

NEDERLANDSCHE PLANTENZIEKTENKUNDIGE (PHYTOPATHOLOGISCHE) VEREENIGING.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

**IR. N. VAN POETEREN, PROF. DR. W. K. J. ROEPKE EN
PROF. DR. JOH.^A WESTERDIJK**

37e Jaargang

2e aflevering

Februari 1931

ONDERZOEKINGEN OVER ONTGINNINGSZIEKTE

DOOR

DR. E. BRANDENBURG

Sinds ELEMA (2) 1920 de aandacht vestigde op de eigenaardige ziekteverschijnselen bij haver, voorkomende op de nieuw in cultuur gebrachte heidegrond in de provincie Drente en aan deze ziekte den naam gaf van „Ontginningsziekte” is deze benaming min of meer tot een vanzelfsprekend begrip geworden.

Wij weten nl. door onderzoekingen van HUDIG & MEYER (4, 5, 9 en 10) dat het hierbij om een zgn. bodemziekte gaat, die door gebruik van compost of kopersulfaat krachtig bestreden kan worden.

De graansoorten zijn bijzonder gevoelig voor de ontginningsziekte, alsmede sommige grassen, erwten, paardebonen en voederbieten: minder gevoelig daarvoor zijn aardappelen.

Als typisch ziekteverschijnsel voor granen gelden witte bladtoppen, sterke remming van den groei, het lang groen blijven van de halmen en geringere vorming van graankorrels; voor peulvruchten; geringe zaadvorming in de normaal uitgegroeide peulen, somtijds slechte groei en volgens SMITH (11) verdroging van de oude bladeren.

Bij bieten is tot nog toe geen eigenlijk ziektebeeld geconstateerd er wordt alleen van slechten groei gesproken.

Niettegenstaande het HUDIG & MEYER gelukte in het kopersulfaat een uitstekend werkend bestrijdingsmiddel te vinden tegen deze „bodemziekte”, bleef de eigenlijke oorzaak onopgehelderd. In hun laatste publicatie (5) 1926 zijn zij tot de meening gekomen, dat de ontginningsziekte een bodemziekte is, waarvan de oorzaak in een of andere grondgesteldheid gezocht moet worden, waarbij de zwarte humus de hoofdrol zou spelen.

Of nu, zooals bij andere bodemziekten, de „Veenkoloniale” en de „Hooghalensche” ook hier de physiologische evenwichts-verhoudingen verstoord zijn, is een open vraag gebleven. Dikwijls leek hun dit laatste het geval te zijn, maar ook vaak werd hun aandacht op biologische omstandigheden gevestigd.

De vraag naar de eigenlijke oorzaak wordt eerst door SMITH (11) in zijn dissertatie als onderwerp van verdere onderzoekingen gesteld.

Hij extraheert „gliede” en zieken grond met heete alcohol en isoleert hieruit een organische stof „gliedine” genoemd, waarmee hij meent de ontginningsziekte bij erwten en haver te kunnen verwekken; tegelijkertijd isoleert SMITH nog een andere stof uit den zelfden grond, die bij haver de „veenkoloniale haverziekte” veroorzaakt. Hij neemt aan, dat onder bijzondere omstandigheden uit de, in zwarte humus omgezette plantenresten der heide-vegetatie, gliedine ontstaat.

Deze stof wordt door de planten opgenomen, werkt in kleine hoeveelheden stimuleerend op den groei, in grootere hoeveelheden sterk toxisch voor het weefsel en brengt het tot afsterven (witte toppen bij haver, verdroogde bladeren bij erwten).

De oorzaak der ontginningsziekte is dus volgens SMITH een zuiver physiologische en hij legt er den nadruk op, dat micro-organismen niet als directe oorzaak van de ziekte mogen worden aangenomen, omdat een normale sterilisatie een ontginningszieken grond niet gezond kan maken. De sterilisatie schijnt echter toch niet altijd zonder resultaat geweest te zijn, want op een andere plaats in zijn boek wordt vastgesteld, dat een minder zieke grond door sterilisatie geheel genezen is, terwijl een zwaar zieke grond slechts gedeeltelijk gezond werd.

Dit resultaat wordt volgens SMITH verklaarbaar, doordat in het eerste geval alle gliedine verdampte; deze was nl. in geringe hoeveelheid in den grond aanwezig; uit den anderen grond verdampde slechts een deel.

Op verdere bijzonderheden van dit werk zal ik nog in den loop van dit geschrift terugkomen en zij zullen met de door ons verkregen resultaten vergeleken worden.

Bij een herhaling van de proeven van SMITH, welke door TACKE (12) bij het Moor-Versuch Station in Bremen werd verricht, werden niet de zelfde uitkomsten verkregen. Ofschoon de zelfde grondmonsters onderzocht werden en de zelfde methode gevolgd werd, gelukte het dezen onderzoeker niet, de giftige kristallijne stof af te scheiden; evenmin konden zij een schadelijken invloed van de uit de alcoholische oplossing neergeslagen stoffen bij haver vaststellen. Hierbij moet nog vermeld worden, dat te Bremen bij

potproeven met grond van zieke velden geen ziektesymptomen bij haver optraden en dientengevolge ook geen genezing door kopersulfaat waargenomen kon worden, niettegenstaande de haver op dienzelfden grond buiten, ziek was geweest.

De laatste onderzoeken over de ontginningsziekte werden door JØRGENSEN (8) in Denemarken uitgevoerd, die over het algemeen een bevestiging geven van de bevindingen van HUDIG & MEYER en SMITH in Holland, voor zoover het om de genezende werking van kopersulfaat gaat. Ook JØRGENSEN heeft proeven over den invloed van sterilisatie genomen en komt, in tegenstelling met SMITH, tot het resultaat dat stoomsterilisatie zieke gronden volkomen gezond maakt en dat haar werking gelijk is aan die van kopersulfaat.

De door hem geprobeerde andere fungicide middelen brachten in de toegepaste concentraties wel een kleine verbetering in den groei, doch geen volkomen genezing, en JØRGENSEN is eveneens geneigd de oorzaak der ziekte te wijten aan een of ander giftig organisch bestanddeel van den grond, dat door verhitting en door kopersulfaat onwerkzaam (ontleed of onoplosbaar) wordt.

Het is opvallend, dat bij al deze onderzoeken het probleem van de ontginningsziekte uitsluitend vanuit chemisch-fysiologisch gezichtspunt behandeld is en de zieke bodem overwegend tot onderwerp van het onderzoek gemaakt wordt. Hierop berust ook het feit, dat, afgezien van de zeer opvallende ziekteverschijnselen bij het graan, de symptomen bij de andere gewassen zoo weinig uitvoerig bekend zijn. Op grond hiervan leek het wenschelijk de ontginningsziekte uit phytopathologisch oogpunt te beschouwen en daarbij als uitgangspunt te nemen de zieke planten en hare symptomen. Daar het hier een uit den bodem voortkomende ziekte betreft moest vóór alles aan de wortelontwikkeling groote aandacht geschonken worden.

Uitgangspunt voor de navolgende onderzoeken was de in het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten” gedane waarneming, dat dikwijls in de wortels van de haver op zieken grond Phycomyceten te vinden zijn. Buitendien vindt men in het werk van SMITH de opmerking, dat de wortels van zieke planten een bruin verschrompeld uiterlijk hebben en zeer bros zijn en bij het uittrekken gemakkelijk afscheuren. Het weefsel is tot op den centraalcylinder voor het grootste gedeelte afgestorven. SMITH schijnt echter deze zieke wortels niet verder onderzocht te hebben; er wordt tenminste niets gezegd over het voorkomen van zwammen in de wortels; hij schrijft echter de bruine verkleuring aan den invloed van „gliedine” toe.

PROEFOPSTELLING

In overeenstemming met de aan de onderzoeken ten grondslag liggende vraag, in hoeverre wortelparasieten (Phycomyceten) als directe oorzaak van de ontginningsziekte aangezien kunnen worden, werd de navolgende indeeling der proeven gemaakt:

1. Vaststelling van de ziekteverschijnselen aan loof en wortels op ontginningszieken bodem.
2. Isolatie van de in zieke wortels voorkomende Phycomyceten.
3. Infectie-proeven met de geïsoleerde zwammen als bewijs harer pathogeniteit en vergelijking van de hierbij optredende ziekteverschijnselen met de symptomen op ontginningszieke gronden

De voor deze proeven genomen zieke grond was in hoofdzaak afkomstig van de proefvelden in Lunteren en Hupsel van den Rijkslandbouwconsulent Ir. CLEVERINGA, dien ik hierbij mijn hartelijken dank zeg voor de hulp, die ik steeds van hem mocht ontvangen. Voorts werd nog een grondmonster uit Roekel voor proeven met haver gebruikt teneinde den invloed van sterilisatie bij het optreden van de ziekte vast te stellen.

De isolaties van de Phycomyceten uit de zieke wortels van verschillende planten hadden als volgt plaats:

Kleine stukjes wortel werden grondig met steriel water afgespoeld, tusschen filtreerpapier wat gedroogd en op havermoutagar uitgelegd. Zeer geschikt bleek hiervoor te zijn een ietwat zure voedingsbodem van pH 6. Tengevolge van de fijnheid der worteltjes was een uitwendige desinfectie niet mogelijk, zonder gelijktijdig ook de zwam in de wortel te beschadigen, zoodat bij deze methode natuurlijk dikwijls naast de eventueel werkelijke veroorzakers van het wortelrot, ook talrijke secundaire parasieten of in de afgestorven wortels saprophytisch levende Phycomyceten geïsoleerd werden. Om dit zooveel mogelijk te vermijden, bleek het, vooral bij haver zeer gewenscht, de nog weinig aangestaste deelen te gebruiken. Vooral bleek het noodig uitdrogen van de wortels, nadat ze uit den grond gehaald waren, te voorkomen. Bij voederbieten gelukte het op deze manier dikwijls, b.v. bij 10 uitgelegde stukjes wortel, 7 tot 8, soms zelfs 10 maal de bewuste zwam te isoleeren. Overigens werden de cultuurmethoden gevolgd zooals die in het Laboratorium „W. C. Scholten” gebruikelijk zijn.

Eerst hadden wij het voornemen slechts de ontginningsziekte van haver bij het onderzoek te betrekken, omdat de symptomen in de tot nog toe hierover verschenen werken, het uitvoerigst beschreven zijn. Nadat echter de eerste voorproeven met haver aantoonde, dat wortelparasieten waarschijnlijk als directe oor-

zaak van deze „bodemziekte” op den voorgrond traden, bleek het om verschillende redenen noodzakelijk, ook de andere gewassen, zooals voederbieten, erwten en boonen, ter vergelijking erbij te nemen. Het werken met graan bood, vooral door de fijnheid van de wortels, groote moeilijkheid met betrekking tot de juiste waarneming van het verloop der infectie. Vergelijking met planten met dikkere wortels leek meer kans op resultaten te zullen geven.

Buitendien deed zich bij de haver de moeilijkheid voor, om in potcultuur met zieken grond hetzelfde typische ziekteverschijnsel te verkrijgen als bij de planten op het bewuste veld, waarvan de grond voor deze proeven gebruikt was. Daarom moesten de bestaande tegenstrijdigheden opgehelderd worden, alvorens, — met de, uit de zieke haverwortels geïsoleerde *Phycomyceten* — tot infectie-proeven op grootere schaal overgegaan kon worden.

Aan deze bijzondere omstandigheden is het te wijten, dat de onderzoekingen over de ontginningsziekte bij haver nog niet tot volledige resultaten geleid hebben, zooals wel het geval was met betrekking tot die andere gewassen, voederbieten, erwten en paardebouwen.

I. ONDERZOEKINGEN AAN HAVER

a. Voorproeven over de algemeene wortelontwikkeling bij haver op ontginningszieken bodem.

In de eerste plaats was het noodzakelijk vast te stellen hoe de algemeene wortelontwikkeling van haver op zieken bodem is en deze te vergelijken met de op gesteriliseerden en met koper-sulfaat behandelde grond om zodoende een aanknoopingspunt te verkrijgen of de symptomen aan de bladeren werkelijk in nauw verband staan met de verkleuring van het wortelsysteem.

Bij de allereerste proeven, die in bloempotten genomen werden, was reeds 10 á 14 dagen na het opkomen van de haver in zieken grond, een lichtgele verkleuring van de wortels waar te nemen, die sterker werd bij de verdere ontwikkeling van de plant, waardoor de wortels gedeeltelijk afstierven, terwijl deze in de potten waaraan kopersulfaat was toegevoegd, slechts geringe en meer plaatselijke verkleuringen vertoonden. In de potten met gesteriliseerde zieken grond waren de wortels daarentegen volkomen gezond en zuiver wit. Datzelfde verschijnsel vertoonde zich ook in de grootere vegetatie-potten aan de wortelkluiten, die drie maanden na het uitzaaien onderzocht werden.

Teneinde de wortelontwikkeling beter te kunnen nagaan, werd in den loop van den zomer dezelfde proef nogmaals in groote

75 cm hoge wortelkasten aangezet met een zeer zieken grond uit Roekel. Ook hier werd vergeleken de ontwikkeling op zieken gesteriliseerden, en met CuSO_4 (100 kg ha) behandelde bodem.

In het begin trad geen verschil in de ontwikkeling op, in alle drie kastjes groeiden de primaire wortels normaal.

Drie weken na de opkomst begonnen de wortels in de onbehandelde aarde zich duidelijk geel-bruin te kleuren, terwijl boven den grond nog geen veranderingen waargenomen konden worden.

Opvallende verschillen traden op toen in de kastjes met gesteriliseerden grond en die met toevoeging van CuSO_4 secundaire wortels gevormd werden; de wortels in de zieke aarde waren reeds erg bruin geworden, de planten vormden slechts weinig secundaire wortels en ook deze werden zeer spoedig bruin. Vanaf dit tijdstip bleven de planten in ontwikkeling achter en vertoonden zich aan de bladeren de typische witte punten. De afbeelding 2 geeft den stand der ontwikkeling negen weken na het opkomen weer. De wortels in het middelste kastje (zieke grond) zijn al zóó bruin, dat zij nauwelijks van den grond te onderscheiden zijn. Later stierf de plant links in het middelste kastje geheel af, terwijl de beide andere in de ontwikkeling gestuit werden en talrijke zijtakjes vormden. Daar deze proef pas in begin Juli aangezet werd, kon de ontwikkeling van de planten niet tot het einde toe vervolgd worden. Uit het resultaat kon echter met zekerheid de conclusie getrokken worden, dat het optreden van de ziekte-symptomen aan de bladeren van de haver, door een ziekte van het wortelsysteem voorafgegaan wordt of wel parallel daarmee verloopt, zoodat beide met elkaar in nauw verband moeten staan.

Het microscopische onderzoek van de wortels bij den aanvang van de bruine verkleuring toonde in de meeste gevallen aan, dat deze door Phycomyceten-mycelium doorgroeid waren en zeer veel oögoniën bevatten. Opvallend was, dat bij deze geïnfecteerde wortels bijna regelmatig de centraalcylander veel sterker bruin gekleurd scheen dan het parenchym, vaak liep deze verkleuring van den centraalcylander in een wortel hoog door, zelfs in een enkel geval tot in het onderste lid van de halm. Ook in dwarsdoorsneden van het hypocotyl en van het eerste internodium kon een verkleuring van de vaten, resp. verstopping met bruine gommassa's waargenomen worden. De verkleuringen waren steeds lokaal begrensd, d.w.z. zij bepaalden zich meest slechts tot enkele xyleem-vaten van één of meer vaatbundels. Hooger in den halm kon men deze afwijkingen niet meer vaststellen.

b. Resultaten van isolaties en infectieproeven.

Na microscopische onderzoeken gaf het den indruk, alsof

in de zieke haverwortels van verschillende bodems altijd de oögoniën van dezelfde *Phycomyceet* voorkwamen. Toch gaven de eerste isolaties tamelijk tegenstrijdige resultaten, omdat bijna uitsluitend *Pythium*soorten met anders gevormde oögoniën werden verkregen. Eerst nadat wortels, die juist aanvingen een bruine verkleuring te krijgen, voor deze isolaties gebruikt werden, kon met groote regelmatigheid deze zwam, — een *Aphanomyces*-soort — telkens geïsoleerd worden. Dezelfde zwam werd ook uit zieke haverwortels van vier andere ontginningszieke gronden gekweekt. In materiaal van den Noord-Hannoverschen geestgrond, waar de ontginningsziekte dikwijls veel voorkomt, kon eveneens dezelfde zwam in de wortels gevonden worden.

Zooals boven reeds gezegd, werden de wortels vóór het uitleggen niet gedesinfecteerd, zoodat bij deze isolatie-methode ook dikwijls andere zwammen geïsoleerd werden, zooals b.v. *Fusarien*, *Verticillium glaucum*, en andere. Deze traden echter meest dan op als de tot isolatie gebruikte haverwortels reeds ver afgestorven waren. De haverwortels uit den zieken grond uit Lunteren gaven bij 71 isolaties 50 maal dezelfde *Aphanomyces* species en buitendien twee verschillende *Pythium*soorten, *P. mamillatum* en *P. Debaryanum*.

Omdat de oögoniën van deze *Aphanomyces* spec. in vorm en grootte met die in de zieke haverwortels overeenstemden, was er aanleiding te vermoeden, dat deze zwam als de primaire parasiet beschouwd moest worden.

De eerste infectie-proeven waarbij niet alleen *Aphanomyces*, doch ook de beide *Pythien* op pathogeniteit onderzocht werden, verliepen echter tamelijk onbevredigend. Terwijl in de potten met de beide *Pythien* geen werkelijke beschadiging te constateeren viel, trad in de met *Aphanomyces* spec. geïnfecteerde potten in de eerste drie tot vier weken na de opkomst der plantjes sterke vermindering in groei op en ook later bleven deze duidelijk in ontwikkeling achter bij de contrôle-planten. Het typisch ziekteverschijnsel aan de bladeren bleef achterwege en de wortels waren eveneens niet zoo sterk bruin gekleurd, als dat bij de haver op zieken grond was waargenomen.

Iets anders verliepen infecties bij haver in watercultures. Hiervoor werden kleine planten, die juist het tweede blad gekregen hadden, op een voedingsoplossing (volgens v. d. CRONE) geplaatst en de primaire wortels met luchtmycelium geïnfecteerd. Na 8—10 dagen waren bij al deze 12 geïnfecteerde planten de primaire wortels zeer sterk bruin gekleurd en waren zij in groei, in vergelijking met de contrôle-planten, zeer achter gebleven. Ofschoon de jongere bladeren tijdelijk geelachtig gekleurd waren,

kwamen er geen witte afgestorven toppen aan de bladeren. Zoodra nieuwe gezonde wortels gevormd werden, herstelden de planten zich en ook de gele verkleuring bij de jonge bladeren verdween.

Een zeer typisch beeld gaven de geïnfecteerde primaire wortels: het schorsparenchym bevatte groote massa's *Aphanomyces* oögoniën, terwijl de centraalcylinder een opvallende bruine verkleuring vertoonde, die meestal zoo sterk was, dat zij reeds met het bloote oog kon worden waargenomen. Dit ziekte verschijnsel kwam in alle opzichten overeen met de aan wortels van zieken bodem gedane waarnemingen.

Doch op grond dezer gedeeltelijk negatieve, gedeeltelijk positieve resultaten van de infectie-proeven bij haver, kan nog niet met zekerheid gezegd worden of ook die typische symptomen van de ontginningsziekte aan de bladeren van haver op de werking van deze wortelparasiet terug te brengen zijn.

Uit het verloop van verdere onderzoekingen aan bieten, erwten en boonen, krijgt men echter den indruk, dat de gedeeltelijke mislukking dezer proeven enkel en alleen veroorzaakt wordt doordat de infectie-methode niet voldoende aanpast aan de biologie van de schimmel en dat, rekening houdende met hetgeen bij de andere planten verkregen is, het mogelijk zal zijn bij de infectie-proeven met deze *Aphanomyces* species, de typische symptomen van de ontginningsziekte volledig te voorschijn te roepen.

c. Het optreden van ziekte-symptomen bij haver in potproeven met verschillend behandelde zieken grond.

Na lezing van de publicaties van HUDIG & MEYER, SMITH en JØRGENSEN, krijgt men den indruk alsof de ontginningsziekte bij haver in potproeven met zieken grond altijd in denzelfden graad optreedt als onder natuurlijke omstandigheden op het veld, waarvan het monster genomen is.

Aan den anderen kant schrijven TACKE en zijn medewerkers (12) over proeven, waarbij zij in cultuurvaten met zieken grond geen ziekte van haver en daardoor alzoo ook geen genezende werking van kopersulfaat kunnen vaststellen.

Dergelijke tegenstrijdigheden met betrekking tot den graad van ziekte in veld- en potproeven, kwamen ook bij onze proeven tot uiting en het gelukte aanvankelijk niet de typische symptomen bij haver te voorschijn te roepen.

In den zomer van 1929 traden in potproeven met zeer zieken grond uit Lunteren, bij haver niet alleen geen ziekte-verschijnselen op, maar er kon ook geen bijzondere werking van kopersulfaat vastgesteld worden. Op de niet behandelde perceelen van de proefvelden daarentegen, stierven die planten gedeeltelijk af en

de met kopersulfaat of compost behandelde perceelen leverden een volkomen gezond gewas op. Deze tegenstrijdigheden tusschen veld- en potproeven waren des te meer onbegrijpelijk, omdat op anderen grond uit Roekel, die eveneens bij de bovenvermelde proeven in wortelkastjes gebruikt werd, de haver zeer ziek werd en zooals te verwachten was door behandeling met kopersulfaat (100 kg ha) en sterilisatie (2 uur bij 1 atm.) de planten op dezen grond volkomen genezen waren.

Daar de voorwaarden voor het nemen van deze proef in beide gevallen, afgezien van de verschillende grootte der vaten, volkomen dezelfde waren, moest de oorzaak voor deze tegenstrijdige resultaten in een verandering van den grond vóór het vullen in de vaten gezocht worden. Daar de grond uit Lunteren slechts van de bovenste oppervlakte van den akker werd genomen, was deze aarde iets uitgedroogd in tegenstelling met den grond uit Boekel, die 30 & 40 cm diep uit den grond genomen werd.

Verdere opheldering over de vraag, of werkelijk een tijdelijk uitdrogen van den grond van invloed op de ziekte van de haver is, gaf echter een in dit jaar aangezette proef met een nieuw grondmonster uit Lunteren.

De proef, waarbij gelijktijdig de invloed van Uspulun, kopersulfaat en formaline zou worden nagegaan, werd als volgt uitgevoerd: vijf proefserie's, ieder bestaande uit 4 cultuurlpotten à 7 liter, werden met elkaar vergeleken:

1. onbehandeld
2. „ 300 mg CuSO_4
3. „ 1 liter 0,25% Uspulun
4. „ 1 liter 1% formaline
5. „ aarde in de buitenlucht gedroogd.

Om elken schadelijken invloed van de formaline op den plantengroei buiten te sluiten, werd de behandelde grond, na twee dagen aan formaline te zijn blootgesteld, eveneens in de buitenlucht gedroogd. Na droging werd het vochtgehalte van den grond in alle reeksen op dezelfde hoogte gebracht. Ofschoon de haver op den onbehandelden grond niet in dezelfde mate ziek werd als op het veld, werd deze toch niet normaal rijp en de pluimen bleven voor het grootste gedeelte leeg. In alle andere reeksen traden geen ziekteverschijnselen duidelijk aan het licht, de werking van de Uspulun-oplossing was niet zoo goed als die van 300 mg CuSO_4 , dat eveneens opgelost in water aan den grond was toegevoegd. Opvallend was de gunstige invloed door eenvoudig droogmaken van den grond in de buitenlucht en formaline-behandeling. Beide reeksen waren in ontwikkeling bijna even ver, doch daar de

grond van de formaline-reeks na de behandeling eveneens gedroogd werd, kon niet met zekerheid gezegd worden of de ietwat betere groei van deze reeks aan werking van de formaline of aan het drogen toe te schrijven was.

Daar het zaad door vogels werd weggehaald, was een vergelijking van de opbrengst niet mogelijk, zoodat kleine verschillen in reeks 4 en 5 niet nagegaan konden worden. Op grond van het verschil in groei (Pl. II afb. 3) en den uiterlijken gezondheidstoestand kon echter met zekerheid worden vastgesteld, dat naast kopersulfaat ook Uspulun een gunstige werking uitoefent en vooral, dat eenvoudig drogen van den grond in de buitenlucht de zelfde genezende werking uitoefent als kopersulfaat. Of wij met betrekking tot het drogen slechts met een tijdelijke genezing van den grond te doen hebben, kon op grond van de 1-jarige proeven niet uitgemaakt worden. Door deze eigenaardigheden van den zieken grond wordt echter het vaak optreden van tegenstrijdigheden tusschen veld- en potproeven verklaard.

II. ONDERZOEKINGEN AAN VOEDERBIETEN

a. *Ziekteverschijnselen op het veld te Hupsel in 1929.*

Volgens de waarnemingen van HUDIG & MEYER (5) moeten bieten, in tegenstelling met haver, op ontginningszieken grond geen bijzondere ziekteverschijnselen vertoonen, doch deze zijn te herkennen aan den slechten groei; dit euvel kan door gebruik van kopersulfaat opgeheven worden.

Door bemiddeling van den Rijkslandbouwconsulent, Ir. CLEVERINGA, was het mogelijk in den zomer van 1929 een met voederbieten beplant ontginningsziek proefveld in Hupsel-Eibergen te onderzoeken. Bij aanschouwing van dit veld in begin Augustus was het volgende verschijnsel op de niet-behandelde perceelen waar te nemen: de stand van de bieten was tamelijk ongelijk, naast normale planten stonden vele kleine ongelukkige exemplaren, waarvan de bladeren een eigenaardig lichtgroene verkleuring vertoonden, terwijl de groote bladnerven en ook de fijnste uitloopers daarvan donkerder gekleurd waren. De totale indruk was, dat de kleur levendiger was, dan bij die van de gezonde planten. De oudere bladeren waren dikwijls afgestorven.

■ Bovendien kwam bij het doorsnijden van de bieten aan het licht, dat de vaten bij de sterk aangetaste planten bruin verkleurd waren en wel het ergst in de onderste deelen van de hoofdwortels. Bij enkele exemplaren liep deze vaatverkleuring de geheele biet door, zoodat dit verschijnsel bij het doorsnijden erg opvallend was; in andere gevallen waren alleen enkele vaatbundels ziek geworden.

Daar het te Hupsel om een proefveld met kopersulfaat ging, konden ook gelijktijdig gezonde bieten van de met kopersulfaat behandelde perceelen onderzocht worden; bij deze waren echter niet zulke vaatverkleuringen op te merken.

Het microscopisch onderzoek van versch gemaakte coupes toonde aan, dat de houtvaten grootendeels met zgn. wondgom gevuld waren, dikwijls bleken alleen de celwanden gedesorgeriseerd te zijn. Bovendien waren de aangrenzende parenchymcellen vaak verschrompeld en bruin verkleurd, terwijl het weefsel op groteren afstand, evenals het phloëm normaal en onveranderd was. Bij den oogst werden nog een groot aantal bieten op vaatverkleuring onderzocht en bij het onderzoek werd duidelijk vastgesteld, dat dit symptoom ten nauwste verband houdt met den slechten groei van de bieten.

b. Resultaten van isolaties en van infectie-proeven.

Om nu met zekerheid uit te maken of het ziekworden van de vaten op de aanwezigheid van een vaatparasiet berustte, werden stukjes zieke bieten na uitwendig gedesinfecteerd te zijn met sublimaat of formaline, steriel in stukjes gesneden en op verschillende zwam- en bacterie-voedingsbodems uitgelegd. In alle schalen groeiden uit deze stukjes slechts bacterie-kolonies van eenzelfde type, terwijl uit de bruin verkleurde zijwortels van deze bieten een zwam (*Pythium spec.*) met gladde oögoniën geïsoleerd werd. Daar uit de bieten met bruine vaten altijd uitsluitend bacteriën geïsoleerd werden, rees het vermoeden, dat deze bacteriesoort de verwekker van de ziekte was.

De met deze bacterie-culturen genomen infectieproeven bij bietenplanten, die ca. 8 weken oud waren, (door toevoeging van een bacterie-suspensie in den grond) verliepen echter zonder resultaat. Toen na 14 dagen geen ziekteverschijnsel was opgetreden, werd de helft van de potten, zoowel die met — als die zonder bacterie-toevoeging — met de uit de zijwortels geïsoleerde *Pythium*soort geïnfecteerd.

Het toevoegen van deze schimmel geschiedde om de bacteriën het indringen in de vaten eventueel te vergemakkelijken. In geval wij werkelijk met een speciale vaatbacterie te doen zouden hebben, zou niet zonder meer aangenomen behoeven te worden, dat deze in de onbeschadigde wortels zou kunnen indringen.

Het resultaat was verrassend; reeds na vier dagen hadden de meeste planten in potten met *Pythium* slappe bladeren en zelfs leek het in den beginne alsof de planten in potten met schimmel en bacteriën zieker waren, dan in die met de schimmel alleen. Toen drie weken na infectie de zieke planten verder onderzocht

werden, hadden alle planten in de potten met schimmel-toevoeging bruine vaatverkleuringen, die in elk opzicht het ziekteverschijnsel duidelijk weergeven, zooals dat op het veld te Hupsel was waargenomen. Verdere infectie-proeven met *Pythium* alleen gaven steeds hetzelfde verschijnsel; eerst het slap worden en afsterven van oudere bladeren, eigenaardige mozaiek-achtige verkleuring tusschen de bladnerven in de jongere blaadjes en bruine verkleuring van de vaten in de bieten. Door deze voorloopige infectie kon echter nog niet bewezen worden, hoe tenslotte het ziektebeeld ontstaat, omdat de gebruikte schimmelculturen aanvankelijk niet bacterie-vrij waren en zodoende de inwerking van de beide organismen niet uit elkander gehouden kon worden.

Bacterie-vrije cultures van de zwam werden door herhaald overenten op drooggemaakte voedingsbodem verkregen, en wel op zure havermost (pH 6). Het bleek doelmatig de petrischalen met voedingsbodem zoolang te laten staan tot het condensatiewater verdampt en de oppervlakte van de agarplaat even aangedroogd was. Werd de schimmel eenige malen in zulke schalen overgeënt, dan bleek zij bacterievrij te zijn. Voor controle werd de schimmel nog in peptonwater, mostextract en op gelatineplaten overgeënt, doch er was dan geen bacteriegroei te constateren, en de voedingsvloeistoffen bleven volkomen helder.

De met deze bacterie-vrije cultures op bieten in watercultuur verrichte infecties gaven de zekerheid, dat de zwam alleen in staat is, de vaatverkleuringen met het daarbij gepaard gaande ziekteverschijnsel van de bladeren, te voorschijn te roepen en dat de uit de bieten geïsoleerden bacteriën niet in verband staan met het optreden der ziekteverschijnselen.

c. *Infectie-proeven met Pythium-reincultures en de daarmee verkregen ziekte-symptomen aan voederbieten.*

Nadat vastgesteld was, dat de aan de bladeren en bieten waargenomen symptomen alleen aan de inwerking van een wortelparasiet geweten kan worden, scheen het noodzakelijk, de enkele stadia der infectie nauwkeurig na te gaan en daaruit den aard der ziekte met hare typische kenteekenen op te maken.

In de beschrijving van de volgende infectie-proeven is er vanaf gezien, deze elk afzonderlijk te vermelden en de verschillende data in den vorm van tabellen weer te geven. Tijdens de onderzoekingen werden zoowat 400 bietenplanten (gele Eckendorfer) van verschillende leeftijd geïnfecteerd, zoodat de conclusies, uit de diverse waarnemingen getrokken, berusten op omvangrijk materiaal. Bij deze proeven werden telkens 12 tot 15 planten geïnfecteerd, terwijl 8 tot 10 bieten voor controle onbehandeld bleven. Het infecteeren van de bieten vond zoowel in watercultuur als in ge-

steriliseerden en gewonen zandgrond plaats. In het eerste geval werden meestal planten van 4—6 weken oud op de door v. d. CRONE ¹⁾ aangegeven voedingsoplossing gezet en 10 á 14 dagen later op deze wijze geïnfecteerd dat vlokjes lucht mycelium met de entnaald op de onbeschadigde bietenwortels werden gelegd.

Bij de andere infecties werd, nadat de bieten reeds flink gegroeid waren, de bovenlaag van de aarde voorzichtig uit de potten genomen zonder de planten al te veel los te maken. Daarna werd de schimmel met den voedingsbodem of slechts het mycelium van culturen in voedingsvloei-stof aan de aarde toegevoegd. Daarbij kon niet altijd voorkomen worden, dat de wortels iets beschadigd werden, maar de ervaring heeft geleerd, dat deze bijkomstigheid geen invloed heeft op het verloop der infecties. Overigens werd de grond goed vochtig gehouden om een flinken groei van de schimmel te verkrijgen.

Infecteert men bieten die ca. 8 weken oud zijn, dan krijgt men in de oudere bladeren als eerste verschijnsel van de infectie (na ongeveer twee dagen) een donkere verkleuring van de uiterste vertakking der bladnerven; bij doorschijnend licht is dit zeer duidelijk te zien! Als een fijn netwerk worden de laatste vertakkingen van de nerven zichbaar en steken duidelijk bij het iets lichter geworden bladweefsel af, terwijl zij in een gezond blad niet zichtbaar zijn (Pl. II afb. 5). De kleur is niet meer donkergroen maar iets meer olijfgroen. Meestal volgt op deze symptomen het slap worden van het blad; dit wordt langzamerhand geel en sterft af. Soms komt het voor, dat de donkere verkleuring van de fijne bladnerven niet zoo duidelijk te zien is; Er is dan slechts een verwelking van de bladeren te constateeren. Uitgezonderd de allerjongste blaadjes kan een voorbijgaand verwelken ook op de andere bladeren overslaan, doch deze herstellen zich na eenigen tijd en worden weer turgescens.

Hoe snel de infectie verlopen kan, is te zien uit een proef op 29 Mei genomen:

Drie potten met elk drie planten van ca., 12 cm, om 1 uur n.m. geïnfecteerd.

Den volgenden dag, 5 uur n.m., dus na 28 uur, waren in een pot reeds enkele bladeren verwelkt en kon men de typische verkleuringen van de kleine bladnerven reeds zien, terwijl in de beide andere potten die typische verkleuring eerst alleen zichtbaar was, zonder dat het slap worden der bladeren was waar te nemen. In eenige andere proeven kon het optreden van de eerste symptomen

¹⁾ Voor een normale ontwikkeling der bieten in watercultures is een toevoeging van 0,5 mg. H_2BO_3 en — 1 mg $MnSO_4$ p. liter voedingsoplossing noodzakelijk.

reeds na 24 uur waargenomen worden.

Het maakt geen verschil of het bieten in watercultuur of in aarde betreft. In beide gevallen treden in het begin de zelfde symptomen op. Doch later is de verdere ontwikkeling van de planten in watercultuur een andere, zoodat deze voor het waarnemen van het verdere ziekteverloop aan de bladeren, niet zoo geschikt is, als die in grondecultuur.

Is de infectie niet zoo sterk, dat de planten na enkele dagen afsterven, doch alleen de oudere bladeren, dan herstellen zij weer wat na 8—14 dagen en gaan verder groeien, al is het dan ook niet op de wijze van een gezonde plant. De bladeren, die nu bijgroeien zijn echter veel lichter en ongelijkmatig van kleur. Het bladweefsel tusschen de kleine nerven is lichtgroen of geelachtig gekleurd, terwijl de nerven zelf in een smalle strook daarnaast donkergroen lijken. De oppervlakte van de bladeren is eenigszins oneffen, daar de lichtgekleurde deelen dikwijls iets ingezonken en necrotisch zijn en in groei achterblijven. Bij de verdere ontwikkeling sterven de lichtere deelen meestal geheel af en drogen perkament-achtig in. Typisch hierbij is, dat de necrotische deelen altijd op zekeren afstand tusschen de bladnerven ontstaan, óf als groote samenhangende plekken tusschen de groote zijnerven, óf als kleine vlekken tusschen de bladnerven zooals dit op de afbeeldingen te zien is (Pl. II afb. 4 en Pl. III afb. 7 en 8). Het duidelijkst komen deze symptomen voor den dag aan de bladeren, die na geslaagde infectie verder uitgegroeid zijn.

In nauw verband met dit uiterlijk ziektebeeld staan nu de veranderingen in de planten en aan de wortels. Op het moment waarop aan de bladeren de eerste symptomen der infectie zichtbaar worden, heeft de zwam zich nog niet sterk uitgebreid in de zijwortels, zoodat uiterlijk nauwelijks verandering is waar te nemen. Na enkele dagen echter is het bruin worden van de geïnfecteerde wortels duidelijk te zien. Opvallend daarbij is de sterke verkleuring van de houtvaten in de wortels, die door de geheele biet lopen tot in de bladstelen van de afgestorven bladeren. De schimmel zelf blijft echter in de kleine zijwortels gelocaliseerd en wordt nooit in de zieke vaten van de bieten of bladstelen aangetroffen. Het blijkt hieruit, dat de ziektesymptomen in de biet en aan bladeren veroorzaakt worden door toxische werking van stofwisselingsproducten der schimmels, die met den sapstroom uit de geïnfecteerde wortels door de geheele plant dringen. Wanneer men met deze bijzonderheden van de infectie rekening houdt, laat het zich ook verklaren, waarom het eerste teeken van de wortelinfectie binnen zulk een korten tijd aan de bladeren en zelfs aan de uiterste vertakkingen van de bladnerven zichtbaar wordt.

In overeenstemming hiermede kan men het verloop van de infectie in twee etappes verdeelen:

1. een primaire beschadiging van de wortels, die veroorzaakt wordt, doordat de zwam in den wortel dringt en daardoor het weefsel tot afsterven brengt.
2. een secundaire beschadiging der bladeren en houtvaten, die in de eerste plaats toe te schrijven is aan de toxische werking van de stofwisselingsproducten van den schimmel, die met den sapstroom uit de geïnfecteerde wortels door de geheele plant verspreid worden.

Te oordeelen naar het snelle en heftige verloop van deze secundaire ziekte-verschijnselen aan de bladeren, moeten de stofwisselingsproducten van de schimmel buitengewoon toxisch voor het plantenweefsel zijn. Door deze bijzondere omstandigheden wordt opgehelderd, waarom het ziek worden van de bladeren kort na de infectie zoo buitengewoon sterk is. Daar bij de toegepaste methode zeer veel wortels ongeveer gelijktijdig geïnfecteerd werden, is de toevoer van toxische stoffen naar de bladeren zeer groot en het gevolg daarvan is het plotselinge afsterven van de bladeren. Deze geïnfecteerde wortels sterven echter spoedig na het indringen van de zwam af, waardoor hare functie, als orgaan voor het opnemen van water, grotendeels verloren gaat en de stofwisselingsproducten van de schimmel in de planten komen niet meer in dezelfde hoeveelheid als bij den aanvang der infectie. Door deze omstandigheid herstelt de plant zich weer iets na den eersten aanval; dit schijnbaar gezond worden kan zelfs zoover gaan, dat na 1 of 2 maanden, — vooropgesteld dat geen nieuwe infecties aan de wortels plaatsvinden, — nauwelijks nog ziekte-symptomen aan de nieuw gevormde bladeren kunnen worden waargenomen. Zeer duidelijk was deze schijnbare genezing bij geïnfecteerde planten waar te nemen, die ca. drie maanden oud waren. Terwijl de bladeren in de eerste weken ook bij deze planten zeer ziek werden en afstierven, waren twee maanden later aan de nieuwgevormde bladeren nauwelijks nog symptomen te zien; alleen het groote aantal afgestorven, nog aan de plant hangende bladeren en de inwendige vaatverkleuringen van de biet, getuigden van de doorgestane ziekte.

d. *Proeven met schimmel-toxine.*

Ofschoon uit het verloop der infecties met voldoende zekerheid kon worden aangenomen, dat de symptomen in beetwortels en aan bladeren ontstonden door de giftwerking van de stofwisselingsproducten der wortelparasieten, werd dit buitendien nog door de genomen proeven met deze stoffen uit reïncultures bevestigd.

Voor dit doel werd de zwam in een voedingsvloeistof volgens DISSMANN (3), welke als volgt was samen gesteld, gecultiveerd:
1 deel voedingsoplossing volgens KNOP (mineralen)

1 „ 1% saccharose

1 „ 0,1% pepton.

De toevoeging van de pepton is voor een goeden groei van de schimmel niet beslist noodzakelijk; deze maatregel heeft echter het voordeel, dat, indien eenige verontreiniging door bacterien optreedt, deze dadelijk aan het troebel worden te herkennen is en er zodoende contrôle is op de zuiverheid van de cultures.

Kolven van 500 cc inhoud werden voor de helft met deze vloeistof gevuld, deze werden vervolgens geënt met de schimmel, die reeds na enkele dagen door de geheele vloeistof was gegroeid. Na 14—20 dagen werd dan het mycelium verwijderd en de voedingsbodem door een bacterie-dichte filter (Seitzfilter) gefiltreerd om alle mycelium te verwijderen.

Deze schimmel-voedingsbodem werd direct aan de voederbieten in watercultuur toegevoegd in hoeveelheden van 3, 6, 9 en 12%. Het aantal proefplanten bedroeg van elke reeks 10; aan de contrôle-planten werd de overeenkomstige hoeveelheid van den zelfden schimmel-voedingsbodem, die een halfuur op 100° verhit was, toegevoegd. De bietenplanten die hiervoor gebruikt werden waren meestal 8 weken oud; de schimmelvoedingsbodem werd gewoonlijk dadelijk toegevoegd, nadat de planten op watercultuur gezet waren of dit geschiedde eenige dagen later.

In den loop van het jaar werden deze proeven viermaal herhaald.

De aan de bladeren optredende symptomen waren bij deze proeven niet zoo typisch als die bij de infecties met de schimmel zelve. Meestal werden de oudere bladeren na één dag slap en stierven zij af, terwijl de jongere bladeren na verloop van eenigen tijd slechts tijdelijk iets verwelkten en in enkele gevallen ook de typische verkleuring tusschen de bladnerven optrad.

Zeer duidelijke verschillen in groei traden na één of 2 weken bij enkele reeksen met grootere hoeveelheden schimmeltaxine bij het grooter worden der planten op. In de reeksen met 3 % schimmelvoedingsbodem, die aan de normale oplossing van v.d. CRONE werd toegevoegd, was vertraging in den groei reeds zeer duidelijk te zien en deze nam, bij hoogere concentratie van 6, 9 en 12% tragsgewijze in sterke mate toe.

Bij de contrôleplanten met dezelfde hoeveelheid verhitte voedingsbodem, was daarentegen geen verschil in groei vast te stellen; eerder waren de reeksen met 9 en 12% toevoeging soms nog iets beter dan die bij de contrôle-planten, waaraan geen

schimmelsap was toegevoegd. De nog aanwezige zouten in den voedingsbodem deden hier dienst.

De planten werden na 2 & 3 weken onderzocht om na te gaan of in de kleine bieten vaatverkleuring aanwezig was.

In positieve gevallen was deze verkleuring duidelijk zichtbaar als men de kleine bieten in de lengte doorsneed.

Bij deze proeven werden de volgende overeenstemmende uitkomsten verkregen:

bij 12% en 9% toevoeging: 80—90% van alle planten sterke bruine verkleuring in de centrale vaten van de bieten.

bij 6% toevoeging: 40—50% der planten waren gedeeltelijk minder sterk verkleurd en vaak alleen in het bovenste gedeelte.

bij 3% toevoeging: 10% van de planten hadden meestal zwakke verkleuring.

Bij de contrôle-planten met toevoegingen van den verhitten voedingsbodem traden in het geheel geen vaatverkleuringen op.

Met zekerheid kon uit deze proeven de conclusie getrokken worden, dat ook de in kunstmatige cultuur van de schimmel afgescheiden stofwisselingsproducten toxisch voor de voederbieten zijn en dat deze bijna dezelfde vaatverkleuringen in de bieten veroorzaken kunnen, zooals ze bij een normale infectie van de wortels ontstaan.

In verband hiermee moet nog gewezen worden op het feit, dat de wortels door het uitnemen der planten uit den grond voor een deel beschadigd werden. Daarbij kreeg men den indruk, dat de verkleuringen van den centraal-cylinder slechts bij die planten optraden, waarvan de wortels het sterkst beschadigd waren. Bij oudere planten in grondcultures kon zelfs na toevoeging van groote hoeveelheden van deze voedingsbodem geen verkleuring der vaten verkregen worden.

Aan den anderen kant geven zij een nieuw bewijs er voor, dat, — bij infectie van de kleine zijwortels, — de in de bieten optredende vaatverkleuringen en de symptomen aan de bladeren door stofwisselingsproducten in het leven zijn geroepen.

Over het wezen dezer stoffen kan verder niets worden gezegd, dan dat zij blijkbaar na een half uur koken hare toxische eigenschappen verliezen.

e. Ziekteverloop op het veld in den zomer 1930.

Daar de in het vorige hoofdstuk beschreven infectie-proeven in de herfst van 1929 en in den voorzomer van dit jaar genomen werden, konden tot voltooiing daarvan in den loop van den zomer belangrijke vergelijkingen met betrekking tot het verloop der ziekte onder natuurlijke omstandigheden, gemaakt worden.

Deze vergelijkingen met de bij de infectie-proeven verkregen verschijnselen waren van nog meer belang, daar de bewuste waarnemingen van het jaar 1929 slechts op een enkel geval gebaseerd waren en ook dit veld eerst midden Augustus bekeken kon worden.

Deze vergelijkende onderzoeken gaven een volkomen overeenstemming tusschen het ziekteverschijnsel op het veld en de bij infectie-proeven verkregen typische verschijnselen, met uitzondering van het eerste stadium, zooals het bij de infectie beschreven werd.

Af en toe vindt men ook wel op het veld bladeren, die bij doervallend licht bekeken, een donkere verkleuring van de fijne vertakkingen der bladnerven vertoonen, doch dit symptoom komt slechts uiterst zelden voor en kan daarom niet als kenteken van de ziekte op het veld worden aangezien. De oorzaak daarvan is enkel en alleen daaraan toe te schrijven, dat de infectie op het veld langzamerhand zichtbaar wordt en niet zoo plotseling kan optreden, indien de parasiet ineens in groote quantiteit in den grond gebracht wordt. Afgezien hiervan kan de ziekte op het veld elk denkbaar stadium bereiken, zoodat men alle overgangsvormen van licht tot zwaar zieke exemplaren door elkander op het veld ziet staan. Slechts zelden zag men dat een bepaald veld heelemaal gelijkmatig ziek was; meestal zijn het groote of kleinere plekken zooals dat bijna bij alle van uit den bodem uitgaande groeistoringen het geval is.

Opvallend is daarbij, dat zelfs op een zeer zieke plek in het veld dikwijls minder zieke of bijna gezonde planten dicht naast elkander staan en omgekeerd. Een dergelijke onregelmatig ziek worden kan ook bij één plant tot uitdrukking komen en is niet zeldzaam. Zoo ziet men dikwijls dat de bladeren slechts aan één zijde van de plant ziek zijn, of al veel zieker zijn dan die aan de andere zijde. Dit ongelijke uiterlijke verschijnsel is dan ook in overeenstemming met de verdeeling van de bruine vaten binnenin den biet; slechts de vaten, die naar de zieke bladeren leiden hebben een bruine verkleuring. Is de infectie langeren tijd „eenzijdig” gebleven, dan ziet men op de dwarsdoorsnede van zulk een biet ook wel een excentrische verdeeling der vaatbundelkringen, wat een geringeren diktegroei van het zieke gedeelte aanduidt.

Bij de ziek geworden planten doet zich echter vaker het verschijnsel voor, dat de eene helft van een blad veel zieker is dan de andere. Zoo kan b.v. de eene helft sterk necrotische deelen tusschen de bladnerven vertoonen, terwijl de andere helft nog gezond of zeer weinig aangetast is. Zulke verschijnselen doen zich zoo nu en dan ook voor bij infectieproeven met oudere planten.

Op grond van deze veldwaarnemingen kon ook de vraag beantwoord worden of die vaatverkleuringen werkelijk als een karakteristiek kenmerk van de ziekte zijn aan te nemen. De waarnemingen hierover strekten zich uit over 40 velden in de verschillende streken van de provincie Gelderland, Utrecht, Groningen en Noord-Brabant. In alle gevallen was niet alleen het uiterlijke ziektebeeld steeds hetzelfde, doch ook de vaatverkleuringen zoo buitengewoon duidelijk, dat deze ongetwijfeld als een karakteristiek kenmerk kunnen worden opgevat. In den herfst van 1930 leverden de bruine vaten nog een zeker bewijs ervoor dat de ziekte in de zomermaanden was opgetreden, terwijl in den tusschentijd de bieten gedeeltelijk gezonde bladeren hadden gevormd, waardoor het ziektebeeld boven den grond niet meer zoo duidelijk was.

Nu is het voor een leek moeilijk om in dien tijd op een dergelijk schijnbaar gezond veld direct met zekerheid zulke planten eruit te zoeken. Als uiterlijke kenteekenen van ziekte zijn dan meest typisch de oudste op den grond liggende bladeren, die meestal nog de karakteristieke gele verkleuringen tusschen de bladnerven vertoonen. Als zij reeds geheel zijn afgestorven, is de mogelijkheid om bruine vaten te vinden, het grootste bij die planten, waaraan vele afgestorven bladeren zitten en die in groei zeer sterk achtergebleven zijn.

Op welk tijdstip bij de jonge planten de eerste ziekte-symptomen duidelijk worden, zal er grootendeels van afhangen, in welken graad de bewuste bodem met *Pythium* geïnfecteerd is. In dit opzicht zullen de verhoudingen gelijk zijn aan die bij de ontginningsziekte bij haver. Op een sterk *Pythium*-zieken grond zullen de planten de symptomen eerder te zien geven dan op een minder zieken grond. In potproeven met grond uit Hupsel vertoonden de heel kleine plantjes reeds duidelijke symptomen: op het veld was dit eveneens reeds in Juni van dit jaar het geval geweest.

Op dezen bodem was ook de opkomst van de jonge bietenplantjes belangrijk slechter. Op een ander veld, waarop in September ziekteverschijnselen waren waar te nemen, was midden Juni nog geen spoor van ziekte te bemerken. In dit jaar werden van half Juli—midden Augustus de sterkste ziekte-verschijnselen van de bladeren aangetroffen. Reeds vielen van verre de geelgekleurde bladeren in het oog. Op de afbeeldingen 7 tot 9 vindt men de ziekteverschijnselen van ongeveer dezen tijd weergegeven. De gele bladeren stierven echter in den loop van de daarop volgende weken af; veel minder ziek waren de nieuw gevormde bladeren. De perkamentachtig verdroogde deelen tusschen de

bladeren werden niet vaak meer gezien en ook de gele verkleuringen waren gelijkmatiger verdeeld over de deelen tusschen de zijnerven.

In dit verband wordt er nogeens den nadruk opgelegd, dat de zgn. zwart-zwammen niets te maken hebben met het ontstaan van de verdroogde plekken tusschen de bladnerven en met het algemeene ziektebeeld, zooals dat boven beschreven is; als secundaire parasieten traden zij evenmin op.

Deze bladschimmels werden in den loop van den zomer bij voederbieten slechts zelden waargenomen; zeer dikwijls daarentegen bij suikerbieten.

f. De verbreiding van deze ziekteverschijnselen bij voederbieten en hare benaming „Vergelingsziekte”.

Tengevolge van het sterke optreden van de beschreven ziekteverschijnselen in dit jaar, konden gedurende de zomermaanden verdere waarnemingen over hunne verbreiding gedaan worden.

Als criterïën dienden de volgende verschijnselen:

1. het uiterlijke ziektebeeld der bladeren.
2. het aanwezig zijn van bruine vaten in de biet.
3. de isolatie van de schimmel uit de zieke wortels.
4. de infectie-proef om na te gaan of met de geïsoleerde schimmel weer de typische ziekteverschijnselen konden verkregen worden.

Op deze wijze konden in den loop van den zomer 25 velden onderzocht worden; uit de tabel is te zien, waar die zich bevonden.

Afgezien van de 25 gevallen, waarbij uit de zieke wortels de zelfde schimmel geïsoleerd werd en infectie-proeven met de schimmels van deze verschillende afkomsten uitgevoerd werden, kon nog op 15 andere velden het optreden van deze ziekte met zekerheid worden vastgesteld. Het identificeeren geschiedde daarbij uitsluitend naar de symptomen aan de bladeren en het voorkomen der vaatverkleuringen. Meestal lagen deze velden in dezelfde streek als die, waarvan isolatie van de schimmel werd uitgevoerd.

Hierboven werd erop gewezen dat, bij de onderzoekingen van voederbieten, uitgegaan werd van de symptomen, zooals die bij de planten op het ontginningszieke veld te Hupsel in den zomer van 1929 zich voordeden. De waarnemingen van dit jaar gaven de bevestiging, dat de beschreven ziekteverschijnselen in meer of minder sterke mate op ontginningszieke gronden, vrijwel algemeen voorkomen, zoowel in Nederland als op den overeenkomstigen bodem in Duitschland (Nordhannoversche geestgrond). Daarenboven werden zij ook in de zelfde sterkte op ouderen humus-

zandgrond waargenomen, die volgens de tegenwoordige meeningen niet meer de elementen van de ontginningsziekte bevatten zou. Daarbij moet in de eerste plaats in aanmerking genomen worden, dat bij de vroegere onderzoeken als criterium voor de aanwezigheid van de ontginningsziekte, uitsluitend haver genomen werd en in overeenstemming hiermede het gedrag van deze plant den doorslag gaf.

OVERZICHT OVER DE ONDERZOChte VELDEN

	Plaats waar de velden zich bevinden	Aantal zieke velden	Grondsoort	Optreding v/d ont. ziekte bij haver, bekend of niet bekend	Aantal der positieve isolat.	Resultaat der infectie
1	Hupsel	2	humus-zand	ja	10	+
2	Lunteren, enkele 100 M v'h proefveld af	2	„	ja	5	+
3	Hierden	1	„	neen	3	+
4	Harfsen	3	„	ja	5	+
5	Gorsel	1	„	neen	6	+
6	Blaricum	4	„	?	5	+
7	Halle	1	„	?	4	+
8	Halle	1	„	?	4	+
9	Wichmond	1	zandig leem	neen	3	+
10	IJzerlo	1	humus-zand	„	5	+
11	Nijkerk	4	„	„	5	+
12	Vlachtwedde	4	„	?	4	+
13	Hebrecht	2	„	ja	5	+
14	Hoeven	1	„	neen	5	+
15	Oudenbosch	1	gecultiveerde boschgrond	?	8	+
16	Oudenbosch	1	humus-zand	neen	7	+
17	Roosendaal	2	„	neen	5	+
18	Rotenburg (Hann.)	1	„	ja	7	+
19	„ „	1	„	ja	6	+
20	„ „	1	„	ja	8	+
21	„ „	1	„	ja	5	+
22	„ „	1	„	ja	3	+
23	„ „	1	„	ja	7	+
24	„ „	1	„	ja	1	+
25	„ „	1	„	ja	5	+

HUDIG & MEYER vermelden evenwel in hun publicaties, dat beetwortels op ontginningszieken grond een slechten groei vertoonen, doch zij konden geen bepaalde ziekte-symptomen vast-

stellen. Nu zijn wij door de gedane onderzoeken te weten gekomen, dat bij bieten de symptomen aan de bladeren niet altijd even duidelijk op den voorgrond treden, en het is best mogelijk, dat de bovengenoemde onderzoekers bij hun waarnemingen slechts dergelijke schijnbaar gezonde planten voor zich gehad hebben. Aan deze bijzondere omstandigheden kan het toegeschreven worden, dat de hier beschreven ziekte van de voederbieten op humus-zandgrond niet voor ontginningsziekte, doch voor de zgn. Zeeuwsche ziekte aangezien werd. Onder dit begrip vatte HUDIG (6,7) vergelingsverschijnselen aan een reeks van hakvruchten (suikerbieten, voederbieten, koolrapen, spruitjes, knollen en wortels) te samen, die hij zoowel op humus-zandgrond alsook op kleigrond waarnam. Daar tegen deze benaming van verschillende zijden bezwaar werd gemaakt, is deze benaming dit jaar door den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen, in overleg met Prof. HUDIG, in „vergelingsziekte” veranderd.¹⁾

Zonder hier verder de definitie van dit begrip uiteen te zetten, zij er nog op gewezen, dat het hier om een soort „Sammelbegriff” gaat, waarvan de grenzen nog niet zijn vast te stellen zonder nauwkeurige kennis van het oorzakencomplex. Zoolang de identificatie volgens verschijnselen in de bladeren plaats heeft, die soms minder duidelijk zijn, blijft „vergelingsziekte” nog een zeer vaag begrip. Daar in dit begrip de vergelingsverschijnselen bij bieten op alle grondsoorten samengevat wordt, zoo moeten, in overeenstemming hiermede, ook de hier onderzochte verschijnselen bij voederbieten op humus-zandgrond als „vergelingsziekte” gedoopt worden.

Of ook deze ziekte op andere grondsoorten, vooral bij suikerbieten op kleigrond, aan dezelfde oorzaken te wijten is, wordt hier niet behandeld. De desbetreffende onderzoeken over suikerbieten zijn aan het einde van dezen zomer, in opdracht van het Instituut voor Suikerbietenteelt te Bergen op Zoom, ter hand genomen.

III. ONDERZOEK VAN ERWTEN EN PAARDEBOONEN

De verschijnselen bij erwten op zieken bodem komen in hoofdzak veel overeen met de zoeven bij bieten beschreven symptomen.

De waarnemingen hierover werden aan voedererwten (*Pisum arvense*) zoowel in potcultuur met zieken grond uit Lunteren, alsook op het proefveld zelf gedaan.

De hierbij verkregen resultaten zijn in het algemeen in overeenstemming met de opgave van SMITH, die voor zijn proeven

¹⁾ Zie ook de publicatie van de Directie van Landbouw 5 Jan. '31.

eveneens met den grond uit Lunteren werkte, voor zoover het om het uitwendige ziektebeeld aan de bladeren gaat. Evenals bij haver zijn gedurende de eerste weken, na het opkomen nog geen ziekteverschijnselen waar te nemen; deze treden eerst op als de planten ca. 15 & 25 cm hoog zijn. Enkele bladeren beginnen dan geel te worden, nl. aan de onderste deelen van den stengel; vrijwel plotseling worden echter de andere bladeren, aan het hovenste gedeelte van den stengel, slap en verdrogen. In bepaalde gevallen kan de plant op warme dagen tijdelijk iets verwelken: dergelijke zieke planten blijven sterkingroei achter, zooals dat op afb. 10 te zien is.

Alle drie de potten bevatten goed vermengde zieke aarde uit Lunteren en niettegenstaande zij volkomen gelijk behandeld werden, verliep de ziekte zeer onregelmatig. Na eenige weken herstellen de erg zieke planten zich en groeien verder, doch niet in dezelfde mate als de gezonde planten.

Zeër typisch zijn enkele symptomen aan de plotselinge slap geworden bladeren, die ook door SMITH werden waargenomen en als volgt beschreven: „de nerven behouden het langst de stevigheid en komen mede door hun donkerder kleur, in de aangetaste bladeren sterker uit dan in de normale. Tusschen het netwerk van nerven hangt het bladmoes slap”.

Bekijkt men de bladeren bij doorvallend licht, dan treedt ook hier de donkere verkleuring bij de fijnste vertakkingen der nerven, alsook bij de hoofd- en zijnerven zeer duidelijk op, terwijl het bladparenchym iets lichter en doorschijnend is geworden (Pl. IV afb. 12). Dit verschijnsel komt in alles overeen met de eerste symptomen, zooals die bij bieten na infectie van den wortel met *Pythium* optreden, waarbij eveneens het allereerst een donkere verkleuring van de kleinste bladnerven te constateeren is. Bij erwten op van nature zieken grond wordt dit verschijnsel slechts dan duidelijk waargenomen, als het slap worden en afsterven der bladeren plotseling optreedt; in andere gevallen wordt het geheele blad gelijkmatig geel.

In nauw verband hiermede staan de veranderingen in den stengel en aan de wortels, die door SMITH niet zijn waargenomen. Gaat men daarbij uit van de verwelkte of verdroogde bladeren, dan blijkt het, dat deze verkleuringen van de vaten niet alleen in de bladnerven plaats gevonden hebben, doch dat deze ook in den bladsteel en verder naar beneden in den stengel tot aan de hoofd- en zijwortels aan te toonen zijn, waar zij hun uitgangspunt hebben (Pl. IV afb. 13). Zeer duidelijk zijn deze bruine vaten in sterk zieke planten, waarvan de zijwortels in slechte conditie zijn en bij het uit den grond trekken grootendeels afbreken. De hoofdwortel is uiterlijk meestal gezond, terwijl de zij-

wortels licht bruin verkleurd en afgestorven zijn. Snijdt men de hoofdwortels over de lengte door, dan ziet men dat de centrale vaten een roodbruine verkleuring vertoonen, terwijl het parenchym dikwijls onveranderd is. Het uitgangspunt van de vaatverkleuringen ligt ook hier weer in de gedeeltelijk verrotte zijwortels, waarvan het weefsel talrijke oögoniën van *Pythium* bevat. Bij planten die minder ziek zijn, blijven de verkleuringen in de hoofdwortels tot enkele vaten beperkt of zij zijn alleen in de groote zijwortels te vinden.

Hierboven werd vermeld, dat de proeven over de ziekteverschijnselen, zoowel op het veld in Lunteren alsook bij potcultures met zieken grond van dit veld, werden uitgevoerd. Onder beide omstandigheden deden zich de zelfde verschijnselen voor, met dat verschil, dat de ziekte in de potten in het algemeen sterker was dan op het veld. In vergelyk met de omgekeerde verhoudingen bij haver, die in potcultuur met zieken grond veel minder ziek was dan op het veld, is dit een bijzonder opvallend verschijnsel.

Paardeboonen gedragen zich op zieken grond in zooverre iets anders dan erwten, dat de bladeren niet zulk een sprekend ziekte-verschijnsel te zien geven. Wel werden de oudere bladeren in zeer sterke zieke gevallen geel en droog, doch dit eerste ziekteproces gaat niet gepaard met zulke karakteristieke symptomen als bij erwten. Het is hier meer een langzaam, gelijkmatig geel worden en afsterven van de onderste bladeren, terwijl de geheele plant een slechteren groei vertoont en veel kleiner blijft dan bij een niet zieken of met kopersulfaat behandelde bodem.

Neemt men zulke planten uit den grond, dan komt de ziekte bij de wortels duidelijk aan het licht. De kleine zijwortels zijn gedeeltelijk of ook geheel tot aan hun beginpunt in de hoofdwortels afgestorven en diep zwart verkleurd. In het afgestorven weefsel zijn eveneens talrijke oögoniën te vinden. Verkleuring van de houtvaten in de hoofdwortels en hoogerop in den stengel, is bij de boonen niet altijd in dezelfde mate te constateeren als bij de erwten. Deze wordt alleen bij zeer zieke planten in de hoofdwortels zoo sterk, dat de geheele centraalcylinder rood-bruin gekleurd schijnt. In lichtere ziekte-gevallen zijn slechts eenige vaten in heviger mate gedesorganiseerd en als de onderste deelen van de stengels, evenals de bovenste van den hoofdwortel reeds sterk verhout zijn, volgt slechts in mindere mate geelverkleuring van de vaten.

b. Resultaten van de isolatie- en infectieproeven.

Op grond van de groote overeenstemming tusschen de ziekteverschijnselen aan erwten en boonen met die van de voederbieten

lag het voor de hand, ook hier de oorzaak van de ziekte-verschijnselen toe te schrijven aan de Phycomyceten, die in de afgestorven wortels werden waargenomen. Voor de isolatie werden de wortels gebruikt van de erwten en paardeboben, die op den bodem van Lunteren ziek geworden waren. De verschillende isolaties van beide gewassen gaven een *Pythium spec.*, die zich van de mangel wortelschimmel door haar oogoniën onderscheidde.

De infectie-proeven werden in vegetatie-vaten van 7 liter inhoud met gesteriliseerde tuinaarde op zulk een wijze uitgevoerd, dat de reïncultures van de schimmel vóór het uitzaaien in den grond werd gebracht. Na het zaaien werd een mengsel van fijngevreven wortelknolletjes toegevoegd om van een goeden groei van de erwten op den gesteriliseerden bodem zeker te zijn. De groei van de erwten en boonen in gesteriliseerde aarde was dientengevolge zeer goed en als de grond eenige weken na het steriliseeren werd bezaaid kon er geen beschadiging door deze behandeling worden waargenomen. Gebruikt men dezen grond echter dadelijk na verhitting, dan is de groei, evenals bij andere planten, zooals bieten en haver, in den eersten tijd niet zeer goed.

De eerste infectie-proeven met erwten werden in den herfst van 1929 met een *Pythium*-stam van zieke erwtenwortels uit Lunteren verricht en in den loop van dezen zomer werden nog andere isolaties gemaakt van zieken grond uit Lunteren en uit Bittstedt (Hannover); met deze stammen werden nog twee andere infecties verricht. Iedere proef werd genomen met 3 parallelreeksen van 8 planten en even zooveel contrôle-planten.

In overeenstemming met het ziekteverloop op den Lunterschen bodem, traden ook bij de infectie-proeven met erwten in den eersten tijd na het opkomen geen bijzondere symptomen op. Eerst als de planten ca. 15 à 20 cm hoog waren, begonnen plotseling eenige van de onderste bladeren te verwelken en geel te worden, waarbij weer de typische verkleuringen der bladnerven zeer duidelijk zichtbaar werd; een tijdelijke slapte van de plant deed zich soms daarbij voor. De zieke planten blijven sterk in groei achter en het verschil in grootte tegenover de niet-geïnfecteerde contrôleplanten, kan eveneens belangrijk zijn, zooals dit op afb. 10 bij erwten op uit nature zieken grond te zien is.

Door toevoeging van een grootere of kleinere hoeveelheid schimmelcultures, heeft men het in de hand, die verschillende ziektegraden in het leven te roepen. Om zulk een sterk ziektebeeld te verwekken als de linker pot op deze foto vertoont, is slechts een schimmeltoevoeging van 7 petrischalen voldoende.

Wat de overige symptomen aan de geïnfecteerde planten betreft, stemmen deze met het bovenbeschreven ziektebeeld in

elk opzicht overeen, zoodat het niet noodig is hierover verder nog iets te zeggen.

Het moet nog gezegd worden, dat het afsterven van de bladeren meestal bij de onderste bladeren aanvangt, doch dikwijls niet altijd regelmatig naar boven verloopt. Zoo kan men soms zien, dat slechts één van de steunbladeren of beide verdroogd zijn, terwijl het blad van dezen oksel nog gezond is; evenzoo kan het omgekeerde het geval zijn.

Ook bij de kunstmatig geïnfecteerde bladeren zetten zich de verkleuringen van de bladnerven in de vaten van de stengels voort en loopen door tot in de hoofd- en zijwortels. Wanneer de ziekte bij de planten ernstig is, zijn de zijwortels sterk geïnfecteerd en voor het grootste gedeelte afgestorven. Het weefsel bevat talrijke oögoniën, terwijl de hoofdwortels meestal uiterlijk gezond lijken of slechts onderaan geïnfecteerd zijn.

Volgens de waarnemingen blijft de schimmel in de kleine zijwortels gelocaliseerd en kan noch uit de verkleurde vaten van de hoofdwortels, noch uit de stengels geïsoleerd worden. Wij hebben hier dan hetzelfde geval als bij de voederbieten. De verkleuringen van de houtvaten, evenals het geel worden en afsterven van de bladeren, moet toegeschreven worden aan een toxische werking van de stofwisselingsproducten van de schimmel, die in de geïnfecteerde wortels gevormd, en met het water door de plant verspreid worden. In overeenstemming met de ongelijkmatige infectie van enkele zijwortels, zullen ook niet alle vaatbundels in den stengel evenveel stofwisselingsproducten naar de bladeren transporteren. Hiermede moet de waargenomen omstandigheid in verband staan, dat de steunbladeren en het blad van een oksel, die met drie verschillende vaatbundelstrengen in verbinding staan, zoo onregelmatig ziek werden.

Daar bij het begin dezer proeven met erwten het infectieverloop bij bieten nog niet in alle bijzonderheden bekend was, werd ook hier eerst een medewerken van de bacteriën voor mogelijk gehouden. Vooral ook, daar uit de erwtenstengels met bruine vaten, bacteriën geïsoleerd waren. De infectie-proeven met deze bacteriën verliepen echter zonder resultaat; evenmin kon door toevoeging van deze bacterieës aan den met *Pythium* geïnfecteerden bodem een versterking van de schimmel-infectie verkregen worden, zoodat de beschreven ziekte-symptomen alleen op de werking van de wortelparasieten berusten.

De infectie-proeven bij paardeboben werden in gelijke manier uitgevoerd als die bij de erwten is aangegeven. De hiervoor gebruikte *Pythium*-cultures waren van zieke boonenwortels

uit Lunteren en Bittstedt (Hannover) afkomstig.

Een typisch ziekteverschijnsel aan de bladeren deed zich hierbij evenmin voor als op den zieken bodem in Lunteren. Circa twee weken na de opkomst bleven de planten in de potten met schimmeltoevoeging duidelijk in groei achter en later waren de boonen in doorsnee ca. 30 à 40 % kleiner dan die van de contrôle-planten (Pl. IV afb. 11). Niettegenstaande de bodem vochtig genoeg was, waren de oudere bladeren vaak wat verwelkt en in sterkere gevallen zelfs de geheele plant. Afsterven van de bladeren in grooteren omvang trad echter niet op.

Het verdere onderzoek toonde aan, dat de wortels van de zieke planten zeer sterk geïnfecteerd en vooral de kleine zijwortels voor het grootste deel zwart gekleurd en afgestorven waren. Buitendien waren in de hoofdwortels, en af en toe ook onder in den stengel, eenige vaten duidelijk rood-bruin verkleurd.

De terug-isolaties uit de afgestorven wortels gaven verder dezelfde *Pythium*-soort die voor de infectie gebruikt was.

c. Infecties met de drie verschillende schimmels bij haver en bieten en vergelijkingsproeven met deze gewassen op twee verschillende gronden.

In de beschrijving van de resultaten der isolaties uit de zieke wortels van verschillende planten is er reeds op gewezen, dat er drie morphologisch verschillende phycomyceten bij in het spel zijn, die aan bepaalde voedsterplanten specifieke ziekteverschijnselen veroorzaken.

Voor de beoordeeling van het geheele ziekteprobleem was echter de verdere vaststelling noodzakelijk of al deze wortelparasieten aan bepaalde voedsterplanten zijn aangepast of dat zij ook bij andere planten dezelfde typische symptomen te voorschijn konden roepen.

Bij vergelijkende infectie-proeven met de drie schimmels bij mangelwortels, bleek echter, dat de haver-, respectievelijk erwten-schimmel, geen vaatverkleuringen en ook geen ziekteverschijnselen bij bieten veroorzaakte. Evenmin kon met de schimmel van bieten of erwten een ziekte van de wortels met bruinverkleuring van de centraalcylinders bij haver worden opgewekt. De voor boonen pathogene schimmel daarentegen veroorzaakte ook bij erwten een typisch ziek worden met sterke verkleuringen van de vaten in wortels en stengel. Ofschoon geen systematisch onderzoek bij andere planten werd ingesteld, wijzen de genoemde proeven erop, dat wij met wortelparasieten te doen hebben, die aan bepaalde voedsterplanten aangepast zijn en slechts bij deze een typisch ziektebeeld te voorschijn kunnen brengen. De moge-

lijkheid, dat de hier bedoelde schimmels toch nog geringe schade ook aan de andere gewassen veroorzaken kunnen, zal daarmee toch niet geheel uitgesloten zijn.

Daar onder natuurlijke omstandigheden de verschillende schimmels in den bodem wat hoeveelheid betreft, niet altijd in dezelfde verhoudingen zullen voorkomen, moeten, in overeenstemming met het overheerschen van de een of andere schimmel in bepaalden grond enkele planten in verschillende mate ziek worden.

Om de vraag of de verhoudingen in werkelijkheid zoo zijn, te kunnen beantwoorden, werd dit jaar op de proefvelden te Lunteren en te Hupsel haver, gerst, erwten, paardeboben en voederbieten naast elkander verbouwd en de ziektegraad van elk dier gewassen op beide velden met elkander vergeleken. Als resultaat van dit vergelijk werd het volgende beeld verkregen:

In Lunteren werden alle gewassen ziek, uitgezonderd de bieten. Haver en gerst stierven geheel af.

In Hupsel daarentegen traden bij haver en gerst eerst tegen het rijp worden, lichte ziekte-verschijnselen op, terwijl de voederbieten enkele meters verder op hetzelfde veld, reeds in Juni zeer duidelijk ziek waren en bruine vaten te zien gaven. Daaruit kan men afleiden, dat op een voor haver zeer zieken bodem de andere planten, voor zoover deze voor de ontginningsziekte gevoelig zijn, niet beslist in gelijken graad ziek behoeven te worden. In het algemeen zal dat wel het geval zijn, doch bovengenoemd voorbeeld toont aan, dat er ook uitzonderingen zijn.

Daar dergelijke pregnante verschillen in ziektegraad bij deze twee plantensoorten haver en bieten duidelijk optreden, toont dit verschillend gedrag aan, dat de oorzaak van de ontginningsziekte niet voor alle planten volkomen gelijk kan zijn, zooals dit naar de tegenwoordige beschouwingen over het wezen van de ontginningsziekte wordt aangenomen.

In deze richting wijst ook het verschillend gedrag van erwten en haver met betrekking tot den ziektegraad in vaatproeven met zieken grond uit Lunteren. De haver werd in potcultuur nooit zoo ziek als op het veld, misschien tengevolge van een gering uitdrogen van de aarde gedurende het vervoer. Erwten daarentegen werden op dezelfde bodem, die een gelijke behandeling had ondergaan, even sterk ziek als op het veld, soms zelfs erger nog.

Met de voorstelling van een voor beide planten even schadelijke stof, zooals dat door SMITH werd aangenomen, is dit verschillend gedrag van haver en erwten niet te vereenigen. Deze verschillen worden echter begrijpelijk, als men van het standpunt uitgaat, dat de ziekte bij deze planten door twee verschillende schimmels veroorzaakt wordt, die zich biologisch en physiolo-

gisch verschillend gedragen. Deze verklaring is nog eenigszins theoretisch omdat de vraag naar de oorzaak van de ziekte bij haver nog niet met zekerheid beantwoord kan worden, terwijl dat bij de erwten, boonen en bieten wel het geval is. Uit de tot nog toe verkregen resultaten bij de infectie-proeven blijkt het echter dat het wel mogelijk is, dat ook de ontginningsziekte bij haver een parasitaire schimmelziekte is en veroorzaakt wordt door de in den aanvang van dit werk besproken *Aphanomyces* species.

SLOTBESCHOUWINGEN

Tot slot is nog een uiteenzetting noodig en wel of de hier besproken ziekteverschijnselen bij erwten, paardeboben en voederbieten identiek zijn met de in de literatuur als ontginningsziekte beschreven ziektesymptomen. Ten opzichte van de erwten bestaat er geen twijfel aan de identiteit van de waargenomen symptomen, met die, welke door SMITH als ontginningsziekte-verschijnselen bij dit gewas zijn beschreven. Daar de ziekteverschijnselen bij boonen door dezelfde schimmel veroorzaakt worden als die bij erwten, is het duidelijk dat ook deze tot de zelfde groep van ziekte-symptomen behooren.

Iets anders is het met de voederbieten. In de publicatie van HUDIG & MEYER is jammer genoeg, niets met betrekking tot de symptomen van de ontginningsziekte bij bieten vermeld, er wordt alleen van een slechten groei gesproken, wat door gebruik van kopersulfaat verbeterd werd.

Ondanks al onze bemoeiingen is het niet mogelijk geweest deze ontginningsziekte zonder bepaalde symptomen bij bieten terug te vinden, maar wanneer voederbieten op zulke gronden ziek waren, kon men de hier beschreven symptomen waarnemen; deze waren echter niet het geheel jaar even duidelijk aan de bladeren waar te nemen. Daar nu de ziekte-verschijnselen „met duidelijke symptomen” bij bieten op humus-zandgrond later door HUDIG en GOODIJK tot den kring van de „Zeeuwsche ziekte” of tot de hedendaagsche „vergelingsziekte” gerekend werden, is het mogelijk dat daarbij een en dezelfde ziekte met twee verschillende namen genoemd zijn. Deze onduidelijkheid vindt zeker zijn oorzaak daarin, dat de ziekte van de voederbieten op humus-zandgrond werkelijk niet altijd duidelijk aan de bladeren te voorschijn treedt, zoodat een zekere beoordeeling, alleen naar de symptomen aan de bladeren lang niet altijd mogelijk is. Hoe het ook zij, volgens haar oorzaak is de hier beschreven ziekte van

de voederbieten tot den kring der ontginningsziekte te rekenen, al wordt zij in het vervolg als „vergelingsziekte” betiteld.

Het is maatgevend voor deze indeeling, dat dezelfde oorzaken- (wortelparasieten) die ten grondslag liggen aan het ontstaan van de ontginningsziekte bij erwten, ook voor de vergelingsziekte bij voederbieten op humus-zandgrond kunnen worden aangetoond; dit kan ook met groote waarschijnlijkheid voor de ontginningsziekte bij haver worden aangenomen. Daarbij komt nog, dat de voederbietenziekte, in overeenstemming met de ontginningsziekte, waarschijnlijk eveneens met kopersulfaat bestreden kan worden. In deze richting wijzen in ieder geval de waarnemingen over het niet-optreden (of gering optreden) van deze ziekte op velden, die, — ter bestrijding van de ontginningsziekte bij haver, — met kopersulfaat behandeld werden.

Daar de door ons gedane onderzoeken zich eerst tot het opsporen van de ziekte-oorzaken bepaalde, konden over de werking van het kopersulfaat nog geen uitvoerige proeven bij kunstmatig geïnfecteerde bieten, doorgezet worden. Het heeft echter den schijn, alsof hierbij grootere hoeveelheden noodig zijn, dan bij haver gebruikt worden. Verder uitsluitsel hierover zullen de veldproeven van de komende jaren brengen.

Het zou te overijld zijn om op grond van de tot nog toe verkregen resultaten, reeds nu het probleem dezer bodemziekte in zijn geheelen omvang als opgehelderd te beschouwen en alle bijkomstigheden betreffende het voorkomen van de ziekteverschijnselen bij enkele planten op verschillende bodem, te willen verklaren. Dit zal eerst mogelijk zijn, zoodra de ziekteoorzaak bij granen op gelijke wijze vastgesteld is als dat bij erwten, boonen en voederbieten werd verricht.

Een zekere determinatie van deze wortelparasieten van voederbieten, erwten, resp. paardebouen en haver kon tot op heden nog niet worden doorgevoerd.

Het is echter waarschijnlijk dat deze schimmels tot dusver niet beschreven zijn, daar voor bekende wortelparasieten uit deze schimmelgroep niet zulke ziekteverschijnselen worden aangegeven.

Vorliegende Arbeit wurde mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft im Phytopathologischen Laboratorium „Willie Commelin Scholten” in Baarn ausgeführt.

Für die vielfachen Anregungen während der Durchführung der Arbeit, sowie das lebhafteste Interesse an den Fortgang der Untersuchungen und die gewährte Gastfreiheit möchte ich Professor Dr. WESTERDIJK meinen aufrichtigen Dank aussprechen. Dem

Vorstand der Stiftung „Willie Commelin Scholten“ danke ich für die freundliche Ueberlassung des Arbeitsplatzes in dem Laboratorium.

Phytopathologisch Laboratorium
„Willie Commelin Scholten“.

December 1930.

LITERATUURLIJST.

1. CLEVERINGA, C. J., Ernstige ziekte in de voederbieten en hare bestrijding. De Veldbode 1930.
2. ELEMA, Ziekte in de haver op heideveld-ontginningen. Drentsch Landbouwblad 1920.
3. DISSMANN, E., Vergleichende Studien zur Biologie und Systematik zweier Pythiumarten. Archiv. f. Protistenk., Bd. 80, 1927.
4. HUDIG, J. & MEYER, C., De ontginningsziekte en hare bestrijding. De Veldbode 1925.
5. HUDIG, J. en MEIJER, C. en GOODIJK, Ueber die sogenannte Urbarmachungskrankheit als dritte Bodenkrankheit. Zeitschr. f. Pflanzenernährung & Düngung. Teil A, Bd. 8, 1926.
6. HUDIG, J., De Zeeuwsche ziekte. 36e Bericht van het Rijkslandbouwproefstation, 1928.
7. HUDIG, J. en GOODIJK, C., De Zeeuwsche ziekte, 38e Bericht v.h. Rijkslandbouwproefstation 1929.
8. JØRGENSEN, C. A., Gulspidssygen (white-tip disease). Tidsskr. f. Planteavl., Bd. 34, 1928.
9. MEIJER, C. en HUDIG, J., Bodemziekten III, 1922.
10. ——— De ontginningsziekte en hare bestrijding door stadscompost, 1924.
11. SMITH, W. S., Een onderzoek naar het voorkomen en de oorzaken van de verschijnselen welke worden aangeduid met den naam „ontginningsziekte“, Diss. Wageningen 1927.
12. TACKE, BR. und MITARB., Die Urbarmachungskrankheit oder Heide- moorkrankheit. Mitt. d. Vereins z. Förd d. Moorkult. i. Deutsch. R., 1929.
13. Versuchsergebnisse der Versucheringe der Nordhannoverschen Geest, 1926-'29.

VERKLARING DER PLATEN

- Afb. 1. Ontginningszieke haver Lunteren.
- Afb. 2. Invloed van sterilisatie en behandeling met kopersulfaat van ontginningszieken grond op groei en wortelontwikkeling bij haver; links kopersulfaat, midden zieke onbehandelde grond, rechts gesteriliseerde zieke grond.
- Afb. 3. Invloed van verschillende grondbehandeling;
1. Zieke grond uit Lunteren + 1 liter 0,25% Uspulun.
 2. " " " " onbehandeld.
 3. " " " " + 300 mg kopersulfaat.
 4. " " " " + 1 liter 1% formaline.*
 5. " " " " grond aan de lucht gedroogd.
- *) Behandeling gedurende 2 dagen, daarna grond aan de lucht gedroogd.
- Afb. 4. Verschillend sterk aangetaste bladeren van een kunstmatig geïnfecteerde voederbiet, links boven gezond blad.
- Afb. 5. Eerste stadium der ziekte aan voederbieten ongeveer twee dagen na kunstmatige infectie der wortels met *Pythium*; gedeelten van ziek (links) en gezond (rechts) blad bij doorvallend licht gefotografeerd.
- Afb. 6. Kunstmatig geïnfecteerde voederbieten.
- Afb. 7. Jongere bladeren van zieke voederbieten van humus-zandgrond.
- Afb. 8. Ouder blad met perkamentachtig verdroogde plekken tusschen de nerven.
- Afb. 9. Doorsneden van voederbieten met bruine houtvaten lijdende aan vergelingsziekte van humus-zandgrond.
- Afb. 10. Erwtten op ontginningszieke grond uit Lunteren, verschillend sterke aantasting, rechts gezond.
- Afb. 11. Kunstmatige infectie aan paardeboben (links); rechts contrôle.
- Afb. 12. Eerste ziektestadium aan erwttenbladeren van ontginningszieke grond; gedeelten van slaggeworden (rechts) en gezond blad (links) bij doorvallend licht.
- Afb. 13. Overlangs doorgesneden erwtten met rood-bruin verkleurde houtvaten in hoofdwortel en stengel afkomstig uit de linker pot afgebeeld, fig. 10.



fig. 1



fig. 2

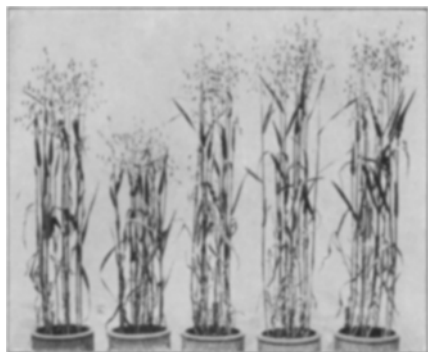


fig. 3



fig. 4

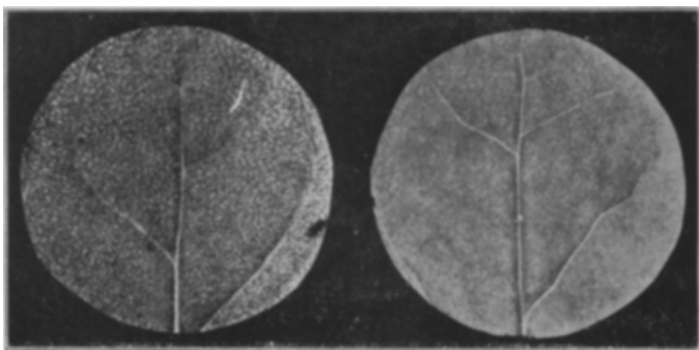


fig. 5



fig. 6



fig. 7



fig. 8



fig. 9



fig. 10



fig. 11

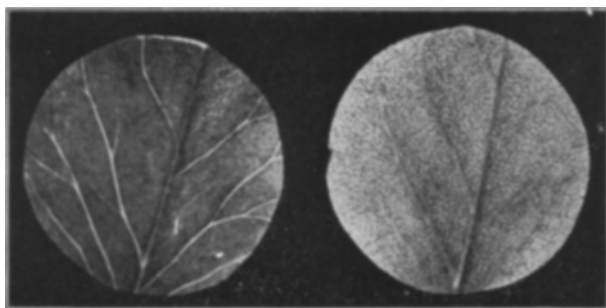


fig. 12



fig. 13