANOWSKI. 1903. Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XIII.
- KIESSLING. 1917. Deutsche Landwirtschaftliche Presse, No 53 en 54.
- KÖCK und KORNAUTH. 1910. Monatshefte f. Landwirtsch. III, p. 305.
- 1911. Zeitschr. f. d. Landw. Versuchsw. in Oesterreich XIV.
- 1913. Zeitschr. f. d. Landw. Versuchsw. in Oesterreich XVI.
- KONING. 1899. Woods destruction of chlorophyll bij oxydising Enzymes. Indische Mercur 16 Dec.
- KRAUSE. 1911—'14. Mitteil. d. Kaiser Wilhelms Institut f. Landw. Bromberg.
- LEK, VAN DER. 1918. Onderzoekingen over tracheomycosen. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool XV.
- 1919. Over de z.g. verwelkingsziekten, in het bijzonder die, welke door *Verticillium albo-atrum* veroorzaakt worden. Tijdschrift over Plantenziekten XXV. p. 20.
- LIND. 1915. Runkelroernes Mosaiksyge, Tidsskrift for Planteavl XII. p. 444.
- LOCHOW, VON, 1910. Fühling's Landw. Zeitung, Heft 16, p. 537.
- LOEB. 1906. Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen.
- LUYK, VAN. 1916. Een knopvariatie bij aardappels. Cultura.
- MACMILLAN. 1919. Fusarium blight of potatoes under irrigation. Journ. o. Agr. Research. 16, p. 279.
- MAYER, ADOLF. 1886. Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. Landw. Vers. Stat. bd. XXXVIII. p. 450.
- MURPHY and WORTLEY. 1918. Determination of the factors inducing leafroll of potatoes, particularly in Northern climates. Phytopathology, VIII, p. 150.
- NEGER. 1919. Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten XXIX. Band. Jahrgang 1919. Heft 1-2.
- NISHIMURA. 1918. A carrier of the Mosaic disease. Contribution from the Department of Botany of Columbia University, 1918.
- NOBBE. 1865. Landw. Versuchstationen, XIII, p. 399.
- OORTWYN BOTJES. 1919. Iets over het kweken van ziektevrij pootgoed bij aardappelen. Directie van den Landbouw, 's-Gravenhage.
- ORTON. 1914. Potato wilt, leafroll and related diseases. Bull. o.t. U.S. Dep. o. Agric. No 64.
- PETHYBRIDGE. 1912. Investigations on potato diseases. Journal of the Dep. of Agric. and Techn. Instruction for Ireland XII.
- 1915. The Verticillium disease of the potato. Scientific Proceedings, Royal Dublin Society, (N.S.) Vol. XV. No. 7, 6. 63.
- PRATT. 1916. Experiments with clean seed potatoes on new land in Southern Idaho. Journ. of Agr. Res. VI, p. 573.
- 1918. Soil fungi in relation to diseases of the Irish potato in Southern Idaho. XIII, p. 73.
- QUANJER. 1907. Tijdschrift over plantenziekten XIII. p. 12.
- 1910. Starings Almanak 1910.
- 1913. Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, Deel VI.
- QUANJER, VAN DER LEK en OORTWYN BOTJES. 1916. Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, Deel IX.
- QUANJER. 1917. Jahresbericht für angewandte Botanik.
- 1919. Sur la Fonction du Tissu criblé. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool, deel XVI.
- QUANJER, DORST, DYT en v. D. HAAR. 1919. De Mozaiekziekte van

- Solanaceeën, hare verwantschap met de Phloeemnecrose en hare beteekenis voor de aardappelcultuur. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool. Deel XVII.
- RAND AND PIERCE. 1920. A coördination of our knowledge of insect-transmission in plant and animal disease. *Phytopathology*, Vol 10.
- REDDICK and STEWART. 1919. Transmission of the virus of Bean Mosaik in seed and observations in thermal death point of seed and virus. *Phytopathology*, Vol 9.
- RUMBOLD. 1916. Pathological Anatomy of the injected trunks of chestnut trees. *Proceedings of the American Philosophical Society* Vol. LV.
- SAPOSCHNIKOFF. 1890. Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Blättern. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*.
- SCHANDER. 1910. Flugschrift No. 10 der Abt. f. Pflanzenkrankheit d. Kais. Wilh. Instituts für Landwirtsch. Bromberg.
- 1913. Neue Studien über die Blattrollkrankheit. *Jahresber.d. Verein, f. Angew. Botanik* 1909, S. 235—245.
- SCHANDER und TIESENHAUSEN. 1914. *Mitteilungen d. Kais. Wilh. Inst. für Landwirtsch. Bromberg* VI.
- SCHANDER. 1916. Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. *Arbeiten der Gesellschaft zur Ford. d. Baues und der wirtschaftlich zweckmäßigen Verwendung der Kartoffeln*. Heft 4.
- SCHULTZ, DONALD, FOLSOM, MERRILL HILDEBRANDT, HAWKINS. 1919. Investigations on the mosaic disease of the Irish potato. *Journal of Agricultural Research* 247—275.
- SCHULTZ and FOLSOM. 1920. Transmission of mosaic disease of Irish Potatoes. *Journal of Agricultural Research*. Vol. 19, p. 279.
- SHAW. 1910. The curly-top of Beets. *U.S. Bur. Plant. Ind. Bul.*
- SMITH and SWINGLE. 1904. *Bull. No. 55 U.S. Dep. of Agric. Bureau of Plant Industry*.
- SMITH and BONQUET. 1915. New light on curly-top of the sugarbeet. *Phytopathology* V.
- STÖRMER. 1911. Abbau und Wiederauffrischung von Kartoffelsorten durch Bodeneinflüsse. *Illustr. landw. Zeitung* 1911. No 19.
- SORAUER. 1908. *Intern. Phytöpath. Dienst*.
- 1913. Die neueren Untersuchungen von QUANJER über die Ursache der Blattrollkrankheit und der Sorauer'sche Standpunkt. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, XXIII. p. 244.
- SPIECKERMANN. 1910. Beiträge zur Kenntnis der Bakterien- Ring und Blattrollkrankheit der Kartoffel. *Jahresbericht der Ver. f. angew. Botanik* VIII.
- 1913. III. *Landwirtsch. Zeitung* 17 Sept.
- STURGIS. 1898. *Conn. Exp. Stat. Report*, p. 252.
- TISDALE. 1916. Relation of soil temperature to infection of flax by *Fusarium lini*. *Phytopathology* Vol. 6, No 2, p. 241.
- TSCHIRCH. 1877. *Angewandte Pflanzenanatomie*.
- TUBEUF, ELISABETH VON. 1916. Die Weisspunktkrankheit und ihre Erreger. *Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst-und Landwirtschaft*.
- VOECHTING. 1902. Ueber die Keimung der Kartoffelknollen, *Bot. Ztg.*
- WEBBER. 1908. Method of improving potatoes. *N.Y. Cornell Agric. Exp. Stat. Bul.*

- WESTERDYK. 1910. Die Mosaikkrankheit der Tomaten. Med. v. h. Phytopathol. Lab. „Willie Commelin Scholten” Amsterdam.
- WOODS. 1902. Observations on the Mosaic disease of tobacco. U.S. Dep. of Agr. Bur. o. Plant industry. Bul. 18.
- WORTLEY. 1914-15. Seed potato improvement, measures for the control of seed potatoes imported into Bermuda. Report of the Director of Agriculture, Bermuda Dep. of Agric.
- 1918. Potato leafroll: its diagnosis and cause. Phytopathology, VIII. No 10, p. 507.
- ZWEIGELT. 1915. Beiträge zur Kenntniss des Saugphänomens der Blattläuse und der Reaktionen der Pflanzen.
-

DIE BLATTROLLKRANKHEIT DER KARTOFFELPFLANZE.

(REFERAT)

ÄUSSERE MERKMALE.

Während der ersten Zeit nach dem Emporkommen der Triebe ist oft nichts Abnormales an kranken Pflanzen zu beobachten. Nach zwei bis sechs Wochen werden die untersten Blätter heller gefärbt; später sieht man die Ränder der Blättchen sich heben. Diese Erscheinungen treten zuerst bei den Gipfelblättchen auf, hernach folgen die seitlichen Teilblättchen. Wenige Tage nach dem Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen sind die untersten Blätter schon mehr oder weniger erstarrt. Wenn man mit dem Finger darauf klopft, hört man einen raschelnden Laut. Später erstarrt auch meistens ein Teil der obersten Blätter, die Pflanze wird zwerghaft und bekommt ein ungesundes Aussehen. *Das Erstarren und Rollen der untersten Blätter ist das einzige zuverlässliche, äussere Merkmal der Blattrollkrankheit in diesem Stadium.*

Stengel, Stolonen, Knollen und Wurzeln bleiben in ihrer Entfaltung zurück, zeigen jedoch keine krankhaften Erscheinungen.

Nebst dieser Form der Krankheit, welche ich nach QUANJER die *secundäre Form* nenne, besteht noch eine andere, die *primäre, welche mit der Verfärbung und Aufrollung der obersten Blätter beginnt*. Sehr oft treten hierbei, wie auch bei der primären Form, gelbe, violette oder rote Farben auf. In schweren Fällen folgt auch eine Erstarrung der Blätter, doch diese ist meistens weniger ausgesprochen als bei der secundären Form. Die primäre Form tritt im Vorsommer nicht auf; sie wird nur in Juli, August und im Herbste beobachtet.

INNERE MERKMALE.

Mit dem bloßen Auge ist kein Unterschied im Inneren der Stengel, Stolonen, Knollen oder Wurzeln kranker oder gesunder Kartoffeln zu sehen. Braune Verfärbungen der Holz-Gefäße des Stengels oder der Knollen kommen in der kranken Pflanze in keiner größeren Anzahl vor wie in der gesunden. Dann und wann wird Mycel in den Holzgefäßen gefunden, jedoch nicht öfter und in keinem größeren Maße wie bei nicht blattrollkranken Pflanzen. Obiges genügt, um deutlich zu machen, daß die Blattrollkrankheit, welche durch mich beobachtet wurde, dieselbe ist, welche von SPIECKERMANN, SCHANDER, QUANJER, KRAUSE, ORTON, WORTLEY und MURPHY studiert worden ist.

APPEL, dessen Verdienst es ist, die Blattrollkrankheit zuerst aus der Sammlung der Kräuselkrankheiten empor gehoben zu haben, hat wahrscheinlich in den ersten Jahren auf dem Versuchsfelde zu Dahlem zwei Krankheiten beobachtet, welche eine Aufrollung der Blätter verursachen können, die eigentliche Blattrollkrankheit und eine Art Tracheomycose, welche durch Pilze (besonders Fusarien) verursacht

wird. APPEL glaubte anfangs, daß die Blattrollkrankheit mit der Fusarienkrankheit identisch sei und durch Pilze verursacht würde. Auch HIMMELBAUR, KOCK, KORNAUTH und VON BEKE schrieben Pilzen aus dem Geschlechte *Fusarium* die Krankheit zu. Jetzt wird ziemlich allgemein erkannt, daß die Tracheomycose, welche Braunfärbung der Gefäßbündel und des Gefäßbündelringes der Knollen zeigt und bei welcher oft frühes Absterben des Laubes, schlechte Entwicklung der Triebe beobachtet wurde, mit der Blattrollkrankheit in keiner Beziehung steht. Sie kann jedoch sehr leicht mit der primären Form dieser Krankheit verwechselt werden. Verwechslung kann auch leicht stattfinden mit dem Krankheitsbilde, welches unter Umständen durch *Rhizoctonia (Hypochnus Solani)* oder durch *Schwarzbeinigkeit* hervorgerufen wird. Auch Trockenheit, übergroße Feuchtigkeit, oder einseitige Düngung können in besonderen Fällen eine Rollung der Blätter hervorrufen. Es ist sehr schwer die Symptome der primären Blattrollkrankheit von Erscheinungen anderer Krankheiten zu unterscheiden. Das einzige Mittel, den Zweifel zu lösen, besteht in der Anpflanzung aller Knollen der kranken Stauden. Wenn keine der Knollen eine Pflanze hervorbringt, deren untersten Blätter im Vorsommer erstarren und sich aufrollen, kann angenommen werden, daß die Mutterpflanze nicht blattrollkrank war.

QUANJER hat krankhafte Erscheinungen in den Siebröhren und den Geleitzellen blattrollkranker Pflanzen beobachtet. In den Querschnitten der Stengel sah er bei microscopischer Beobachtung eine Schrumpfung des Phloëms, wobei Wände und Lumina nicht mehr zu unterscheiden waren. Bei starker Erkrankung tritt eine gelbe Farbe auf und ist mit Holzreagentia (wie auch Foëx später bestätigt hat) chemische Aenderung fest zu stellen. QUANJER, der diesem abnormalen Zustand der Siebröhre den Namen „Phloëmnecrose“ gegeben hat, glaubt, daß eine innige Beziehung zwischen diesen inneren Symptomen und den äußeren Erscheinungen besteht. Er meint die äußeren Erscheinungen aus der Hemmung der Abfuhr aus den Blättern erklären zu können und schreibt diese Störung der Erkrankung des Phloëms zu. Es hat sich durch die Untersuchungen von NEGER, Von ESMARCH, QUANJER gezeigt, daß wirklich eine sehr starke Hemmung der Stärkewanderung vorliegt.

Um die Beziehung zwischen der Phloëmnecrose, der Hemmung der Stärkebeförderung und den äußeren Erscheinungen kennen zu lernen, habe ich eine Anzahl Stengel- und Blattstielstücke von gesunden und kranken Pflanzen abgeschnitten und nummeriert. Es wurde von dem Pflanzenteil, der sich über dem abgeschnittenen Stengelteil befand, eine Beschreibung in Bezug auf das Vorhandensein der Krankheitssymptome gemacht. Mehrere Pflanzenteile wurden vorher im Bezug auf Hemmungen der Stärkeabfuhr nach der Methode SACHS untersucht. Die abgeschnittenen Stückchen wurden von QUANJER auf Necrose geprüft. Die Untersuchungen QUANJER's fanden also statt, ohne daß dem Forscher von der Pflanze selbst etwas bekannt war. Bei einer Vergleichung zwischen den äußeren Erscheinungen, der Stärkeschoppung und den Ergebnissen der Prüfung QUANJER's auf der Phloëmnecrose, hat sich Folgendes ergeben:

1. Gesunde Pflanzen zeigten niemals necrotische Erscheinungen im Phloëm.

2. Keine Necrose wurde bei Pflanzen gefunden, welche aus anderen Ursachen erkrankt waren. Nur in einem Falle zeigte sich sehr schwache

Necrose und zwar bei einer mosaikkranken Pflanze von der Sorte „Zeeuwsche Blauwe“.

3. Phloëmnecrose wurde bei der Sorte Paul Krüger immer bei blattrollkranken Pflanzen gefunden, wenn die Blätter oberhalb der geprüften Stengelteile schon längere Zeit die äußeren Symptome zeigten.

4. Keine Phloëmnecrose wurde bei blattrollkranken Pflanzen gefunden in der Periode, welche dem Auftreten der ersten Krankheitssymptome vorhergeht.

5. Die Hemmungen der Stärkebeförderung konnten schon konstatiert werden bevor noch die Blätter die äußeren Krankheitsercheinungen aufwiesen. Jedoch zeigten sich diese Symptome sehr bald nach der Beobachtung der Stärkeschoppung. Die Stärkeschoppung tritt zuerst an der Spitze des Gipfelblättchens auf, später verbreitet sie sich nach der Mitte des Gipfelblättchens und nach den Seitenblättchen der untersten Blätter.

(Die Figuren 1 bis 7 enthalten Zeichnungen und Photographien kranker und gesunder Blätter nach einer Behandlung nach der Methode SACHS. Die Blätter, deren Spitze oder bei welchen größere Teile der Fläche dunkel gefärbt sind, gehören kranken, die anderen gesunden Pflanzen an.)

Da die Phloëmnecrose erst beobachtet werden kann, nachdem die Hemmungen der Stärkebeförderung sich schon vorher gezeigt haben, kann sie nicht als die Ursache der Hemmungen betrachtet werden. Ob die Necrose auftritt infolge einer Krankheit des Phloëms oder aus Ursachen, welche außerhalb der Siebröhren liegen, ist schwer zu bestimmen. Die Forscher, die letzteres annehmen, haben hierbei meistens an Störungen des enzymatischen Gleichgewichtes gedacht. Es ist auch bewiesen worden, daß in mehreren Fällen kranke Pflanzen größere Quantitäten Oxydasen enthielten als gesunde (DOBY, VAN DER HAAR). Ein enzymatisches Merkmal, an welchem man kranke und gesunde Pflanzen immer unterscheiden kann, besteht aber nicht (DOBY). Jedenfalls sind auch diese Aenderungen in den Verhältnisse der Enzyme nur als eine Folgeerscheinung zu betrachten, deren Ursache man nicht kennt.

ANALOG ERSCH E IN U N G E N B E I A N D E R N P F L A N Z E N K R A N K H E I T E N .

Es ist hier am Platze, die Aufmerksamkeit auf mehrere Punkte der Übereinstimmung zwischen der Blattrollkrankheit und der Mosaikkrankheit (Kräuselkrankheit) der Kartoffeln zu lenken. Gerade wie bei blattrollkranken Kartoffeln bringen Knollen mosaikkranke Stauden nur mosaikkranke Abkömmlinge hervor. Knollen augenscheinlich gesunder Stauden können lauter kranke, lauter gesunde oder auch zum Teile gesunde und zum Teile kranke Pflanzen erzeugen.

Gesunde Stauden können auch bei der Mosaikkrankheit von kranken Nachbarpflanzen angesteckt werden. (QUANJER 1919, OORTWYN BOTJES 1919). Die Krankheiten haben beide eine lange Incubationsperiode. Mosaikkrankheit kann, gerade wie Blattrollkrankheit, durch Pfropfung und durch Transplantation kranker Teile der Knollen übertragen werden. (QUANJER 1919). Bei keiner der beiden Krankheiten ist es gelungen, Mycelium oder Microorganismen zu finden, welche als Ursache der Krankheit betrachtet werden können. Hiermit ist nicht bewiesen worden, daß das Contagium beider Krankheiten verwandt ist. Es liegt jedoch Veranlassung vor, die Ergebnisse der

Untersuchungen über die Mosaikkrankheit auch für die Blattrollkrankheit in Betracht zu ziehen.

QUANJER (1919) hat nachgewiesen, daß die Mosaikkrankheit der Kartoffel mit der Mosaikkrankheit der Tomaten identisch ist. Die Mosaikkrankheit der Tomaten hat jedoch dieselbe Ursache wie die Mosaikkrankheit des Tabaks (CLINTON 1915). Die Mosaikkrankheit der Kartoffel ist also verwandt mit der Mosaikkrankheit der Solanaceen, welche bei vielen Arten dieser Familie auftritt. (*Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica*, *Nicotiana viscosum*, *Capsicum annuum*, *Physalis*, *Petunia*).

QUANJER (1919) hat eine Beschreibung anderer Krankheitserscheinungen gegeben, welche mit Mosaik- und Blattrollkrankheit der Kartoffeln Übereinstimmung aufweisen. Er nennt die Phloëmnecrose des Kaffees, die Kräuselkrankheit der Zuckerrübe (Curly Leaf), Krankheiten der Pfirsiche (Peach Yellows und Peach Rosette) und die Serehkrankheit und die gelbe Streifenkrankheit des Zuckerrohrs, welche letztere Krankheit er für identisch hält mit der von ihm in Amerika beobachteten, als Mosaik beschriebenen Krankheit dieses Gewächses.

COLEMAN weist auf die Ähnlichkeit zwischen den Symptomen einer Krankheit des Sandelbaums in Vorderindien und den Symptomen der Blattrollkrankheit hin. Wenn der Sandelbaum von der „Spike Disease“ angesteckt wird, bleiben die Blätter klein und schmal und werden heller gefärbt; manchmal treten auch rote Farben auf. Auch werden sie steif. In Blättern und Aesten kann eine starke Accumulation der Stärke beobachtet werden. COLEMAN war im Stande, die Krankheit durch Pfropfung zu übertragen. Keine andere Form künstlicher Übertragung ist bis jetzt gelungen. In den kranken Blättern wurde eine schwächere Diastase-Wirkung beobachtet, als in den gesunden Blättern, besonders während der Nacht.

In den westlichen Staaten Nord-Amerikas kommt unter dem Namen „Curly leaf“ eine Krankheit der Zuckerrübe vor, welche durch eine Verdickung und Verdrehung der Blattnerven und eine Aufbiegung der Blattränder gekennzeichnet wird. Die Blätter bekommen ein gekräuselteres Äußeres, so daß die unterste Blattfläche mehr in's Auge fällt. SMITH und BONQUET (1915) fanden typische necrotische Abweichungen im Phloëm.

Auch die Mosaikkrankheit der Gurken und die Krankheit der Nelken, welche in Amerika unter dem Namen „carnation yellows“ bekannt ist, weisen mehrere Punkte von Übereinstimmung mit der Blattrollkrankheit auf.

DER EINFLUSS DER SAATKARTOFFEL AUF DAS AUFTRETEN DER SECUNDAEREN UND PRIMAEREN FORM DER BLATTROLLKRANKHEIT.

Bei den Kartoffelsorten, mit welchen ich am meisten gearbeitet habe, ist stets beobachtet worden, daß die Knollen einer secundär kranken Pflanze wieder secundär kranke Stauden hervorbringen. Dies stimmt mit den Erfahrungen von SPIECKERMANN, QUANJER, SCHANDER, KRAUSE überein. Die Abkömmlinge primärkranker Stauden sind immer zum Teile oder alle secundär krank. Auch augenscheinlich gesunde Stauden können kranke Abkömmlinge producieren. Sehr oft bringt dann ein Teil der Knollen kranke und ein anderer Teil gesunde Pflanzen hervor.

Die Bedingungen, unter welchen der Nachbau wächst, beeinflussen das Auftreten der secundären Form der Krankheit nicht. Wenn man die Teile einer gesunden oder primär kranken Knolle unter verschiedenen Wachstumsbedingungen anpflanzt, bringen die Teile derselben Knolle lauter gesunde oder lauter kranke Pflanzen hervor. Nur einmal wurde in Wageningen beobachtet, daß von zwei Hälften einer Knolle, der Sorte „Zeeuwsche Blauwe“, der eine Teil eine gesunde und der andere Teil eine secundär blattrollkranke Pflanze zeugte. Beide Hälften wuchsen unter denselben Wachstumsbedingungen.

SCHULZ, FOLSOM, MERRILL HILDEBRANDT und HAWKINS haben bei der Mosaikkrankheit beobachtet, daß in einen kleinen Prozentsatz der Fälle, die eine Hälfte einer Knolle eine gesunde und die andere Hälfte eine kranke Knolle erzeugte. Sie meinen, daß die Ursache der Mosaikkrankheit dann und wann in einem Teile einer Knolle vorkommen kann, während sie in einem anderen Teile nicht vorhanden ist. Bei der Blattrollkrankheit gehört das Auftreten kranker und gesunder Pflanzen aus Teilen derselben Knolle zu den großen Ausnahmen. Niemals ist nachgewiesen worden, daß äußere Bedingungen Ursache des Auftretens dieser Form der Krankheit waren. Solange dies nicht nachgewiesen ist, kann behauptet werden, *daß die secundäre Form der Blattrollkrankheit sich nur zeigt, wenn die Ursache in der Mutterknolle vorhanden war*. Man findet in den Kartoffelfeldern die secundär kranken Stauden meistens regelmäßig auf dem Felde verteilt. Wohl scheint die Anzahl oft auf den dichtgetretenen Stellen des Feldes größer zu sein als auf anderen, doch zeigt sich bei genauer Beobachtung daß der Unterschied nicht in dem Prozentsatz der kranken Pflanzen besteht, sondern in dem Grade, in welchem die Krankheit zur Äußerung kommt. Bei schlechten Wachstumsbedingungen bleiben kranke Stauden mehr in ihrer Entwicklung zurück. Auch werden sie auf lockerem gut gedüngtem Boden von den gesunden überwachsen, so daß sie weniger auffallen.

Secundär kranke Pflanzen treten nur auf, wenn die Krankheitsursache in den Saaten anwesend war. Das Auftreten primär kranker Pflanzen steht jedoch mit den angewandten Saatkartoffeln in keiner Beziehung.

DIE ÜBERTRAGUNG DER KRANKHEIT, ANSTECKUNG DURCH NACHBARPFLANZEN.

Im Jahre 1914 wurden sieben Knollen einer gesunden Staude zwischen zwei Reihen blattrollkranker Knollen angepflanzt, während sechs andere Knollen derselben Staude zwei und ein halben Meter von den kranken Pflanzen entfernt waren. (Fig. 8). Von den 209 Abkömmlingen der Pflanzen, welche i. J. 1914 zwischen kranken Pflanzen gestanden hatten, waren i. J. 1916, 191 secundär krank und 18 gesund. Die Knollen der Pflanzen, welche nicht neben kranken Stauden wuchsen, erzeugten 6 kranke und 204 gesunde Stauden (Fig. 8). *Hiermit ist die Ansteckung durch Nachbarpflanzen bewiesen worden*. Spätere Versuche QUANJER's in Wageningen und MURPHY's in Canada haben die Möglichkeit der Ansteckung durch kranke Nachbarn bestätigt. Durch Versuche in Wageningen (QUANJER 1919) und in Oostwold (OORTWIJN BOTJES 1919) ist auch die Ansteckung durch Nachbarpflanzen bei der Mosaikkrankheit bewiesen worden. Deutsche Forscher der Blattrollkrankheit scheinen noch immer die Möglichkeit der Übertragung von Pflanze auf Pflanze zu bezweifeln (ESMARCH 1919),

Dieser Zweifel würde sicherlich bald aufhören, wenn man die von mir in den Jahren 1914 u. 15 durchgeführten Versuche wiederholte oder wenn man von mehreren gesunden Knollen einer empfindlichen Sorte die eine Hälfte in einen Topf neben die Knolle einer kranken Staude pflanzte und die andere Hälfte in einen Topf neben einen gesunden Nachbarn. Beim Nachbau würde sich der Unterschied zeigen.

DER EINFLUSS EINER KRANKEN VORFRUCHT.

Die Versuche, welche diesbezüglich in den Jahren 1913, 14, 15 und 17 gemacht wurden, fanden auf einem Boden statt, welcher bis zur Tiefe von 25 M. aus humusreichem Sand bestand. Der Untergrund war Moor. Bei den Resultaten, welche in untenstehende Tabelle aufgenommen wurden, ist nur mit der Anzahl sekundär kranker Pflanzen des Nachbaues gerechnet worden.

Das Jahr in welchem auf dem Felde zum letzten Male kranke Pflanzen vorkamen.	Das Jahr in welchem die Anpflanzung gesunder Knollen stattfand.	Prozentsatz sekundär kranker Pflanzen in der Vorfrucht.	Zahl der Sommer, in welchen keine Kartoffel auf dem Felde standen.	Zahl der Stauden, deren Nachbau geprüft wurde.	Zahl der gesunden Stauden beim Nachbau.	Zahl der sekundär kranken Stauden beim Nachbau.	Zahl der Mutterpflanzen, welche kranke Abkömmlinge erzeugt haben.
1908	1913	10 %	4	47	1160	0	0
1908	1914	± 10 %	5	39	998	7	1
1910	1915	± 80 %	3	38	588	2	1
1915	1917	± 92 %	1	9	174	0	0
—	—	—	—	—	—	—	—

Im Jahre 1917 ist keine einzige Pflanze auf dem Felde erkrankt, welches i. J. 1915 mit Kartoffeln bebaut war, von welchen 92 % sekundär blattrollkrank waren.

Im Jahre 1914 und 1915 ist zwar eine Staude erkrankt; jedoch ist es sehr wahrscheinlich, daß diese Erkrankung durch Übertragung der Krankheit von kranken Pflanzen, welche 2½ und 4 M. von der gesunden entfernt waren, verursacht worden ist. Es ist bei meinen Versuchen kein Fall vorgekommen, bei welchem der Einfluß einer kranken Vorfrucht hätte mit Sicherheit festgestellt werden können.

Wenn das Contagium vom Boden aus die gesunden Pflanzen anstecken könnte, so hatte es diese Fähigkeit nach 1 Jahr auf dem von mir geprüften Felde verloren. Auch MURPHY hat in Canada festgestellt, daß der Einfluß einer kranken Vorfrucht, wenn er überhaupt da ist, sehr schnell verschwindet. Beim Nachbau gesunder Pflanzen, welche auf einem Felde standen, das im vorhergehenden Jahre kranke Pflanzen aufwies, zeigte sich bei seinem Versuche, daß die Pflanzen gesund geblieben waren. Auch die letzten Versuche QUANJER's (1919) sind hiermit in Übereinstimmung.

Die Versuche in den Jahren 1919 und 1920 haben herausgestellt, daß eine Übertragung mit Erde und Wurzeln nicht möglich ist. Im Jahre 1919 wurde eine große Anzahl junger Kartoffelstauden gesunder Abstammung in Töpfe gepflanzt, welche für drei Viertel mit Erde gefüllt waren, in welcher in den letzten Jahren keine Kartoffeln wuchsen und für ein Viertel mit Erde aus Töpfen in welchen noch am Tage vorher kranke Pflanzen standen. Die kranken Pflanzen wurden mit der Mutterknolle entfernt. Die Wurzeln blieben im Boden zurück und wurden mit der Erde in die Versuchstöpfe gebracht. Im Jahre 1919 hat sich bei keiner der gesunden Stauden, welche in diese Versuchstöpfe verpflanzt wurden, ein Symptom der Blattrollkrankheit gezeigt. Auch der Nachbau ist i. J. 1920 gesund geblieben.

Die negativen Resultate dieser Versuche und auch derjenigen, welche mit Drainwasser aus Töpfen mit kranken Pflanzen constatiert wurden, bestätigen die Meinung, *daß das Contagium, welches von einer kranken Vorfrucht im Boden zurück gelassen werden könnte, keine Gefahr für gesunde Pflanzen bietet.* Auch bei der Mosaikkrankheit zeigte sich, daß die Vorfrucht keinen Einfluß auf die Erkrankung gesunder Pflanzen ausübte.

ÜBERTRAGUNG DER KRANKHEIT DURCH INSECTEN

Im Jahre 1917 sind auf einer Parzelle (E F K L fig. 9) auf welcher in den letzten 15 Jahren keine Kartoffeln angebaut worden waren, gesunde Stauden erkrankt. Kartoffelpflanzen derselben Herkunft blieben gesund auf einem anderen Feldchen, (U V W X). Auch waren im Jahre 1916 gesunde Pflanzen auf der Parzelle A B C D, welche mit erstgenannter Parzelle einen Teil desselben Feldes bildete, gesund geblieben. Im Jahre 1917 befanden sich kranke Pflanzen auf der Parzelle A B C D in einer Entfernung von 8 à 36 M. von den Stauden welche im Laufe des Jahres erkrankt waren. Im Jahre 1916 war dieses nicht der Fall und auch bei dem kleinen Felde auf welchem i. J. 1917 die Pflanzen gesund geblieben waren, wurden keine kranke Pflanzen in der Nachbarschaft gefunden. Bei der Erkrankung der Kartoffeln, auf der Parzelle E F K L hat sich wahrscheinlich der Einfluß der kranken Stauden in der Nachbarschaft geltend gemacht. Die Stauden sind denn auch auf der Parzelle E F G H, welche 8 - 24 M. von A B C D entfernt ist, in größerem Maße erkrankt als auf der Parzelle H G J I. Die Übertragung der Krankheit auf die gesunden Kartoffel des Feldchens H G J I, welches 24 à 36 M. von kranken Pflanzen entfernt war, kann nicht durch eine gegenseitige Berührung der Pflanzen erklärt werden. Es ist hierbei an eine Übertragung durch Insekten gedacht worden.

Dies gab Veranlassung zu den in Wageningen gemachten Versuchen,

welche in den Jahren 1919 und 1920 den Beweis erbrachten, daß die Krankheit durch Insekten übertragen wird. In Wageningen wurden zwei kleine Gewächshäuser, mit je vier Abteilungen, gebaut, das eine auf Tonboden das zweite auf Sandboden. Jeder Teil wurde überirdisch durch Insektengaze abgeschlossen. Unter der Bodenoberfläche war jede Verbindung zwischen den Teilen unmöglich gemacht worden durch Holzverschlüsse (Fig. 10).

Acht Knollen, gesunder Herkunft, wurden in je vier Stücke geteilt. Von jeder Knolle wurde ein Stück in die Abteilungen A, B, C und D des ersten Gewächshauses gepflanzt. Dasselbe geschah mit acht anderen Knollen, deren Stücke in die Abteilungen des zweiten Gewächshauses gepflanzt wurden.

In den vier Abteilungen desselben Gewächshauses wuchsen also Kartoffelpflanzen, welche aus Stücken derselben Knollen entsprossen waren.

In die Abteilungen A des ersten Gewächshauses wurden im Laufe des Sommers öfters Wanzen gebracht, welche sich vorher an kranken Pflanzen ernährt hatten.

Auf die Pflanzen in der Abteilung B wurden mit dem Saft kranker Pflanzen gefüllte Capillarröhrchen angebracht.

In die Abteilung C brachte man sehr oft Läuse; zuerst Läuse der Art *Aphis rumicis* L. und später der Art *Myzoides persicae* SULZ. Die Läuse waren auf blattrollkranken Pflanzen gezüchtet.

Die Pflanzen in der Abteilung D waren für Kontrollzwecke bestimmt.

Das gleiche Verfahren fand im zweiten Gewächshause statt. Die belauten Pflanzen zeigten im Herbst des Jahres 1919 schon Symptome primärer Krankheit. Fast alle Abkömmlinge dieser Stauden waren im Jahre 1920 stark erkrankt; die Abkömmlinge der Kontrollpflanzen waren mit Ausnahme einer einzigen Pflanze gesund. Zwei Pflanzen aus der Kontrolleabteilung (Fig. 11 unten links) in dem Gewächshause auf Tonboden, welche im Sommer des Jahres 1919 belaut worden sind, haben lauter kranke Abkömmlinge erzeugt, die nicht belauten Pflanzen alle gesunde Abkömmlinge. Hiermit ist die Uebertragung der Krankheit durch Läuse bewiesen worden.

Die Abkömmlinge der Pflanzen aus einer der Wanzenabteilungen waren alle gesund, die aus der anderen Abteilung zum größten Teile krank. Bei der letzten Abteilung war das Einbringen der Wanzen öfters wiederholt worden. Es ist jedoch nicht ganz gewiß ob die Wanzen die Krankheit übertragen haben, weil, trotz aller Fürsorgen, auch eine Anzahl Läuse durch Ameisen in die Wanzenabteilung verschleppt worden sind. Dasselbe ist auch bei der Capillarröhrchen-Abteilung geschehen, in welcher die Pflanzen auch eine Anzahl kranke Abkömmlinge aufwiesen.

Die Läuse wurden zwar bald entfernt, doch blieb die Möglichkeit bestehen, daß sie die Krankheit schon übertragen hatten und daß diese nicht infolge des Wanzenfraßes oder der Capillarröhrchen aufgetreten ist.

Die Übertragung der Blattrollkrankheit durch Läuse ist mit Sicherheit festgestellt worden. Auf gleiche Weise hat QUANJER die Übertragung der Mosaikkrankheit durch Läuse nachgewiesen. Auch SCHULZ, DONALD, FOLSOM, MERRILL HILDEBRANDT und HAWKINS (1919) haben aus ihren Versuchen den Schluß gezogen, daß Läuse bei der Übertragung der Mosaikkrankheit einen bedeutenden Einfluß ausüben. ALLARD (1916) hatte schon vorher festgestellt, dass Läuse (*Myzoides*

percicae SULZ) die Mosaikkrankheit des Tabaks übertragen können. Das nämliche bewiesen DOOLITTLE und JAGGER (1916) bei der Mosaikkrankheit der Gurken.

Die Kräuselkrankheit der Zuckerrüben in Amerika (Curly Leaf, Curly Top) wird durch eine Cycade (*Eutettix tenella* BAKER) übertragen (BALL 1906 - 08 -09, SHAW 1910). Mit Bezug auf die Mosaikkrankheit der Runkelrüben hat LIND (1915) die Wahrscheinlichkeit ausgesprochen, daß sie durch Blattläuse übertragen wird.

Ein Versuch, welcher in den Jahren 1919-20 in Oostwold gemacht worden war, ergab das Resultat, daß die Blattrollkrankheit über eine größere Entfernung übertragen wird, wenn die Kartoffelstauden unter Bäumen stehen, wo sie viel von Wanzen, Läusen und Erdflöhen besucht werden, als auf offenem Felde. Auf einer Parzelle Ackerboden befanden sich im Jahre 1919 zwei Reihen Kartoffelpflanzen, welche jede 8 Stauden zählten. Die vierte Staude in jeder Reihe war krank, die anderen waren gesund. Die Reihe A stand unter Bäumen, die Reihe B auf offenem Felde. Im Jahre 1920 wurden die Knollen jeder Staude einzeln gepflanzt. Sie haben die folgenden Abkömmlinge erzeugt.

A ₁	1,80 M.	von einer kranken Pflanze entfernt	0	gesunde	20	krank
A ₂	1,20 M.	„ „ „ „ „	0	„	16	„
A ₃	0,60 M.	„ „ „ „ „	0	„	44	„
A ₅	0,60 M.	„ „ „ „ „	0	„	21	„
A ₆	1,20 M.	„ „ „ „ „	0	„	10	„
A ₇	1,80 M.	„ „ „ „ „	14	„	0	„
A ₈	2,40 M.	„ „ „ „ „	17	„	0	„
B ₁	1,80 M.	„ „ „ „ „	22	„	0	„
B ₂	1,20 M.	„ „ „ „ „	21	„	0	„
B ₃	war fortgeblieben					
B ₅	0,60 M.	von einer „ „ „	7	„	35	„
B ₆	1,20 M.	„ „ „ „ „	19	„	0	„
B ₇	1,80 M.	„ „ „ „ „	8	„	0	„
B ₈	2,40 M.	„ „ „ „ „	18	„	0	„

Die Resultate sonstiger Versuche stimmen mit der Erfahrung überein, daß Kartoffelpflanzen in der Nähe von Bäumen und Sträuchern leichter erkranken als die auf offenem Felde. Wahrscheinlich muß dieses dem größeren Insektenbesuch zugeschrieben werden.

Die negativen Resultate der Versuche, welche den Zweck hatten, die Blattrollkrankheit mit Erde oder mit Drainwasser zu übertragen, geben Veranlassung zu der Meinung, daß Insekten auch die unterirdische Übertragung der Krankheit von kranken Pflanzen auf gesunde verursachen, welche Infektion in 1915 - 16 von QUANJER bewiesen wurde.

KÜNSTLICHE ÜBERTRAGUNG.

Alle Versuche, die Krankheit mit dem Saft kranker Knollen auf gesunde Knollen zu übertragen, sind, in sofern die Resultate jetzt

schon bekannt wurden, mißlungen. Auch die Infektionsversuche mit Stückchen kranker Knollen, mit Wurzeln, Boden und Drainwasser haben negative Resultate ergeben. Keine Infektion konnte hervorgerufen werden durch das Einspritzen des Saftes kranker Blätter und Stengel in die Blattstiele, Nerven oder Stengel gesunder Pflanzen. Ob es QUANJER gelungen ist, die Infektion dadurch zu bewirken, daß er Capillarröhrchen mit dem Saft oberirdischer kranker Pflanzenteile füllte und diese Röhrchen in die Blattachseln gesunder Pflanzen steckte, ist nicht ganz sicher, weil bei diesem Versuche die Übertragung auch durch Läuse geschehen sein kann.

Mit Ausnahme des Pfropfungs- und Transplantations-Verfahrens ist bis jetzt noch von keiner künstlichen Infektion mit Bestimmtheit zu behaupten, dasz sie gelungen sei. Die Versuche, die Krankheit dadurch zu übertragen, daß man kranke Blätter auf die Blätter gesunder Pflanzen legte und die Oberflächen gegen einander rieb, sind noch nicht beendet. Mit diesem Verfahren gelang es SCHULZ u. a. m. die Infektion bei der *Mosaikkrankheit* hervorzurufen. Auch erkrankten bei ihren Versuchen eine Anzahl gesunder Pflanzen, wenn die Knollen mit dem Saft oberirdischer kranker Pflanzenteile gefüllt wurden. Bei meinen Versuchen mit Blattrollkrankheit hatte dieses Verfahren ein negatives Resultat. QUANJER konnte die Mosaikkrankheit dadurch übertragen, daß er die Hälfte einer kranken Knolle mit der Hälfte einer gesunden Knolle verwachsen ließ. Auch gelang die Übertragung mit Pfropfreisern kranker Pflanzen. Auf ähnlicher Weise kann die „Curly Leaf“ der Zuckerrübe (SMITH and BONQUET) und die „Spike Disease“ (COLEMAN) des Sandelbaums übertragen werden.

UNBEKANNTE URSACHE DER ERKRANKUNG GESUNDER PFLANZEN.

Im Jahre 1919 baute ich an jeder Seite eines 50 M. breiten Roggenfeldes 2 Reien Kartoffeln. Zu diesem Zweck waren die Knollen von 5 Stauden, A, B, C, D, und E je in zwei Stücke geschnitten: die a-Hälften jeder Knolle wurden an der westlichen Seite des Roggenfeldes gepflanzt, wo sie nur durch einen 2½ M. breiten Graben von einem Kartoffelfelde (in Fig. 16 durch „Aardappelen“ angedeutet) getrennt waren, die b-Hälfte jeder Knolle wurde an der östlichen Seite des Roggenfeldes gepflanzt, wo sie 50 M. von dem Kartoffelfelde entfernt waren.

Auf dem Kartoffelfelde zeigten sich während 1919 ungefähr 10 pct. blattroll- und 30 pct. mosaik-krank Pflanzen.

Im Jahre 1920 fanden sich beim Nachbau der Staude D 9 b (Fig. 16) zwei kranke Pflanzen vor. Die Staude D 9 b ist also im vorhergehenden Jahre erkrankt. Sie ist aus der Hälfte einer gesunden Knolle entsprossen welche in einer Entfernung von 50 M. von kranken Pflanzen gepflanzt worden war. Die andere Hälfte war in eine Reihe gepflanzt worden, welche nur 2½ M. von den kranken Pflanzen entfernt war. Die Abkömmlinge der Staude D 9 a, welche aus dieser Hälfte entsprossen ist, waren alle gesund. Nur zwei der Pflanzen, welche mit D 9 a in derselben Reihe standen sind im Jahre 1919 krank geworden. Ob dieses geringe Auftreten der Krankheit dem zugeschrieben werden soll, daß die Pflanzen durch einen Graben von einem kranken Kartoffelfelde geschieden waren, oder dem, daß sich nur wenige Insekten vorfanden, ist nicht bekannt. Bei dieser geringen Übertragung ist es unwahrscheinlich, daß die Pflanze D 9 b, welche 50 M. weiter entfernt, und durch

hohen Roggen von kranken Pflanzen geschieden war, dadurch krank geworden ist, daß das Contagium aus kranken Kartoffelpflanzen nach dieser Staude verschleppt worden war. Es scheint mir jetzt nicht möglich die Erkrankung der Pflanze D 9 b zu erklären. Unerklärlich ist auch das Mosaikkrauk werden der Staude A 12 b. In Wageningen sind im Jahre 1919 alle sechs Kartoffelpflanzen, welche in einer Reihe standen, die mehr als 30 M. von einer kranken Pflanze entfernt war, blattrollkrank geworden. Auch hier kann keine Übertragung durch das Contagium aus kranken Kartoffeln vor sich gegangen sein. Der Einfluß einer kranken Vorfrucht kann sich hier eben so wenig wie in Oostwold geltend gemacht haben. *Es scheint eine noch unbekannte Ursache der Erkrankung bei Blattrollkrankheit und Mosaikkraukheit vorhanden zu sein.* Auch bei der *Tabaksmosaikkraukheit*, bei der *Kräuselkraukheit* der Zuckerrüben, the „*Spike Disease*“ des Sandelbaumes und bei der *Gurkenmosaikkraukheit* ist noch ein unbekannter Faktor der Erkrankung da. Man denkt bei diesen Kraukheiten meistens an eine Übertragung durch Unkrautarten.

MASZNAHMEN ZUR BEKAEMPFGUNG DER KRAUKHEIT.

Eines der besten Mittel zur Bekämpfung der Kraukheit besteht in der Züchtung wenig empfindlicher Rassen. Der Unterschied zwischen den Rassen in Bezug auf die Empfindlichkeit gegen die Blattrollkraukheit ist sehr groß. Der Grad der Empfindlichkeit kann dadurch bestimmt werden, daß man Knollen gesunder Abstammung zwischen zwei Reihen Knollen kranker Stauden anpflanzt und den Prozentsatz kranker Stauden beim Nachbau bestimmt. Durch Vergleichung dieses Prozentsatzes mit dem einer bekannten Rasse, deren Stauden unter ähnlichen Bedingungen angepflanzt worden sind, kann man die Empfindlichkeit der neuen Rasse bestimmen. Die Erfahrungen auf dem Versuchsfelde in Sappemeer geben Veranlassung zu der Meinung daß die Empfindlichkeit gegen Blattrollkraukheit erblich sei. Bei der Züchtung neuer Rassen soll man damit rechnen, daß man die größte Aussicht hat wenig empfindliche Rassen zu erzeugen, wenn auch die Vater- und Mutterpflanzen zu wenig empfindlichen Rassen gehören.

Die alten bewährten Sorten soll man jedoch so lange wie möglich erhalten. Es ist unmöglich, empfindliche Sorten dadurch zu erhalten daß man große Knollen legt oder nur Knollen augenscheinlich gesunder Stauden als Saatkartoffel verwendet. Auch die Methode, bei welcher die kranken Stauden im Vorsommer entfernt werden, hat sich bei der Blattrollkraukheit nicht bewährt. Bei der Bekämpfung der Mosaikkraukheit hat dieses Verfahren, welches man in Amerika „roguing“ nennt, dann und wann gute Resultate ergeben. Bei einigen Kartoffelsorten werden die Stauden nur in hohem Graden mosaikkrauk, wenn die Ansteckung schon einige Jahre vorher stattgefunden hat. Wenn man alle mosaikkrauken Stauden entfernt, kann der Nachbau der übriggebliebenen nur Pflanzen enthalten, welche gesund sind oder das Anfangsstadium der Kraukheit zeigen. Auf die Dauer ist jedoch mit diesem Verfahren bei der Mosaikkraukheit so wenig wie bei der Blattrollkraukheit, Erfolg zu erwarten.

Es ist notwendig, daß die Resultate, welche man mit der Auswahl gesunder Stauden erzielen kann, durch Isolierung erhalten werden. Nur wenige der gewählten gesunden Stauden aus einer kranken Parzelle erzeugen lauter gesunde Abkömmlinge. Diese Anzahl ist beson-

ders dann sehr klein, wenn im Felde aus welchem die Auswahl stattfand, schon ziemlich viele kranke Pflanzen vorhanden waren. Man soll soviel wie möglich die Stauden aus wenig kranken Feldern wählen, und die Pflanzen nehmen, welche in einiger Entfernung von kranken Stauden stehen. Die Knollen jeder Staude werden einzeln angepflanzt so daß sie ziemlich weit von den Knollen der anderen Stauden entfernt sind. Wie groß die Entfernung sein soll, ist in Bezug auf die Übertragung durch Insekten schwer zu bestimmen. Je größer der Abstand desto besser. Wenn sich bei einem der Abkömmlinge einer Staude Krankheits Symptome zeigen, müssen alle Pflanzen dieser Staude entfernt werden, um einer Übertragung durch Insekten auf die Abkömmlinge der anderen Stauden vorzubeugen. Nur Knollen der Stauden, welche von Pflanzen abstammen, die lauter gesunde Stauden erzeugt haben, werden als Saatkartoffel verwendet. Eine Anzahl Stauden wird einzeln geerntet und die Knollen im folgenden Jahre wieder einzeln angepflanzt: die Knollen der übrigen Stauden werden auf ein Vermehrungsfeld gepflanzt.

Wenn man sich genötigt sieht das Ausgangsmaterial für die Züchtung gesunder Kartoffeln aus Feldern zu wählen, welche schon übel erkrankt sind, so ist es ratsam, jede Knolle einer Staude in einiger Entfernung von den anderen Knollen der nämlichen Staude zu pflanzen weil in sehr kranken Ernten auch die gesund aussehenden Pflanzen selten lauter gesunde Abkömmlinge erzeugen. Die Anpflanzung kann sehr gut auf einer mit Rüben oder Buschbohnen bebauten Parzelle stattfinden.

Man soll so viel wie möglich darauf achten, daß die Knollen der gewählten Stauden nicht auf Parzellen gepflanzt werden, von welchen zu erwarten ist, daß sie viel von oberirdischen oder unterirdischen Insekten besucht werden. Felder, welche in der Nähe von Bäumen liegen und umgepflügte Wiesen sind für den Anbau gesunder Saatkartoffeln wenig geeignet. Dagegen braucht man nicht viel auf die Vorfrucht zu achten, wenn man nur sicher ist, daß keine Kartoffelpflanzen, welche aus vorhergehenden Ernten stammen, auf dem Felde wachsen werden.

DIE URSACHE DER BLATTROLLKRANKHEIT.

Eine Anzahl Forscher schreibt die Blattrollkrankheit physiologischen Störungen zu. Sie folgen in diesem SORAUER, der die Meinung ausgesprochen hat, daß ungünstige Wachstumsbedingungen, welche bei mehreren Generationen auftreten, eine oder mehrere der physiologischen Funktionen dermaßen beeinflussen können, daß sich bei der Pflanze krankhafte Erscheinungen zeigen. Diese Erscheinungen sollten sich auch beim Nachbau offenbaren. SORAUER hat sich nicht ausgesprochen über die Frage, welche Wachstumsbedingungen bei dem Auftreten der Blattrollkrankheit Einfluß ausüben können.

HILTNER schreibt die Krankheit der Ursache zu, daß die Pflanzen, bei einseitiger Düngung zu konzentrierte Salzlösungen aus dem Boden aufnehmen. Bei seinen Versuchen konnte er Rollung der Blätter bewirken, wenn er, bei starken Kalium- und Nitratdüngungen, die Düngung mit Thomasmehl nachließ. Starke einseitige Düngungen können also Veranlassung geben zum Rollen der Blätter. Dieses hat sich auch auf den Moorböden Hollands öfters offenbart: jedoch waren die Krankheitssymptome von denen der Blattrollkrankheit verschieden.

Zu starke Chlorsalzdüngungen oder einseitige Ammoniumsulfatdüngung können jede für sich Rollung der Blätter hervorrufen, ohne daß dieses mit der Blattrollkrankheit in Beziehung steht. Daß die von HILTNER beobachteten Rollungserscheinungen von der Blattrollkrankheit hervorgerufen wurden, ist nicht sehr wahrscheinlich. Die Stärkeschoppung, welche mit der Rollung zusammen geht, verschwand bei den Pflanzen der Hiltnerschen Versuchen, wenn die Blattstiele, statt in Wasser, in verdünnte Salzlösungen gestellt wurden. Bei der Blattrollkrankheit können Salzlösungen kein Verschwinden der Stärke aus kranken Blättern hervorrufen. Es ist schade, daß HILTNER den Nachbau der bei seinen Versuchen verwendeten Kartoffeln nicht in Bezug auf Blattrollkrankheit geprüft hat. Wenn dieses geschehen wäre, könnte mit Bestimmtheit festgestellt werden, ob die von ihm beobachteten Rollungserscheinungen der Blattrollkrankheit zugeschrieben werden müssen. Da jedoch nichts über den Nachbau publiziert worden ist, ist nicht als bewiesen anzunehmen daß die Blattrollkrankheit durch einseitige Düngungen hervorgerufen werden kann.

NEGER meint, daß andauernde Kälte und Luftfeuchtigkeit einen großen Einfluß auf das Auftreten der Blattrollkrankheit ausüben. Kranke Kartoffeln sollten in warmer trockener Luft wieder genesen. Es ist wahr, daß die Stärkebeförderung in trockener warmer Luft gehoben wird; jedoch ist eine Genesung kranker Pflanzen von mir niemals konstatiert worden. In Amerika und England hat man im Süden meistens eine stärkere Erkrankung beobachtet als im Norden. (Maine, Schotland). Saatkartoffel aus Maine erzeugen auf den Bermuda-Inseln Kartoffeln welche innerhalb weniger Generationen stark blattrollkrank wurden.

Die Ursache der Blattrollkrankheit ist noch nicht gefunden. Auch die Ursache des Tabaksmosaiks, welche so viele Punkte der Übereinstimmung mit der Blattrollkrankheit aufweist, ist noch unbekannt. Einige Forscher, (WOODS, HUNGER, FREIBERG) glauben, daß das Contagium von den Pflanzen selber produziert werden kann (enzymatische Natur der Krankheit). Andere teilen die Ansicht ALLARDS, daß man alles was von der Krankheit bekannt ist, am einfachsten erklären kann, wenn man einen Ultramicroorganismus als Urheber der Krankheit betrachtet.

ZUSAMMENFASSUNG DER BEDEUTENDSTEN ERGEBNISSE.

Wenn Kartoffel gesunder Abstammung angesteckt werden, können während der Wachstumsperiode, in welcher die Ansteckung statt findet, oft keine Krankheitssymptome beobachtet werden. In einigen Fällen zeigen sich jedoch Verfärbungs- und Rollungserscheinungen, welche zuerst auftreten bei den oberen Blättern.

Dieses *primäre* Krankheitsbild kann sehr leicht mit dem Bilde anderer Krankheiten verwechselt werden.

Dies ist nicht der Fall mit dem *secundären* Krankheitsbilde, das sich nur zeigt wenn die Krankheitsursache schon in der Mutterknolle vorhanden war.

Secundär kranke Pflanzen sind an der Erstarrung und Rollung der Blätter zu erkennen. Diese Krankheitssymptomen, welche zuerst und am stärksten auftreten bei den untersten Blättern, können meistens nicht früher als zehn bis dreißig Tage nach dem Emporkommen der Kartoffelpflanzen beobachtet werden.

Innere Merkmale der Krankheit sind die Necrose des Phloëms und die Hemmungen der Stärkebeförderung (Stärkeschoppung).

Die Stärkeschoppung tritt, gleich wie auch die äußere Merkmale, zuerst am Gipfelblättchen der untersten Blätter auf. Sie kann schon früher als die äußeren Krankheitssymptome beobachtet werden.

Die Phloëmnecrose ist ein typisches Krankheitsmerkmal, das nur bei der Blattrollkrankheit auftritt und auch immer vorhanden ist, wenn die Krankheit schon weiter vorgeschritten ist. Sie ist aber erst wahrnehmbar, nachdem die Stärkeschoppung und die äußere Merkmale schon während kürzerer oder längerer Zeit beobachtet werden können. Sie kann denn auch nicht als die Ursache der Stärkeschoppung und des Auftretens der äußeren Symptome betrachtet werden.

Diese Ursache ist noch völlig unbekannt.

Secundär kranke Pflanzen erzeugen lauter secundär kranke Abkömmlinge; primär kranke Stauden zeugen lauter secundär kranke, oder zum Teile secundär kranke und zum Teile gesunde Pflanzen.

Die Blattrollkrankheit ist ansteckend und wird während der Wachstumsperiode von kranken Pflanzen auf gesunde Pflanzen übertragen.

Die Übertragung kann durch Läuse stattfinden.

Wahrscheinlich können auch Wanzen die Krankheit übertragen, während auch einer unterirdischen Übertragung Rechnung getragen werden soll.

Das Contagium, welches von einer kranken Vorfrucht im Boden zurück gelassen werden mag, verursacht keine Erkrankung der Kartoffelpflanzen.

In einigen Fällen ist eine Erkrankung Pflanzen gesunder Herkunft beobachtet, welche nicht der Verschleppung des Contagiums aus kranken Kartoffelpflanzen zugeschrieben werden kann. Die Ursache dieser Erkrankung ist noch unbekannt.

Empfindliche Sorten können nur erhalten werden, wenn man die Abkömmlinge der selectierten gesunden Stauden durch Isolierung vor Ansteckung schützt.

Die Übertragung der Mosaikkkrankheit findet auf ähnlicher Weise wie die Übertragung der Blattrollkrankheit statt.

VERKLARING DER FIGUREN
ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN

In Fig. 1, 2 en 3 geven de donker geteekende deelen der bladeren de plaatsen aan waar zetmeel achtergebleven is, nadat de planten 17 uren van het licht afgesloten, en de bladeren volgens de methode van SACHS zijn behandeld.

Fig. 1, blad, dat de eerste symptomen der ziekte vertoont.

Fig. 2, blad, dat reeds in meerdere mate is aangetast.

Fig. 3, blad, waarbij de verstijving en rolling reeds sterk zichtbaar is.

In Fig. 1, 2 und 3 deuten die dunkel gezeichneten Teile der Blätter die Stellen an, wo Stärke zurück geblieben ist, nachdem die Pflanzen 17 Stunden vom Tageslicht abgeschlossen waren.

Fig. 1, Blatt, das die ersten Symptome der Krankheit zeigt.

Fig. 2, Blatt, in welchem die Krankheit schon weiter vorgeschritten ist.

Fig. 3, Blatt in welchem die Erstarrung und Rollungserscheinungen schon stark sichtbar sind.

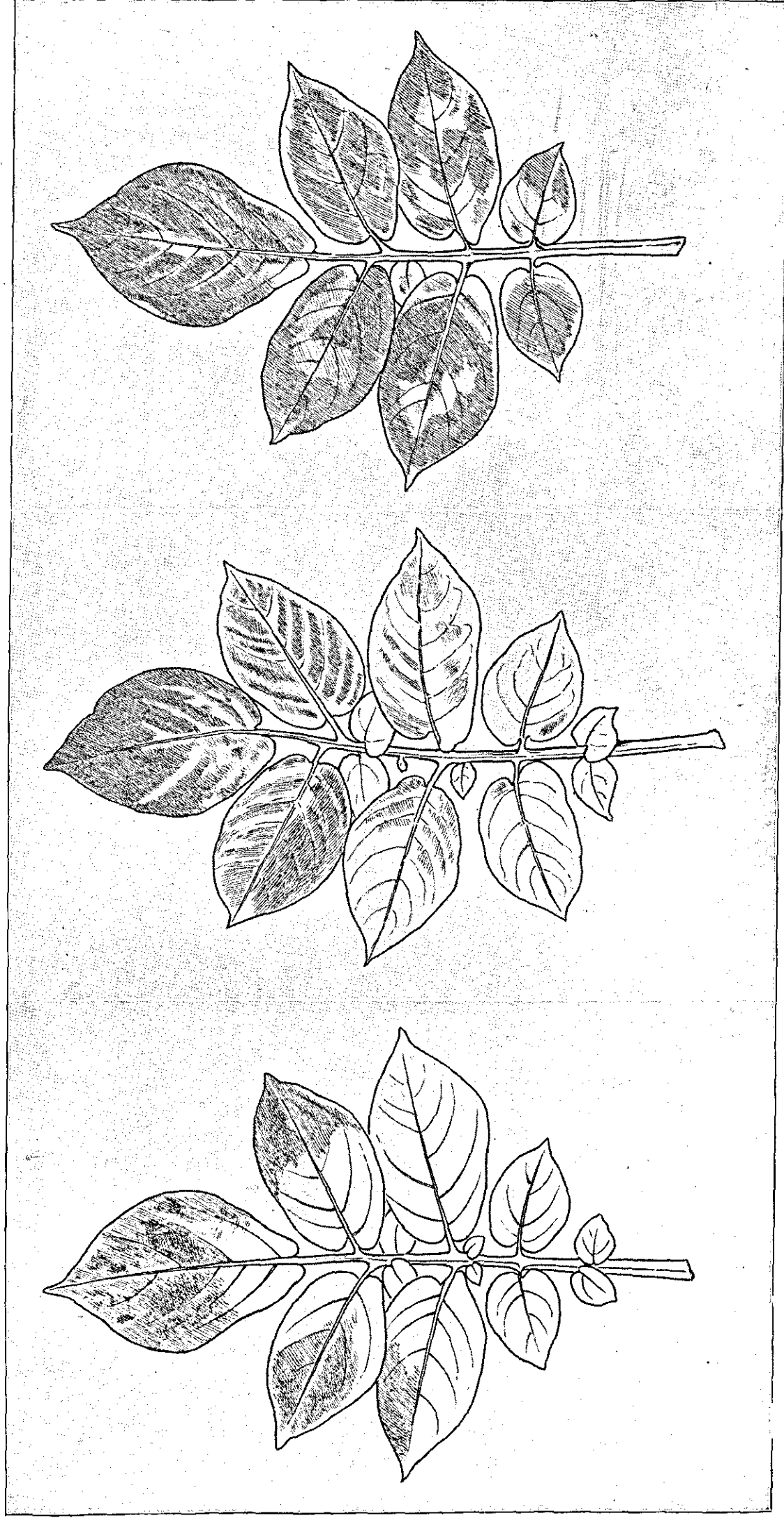


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

PLAAT II

Fig. 4, 5 en 6 bevatten photographiën van zieke en gezonde bladeren, welke juist zoolang in eene donkere kast gestaan hebben, dat het zetmeel uit de gezonde bladeren geheel of bijna geheel verdwenen is, en welke daarna volgens de methode SACHS zijn behandeld.

Fig. 4a, Blad van een zieke plant, onmiddellijk voor het optreden der eerste ziekte symptomen.

Fig. 4b, Blad van een gezonde plant. Dit blad is precies op dezelfde wijze behandeld als dat van Fig. 4a.

Fig. 5a, Blad van een zieke plant, waarvan een enkel blad reeds verstijvingsverschijnselen vertoont. Aan het blad zelf is uiterlijk nog niets te zien.

Fig. 5b, Blad van een gezonde plant.

Fig. 6a, Ziek blad, waaraan de eerste verschijnselen van verstijving reeds zichtbaar zijn.

Fig. 6b, Blad van een gezonde plant.

Fig. 7a, Sterk ziek blad, dat onmiddellijk na het afsnijden volgens de methode SACHS is behandeld.

Fig. 7b, Sterk ziek blad, dat eerst na een verblijf van 48 uur in eene donkere kast, volgens de methode SACHS is behandeld.

Fig. 4, 5 und 6 enthalten Photographiën kranker und gesunder Blätter, welche gerade so lange im Dunkel gestanden haben, dass die Stärke aus den gesunden Blättern ganz oder fast ganz verschwunden ist. Die Blätter sind nach der Methode SACHS behandelt worden.

Fig. 4a, Blatt einer kranken Pflanze, gleich vor dem Auftreten der ersten Krankheitssymptome.

Fig. 4b, Blatt einer gesunden Pflanze. Dieses Blatt ist auf ähnlicher Weise behandelt worden wie dasjenige der Fig. 4a.

Fig. 5a, Blatt einer kranken Pflanze von welcher eines der Blätter schon Erstarrungserscheinungen zeigt. Am Blatte selbst ist äusserlich noch nichts Abnormales zu sehen.

Fig. 5b, Blatt einer gesunden Pflanze.

Fig. 6a, Krankes Blatt, an welchem die ersten Erstarrungserscheinungen schon sichtbar sind.

Fig. 6b, Blatt einer gesunden Pflanze.

Fig. 7a, Überkranktes Blatt, das sofort nach dem Abschneiden nach der Methode SACHS behandelt worden ist.

Fig. 7b, Überkranktes Blatt, das nach einem 48-stündigen Aufenthalt in einem dunkelen Raum, nach der Methode SACHS behandelt worden ist.

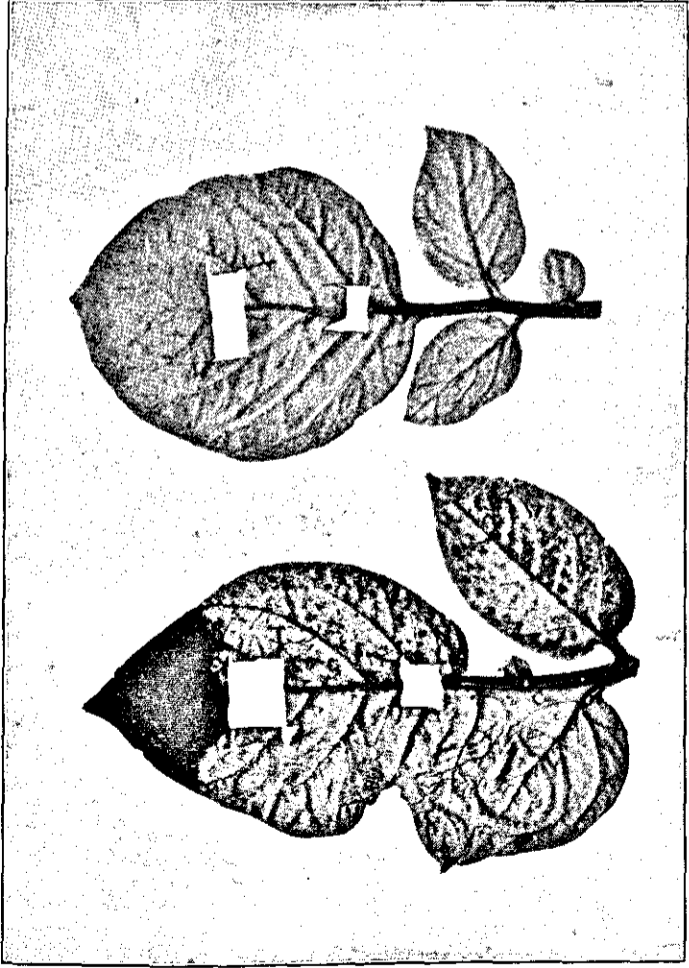


Fig. 4

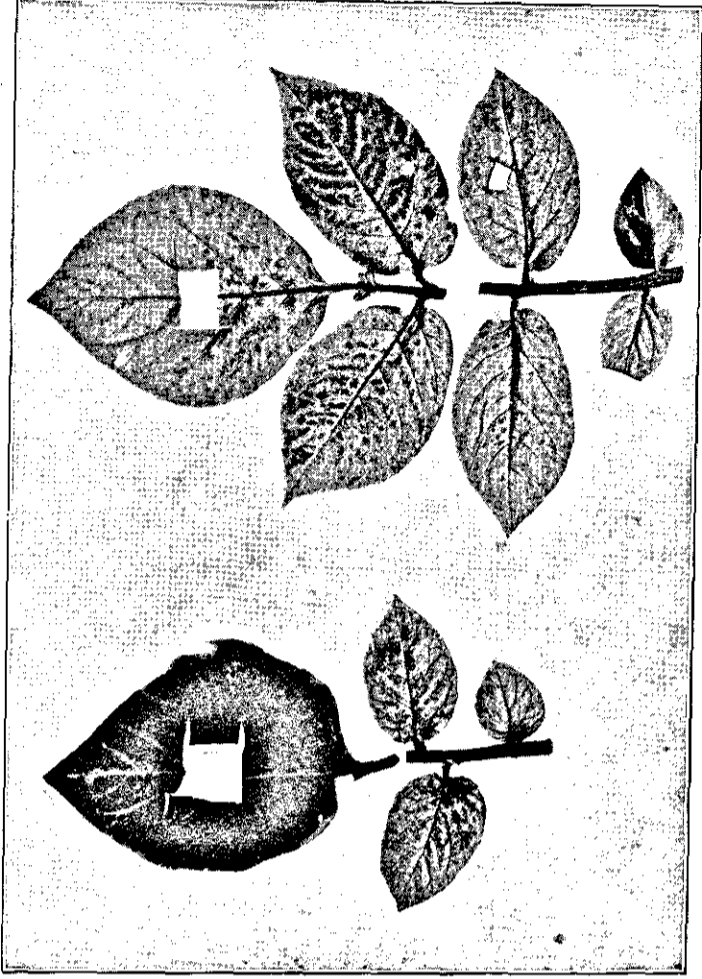


Fig. 5

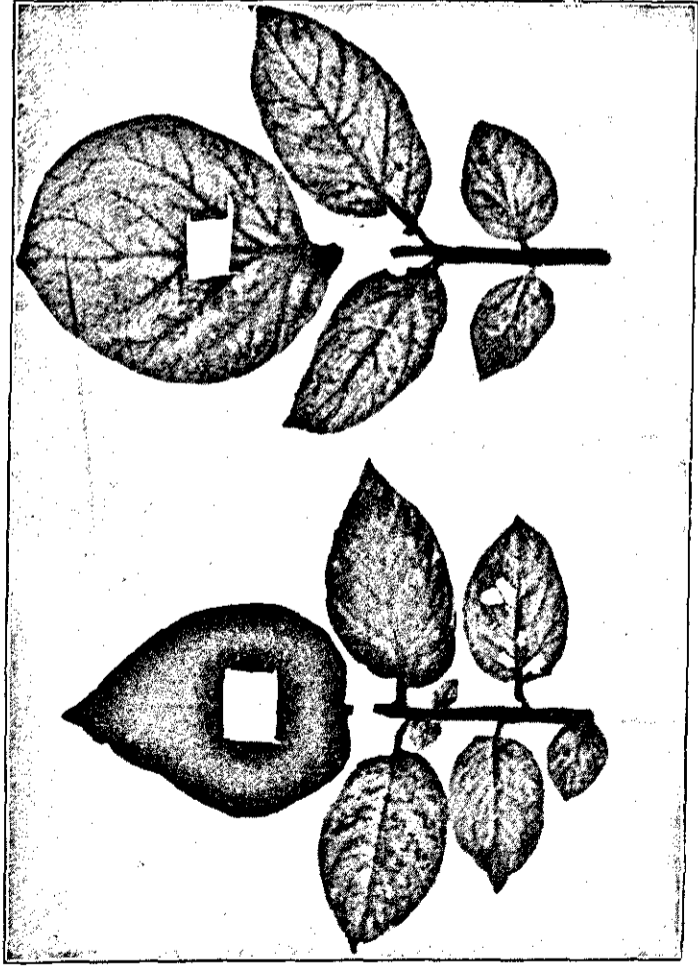


Fig. 6

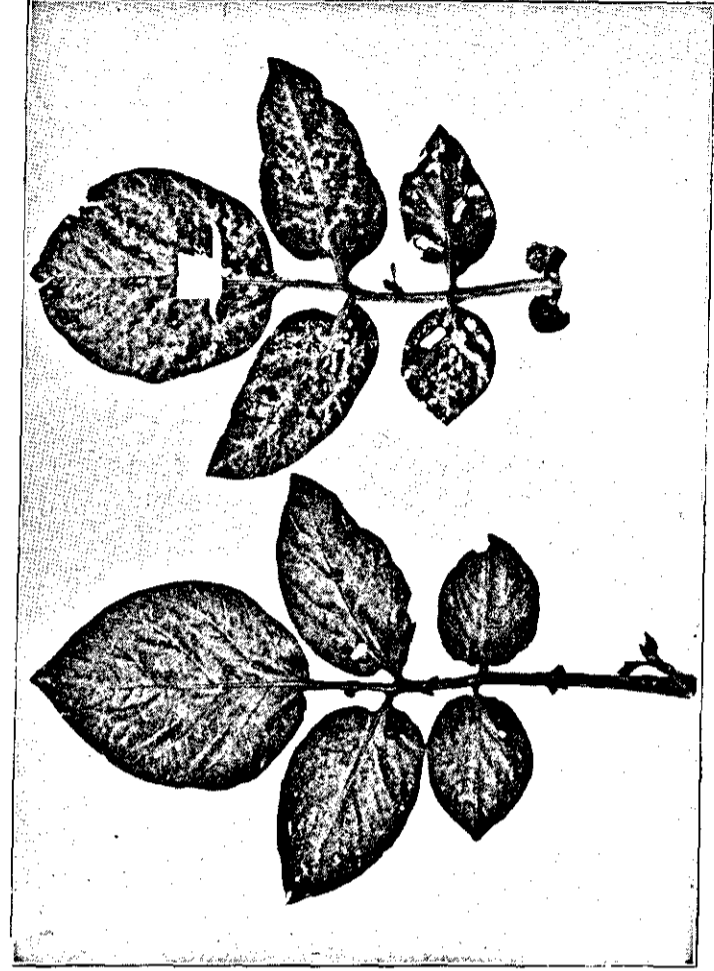


Fig. 7

PLAAT III

Fig. 8. Plattegrond van de in 1914—15 genomen proef, betreffende de besmetting van gezonde planten door zieke buurplanten.

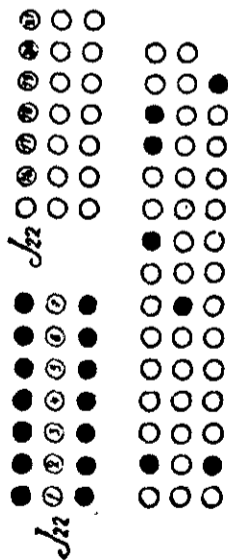
De planten J_{22} — 1, 2, 3, 4, 5, 6 en 7 en de planten J_{22} — 16, 17, 18, 19, 20 en 21 zijn van dezelfde pol afkomstig. De nabouw van J_{22} — 1, 2, 3, 4, 5, 6 en 7 ziet men midden, die van J_{22} — 16, 17, 18, 19, 20 en 21 rechts in de figuur. Zieke planten zijn door een zwart schijfje aangegeven.

Fig. 8. Plan des Versuches in den Jahren 1914 und 1915, in Bezug auf die Ansteckung gesunder Pflanzen durch kranke Nachbarn.

Die Pflanzen J_{22} — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und J_{22} — 16, 17, 18, 19, 20, 21 sind von Knollen einer Staude erzeugt. Den Nachbau der Pflanzen J_{22} — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 sieht man in der Mitte, den Nachbau der Pflanzen J_{22} — 16, 17, 18, 19, 20 und 21 rechts in der Figur. Die schwarzen Scheiben stellen kranke Pflanzen vor.

PLAAT III

1914



1915

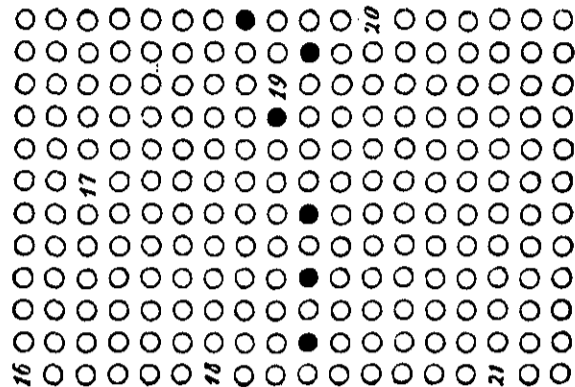
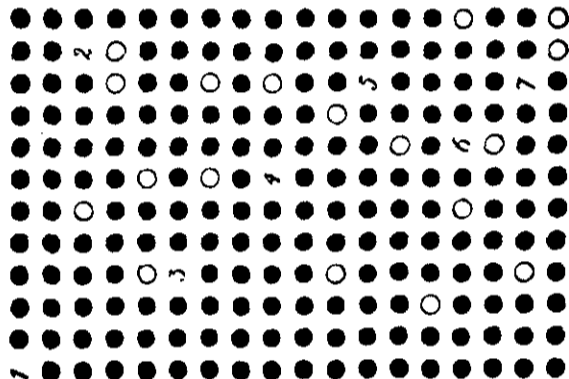


Fig. 8

PLAAT IV

Fig. 9. Plattegrond van het proefveld in 1917.

Perceel A B C D was in 1916 bebouwd met gezonde Paul Krügers, die alle gezond gebleven zijn. In 1917 groeiden er Bravo's waarin ongeveer 5 % zieke stammen voorkwamen. Dezelfde Bravo's groeiden op het perceel L K N M. Het veldje E F G H is 8 tot 20 M.; het veldje H G J I 24 tot 36 M. van de Bravo's verwijderd. In 1917 waren de perceelen V U Y Q en Q Y X W bebouwd met aardappels van dezelfde afstamming als die op het perceel E F G H. In de omgeving van eerstgenoemde perceelen V U X W stonden geen zieke stammen.

Fig. 9. Plan des Versuchsfeldes i/J 1917.

Die Parzelle A B C D war i/J 1916 bebaut mit gesunden Kartoffeln der Sorte Paul Krüger, welche lauter gesunde Abkömmlinge erzeugt haben. Im Jahre 1917 wuchsen auf dieser Parzelle Kartoffeln der Sorte Bravo, welche 5 % sekundärkranke Stauden enthielten. Die Parzelle E F G H ist 8 bis 20 M., die Parzelle H G J I 24 bis 36 M. von den kranken Bravo's entfernt. Auf dem Felde V U X W wuchsen Kartoffelpflanzen gleicher Abstammung wie diejenige welche auf die Parzelle E F G H angepflanzt worden sind. In der Nähe des Feldes V U X W standen i/J 1917 keine kranke Pflanzen.

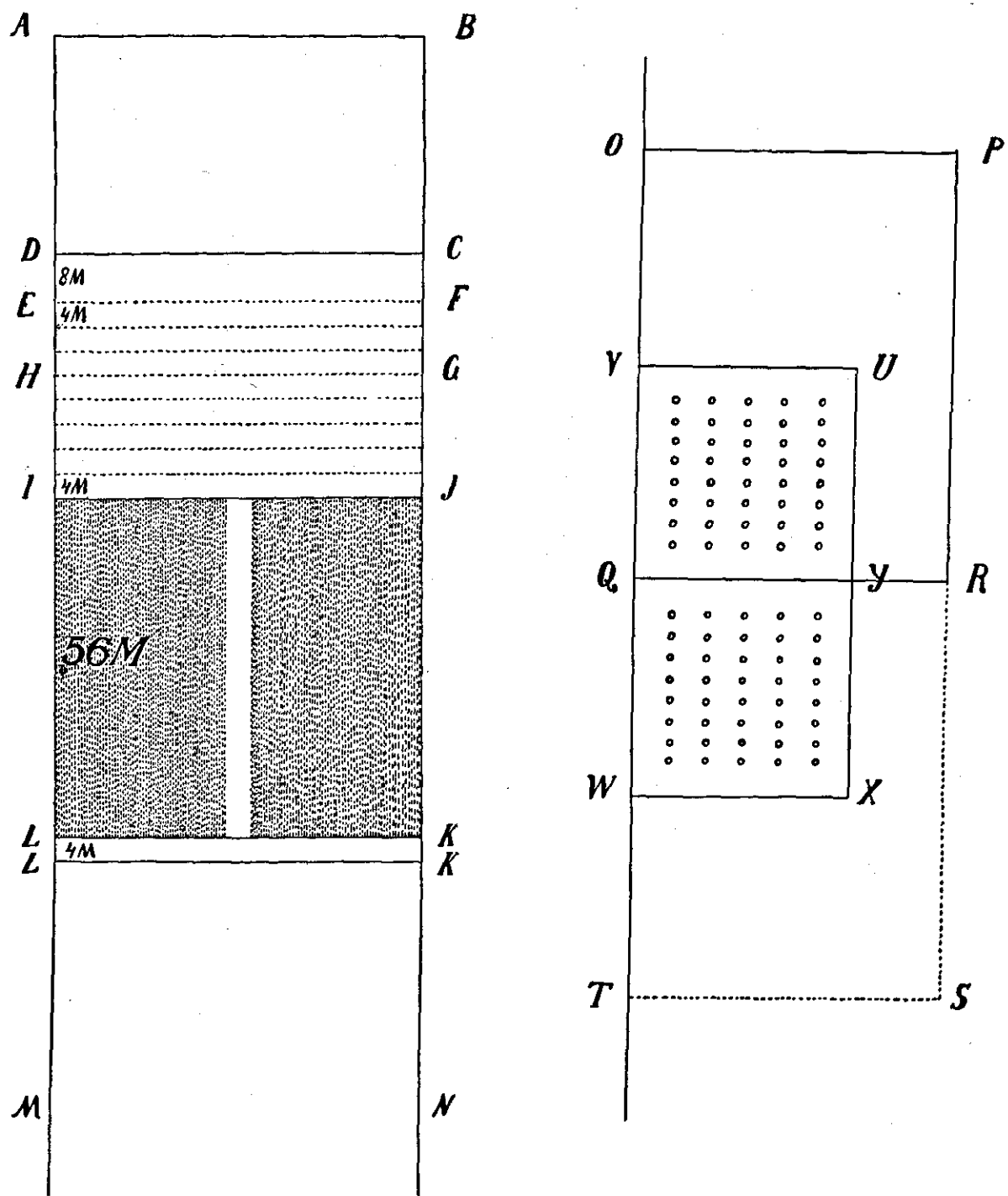


Fig. 9

PLAAT V

Fig. 10. Photographie van een der zoogenaamde warenhuisjes, waarin de proeven betreffende de overbrenging door insecten genomen zijn.

Fig. 11. Nabouw van de stammen, welke in de vier afdeelingen van de warenhuisjes verbouwd zijn. Het cirkeltje, dat de nabouw van elk der stammen van de bladrolziekte-proef aangeeft is geheel zwart,

als meer dan 75 % der nakomelingen, secundair ziek is;

voor $\frac{3}{4}$ zwart als meer dan 50 en minder dan 75 % der nakomelingen secundair ziek is;

voor $\frac{1}{2}$ zwart als meer dan 25 en minder dan 50 % der nakomelingen secundair ziek is;

voor $\frac{1}{4}$ zwart als meer dan 0 en minder dan 25 % der nakomelingen secundair ziek is.

De twee planten, waarvan de nabouw in de controleafdeeling van de links geplaatste plattegrond door zwarte cirkeltjes is aangegeven, zijn opzettelijk beluisd en behooren dus bij de luizenafdeeling.

De mozaïekziekte, waarover een dito proef is genomen, is aangegeven door een arceering (rechtsche plattegrond).

Fig. 10. Photographie eines der Gewächshäuser in welchen die Versuche, mit Bezug auf die Übertragung durch Insekten, gemacht worden sind.

Fig. 11. Nachbau der Stauden, welche in den vier Abteilungen der Gewächshäuser wuchsen. Der Zirkel, der den Nachbau jeder Staude vorstellt, ist ganz schwarz, wenn mehr als 75 % der Abkömmlinge sekundär krank ist;

$\frac{3}{4}$ schwarz wenn mehr als 50 und weniger als 75 % der Abkömmlinge sekundär krank ist;

$\frac{1}{2}$ schwarz wenn mehr als 25 und weniger als 50 % der Abkömmlinge sekundär krank ist;

$\frac{1}{4}$ schwarz wenn mehr als 0 und weniger als 25 % der Abkömmlinge sekundär krank ist.

Die zwei Pflanzen, deren Nachbau in der Kontrollabteilung durch schwarzen Scheiben angedeutet worden sind, waren absichtlich belauscht worden und gehören also zur Läuse-Abteilung.

Die Mosaikkrankheit über welche ein ähnlicher Versuch gemacht worden ist, ist angegeben vor einer Schraffierung (rechts in der Figur gezeichneter Plan).

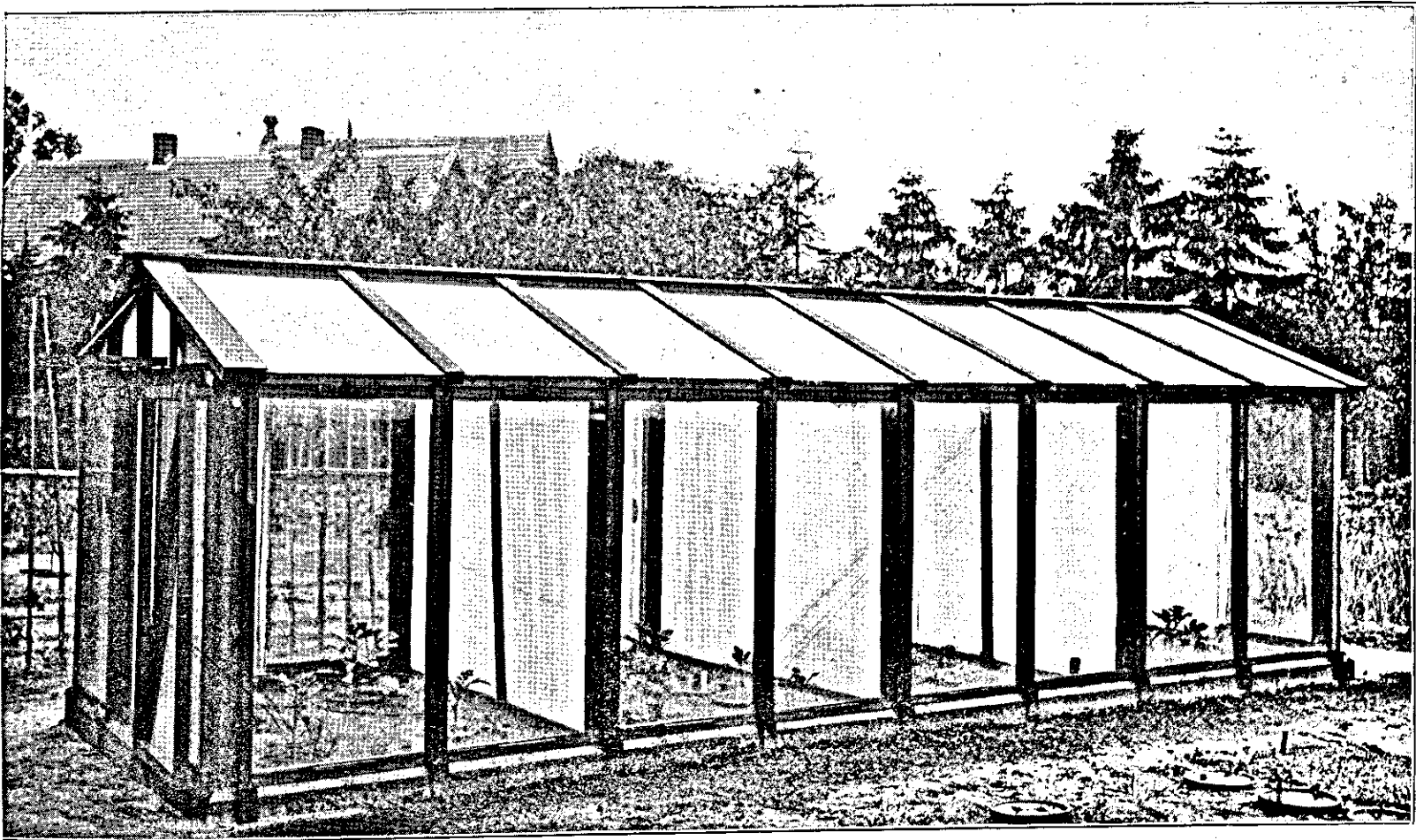


Fig. 10.

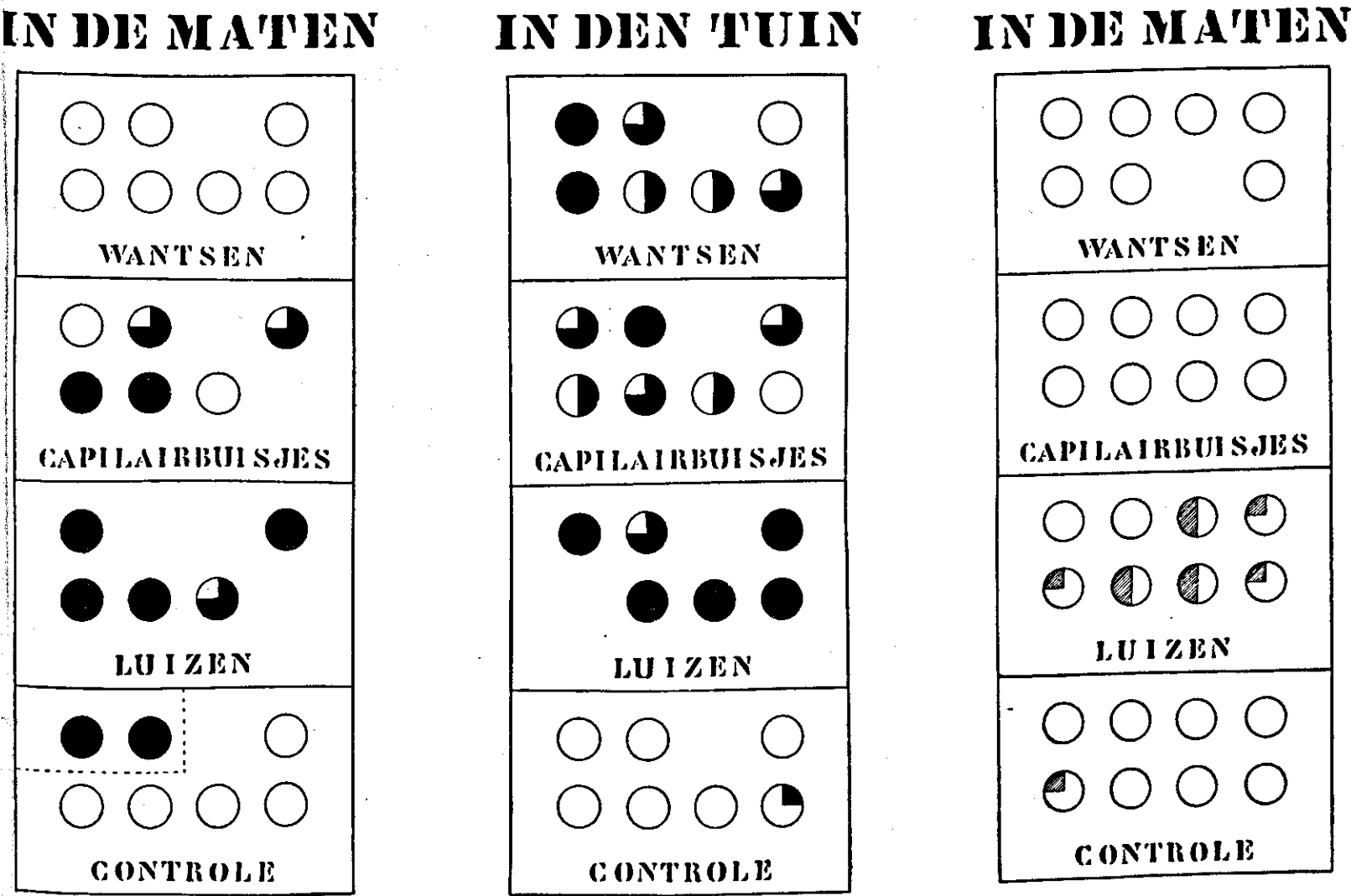


Fig. 11

PLAAT VI

Fig. 12. Fotografie van een blad, waarop luizen voorkomen.
Fig. 13. Fotografie, waarop het doordringen van de zuigboor
van een luis tot in het phloeem van een aardappelblad zicht-
baar is.

Fig. 12. Photographie eines Blattes, auf welchem Läuse vorhanden sind.
Fig. 13. Photographie, auf welcher das Durchdringen des Saugbohrers
einer Laus bis in das Phloëm einer Kartoffelpflanze sichtbar ist.



Fig. 12

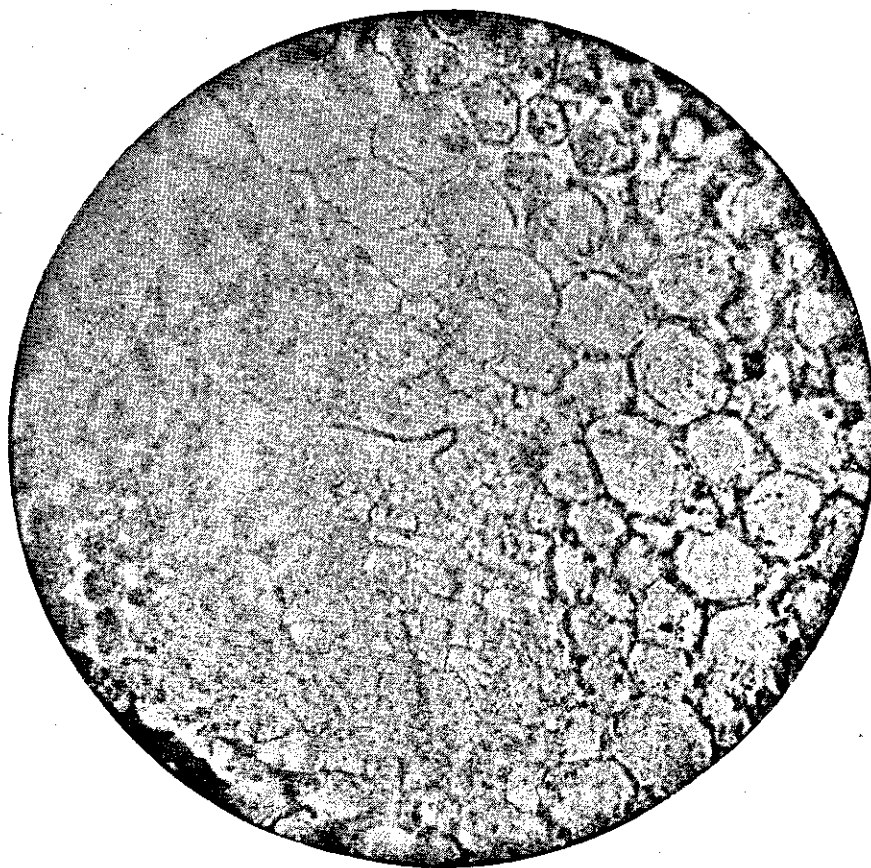


Fig. 13

PLAAT VII

Fig. 15. In 1919 stonden te Oostwold, Ferwerd, Wageningen en Borgercompagnie rijen gezonde Paul Krügers als de vier armen van kruisen rondom een centrum van zieke Bravo's. In de figuur zijn de planten, welke in 1920 een grooter of kleiner percentage zieke nakomelingen opgeleverd hebben, door een voor een grooter of kleiner gedeelte zwart gemaakte cirkel aangegeven.

Fig. 15. I/J 1919 stonden in Oostwold, Ferwerd, Wageningen und Borgercompagnie Reihen Kartoffelpflanzen der Sorte Paul Krüger wie die vier Arme eines Kreuzes um ein Zentrum kranker Bravo's herum. In der Figur sind Pflanzen welche i/J. 1920 eine grössere oder geringere Zahl kranker Abkömmlinge erzeugt haben, durch Zirkel angedeutet, welche zum Teile schwarz gefärbt sind.

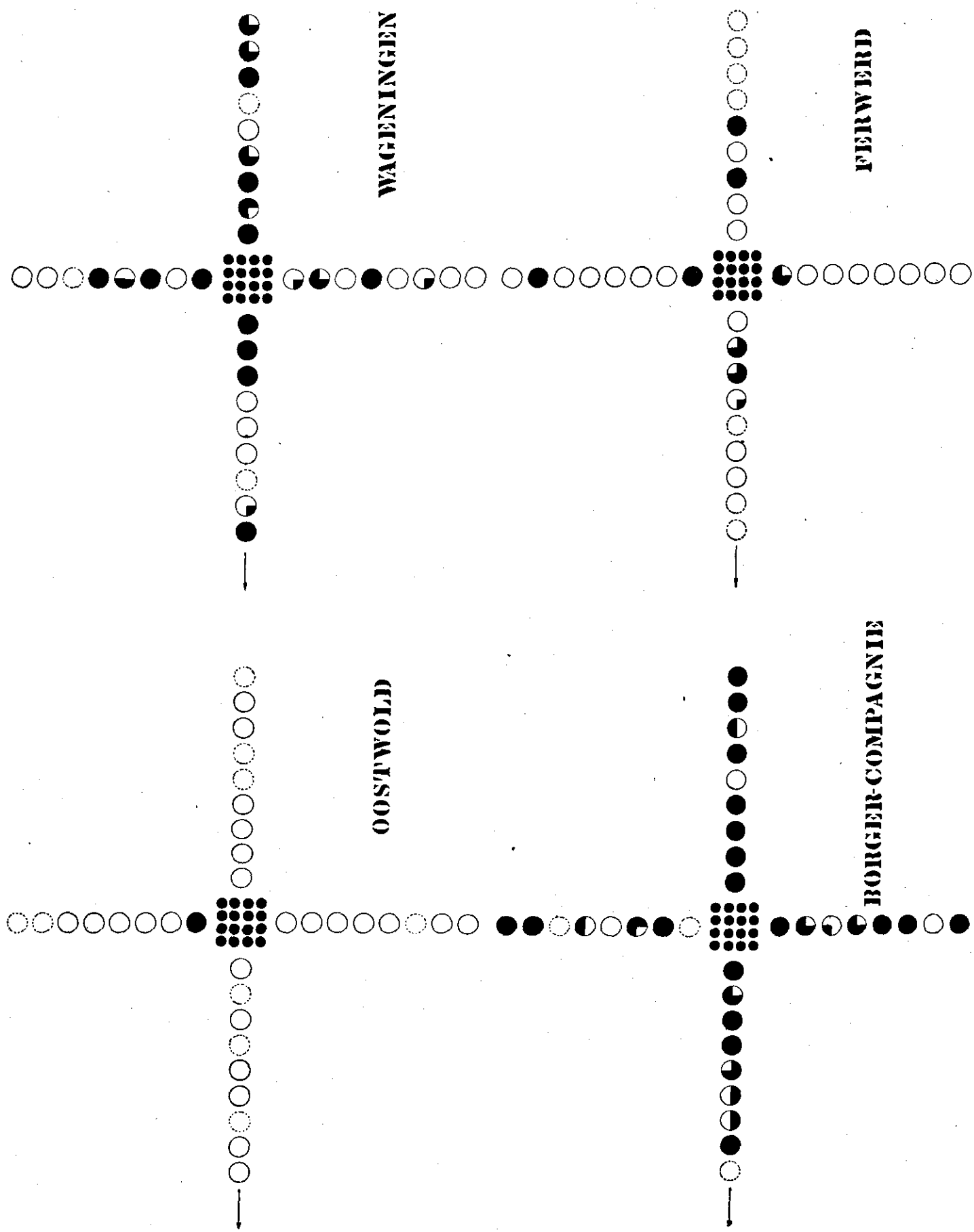
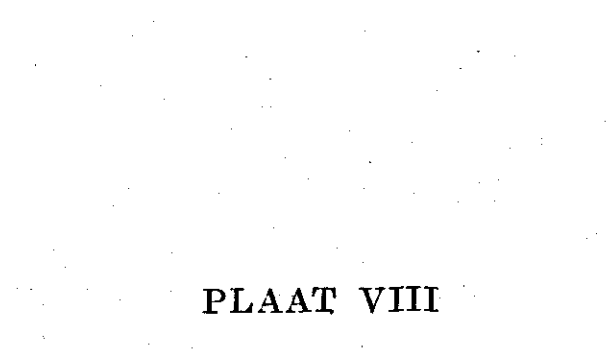


Fig. 15



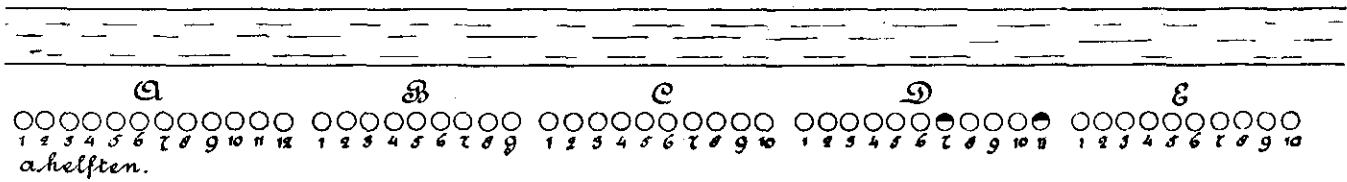
PLAAT VIII

Fig. 16. De planten A₁ a, A₂ a, enz. waren slechts door een sloot van een ziek aardappelveld gescheiden. De planten A₁ b, A₂ b enz. zijn bovendien nog van dit veld gescheiden door een vijftig meter breed roggeveld. De planten, welke ten deele zieke nakomelingen hebben opgeleverd, zijn in de figuur aangegeven door gedeeltelijk zwart maken van een cirkeltje. (D₇ a, D₁₁ a en D₉ b).

De mozaiekziekte is aangegeven door een arceering. (A₁₂ b).

Fig. 16. Die Pflanzen A₁ a, A₂ a u.s.w. waren nur durch einen Graben von einem Felde mit kranken Kartoffeln getrennt. Die Pflanzen A₁ b, A₂ b, u.s.w. sind ausserdem von diesem Felde durch ein 50 M. breites Roggenfeld getrennt. Die Pflanzen, welche zum Teile kranke Abkömmlinge erzeugt haben, sind in der Figur durch eine, zum Teile schwarz gefärbte Scheibe angedeutet (D₇ a, D₁₁ a en D₉ b). Die Mosaikkrankheit ist durch eine Schraffierung bezeichnet (A₁₂ b).

Aardappelen.



Rogge.

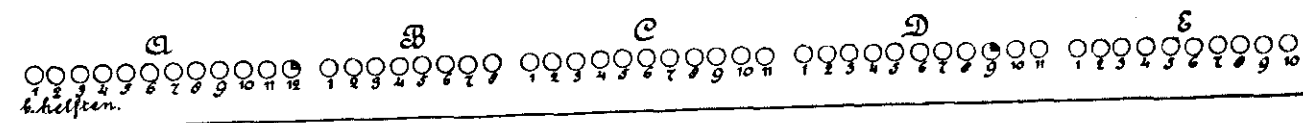


Fig. 16

STELLINGEN.

1. Uniforme internationale regelingen betreffende arbeidstijden en arbeidsloonen kunnen gevaarlijk worden voor de welvaart van een land als Nederland, dat weinig mineralen bezit en waar de productiviteit van den arbeid in het landbouwbedrijf betrekkelijk gering is tengevolge van de dichtheid der plattelandsbevolking.
2. Indien groote groepen arbeiders, buiten het landbouwbedrijf werkzaam, er in slagen hunne loonen voortdurend op te drijven, zonder dat hunne arbeidsprestatie stijgt, zal de hogere levensstandaard, welke deze arbeiders bereiken, gepaard gaan met eene daling van den levensstandaard van landbouwers en landarbeiders.
3. Het thans bestaande loonstelsel, waarbij de landarbeider geen rechtstreeks belang heeft bij de financieele uitkomsten van het bedrijf, leidt op den duur tot vermindering der productie.
4. De ondeelbaarheid der vaste goederen in de provincie Groningen, welke een gevolg is van het beklemrecht, belemmert het ontstaan van betere sociale verhoudingen ten platten lande.
5. In tegenstelling met de door TREUB, in de memorie van toelichting betreffende het wetsontwerp tot regeling der grondbelasting, gehuldigde opvatting, moet de grondbelasting op de ongebouwde eigendommen worden beschouwd als eene heffing, waarvan het bestaansrecht uitsluitend voortvloeit uit het feit, dat ze er is, doch waarvan het bedrag niet om fiscale redenen mag worden gewijzigd.
6. Bij afsluiting van den invoer van voedingsmiddelen, zooals die gedurende een oorlog kan plaats hebben, behoort de regeering maatregelen te nemen, welke leiden tot vermindering van den veestapel en tot het scheuren van perceelen grasland, die voor den akkerbouw geschikt zijn.

7. Het stengelaaltje (*Tylenchus devastatrix* KÜHN) dat leeft in de roode klaver en het stengelaaltje dat voorkomt in haver, erwten en veldboonen gedragen zich als twee verschillende rassen.
8. Bij de bestrijding van kiemdoodende schimmels op zaai-granen verdient het gebruik van sublimaat (of sublimaat-derivaten) de voorkeur boven kopervitriool, mits men de groote hoeveelheden sublimaatoplossing, welke HILTNER en anderen voorschrijven, vervangt door kleinere hoeveelheden van grootere concentratie.
9. De beschadiging van het zaaizaad, welke kan plaats hebben bij het ontsmetten van het graan, door het om te scheppen met een kopervitriooloplossing, neemt, bij gebruik van eene gelijke hoeveelheid kopervitriool per hectoliter graan, af, naarmate de concentratie der oplossing sterker is.
10. Bij de veldkeuring van aardappelen en bij de pogingen tot het kweken van ziektevrij pootgoed moet rekening gehouden worden met de overbrenging door insecten van het contagium van de bladrolziekte en de mozaïekziekte, gedurende de groeiperiode.
11. De bladrolziekte en de mozaïekziekte vormen een zoodanig gevaar voor de aardappelcultuur, dat het als plicht van de regeering moet worden beschouwd, dat zij hulp verleent bij het zoeken naar de middelen om deze ziekten te bestrijden.
12. Het belang van den landbouw in Nederland wordt niet gediend door het geven van landbouwhoogeronderwijs aan meer dan eene onderwijsinrichting.