

NEDERLANDSCHE PHYTOPATHOLOGISCHE (PLANTENZIEKTEN-
KUNDIGE) VEREENIGING.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

PROF. DR. J. RITZEMA BOS, M. DE KONING,
IR. N. VAN POETEREN EN PROF. DR. W. K. J. ROEPKE

Vier en dertigste Jaargang - 3e Aflevering - Maart 1928

ZWARTBEENIGHEID VAN DE AARDAPPELPLANT

DOOR

DR. J. G. OORTWIJN BOTJES

KENMERKEN DER ZIEKTE.

Zwartbeenigheid openbaart zich aanvankelijk door een meer of minder sterke verbleeking van het loof, meestal gepaard gaande met een samenvouwing van de blaadjes. Dikwijls buigen de stengels van de plant zich iets naar elkander toe zoodat de top van de plant samengedrongen lijkt.

Later krijgen de planten duidelijk een verwelkt uiterlijk, worden geel, en sterven. Onder bepaalde omstandigheden kan het verwelken zoo vlug verlopen dat het geel worden achterwege blijft. Niet altijd is de geheele stam aangetast; het komt dikwijls voor dat slechts enkele stengels de ziekte vertoonen. Heel vaak kan men echter constateeren dat gezonde stengels van planten, die ten deele zijn aangetast, later in het seizoen ziek worden.

Trekt men aan de zieke stengels dan behoeft men slechts heel weinig kracht te gebruiken om ze uit den grond te halen. De onderaardsche stengeldeelen zien er zwart en geheel vergaan uit, terwijl ze een onaangename lucht verspreiden.

In den regel ziet men de meeste zieke planten als het gewas een hoogte heeft bereikt van ongeveer 25 c.M. Is de aantasting erg dan kan men waarnemen, dat er in het veld open plekken voorkomen, welke, zooals we zullen zien ook aan de ziekte te wijten kunnen zijn. Later in den groeitijd, in Juli en Augustus, worden bijna altijd nog weer planten aangetast, die aanvankelijk gezond waren. Heel dikwijls kan de ziekte bij deze planten slechts bij één of meer stengels worden waargenomen.

Zwartbeenigheid ziet men meestal over het geheele veld verspreid. Daar naast komt het op lage plaatsen, op weinig doorlatende grond, in natte jaren soms voor dat aardappelplanten plekswijze sterven onder verschijnselen, die aan zwartbeenigheid herinneren. In hoeverre men hier met zwartbeenigheid te doen heeft is nooit onderzocht. Waarschijnlijk is hier het afsterven dikwijls een gevolg van luchtgebrek in den grond.

VERBREIDING EN BETEKENIS DER ZIEKTE.

Zwartbeenigheid is overal geconstateerd waar de aardappelcultuur eenige beteekenis bezit. Ze is bestudeerd in Duitschland, Nederland, Ierland, Engeland, Amerika, Canada en Japan.

De schade, welke ze verricht, kan tamelijk aanzienlijk zijn. Soms zijn tien à twintig procent van de te velde staande planten aangetast. Deze geven geen of slechts een geringe opbrengst, terwijl de knollen, die ze nog mochten opleveren, aanleiding kunnen geven tot bederf gedurende de bewaring. Naarmate men in ons land hoogere eischen gaat stellen aan een aardappelgewas, zulks vaak ook in verband met de keuringen, nemen de klachten over het optreden der zwartbeenigheid toe. De economische beteekenis der ziekte is hier te lande niet te vergelijken met die van bladrol of mozaïek, maar is toch geenszins een te verwaarloozen factor.

DE ZIEKTEVERWEKKER.

Zwartbeenigheid wordt veroorzaakt door bacteriën.

APPEL heeft de ziekteverwekker het eerst bestudeerd en noemt haar *Bacillus phytophthorus*. VAN HALL heeft in zijn dissertatie aangetoond dat in ons land zwartbeenigheid veroorzaakt wordt door een bacterie, die hij uitvoerig heeft beschreven en aan welke hij den naam *Bacillus atrosepcticus* heeft gegeven.

HARRISON noemt *Bacillus solanisaprus* als oorzaak der ziekte terwijl PETHYBRIDGE en MURPHY *Bacillus melanogenus* als de schuldige aanwijzen.

MORSE vergeleek deze verschillende ziekteverwekkers onderling, doch heeft geen onderscheid kunnen waarnemen. *Bacillus phytophthorus* APPEL is echter niet door hem bestudeerd. Later heeft JENNISON een uitvoerig onderzoek naar de vier bovengenoemde bacteriën ingesteld. Ook hij komt tot het resultaat dat er morphologisch en physiologisch geen verschillen zijn aan te wijzen. Daar VAN HALL de eerste is geweest, die een volledige

beschrijving van de ziekteverwekker heeft gegeven, stelt hij, in navolging van MORSE, voor, deze te noemen *Bacillus atro-septicus* VAN HALL. Ook een twaalfstal zoogenaamde rassen van deze bacterie bleken, bij het onderzoek van MORSE, onderling niet, af althans niet duidelijk waarneembaar, te verschillen.

Wij mogen op grond van de onderzoekingen van MORSE en JENNISON dan ook wel aannemen dat zwartbeenigheid slechts door één bacterie wordt veroorzaakt, n.l. door *Bacillus atro-septicus* VAN HALL.

HET VERLOOP DER ZIEKTE.

Alle schrijvers stemmen hierin met elkaar overeen dat zwartbeenigheid met de poter kan worden overgebracht. Indien een aangetaste knol wordt uitgepoot zal zij in den regel in den grond binnen korteren of langeren tijd tot rotting overgaan.

De rotting gaat van de knol over op de jonge scheuten. Steeds ziet men dat de rotting in de scheut begint op de plaats waar ze met de moederknol is verbonden.

Het kan voorkomen dat de scheuten reeds sterven vóór ze de oppervlakte hebben bereikt. In dat geval openbaart zich de zwartbeenigheid in een onregelmatige opkomst van het gewas. Dikwijls echter groeien de jonge scheuten aanvankelijk volkomen normaal. Ze vormen wortels, stengels en bladeren, die niet van die van gezonde stammen zijn te onderscheiden. Doch dan dringt de bacterie langzamerhand van uit de moederknol in de jonge stengel door en tast het parenchym van merg en bast aan. Het snelst dringt ze meestal door in het merg, maar alle weefsels van de stengel worden ten slotte vernietigd.

Waar de bacterie zich ontwikkelt, wordt de stengel zwart en houden hare functies op. Zoolang er zich nog voldoende wortels boven het vergane stengeldeel bevinden, blijft deze nog in leven, ofschoon een verbleeking van het groen der bladeren dan reeds een minder normale groei aanduidt. Naarmate een grooter deel van de wortels door voortgaande verrotting van de stengel wordt afgesnoerd neemt het lijden van de plant toe. Natuurlijk gaat ze geheel te niet als de ziekte tot boven de oppervlakte van den grond is doorgedrongen en de gemeenschap tusschen loof en wortels geheel is verbroken. Als de stengel uitwendig tot even boven de oppervlakte zwart is geworden is de bacterie in den regel in het merg reeds tot grootere hoogte doorgedrongen.

RECHTSTREEKSCH E OVERGANG VAN DE ZIEKTE VAN DE PLANT
OP DE POTER.

MORSE heeft aangetoond dat de ziekteverwekker zich het best in opwaartsche richting in den stengel verbreidt. Ook kan hij zich gemakkelijk door de stolonen naar de knollen verplaatsen, indien er reeds knollen gevormd zijn vóór het afsterven der planten. De aangetaste knollen gaan dikwijls spoedig tot rotting over. Geheel verrotte knollen spelen geen rol meer bij de overbrenging der ziekte, maar gevaarlijk zijn de knollen, die tijdens de oogst slechts in geringe mate zijn aangetast. Want met deze knollen komt de ziekte in de bewaarplaatsen. Ze kunnen hier geheel of gedeeltelijk tot rotting overgaan en ook andere knollen uitwendig besmetten.

Van uit de besmette poter kan dan het volgende jaar de ziekte zich opnieuw in de plant verbreiden.

De overgang van zwartbeenigheid van de eene generatie naar de andere is hiermee echter niet geheel opgelost en omtrent enkele punten blijft meningsverschil tusschen de onderzoekers bestaan. Dit betreft in de eerste plaats de oorzaak van het ziek worden in Juli en Augustus.

APPEL neemt aan dat planten, die betrekkelijk laat in het seizoen ziek worden, hun smetstof uit den bodem hebben ontvangen. Zit de smetstof in de moederknol dan gaat ze op alle scheuten over en veroorzaakt ze naar zijne meening de dood der planten vóór nog knollen gevormd zijn. De Amerikaansche onderzoekers en ook MURPHY meenen daarentegen dat ook de laat in het seizoen optredende zieke planten van uit den poter besmet zijn.

Dat hierbij geen bodembesmetting behoeft te hebben plaats gehad volgt wel uit de volgende op mijn bedrijf gemaakte waarnemingen.

In 1925 kwamen uit knollen, afkomstig uit de Westpolder, planten voort, die gedeeltelijk in Juni en gedeeltelijk in de laatste helft van Juli en begin Augustus ziek werden, terwijl knollen van dezelfde soort uit eigen bedrijf, die naast de knollen uit de Westpolder waren uitgepoot, alle gezond zijn gebleven. Als bodem-infectie hier een rol had gespeeld zouden ook bij de stammen, afkomstig van de gezonde poters, laat in het seizoen zieke planten moeten zijn opgetreden.

In 1926 werd tusschen twee rijen knollen, afkomstig van een ziek veld, een rij knollen gepoot van gezonde herkomst. De knollen van gezonde herkomst hebben gezonde planten opgeleverd, die ook gedurende den geheelen groeitijd gezond gebleven zijn. Van de honderd planten, afkomstig uit knollen uit het

zieke veld, werden er acht ziek in de maand Juni, zes in Juli en twee in de eerste weken van Augustus. Het optreden van de ziekte, ook laat in het seizoen, moet hier dus geheel geweten worden aan het pootgoed. Hiermee is bewezen, dat de ziekteverwekker, die in den poter aanwezig is, zich niet altijd snel in de moederknol en van daar naar de scheuten verspreidt, maar dat het proces zoo langzaam kan verlopen dat eerst in Juli en Augustus enkele stengels ziek worden.

Waaraan het te wijten is dat het rottingsproces soms zoo langzaam verloopt, is niet bekend. Misschien moet hierbij gedacht worden aan de kurklagen, welke volgens LEACH, in een aangetaste knol rondom de zieke plek worden gevormd. Door deze kurkvorming kan de ziekte in den knol tot bepaalde plekken worden beperkt. Zoolang er nog zetmeel in den knol aanwezig is zal zij zich volgens LEACH steeds weer door de vorming van kurklagen tegen het voortdringen der ziekte met min of meer succes kunnen beschermen.

Het laat optreden van de ziekte bij planten, welke toch van uit den poter besmet moeten zijn, bewijst, dat de plant niet geheel weerloos is en dat ze middelen bezit, waardoor ze tijdelijk en ook misschien soms blijvend, de ziekte kan weerstaan als de omstandigheden medewerken. Bij de proeven van LEACH is het dan ook dikwijls voorgekomen, dat kunstmatig besmette knollen gedeeltelijk zijn aangetast, maar dat de plant, die er uit voortkwam, gezond bleef.

De meening dat knollen, welke gedurende de groeiperiode zijn aangetast, te niet moeten zijn gegaan, voor ze het volgende jaar een nieuwe plant hebben kunnen vormen, heeft dan ook geen vaste basis. Bovendien zijn er feiten bekend, die er mee in strijd zijn.

KOTILA en COONS hebben een perceeltje aangetaste aardappelen ongeroooid gelaten. Deze ongerooide knollen, die uiterlijk volkomen gaaf waren, leverden, na uitpoting, voor een deel zwartbeenige planten op. Dit kwam ook voor bij planten, die uit knollen waren voortgekomen, die bovendien nog met sublimaat of formaline waren ontsmet.

Volkomen gave en bovendien met sublimaat ontsmette poters, afkomstig van besmette perceelen, gaven in 1925—1927 op mijn bedrijf een zeker percentage zwartbeenige planten, terwijl poters van een gezond veld, welke onmiddellijk daarnaast waren gepoot, een gezond gewas opleverden. De smetstof moet inwendig in deze knollen hebben gezeten en is dus hoogst waarschijnlijk door de stolonen in den knol gekomen. Ik meen hieruit te mogen afleiden dat de ziekteverwekker, die door de stolonen is binnen-

gekomen, soms gedurende den winter in den knol kan blijven en het volgende jaar ziekte kan veroorzaken.

Is dit het geval, en er bestaat m.i. geen reden hieraan te twifelen, dan kan de ziekte van generatie op generatie overgaan zonder dat de ziekteverwekker het systeem van de plant verlaat. Ze gaat dan van den poter over op de plant en van de plant op den poter.

DE BESMETTING DER KNOLLEN BIJ HET ROOIEN, BEWAREN EN POTEN.

Een belangrijk deel der knollen, die van zieke planten afkomstig zijn, gaat gedurende den groeitijd geheel of gedeeltelijk tot rotting over. De aardappelrooiers zijn, op een ziek veld, met hunne handen voortdurend met smetstof in aanraking, die ze ook op gezonde knollen overbrengen. Ook de grond, die met de knollen in aanraking komt bevat overblijfsels van verrotte aardappelen. Dit heeft naar men meestal aanneemt, geen of weinig invloed op gave knollen, maar wel op knollen, die bij het rooien wonden hebben gekregen. Hier komt de smetstof direkt met het vleesch in aanraking en zijn de voorwaarden voor een binnendringen in den knol geschapen. Op dezelfde wijze kan ook besmetting plaats hebben als aardappels in hoopen, waarin zwartbeenigheid voorkomt, ruw worden verwerkt.

Aangetaste knollen kunnen gedurende de bewaring gedeeltelijk of geheel tot rotting overgaan en worden omgevormd tot een weeke, zwarte slijmerige massa. De aangetaste plekken in den knol zijn inwendig dikwijls niet erg donker gekleurd, maar wel is den rand van het rotte deel steeds zwart. De overgang van de smetstof wordt bevorderd door een vochtige bewaring. Op de volkomen droge oppervlakten van gave knollen sterft de ziekteverwekker binnen korteren of langeren tijd. Is de aantasting echter sterk dan zijn de rottende knollen zelf reeds oorzaak dat de omgeving van niet aangetaste knollen nat en smerig wordt. Of onder deze omstandigheden een binnendringen in gave knollen of scheuten van gave knollen mogelijk is, laat zich uit genomen proeven m.i. niet afleiden. Dat geringe wondjes, door insecten of larven van insecten oorzaak van besmetting kunnen zijn is wel zeer waarschijnlijk.

Groot gevaar voor overbrenging der smetstof ontstaat ook als men aardappelen uit een besmette hoop voor het uitpoten doorsnijdt. De snijvlakte komt door het mes en door de besmette buitenkanten van andere knollen in nauw contact met de smetstof. MURPHY vond in een bepaald geval, dat gesneden poters,

die gedurende drie dagen na het snijden in vaten waren bewaard, 325 zwartbeenige planten per acre hadden opgeleverd, terwijl dit getal bij de ongesnedene slechts 15 à 20 bedroeg.

BESMETTING UIT DEN BODEM.

APPEL is van oordeel dat de zwartbeenighedsbacil in den bodem leeft en dat onder bepaalde omstandigheden voortdurend besmetting uit den grond kan plaats hebben. MORSE daarentegen meent op grond van zijne ervaringen te kunnen zeggen dat het pootgoed de eenige of vrijwel de eenige bron van infectie is. Waar hij zwartbeenigheid waarnam, bleek deze reeds in het gewas aanwezig te zijn geweest, dat de poters had opgeleverd, voor zoover dit althans nog was na te gaan. Gezonde poters gaven steeds een gezond gewas, ook als de uitpoting geschiedde op een stuk land, dat het vorige jaar zieke stammen had opgeleverd.

ROSENBAUM en RAMSEY kregen geen zieke planten als ze gezonde poters in bakken plaatsten, waarin korteren of langeren tijd te voren aangetaste knollen waren vergaan; ook niet indien deze bakken ruim voldoende werden bevochtigd. Evenmin slaagden zij er in planten ziek te maken door herhaalde begieting met vocht, waarin overvloedig zwartbeenigheds bacteriën aanwezig waren.

Slechts in één geval werd een plant, die in een nat gehouden bak was uitgepoot, zwartbeenig, nadat een zieke knol tegen de gezonde moederknol werd gelegd.

Kweekten zij aardappelplanten als watercultures dan drongen de bacillen niet in de wortels door. Wel stierven de planten als de bacillen in overmaat werden gegeven. Dit wordt door de onderzoekers toegeschreven aan de giftige werking der stoffen, die door de bacillen werden afgescheiden.

Zij plantten knollen, die kunstmatig waren geïnfecteerd in bakken met vochtige grond. De knollen gingen geheel te niet. Een maand na deze uitpoting werden pas gesneden helften van gezonde knollen in onmiddellijk contact met de vergane resten der eerste poters uitgepoot. Zij leverden volkomen gezonde knollen op.

Gelijksoortige waarnemingen werden gedaan door SHAVOLOF en EDZON. KOTILA en COONS konden overgang der ziekte constateren als versch gesneden helften van gezonde knollen in de gaten gepoot werden, waaruit onmiddellijk te voren een zieke stam was getrokken. Na een tijdsverloop van een week had echter geen besmetting meer plaats. Zij nemen dan ook aan, dat de smet-

stof in den grond binnen korten tijd te niet gaat en wijten dit aan het optreden van een bacteriophagaag. De Amerikaansche onderzoekers hechten geen van allen groote waarde aan den bodem als bron van infectie. Ook MURPHY stelt zich op hetzelfde standpunt.

MORSE, JENNISON, ROSENBAUM en RAMSEY vermelden echter toch één of meer gevallen, waarbij zwartbeenigheid optrad op een lage plek van een ongedraineerd en ondoorlatend stuk grond. Hier zou men moeten aannemen, dat de ziekte uit den bodem op de planten is overgegaan. Echter is niet onderzocht of werkelijk *Bacillus atrosepticus* in deze planten aanwezig was. In de publicaties wordt althans een dergelijk onderzoek niet vermeld.

Zekerheid, dat de bodem een bron van infectie kan zijn, bestaat er naar mijne meening dan ook niet.

DE INVLOED VAN ZIEKE BUURPLANTEN.

MORSE constateerde dat gezonde stammen, welke naast zieke stonden, gedurende den groeitijd niet ziek werden. Ook andere schrijvers hebben dezelfde opmerking gemaakt.

Bij de virusziekten van de aardappelplant openbaart de invloed van zieke buurplanten zich meestal echter eerst bij de volgende generatie en het is geenszins uitgesloten dat dit bij zwartbeenigheid ook het geval zou kunnen zijn.

Om dit na te gaan heb ik de knollen van een viertal gezonde stammen van Thorbecke, die in 1924 naast een zieke stam van dezelfde soort groeiden, in 1925 uitgepoot. Geen dezer knollen heeft een zwartbeenige plant opgeleverd.

In 1926 werden twee rijen knollen van Bravo uitgepoot, afkomstig van een veldje, waarin zich in 1925 een vrij groot aantal zwartbeenige stammen bevonden. Ze brachten planten voort, waarvan een deel in Juni en een deel in Juli en Augustus ziek werden. Het totale percentage zieke stammen bedroeg 16 %.

Tusschen deze rijen werd een rij knollen van gezonde herkomst geplaatst. Deze brachten alle gezonde stammen voort, die gedurende den geheelen groeitijd gezond zijn gebleven.

In 1927 werden alle knollen van deze gezonde middenrij, ten getale van 654 uitgepoot. Geen hunner heeft een stam opgeleverd, die eenig spoor van ziekte vertoonde.

Overgang van zieke buurplanten heeft bij mijn proeven dus niet plaats gehad.

Hiermee is natuurlijk niet bewezen dat onder geen enkele omstandigheid overgang kan plaats hebben. Men kan zich voorstellen dat hiervoor bepaalde insecten noodig zijn of dat een

bepaalde toestand van den grond vereischt wordt en dat beide niet bij mijn proeven aanwezig waren.

Daar echter ook nergens voorbeelden van een verspreiding van stam op stam in de literatuur zijn te vinden, meen ik te mogen aannemen, dat deze wijze van overbrenging der ziekte niet bestaat of dat ze althans slechts een geringe beteekenis heeft.

DE INVLOED VAN UITWENDIGE OMSTANDIGHEDEN EN VAN DE SOORT.

De optimumtemperatuur voor den groei van *Bacillus atro-septicus* ligt volgens MORSE bij 25, volgens JENNISON bij 26° C. Ze kan gedurende verscheidene uren temperaturen verdragen van 28° C. beneden nul.

Men moet uit het optimum van 26° C. niet afleiden dat de ziekte zich het meest zal ontwikkelen in warme zomers. Integendeel, juist in koude zomers is de schade door de ziekte veroorzaakt het grootst. Men mag dit althans uit een onderzoek van ROSENBAUM en RAMSEY afleiden. Ook GOSS constateert een sterker optreden in koele zomers. Dit kan m.i. slechts hieruit worden verklaard dat de plant en de parasiet een voortdurende strijd met elkaar voeren en dat de lage temperatuur in koude zomers de plant nog meer in zijn ontwikkeling tegengaat dan dit het geval is bij de parasiet.

APPEL, MORSE, ROSENBAUM en RAMSEY hebben verder waargenomen dat groote regenval het optreden der ziekte bevordert, terwijl zij door droogte wordt tegengegaan.

APPEL en MORSE namen waar dat niet alle aardappelsoorten even veel van de ziekte te lijden hebben. MORSE meent dat Irish Cobber vatbaarder is dan Green Mountain, terwijl APPEL constateert de Up to date meer wordt aangetast dan Wohltmann.

KOTILA en COONS hebben een aantal Amerikaansche soorten geklassificeerd naar de mate, waarin ze door zwartbeenigheid worden aangetast. Zij meenen echter te kunnen constateeren dat de restistentie van geen enkele handelssort zoo groot is, dat dit praktische beteekenis bij de bestrijding kan hebben.

ANDERE BRONNEN VAN INFECTIE.

APPEL is er in geslaagd de ziekte over te brengen in komkommer, wortels, lupinen, boonen en tomaten. HARRISON bracht haar over in Spaansche peper en KOTILA en COONS in *Nicotiana rustica*.

De aardappel is echter de eenige plant, waarin de bacil van de zwartbeenigheid is waargenomen zonder kunstmatige infectie. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten dat ook andere planten worden aangetast en dat onder bepaalde omstandigheden een aardappelplant ziek kan worden indien ze in nauw contact komt met de rottende deelen van een aangetaste plant van een andere soort.

Tot nu toe is slechts met zekerheid geconstateerd dat de ziekte met de poters kan worden overgebracht. Maar ongetwijfeld is er nog een andere bron van infectie, hetgeen blijkt uit het optreden van de ziekte bij planten, waarvan de moederknollen uit een volmaakt gewas afkomstig zijn.

In 1925 vond ik een zwartbeenige plant in de soort Thorbecke. Deze stamde af van planten, die gedurende vijf generaties volmaakt ziektevrij waren geweest. In 1927 werden enkele zwartbeenige stammen gevonden bij de soort Alpha. Ook de moederknollen van deze zieke planten waren gezond en stamden op hun beurt weer van gezonde planten af.

Een besmetting van de poters door andere zieke knollen kan in geen der gevallen hebben plaats gehad omdat de poters steeds afzonderlijk in bakjes zijn bewaard en slechts knollen van volmaakt gezonde stammen zijn geoogst. Welke bron van besmetting er naast de aangetaste poter nog bestaat is niet met zekerheid te zeggen. Misschien kan onder bepaalde omstandigheden de grond als zoodanig fungeeren. Dat de ziekte niet uitsluitend met de poter behoeft te worden overgebracht staat echter vast.

BESTRIJDINGSMIDDELEN.

In verband met de groote beteekenis, die de poter heeft bij de overbrenging der ziekte is het duidelijk dat zooveel mogelijk moet worden gezorgd dat geen besmette knollen worden uitgepoot.

Dit kan in de eerste plaats worden bereikt door er voor te zorgen dat geen of zoo weinig mogelijk aangetaste knollen in de bewaarplaatsen komen. Hiertoe is noodig dat men alle aangetaste stammen in het veld verwijderd, waarbij vooral groote aandacht moet worden besteed aan de planten, die laat in het seizoen ziek worden. Indien deze ook slechts een enkel symptoom van aantasting in een der stengels vertoonen moet de geheele stam worden verwijderd.

Rooit men zijn pootgoed in onrijpen toestand, waarbij het loof nog groen en gaaf is, dan kan men tijdens het rooien in het veld de aangetaste planten duidelijk zien en kan men deze verwijderen.

Rooit men de aardappelen als het loof reeds geheel of gedeeltelijk is afgestorven, dan is dit natuurlijk niet mogelijk, maar is men aangewezen op een opruiming in het veld, op een oogeblik dat aan het afsterven van het loof zoo kort mogelijk vooraf gaat. Het is deze selectie in het veld, die, naar het mij voorkomt, de grootste beteekenis heeft. Zonder haar zal men er niet in slagen de zwartbeenigheid geheel te overwinnen.

In de tweede plaats heeft men er zorg voor te dragen dat zoo min mogelijk knollen in de opslagplaatsen komen, die zichtbaar zijn aangetast of die bij het rooien zijn gekwetst. Hierdoor gaat men rotting tegen en verhindert men dat gedurende de bewaring overgang van knol op knol, plaats kan vinden. Een droge luchtige bewaring is in dezen natuurlijk ook aan te bevelen.

Verder dient er op te worden gelet dat slechts gave knollen worden gepoot. Een sorteering van het pootgoed vóór de uitpotting, waarbij alle min of meer aangetaste knollen of alle knollen met zwarte plekken, als poter worden uitgeschakeld, kan het percentage zwartbeenige planten in het veld sterk verminderen. MORSE, MURPHY, KOTILA, COONS en JENNISON raden, naast deze sorteering, een ontsmetting met sublimaat of formaline aan.

Bij de proeven, die door MORSE genomen zijn is de ontsmetting bijna steeds gepaard gegaan met een sorteering der poters. Ze had dan bij hem steeds een volledig succes. Maar ook werd meestal een vermindering van het aantal zwartbeenige knollen waargenomen als uitsluitend de ontsmettingsmethode werd toegepast. Deze bestond dan in een onderdompeling in een oplossing van formaline. Slechts in één geval, waar kleine minderwaardige poters waren gebruikt, bleef het succes uit.

Ook KOTILA en COON vermelden een proef, waarbij het percentage zwartbeenige planten sterk is gedaald door een behandeling met formaline en nog sterker door een onderdompeling gedurende een half uur in 1 $\frac{0}{100}$ sublimaatoplossing.

Goss daarentegen hecht weinig waarde aan de ontsmetting, omdat de bacteriën, die inwendig in de aardappelknol voorkomen, niet worden bereikt. Daar zijn publicatie een samenvatting van de in Amerikaansche bestrijdingsmiddelen inhoudt, meen ik te kunnen aannemen dat aan het ontsmetten als bestrijdingsmiddel in Amerika geen groote beteekenis meer wordt toegekend.

Bij de proeven, die in 1925 op mijn bedrijf zijn genomen, deed zich het merkwaardige verschijnsel voor dat niet alleen een ontsmetting met sublimaat geen succes heeft gehad, maar dat integendeel het percentage zieke planten er vrij sterk door is verhoogd.

Den 15den Maart werden 200 knollen van de soort Bravo gedurende anderhalf uur ondergedompeld in een sublimaat-oplossing van 1 $\frac{0}{100}$. Na de onderdompeling volgde afspoeling in water, waarna de knollen aan de lucht werden gedroogd. Twee andere partijtjes, van ieder 200 knollen, bleven onbehandeld.

Van ieder der drie partijtjes werden 100 knollen uitgepoot op kleigrond en 100 knollen op zandgrond.

Op elk der zes perceeltjes hebben een aantal knollen geen planten voortgebracht. Bij onderzoek bleek dat in alle gevallen, waarin geen scheut aan de oppervlakte kwam, de moederknol geheel was vergaan, op gelijksoortige wijze als dit bij zwartbeenigheid plaats vindt. Ook zag men op elk perceel planten, welke binnen korteren of langeren tijd aan zwartbeenigheid te gronde gingen.

Planten van gezonde herkomst bleven op hetzelfde perceel volkomen gezond.

Den 1sten Juli werden op het met sublimaat behandelde perceeltje, op de klei, 9 open plekken geteld en 14 zieke planten. Op de twee onbehandelde perceeltjes bedroeg het aantal open plekken 6 en 5 en het aantal zieke planten 8 en 9.

Gelijke resultaten werden verkregen op het perceeltje op zandgrond.

De opbrengst van het perceeltje met de ontsmette poters bedroeg op de klei 42 K.G. tegen respectievelijk 47 en 47 K.G. van de perceeltjes, waarvan de poters niet waren ontsmet. Op de zandgrond gaven de ontsmette poters een opbrengst van 58 K.G. en de niet ontsmette respectievelijk 62½ en 63 K.G.

Dat sublimaat een ongunstige invloed op het optreden van zwartbeenigheid kan hebben is ook door anderen opgemerkt.

Zoo constateerde Dr. MANSOLT in 1925 meer zwartbeenigheid bij een gedeelte van zijn aardappelgewas, dat ontsmet was, dan bij een deel, waarbij de poters niet waren behandeld.

De heeren M. NOTEBOOM en J. NOTEBOOM namen in 1921 meer zwartbeenigheid waar dan zij meenden te mogen verwachten. In dat jaar waren al hun poters in het voorjaar gesublimeerd. In 1922 was slechts een deel met sublimaat behandeld. In de behandelde werd toen meer zwartbeenigheid aangetroffen dan in de onbehandelde.

In 1923 werden op hetzelfde perceel gesublimeerde en ongesublimeerde knollen uitgepoot. Ook toen was reeds bij eerste aanblik te zien, dat op het gesublimeerde deel van het veld meer zwartbeenige stammen aanwezig waren.

De waarnemingen van de heeren MANSOLT en NOTEBOOM, bevestigen hetgeen door mij is waargenomen.

Een sublumaatbehandeling kan onder bepaalde omstandigheden zeer ongunstig werken op het optreden van zwartbeenigheid.

De schadelijke werking van de sublumaatbehandeling kan, naar het mij voorkomt, slechts geweten worden aan de ongunstige invloed, die een voorjaarsbehandeling op de ontwikkeling van de planten heeft. Als men in Maart ontsmet kan men steeds waarnemen dat de opkomst, vooral bij de vroege soorten, belangrijk wordt vertraagd. Of deze vertraging uitsluitend een gevolg is van een beschadiging der kiemen of dat ook andere invloeden in het spel zijn kan hier buiten beschouwing blijven, maar wij hebben rekening te houden met het feit, dat de plant zich, na een sublumaat behandeling, minder vlug ontwikkelt.

De uitwendig op de knollen voorkomende smetstof wordt door een sublumaatbehandeling vernietigd. Maar deze speelt zeer zeker geen groote rol, vooral niet als men gave knollen gebruikt. De bacteriën, die inwendig in de knol aanwezig zijn, worden door een sublumaatbehandeling niet in het minst gehinderd. Integendeel zal de verzwakking, die de knol door de behandeling ondergaat, aan de bacterie ten goede komen, zooals dit bij een strijd tusschen parasiet en hospes steeds het geval zal zijn.

Een sublumaatbehandeling, die de ontwikkeling van de plant schaadt, zal tengevolge hebben dat de parasiet den strijd eerder wint. Er zullen meer knollen zijn, die geen scheut aan de oppervlakte kunnen brengen en meer knollen, welke planten voortbrengen, die reeds in een jong stadium zijn aangetast. Beide kon in 1925 bij mijn proeven worden waargenomen. Of een sublumaatbehandeling in den herfst ook schadelijk kan zijn is niet door mij onderzocht. Ik acht dit in verband met het voorgaande, niet erg waarschijnlijk.

Hoe het komt dat de resultaten van de ontsmetting in Amerika, die toch ook steeds in het voorjaar, plaats had, zoo zeer verschillen met de hier gedane waarnemingen, is niet met zekerheid te zeggen. Waarschijnlijk speelt de Amerikaansche gewoonte om het pootgoed te snijden, hierbij een rol. De uitwendig op de poters voorkomende bacteriën, die op gave knollen geen invloed hebben, zullen bij het doorsnijden de knollen kunnen besmetten. Door ze vóór het snijden te dooden, zal men het percentage zieke planten in sommige gevallen kunnen verminderen.

Verder mag niet worden vergeten dat bij de weinige waarnemingen, die in Amerika omtrent den invloed van de ontsmetting zijn gedaan, slechts gelet is op het percentage zieke planten,

terwijl geen rekening is gehouden met de open plekken in het veld, welke een gevolg kunnen zijn van zwartbeenigheid in de knollen. Men kan zich zeer goed voorstellen, dat een verzwakking van de knol tot gevolg heeft dat meer aangetaste knollen buiten staat worden gesteld scheuten aan de oppervlakte te brengen en dat hier door het percentage aangetaste planten, die men op het veld kan waarnemen, vermindert.

De in ons land gedane waarnemingen geven m.i. alle aanleiding om te waarschuwen tegen een voorjaarsontsmetting van pootgoed als bestrijdingsmiddel tegen zwartbeenigheid.

Met uitzondering van LEACH, die weinig beteekenis toekent aan uitwendige besmetting van de knollen, wijzen alle schrijvers op het besmettingsgevaar, dat bij het doorsnijden van de poters optreedt.

Waar in ons land het doorsnijden der poters geen regel is zou ik willen aanraden dit na te laten als het gewas, dat de poters geleverd heeft, zwartbeelige planten bevatte. Moet men echter snijden, dan is het wenschelijk het mes voortdurend in sublimaat te ontsmetten en de knollen niet geheel door te snijden doch de helften op elkaar te laten zitten. Deze methode is trouwens steeds bij het snijden der knollen als de beste te beschouwen.

Als resultaat van literatuuronderzoek en eigen waarnemingen, meen ik het volgende te mogen constateeren:

1. Zwartbeenigheid wordt slechts veroorzaakt door één bacterie: „*Bacillus atrosepticus* VAN HALL”.
2. De besmetting wordt met den poter overgebracht.
3. De smetstof kan van den moederknol in de jonge knollen komen, zonder het systeem van de plant te verlaten.
4. De besmetting van de poters kan verder plaats hebben bij het rooien, het bewaren en het snijden van de knollen.
5. Het is niet zeker dat de bodem als bron van besmetting een rol speelt, maar wel is aangetoond dat er behalve de poter nog een andere bron van infectie bestaat.
6. Buurplanten-besmetting kwam bij de genomen proeven niet voor.
7. Ontsmetting van de poters met sublimaat heeft in bepaalde gevallen de ziekte verergerd.
8. De ziekte openbaart zich het sterkst in koude en natte zomers.
9. De meest afdoende bestrijding bestaat in het verwijderen der zieke stammen, waarbij vooral zoo laat mogelijk in het seizoen moet worden geselecteerd.
10. Zorg moet verder worden gedragen, dat geen zichtbaar aangetaste knollen in de bewaarplaatsen komen, dat geen aan zichtbaar getaste knollen worden uitgepoot, dat de bewaring

zoo droog en luchtig mogelijk is en dat poters van besmette velden niet of zoo weinig mogelijk worden doorgesneden.

Ik kan niet nalaten mijn hartelijken dank te betuigen aan Prof. Dr. H. M. QUANJER voor de welwillendheid waarmee hij mij bij het verzamelen van hetgeen in de literatuur omtrent zwartbeenigheid bekend is, heeft geholpen.

LITERATUUROVERZICHT.

- APPEL, O., Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit und die durch Bacterien hervorgerufene Knollenfäule der Kartoffeln. Arb. Biol. Abt. K. Gesundheitsamte. 1903.
 ——— Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten. 1926.
 GOSS, R. W., Potato Diseases in Nebraska. Un. of Nebr. Col. Exp. Stat. Lincoln. Febr. 1923.
 JENNISON, H. M., Potato blackleg with special reference to the etiological agent. Annals of the Missouri Botanical Garden. Febr. 1923.
 HARRISON, F. C., A bacterial rot of potato caused by *Bacillus solani-saprus*. Centralbl. für Bakt. Abt. 2. 1907.
 KOTILA, J. E. and COONS, G. H., Investigations on the blackleg disease of potato Agricultural Experiment Station-Michigan State College May 1925.
 MORSE, W. J., Studies upon the blackleg disease of the potato, with special reference to the relationship of the causal organisms. Jour. Agr. Res. 1917.
 MURPHY, P. A., The blackleg disease of potatoes. Dept. of Agr. Dom. of Canada. 1916.
 RAMSEY, G. B., Studies on the viability of the blackleg organism. Phytopath. 9, 1919.
 ROSENBAUM, J. and RAMSEY G. B., Jour. Agr. Res. 13, 1918.
 SHAPOVALOV, M. and EDSON, H. A., Blackleg potato tuber rot under irrigation. Jour. Agr. Res. 22. 1921.