

**MICROSCOPISCH ONDERZOEK VAN PSEUDONET-  
NECROSE EN KRINGERIGHEID VAN DE AARDAPPEL**

**(MICROSCOPICAL INVESTIGATION OF PSEUDONETNECROSIS  
AND KRINGERIGHEID OF THE POTATO)**

**DOOR**

**L. C. P. KERLING**

**VROEGER TE WAGENINGEN, HOLLAND  
NU TE DJOKJAKARTA, JAVA.**

## INLEIDING.

Eenige niets zeggende namen zijn in het buitenland gebruikt om necrose-verschijnselen in aardappelen aan te duiden: „Eisenfleckigheid“, „internal brown spot“, „internal rust spot“. Niets zeggend, omdat zij geen omschrijving geven van de symptomen, noch eenige aanduiding bevatten omtrent de ziekteoorzaak. SYDNEY BURR (4) schrijft de verwarring, die op dit gebied bestaat, toe aan het verwaarloozen van de anatomie als hulpmiddel bij het beschrijven van deze ziekten, maar zijn meening moet berusten op onbekendheid met de Nederlandsche literatuur. Reeds in 1907 heeft SWELLENGREBEL (17), niet minder nauwkeurig dan SYDNEY BURR, afwijkingen in de structuur bij een der veel voorkomende ziekten van dit type, de „kringerigheid“, nagegaan. Volgens macroscopische symptomen is deze ziekte identiek met PETHYBRIDGE's „Sprain“ (11), APPEL's „Pfropfenbildung“ (1) en PAPE's „Korkringigheid“ (10). QUANJER heeft in zijn verhandelingen over deze zelfde „kringerigheid“ (13) en over door *Tylenchus dipsaci* beschadigde aardappel (14) aangetoond, dat het parenchymweefsel der knollen op precies dezelfde wijze reageert op de meest verschillende beschadigingen b.v. op aantasting door *Phytophthora infestans*, zelfs op het prikken met een steriele naald. Bevestiging hiervan kan men vinden in verhandelingen van LÖHNIS (9), die de *Phytophthoraziekte* bestudeerde, van SCHWARTZ (16), die zich op Java bezighield met de studie der roestvlekkenziekte („rusty spot disease“) en van DE BRUYN (3), waar zij schrijft over de necrotische plekken, welke optreden in aardappelen, die sterk met stikstof en onvoldoende met kali bemest zijn. In al deze gevallen ziet men necrotische celgroepen, waaromheen een wondreactie optreedt zooals zij is beschreven door PRIESTLEY en WOFFENDEN (12).

Het doel van dit onderzoek nu, is na te gaan, of het ziektebeeld van de pas in dit tijdschrift door QUANJER, THUNG en ELZE (12) beschreven pseudonetnecrose, en dat van de kringigheid, die makroskopisch zeer goed van elkaar te onderscheiden zijn, mikroskopisch al of niet duidelijke verschillen vertoonen. Men is a priori geneigd wel degelijk een verschil te verwachten waar de pseudonetnecrose door een virus veroorzaakt wordt, dat van de moederknol via de plant op de dochterknollen overgaat, en de kringigheid, van welke ziekte men de oorzaak nog niet kent, van den grond uit de knollen besmet, maar

niet van de moederknol op de dochterknollen overgaat (QUANJER 13). Er zijn echter vele gevallen bekend, waarin door geheel verschillende oorzaken ziektebeelden ontstaan, die makroskopisch duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn, doch mikroskopisch nauwelijks verschillen. Zoo waren de door mij onderzochte door vallende waterdruppels teweeggebrachte vlekken op perzikbladeren makroskopisch duidelijk te onderscheiden van de, op dezelfde bladeren door *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. veroorzaakte vlekken. Mikroskopisch vertoonde het reactieweefsel echter geen verschil. De plant reageert dan op een haar eigen wijze op een invloed van buiten af, onverschillig welke deze invloed is, doch eenigszins variërend met de manier, waarop hij zich doet gelden (KERLING, 7).

Alvorens tot de mikroskopische beschouwing over te gaan, is het noodig de beide ziektebeelden makroskopisch te beschrijven. Voor het onderzoek werden aardappels van de variëteit Roode Star met pseudonetnecrose, afkomstig van kleigrond, en aardappels van de variëteit Eigenheimer met kringrigheid, afkomstig van zandgrond, gebruikt.

### *Makroskopie.*

„Pseudonetnecrose”. Zooals in het vorig artikel in dit tijdschrift werd uiteengezet, verwarde ATANASOFF (2) deze ziekte met de Amerikaansche netnecrose. De Roode Star aardappels met pseudonetnecrose vertoonen echter een beeld geheel afwijkend van hetgeen GILBERT (5) beschreef als „netnecrosis”. Terwijl bij deze ziekte de phloëemstrengen aangetast worden, zoodat men een net van bruine lijnen ziet, bevinden zich bij de pseudonetnecrose bruine plekken voornamelijk in de schors, en soms ook binnen de houtvaatring. Dicht bij het kurk bevinden zich onregelmatige bruine stippen of plekken, soms 2 à 3 mm. groot, in het midden donker en naar de randen toe lichter uitvloeiend; aan deze randen vertoont zich een fijn bruin netwerk. Bij uitdrogen wordt het centrum korrelig. Het parenchym om de vlek is doorschijnender dan elders en soms iets donkerder getint. Voor photographische afbeeldingen wordt naar de aan dit artikel voorafgaande verhandeling verwezen.

„Kringrigheid”. Het verschijnsel van kringrigheid is reeds beschreven en afgebeeld door SWELLENGREBEL (17). Opgemerkt zij, dat de z.g. „kringen” in werkelijkheid bollen zijn met een punt ergens aan de oppervlakte, soms een lenticel, als middelpunt, hetgeen blijkt bij doorsnijden van de knol in verschillende richtingen. Bij de onderzochte Eigenheimers zijn de „kringen” echter niet altijd „fijn en

typisch", zooals QUANJER opmerkt, doch vaak zijn ze tot enkele mm. dik. De fijne kringen bestaan uit lichtbruin gekleurde punten; soms zijn ze donkerder en begrensd door een doorzichtige zône. De breede kringen bestaan uit een donkere korrelige massa, begrensd door een  $\pm 2$  mm. breede, doorschijnende zône. Waar de kringen afgebroken zijn, omringt de zône elk gedeelte afzonderlijk. Soms treden scheuren op, wanneer, bij wegvallen van de korrelige massa, het aan den eenen kant aangrenzend gedeelte der zône loslaat van het aan den anderen kant aangrenzend gedeelte.

### Mikroskopie.

**T e c h n i e k.** Voor het onderzoek werd versch materiaal gebruikt. Enkele knollen werden gefixeerd in  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{3}{4}$  %ige chroomzuuroplossing gedurende 36 uur, daarna gedurende 2 dagen gespoeld en vervolgens bewaard in 96 %ige alcohol. Waar van dit materiaal gebruik is gemaakt, zal dit vermeld worden.

„Pseudonetnecrose". Bij de pseudonetnecrose blijken de aantastingen steeds in het parenchym voor te komen; soms liggen

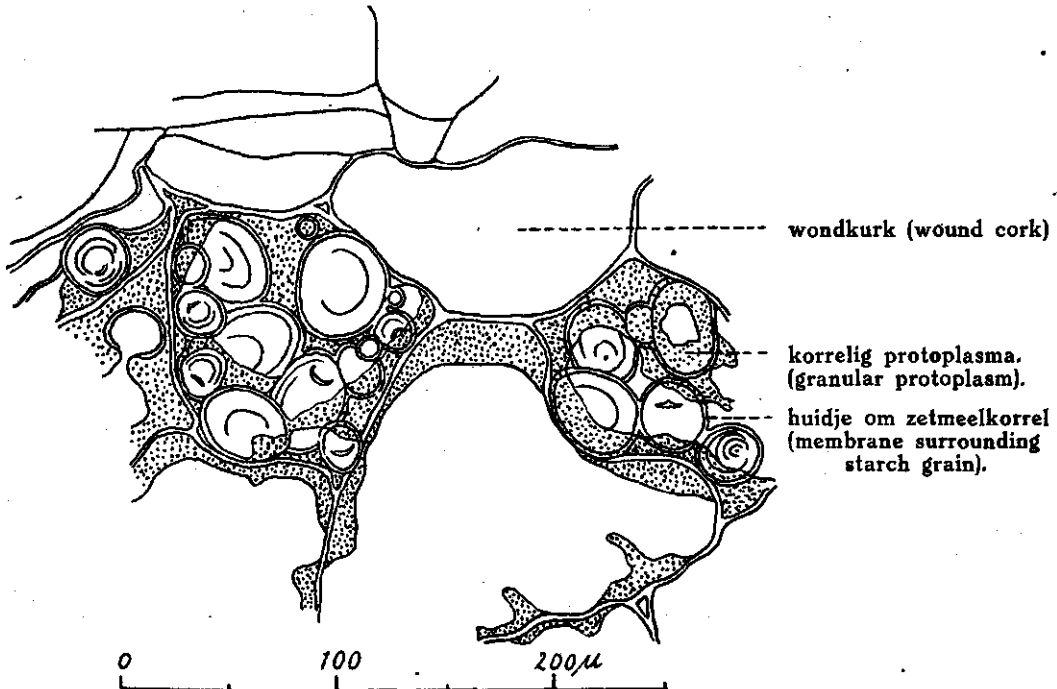


Fig. 1. Pseudonetnecrose bij „Roode Star”.  
Naar een praeparaat gekleurd met Soedan III.

zieke cellen tegen phloemstrengen aan. Bij sterker uitbreiding ontstaan groote complexen van doode cellen, die de vaatbundelelementen tusschen zich in sluiten. Pas aangetaste cellen liggen meestal geïsoleerd in het gezonde weefsel. Door verlies van de turgor buigt de celwand, die de oorspronkelijke dikte en kleur nog behouden heeft, zich onregelmatig om de zetmeelkorrels, die zich in het cellumen bevinden. (Fig. 1).

De celkern krijgt een onregelmatige omtrek, het protoplasma wordt korrelig en kleurt zich geel, vooral om de zetmeelkorrels. Hier maakt de korrelige structuur plaats voor een hyaline; de korrels worden door een  $\pm 1 \mu$  dik huidje omgeven, waardoor zij op hun plaats in het cellumen gehouden worden. Door de aanwezigheid van zetmeel zijn de zieke plaatsen in dunne coupes zeer opvallend, want bij het snijden vallen de korrels meestal uit de normale cellen, waarin dan alleen nog weinig kleurloos protoplasma achterblijft. De gezonde cellen, die de zieke omringen, drukken de laatste samen, voorzover de zetmeelkorrels het toelaten.

Bij oudere aantastingen liggen meestal meer zieke cellen bij elkaar; zij vormen het makroskopisch zichtbare bruine netwerk in het parenchym. De celwanden zijn geel gekleurd, de cellen sterk samengedrukt, waarbij de zetmeelkorrels opééngehoopt komen te liggen. De naburige cellen liggen nu duidelijk straalsgewijs om de aangetaste gerangschikt; in enkele treedt een tangentieele deelingswand op, dicht bij de aangetaste cellen geplaatst.

Ten slotte worden aaneengesloten celcomplexen aangetast; de aan de rand liggende cellen vertoonen het bovenbeschreven beeld. De elementen van een vaatbundel blijven steeds gezond. De naburige cellen dringen zoover in het zieke complex binnen, dat de zieke cellen nog slechts als smalle uitloopers tusschen het reactieweefsel te vinden zijn, of zich als een bruine massa er binnen bevinden. Door samenvouwen van de celwanden zijn de intercellulairen meestal verdwenen, soms zijn zij nog aanwezig tusschen de aangetaste cellen en die van het wondweefsel. De zieke cellen hebben donkerbruine, onregelmatig verdikte wanden en bevatten een aantal tegen elkaar afgeplatte bruine huidjes ter grootte van de nu meestal verdwenen zetmeelkorrels. De huidjes zijn met elkaar en met de celwand vergroeid, doch nog duidelijk van deze te onderscheiden. Ze zijn dikker dan bij pas aangetaste cellen; korrelig protoplasma is hier slechts weinig of in het geheel niet meer aanwezig. Het wondweefsel bestaat uit radiale rijen, elk van  $\pm 6$  cellen. Tusschen de aangetaste cellen en deze rijen liggen soms ongedeelde cellen. Het reactieweefsel zal uitvoeriger besproken worden bij

de „kringerigheid" waar het sterker ontwikkeld is, dan bij de „pseudonetnecrose".

Het bovenbeschreven verschijnsel, waarbij lichamen in de cel gevormd, door een zakje omringd worden, doet sterk denken aan het optreden van kristalzakjes. Door SWELLENGREBEL (17), die deze huidjes het eerst beschreef, werd deze vergelijking gemaakt. Tegelijkertijd constateerde VERSCHAFFELT (18) een dergelijk verschijnsel bij verwonde bolschubben van sommige Amaryllidaceae. Uit de resistentie tegen sterk  $H_2SO_4$  komen beide onderzoekers tot de opvatting, dat de huidjes kurkstof zouden bevatten. Omtrent hun verdere samenstelling is, voor zoover ik weet, niets bekend.

Ik trachtte nu na te gaan, in hoever deze huidjes nog een protoplasmatisch karakter bezitten, en in hoever ze werkelijk het karakter van membranen hebben, en men ze dus mag beschouwen als verkurkte wanden, die dezelfde eigenschappen hebben als de wanden der cellen waarin ze voorkomen.

Dat de zetmeelkorrels in de zieke cellen niet van samenstelling veranderd zijn, is waarschijnlijk, want zij gedragen zich even zoo als de korrels der gezonde cellen tegenover alle gebruikte kleurstoffen en reagentia.

De huidjes kleuren zich geelbruin met jood-joodkali. In chloorzinkjodium kleuren zich de celwanden der zieke cellen geel, de huidjes geelbruin; terwijl bij het normale weefsel de wanden duidelijk paars werden. Soedan III kleurt de zieke wanden evenals de huidjes rood, vaak wordt ook het korrelig protoplasma getint. In sterk zwavelzuur lost wel het korrelig protoplasma op, doch de celwanden der zieke cellen en de huidjes blijven onveranderd over, zelfs na 14 dagen inwerking. Op grond van genoemde reacties zou men kunnen besluiten tot het voorkomen van kurkstof in celwanden en huidjes. Daar verkurkte deelen ook vaak houtreacties geven, behoeft men er zich niet over te verbazen, dat in phloroglucine en zoutzuur de wanden zich soms zwakrood, en de huidjes zich een enkele maal vuilrood kleuren, en dezelfde kleuring bij gefixeerd materiaal met fuchsine bereikt wordt. Ook safranine, een kleurstof, die zoowel door verhoude als door verkurkte deelen opgenomen wordt, geeft intense roodkleuring van de celwanden der zieke cellen, en meestal ook van de huidjes en het korrelig protoplasma. Met rutheniumrood kleuren zich eveneens wanden, huidjes en korrelig protoplasma; er zullen dus ook pektinstoffen aanwezig zijn.

Daar het bij sterk aangetaste gedeelten vaak moeilijk uit te maken is, of men alleen met samengedrukte cellen, of ook met opgevulde intercellulairen te doen heeft, zooals SWELLENGREBEL dit soms waarneemt, trachtte ik het zieke weefsel te macereeren, en gebruikte daartoe het mengsel van JEFFREY (een mengsel van 5 à 10 % chroomzuur en salpeterzuur). Na  $\pm$  15 minuten inwerking onder het dekglas was het normale weefsel geheel doorzichtig of verdwenen; van de aangetaste cellen verbleekten wand en inhoud. Na 24 uur was de toestand nog onveranderd; na  $\pm$  40 uur was het normale weefsel verdwenen, en de zieke cellen geïsoleerd. Zij zijn dunwandig en bevatten geen of weinig korrelige inhoud; de huidjes waren verdwenen. Uit deze reactie blijkt:

- (1) dat de aangetaste plekken uit samengedrukte cellen bestaan, en niet uit opgevulde intercellulairen,
- (2) dat de celwanden der aangetaste cellen anders reageeren dan de huidjes.

Een 2de methode om de huidjes aan te tasten en de celwanden intact te laten, bleek de inwerking van Eau de Javelle te zijn. Na  $\pm$  1 uur waren de huidjes niet alleen verbleekt, maar vertoonden ook een fijnkorrelige structuur; na  $\pm$  2 uur inwerking was nog slechts weinig korrelig protoplasma om de zetmeelkorrels aanwezig, juist zooals in de normale cellen. Werd sterk zoutzuur toegevoegd dan trad een hevige chloorontwikkeling op, waarbij de zetmeelkorrels oplosten en de protoplasma-resten in alle cellen samenbalden. (Sterk zoutzuur alleen lost wel de zetmeelkorrels op, maar niet de huidjes. Eigenaardig is het, dat hierna toegevoegde overmaat Eau de Javelle de huidjes niet meer aantast).

Laatstgenoemde reacties wijzen op een protoplasmatisch karakter van de huidjes. In overeenstemming hiermee is de kleuring van huidjes en korrelig protoplasma met methyleenblauw, dat de zieke celwanden daarentegen niet kleurt. Ook het normale protoplasma wordt hierdoor gekleurd. Het was dus nog de vraag of de huidjes als verkurkte wandjes om de zetmeelkorrels te beschouwen waren, of dat zij een protoplasmatisch karakter dragen. In het eerste geval zou na verwijdering van de kurkstof bij hooge temperatuur, zooals VAN WISSELINGH (19) dit aangeeft, een cellulosebasis kunnen overblijven. Ik bracht nu coupes gedurende 2 uren, voorloopig bij  $100^{\circ}$  in een glycerinebad: geen verandering trad hierna op. Coupes op deze wijze in 50 % ige oplossing van kaliloog gebracht, vertoonden echter ingrijpende verandering: de cellen waren afgerond, en lieten van elkaar los, ook de

aangetaste. De huidjes en het korrelig protoplasma waren meestal verdwenen en overgegaan in gele olieachtige druppels, die verspreid door de cellen lagen. (Fig. 2).

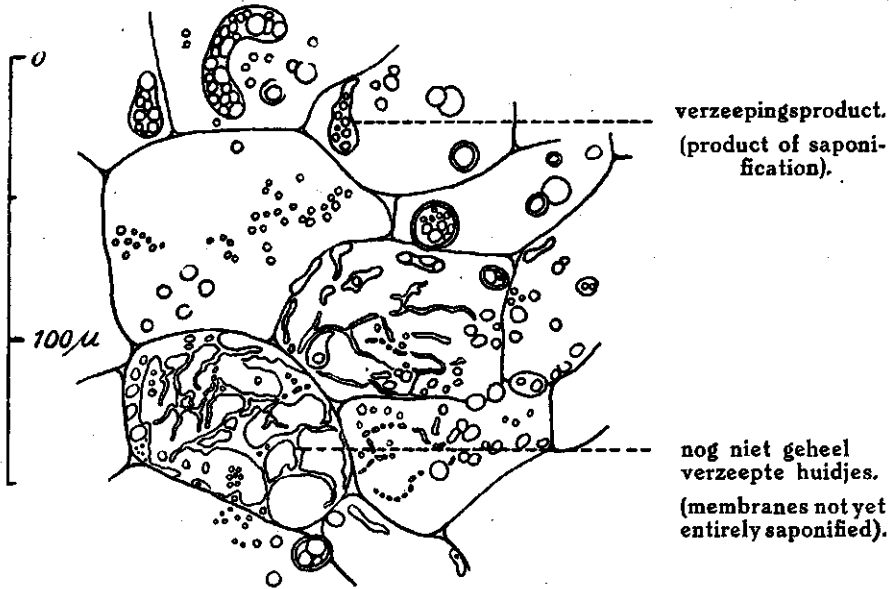


Fig. 2. Pseudonetnecrose bij „Roode Star”.

Naar een preparaat gedurende 2 uur met KOH behandeld.

Op andere plaatsen waren de huidjes deels opgelost en deels nog aanwezig als dunne geperforeerde vliesjes. Werden de coupes in water gebracht, dan loste het verzeepingsproduct op; in enkele cellen bleven de resten van nog niet geheel omgezette huidjes zichtbaar. In de cellwanden waren nu duidelijk stippels waar te nemen. Daar de omzetting van de huidjes bij een dergelijke lage temperatuur gaat, zal de stof waaruit zij bestaan niet te vergelijken zijn met de kurkstof, die VAN WISSELINGH eerst bij belangrijk hogere temperaturen kon omzetten; ook blijft bij de aardappel geen cellulosebasis achter. Dat men hier met het verzeepingsproduct van een vet te doen heeft, blijkt ook hieruit, dat de druppels niet oplossen in een verzadigde keukenzoutoplossing.

Resumeerende komt men tot de conclusie, dat hier een vettig degeneratieproduct van het protoplasma aanwezig is. Wordt een cel aangetast, dan zal het protoplasma eerst een grofkorrelige structuur krijgen, en vervolgens doorzichtiger worden waar zich vetten vormen, n.l. om de zetmeelkorrels heen. Door de verharding van het proto-



plasma worden de korrels op hun oorspronkelijke plaats ingesloten. Kleuring met Soedan III en resistentie tegen sterk zwavelzuur bevestigen dit vettig karakter. Doch ook andere stoffen kunnen in de huidjes opgenomen zijn, zooals lignine en pektine.

Beschouwt men parenchymcellen van een gezonde „Roode Star” aardappel, dan blijkt het protoplasma onzichtbaar te zijn, slechts de microsomata ziet men langs wanden en zetmeelkorrels stroomen. Door vitaalkleuringen, b.v. met neutraalrood (1 : 50.000), zooals GUILLIER-MOND (6) dit aangeeft, kleuren de celwanden weinig, doch de vacuole is na  $\pm$  30 minuten steenrood. De zetmeelkorrels blijken vaak aan één zijde van de vacuole gegroepeerd; van het protoplasma zijn ook nu slechts de microsomata zichtbaar. Dat de cel levend is, blijkt hieruit, dat plasmolyse met 10 %  $\text{KNO}_3$  nog mogelijk is. Bij een lichte verschuiving van het dekglas of door even verwarmen van het praeparaat wordt de tonoplast beschadigd en kleuren zich kern en protoplasma. Het laatste vertoont nu een alveolaire bouw en hult de zetmeelkorrels in. Hetzelfde beeld krijgt men door toevoeging van schadelijke stoffen, zooals fuchsine, of na fixatie met chroomzuur. Na 18 of 20 uur inwerking van de neutraalrood oplossing blijkt de tonoplast eveneens beschadigd te zijn; de vacuole verbleekt, terwijl het protoplasma zich intens kleurt. De alveolaire structuur verdwijnt, terwijl een hyaline massa zich om de zetmeelkorrels afzet, die hier en daar in huidjes gehuld worden. (Fig. 3).

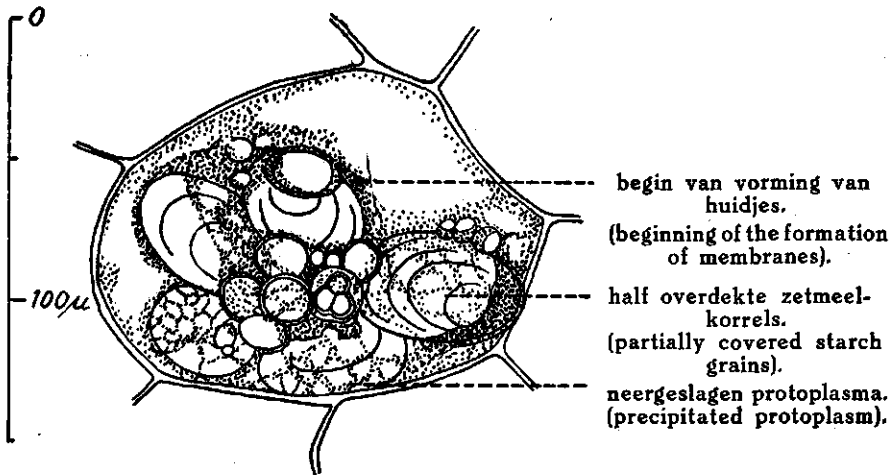


Fig. 3. Normale cel van „Roode Star”.

Naar een praeparaat gedurende 18 uur met neutraalrood behandeld.

Dit beeld lijkt zeer veel op dat, wat de pseudonetnecrose te zien geeft; het is zeer goed mogelijk, dat een stof, die in kleine hoeveelheden gedurende korten tijd verdragen kan worden, bij langer inwerking of in grooter concentratie schadelijk wordt en tot de „vettige degeneratie” van het protoplasma leidt, zooals KÜSTER (7) het uitdrukt.

### „Kringerigheid”.

Bij de „kringerigheid” doen zich met eenige afwijkingen dezelfde microscopische verschijnselen voor. Het makroskopisch onderscheid tusschen deze aantasting en de pseudonetnecrose is echter groot; het ligt hierin, dat bij kringerigheid de aangetaste cellen in gebogen strooken liggen, vaak van slechts één of twee cellen breedte. In tegenstelling met de pseudonetnecrose, die tijdens den bewaartijd van de knollen optreedt, zijn aardappels in den grond reeds kringerig, zoodat hier, bij onderzoek in den winter, meer tijd is geweest voor de vorming van een reactieweefsel. Dit heeft de zieke cellen sterk plat gedrukt, zoodat in Maart de aantastingen van kringerigheid het meest overeenkomen met de oudste beschadigingen door pseudonetnecrose. Aan de randen van een kring zijn vaak nog geïsoleerde zieke cellen te vinden. De aangetaste cellen zelf vertoonen een ziektebeeld, dat overeenstemt met dat der pseudonetnecrose. De huidjes om de korrels in de zieke cellen zijn dun (Fig. 4). Het korrelig protoplasma komt niet voor, of slechts in kleine hoeveelheden.

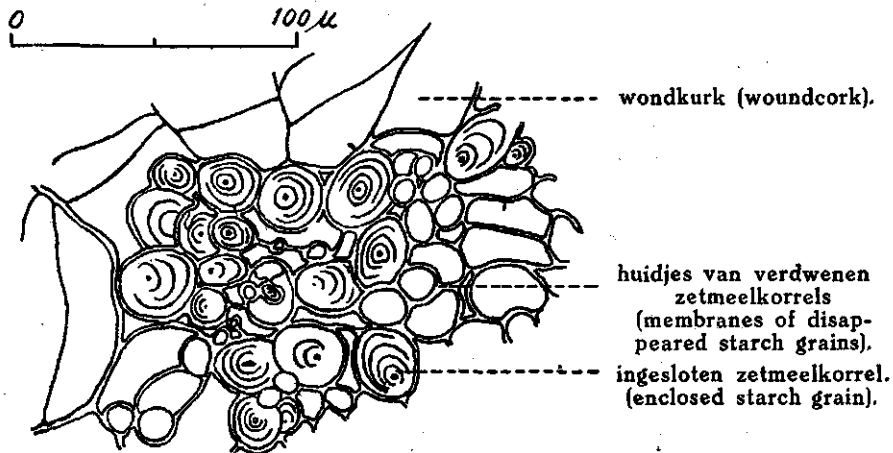


Fig. 4. „Kringerigheid” bij „Eigenheimer”.  
Naar een praeparaat gekleurd met Soedan III.

Dezelfde reacties als bij de pseudonetnecrose beschreven, werden hier toegepast. Met Soedan III werd eveneens een kleuring van de huidjes verkregen, doch minder intens dan bij de pseudonetnecrose. Met safranine kleurden de huidjes zich noch bij versch, noch bij gefixeerd materiaal; slechts op enkele plaatsen werden ze vuilrood. Na verhitting gedurende 2 uur op  $100^{\circ}$  in een 50 %ige KOH oplossing, losten de huidjes ook hier op; er was echter een kleinere hoeveelheid van het verzeepingsproduct te vinden dan bij de pseudonetnecrose, hetgeen ook in verband met de dunnere huidjes te verwachten is. De overige reacties en kleuringen vielen alle uit als bij de pseudonetnecrose beschreven.

### *Conclusie.*

Uit de gelijkheid der verschijnselen, komt men tot de conclusie, dat er bij elk der beide besproken ziektegevallen niet een bepaalde schadelijke stof aanwezig zal zijn, die een voor elke ziekte kenmerkende reactie geeft. De cellen van de aardappel kunnen blijkbaar slechts op één wijze reageeren op een schadelijken invloed, welke deze ook is. De plant heeft dan een actiever aandeel in de totstandkoming van het ziektebeeld, dan men oorspronkelijk dacht. Wel is het beeld aan variaties onderhevig. Misschien laten zich de groote makroskopische verschillen tusschen pseudonetnecrose en kringerigheid verklaren, niet alleen uit het verschil in tijd van aantasting, doch ook uit het verschil in verbreiding der schadelijke stoffen. Bij de kringerigheid zou deze vanuit één lenticel moeten geschieden; bij de pseudonetnecrose moeten een aantal afzonderlijke plaatselijke infecties aangenomen worden, met aanvankelijk geringe neiging tot uitbreiding.

### *Wondreacties.*

Afzonderlijk dient nog de bouw van het reactieweefsel nagegaan te worden. Sterk door kringerigheid aangetaste aardappels vertoonen om de zieke celcomplexen een 800—1000  $\mu$  breede strook van radiaal gerichte celrijen, waarin te onderscheiden is: een wondphellogeen, een wondphelleem, en een wondphelloderm. (Fig. 5).

Intercellulairen ontbreken hierin, evenals zetmeel, waaraan deze strook zijn doorschijnendheid te danken heeft. Het phelleem bestaat uit  $\pm$  7 celrijen, maximaal werden er 9 geteld. De uiterste cel is afgerond en dringt in het aangetaste celcomplex in. De wanden kleuren zich rood met Soedan III en safranine, en blijven ongekleurd na behandeling met rutheniumrood, in tegenstelling met de wanden van

het phelloderm. In de gebruikte maceratievloeistof is het phelloderm na  $\pm 15$  minuten opgelost, alleen het phelleem is dan nog rondom de aantasting te vinden. Hetzelfde geldt voor inwerking van sterk zwavelzuur. Na langduriger behandeling lost echter ook het phelleem op. Het

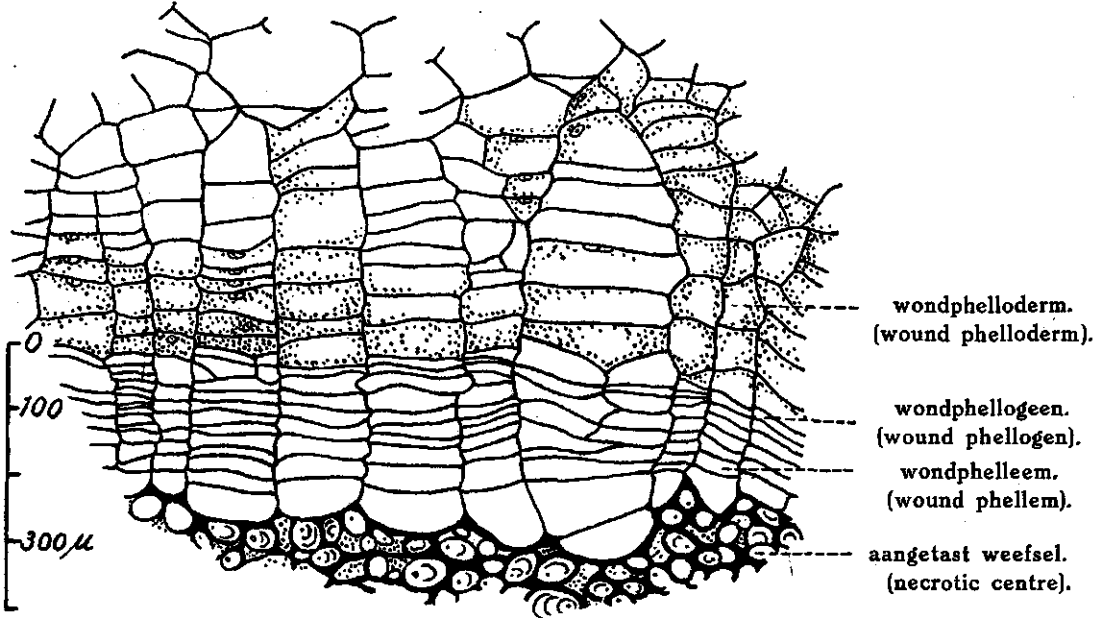


Fig. 5. Kringrigheid bij Eigenheimer, Wondweefsel. Naar een praeparaat gekleurd met rutheniumrood.

phellogeen vertoont zich als een in radiale richting sterk afgeplatte, in tangentele richting aanéensluitende laag cellen. Het phelloderm bestaat uit rijen van 7 à 9 cellen; deze zijn rijker aan protoplasma dan die van het phelleem. De wanden kleuren zich met rutheniumrood. Buiten het phelloderm liggen eveneens gedeelde cellen zonder intercellularen; zij vertoonen dezelfde reacties als de phellodermcellen, doch liggen niet in dezelfde rijen. Deze cellen vormen de overgang naar het zetmeelrijke normale weefsel. Het in aanleg polygene cambium is in een dipleurisch monogeen overgegaan.

## MICROSCOPIC INVESTIGATION OF „PSEUDONETNECROSIS” AND „KRINGERIGHEID” OF THE POTATO.

BURR's statement that lack of microscopical investigation has been the cause of confusion in the literature on „netnecrosis” and „internal rust spot” has arisen from ignorance concerning the work of SWELLENGREBEL and other Dutch students. The present paper is intended to show that it is not possible by microscopical investigation alone, to distinguish between different potato diseases of the necrotic type. The response of the plant is the same, however different the cause of necrosis may be.

Pseudonetnecrosis is transmitted by seed tubers. „Kringerigheid” occurs only on certain soils, entering during growth and demonstrating itself on the cut surface as concentric brown rings arising from some point on the skin, often a lenticel; it is not transmitted by seed tubers (SWELLENGREBEL 1907, QUANJER 1926). The rings are composed of necrotic cell groups, which resemble those found inside and outside the xylem in „pseudonetnecrosis”.

In the necrotic cells of both the diseases the starch grains are embedded in a brown mass, which consists of a membrane surrounding each individual grain (textfig. 1 and 4), and membranous deposits filling the spaces between the grains. These deposits are in contact with the discoloured cell wall, and give the reactions for suberin, lignin and pectin; the cell walls withstand the action of Jeffrey's fluid and Eau de Javelle better than the deposits, which take the colour of methylen blue, leaving the cell walls unstained. Treatment with 50 pct. caustic potash at 100° C. decomposes the membranous deposits (textfig. 2) and shows them to be fatty products of the protoplasts. This is confirmed by the following fact: when living cells are stained with neutral red according to GUILLIERMOND the vacuoles take the colour, leaving the protoplast unstained. As soon as the protoplast is killed, it absorbs the colour, condenses and the first stages of the formation of membranes on the surface of the starch grains can be observed (textfig. 3).

The tissue surrounding the necrotic spots reacts as potato tissue always reacts in wounds (PRIESTLEY and WOFFENDEN) i.e., a wound phellem presses against the necrotic cells, it is surrounded by a wound phellogen and this in turn by a wound phelloderm. This reaction tissue is more fully developed in „kringerigheid”, since this disease proceeds more rapidly (textfig. 5).

---

## LITERATUUR.

1. APPEL, O. Taschenatlas der Kartoffelsorten. Verl. v. Paul Parey, Berlin.
2. ATANASOFF, D. Netnecrosis of potatoes. *Phytopathology* 1926.
3. BRUYN, DE H. L. G., Het blauw worden van aardappelen. (Blue discoloration of potatoes). *Tijdschr. Plantenz.* XXXV, p. 185.
4. BURR, S., 1928. Sprain or internal rust spot of potato. *Annals applied biology*, XV, p. 563.
5. GILBERT, A. Netnecrosis of Irish potato tubers. Vermont Agric. Exp. Station. Sept. 1928. Bull. 289.
6. GUILLIERMOND, A. The recent development of our idea of the vacuome of plantcells. *American Journal of Botany*, Vol. XVI, 1 Jan. 1929, p. 1.
7. KERLING, L. C. P. De anatomische bouw van bladvlekken. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool te Wageningen. Dl. 32, Verh. 6, 1928.
8. KÜSTER, E. Pathologische Pflanzenanatomie. 3. Auflage. Jena 1925.
9. LÖHNIS, M. P. Onderzoek over *Phytophthora infestans* (Mont.) de By op de aardappelplant. Proefschrift Univ. Utrecht, 1922.
10. PAPE, H. Krankheiten und Schädigungen der Hackfrüchte anorganischen Ursprunges oder unbekannter Natur im Jahre 1927. *Mitt. Biol. Reichsanstalt.* Heft 37, S. 142, 1928.
11. PETHYBRIDGE, G. H. Fourth Report of investigations on potato diseases. *Irish Dep. Agr. Techn. Instr. Journ.* XIII, 3, 1913.
12. PRIESTLEY, J. H. and WOFFENDEN, L. M. The healing of wounds in potato tubers and their propagation by cut sets. *Ann. applied Biology*, X, p. 96, 1923.
13. QUANJER, H. M. Waarnemingen over „kringerigheid“ of „vuur“ en over „netnecrose“ van aardappelen. *Tijdschrift over Plantenziekten*, 32 Jg., 4e Afl. p. 97, 1926.
14. — Een aaltjesziekte van de aardappelplant. De aantastingswijze en de herkomst van haar oorzaak, *Tylenchus dipsaci* Kühn. *Tijdschrift over Plantenziekten*, 33 Jg., 6e Afl. p. 137, 1927.
15. —, THUNG, T. H. en D. L. ELZE. „Pseudonetnecrose“ van de aardappel. Mededeelingen v. d. Landbouwhoogeschool, hieraan voorafgaand artikel.

16. SCHWARZ, M. B. De roestvlekkenziekte („rusty spot disease“) van aardappelknollen in Ned. Oost Indië. Tijdschrift over Plantenziekten, XXXII, p. 321, 1926.
  17. SWELLENGREBEL, N. H. Sur la nature et les causes de la maladie des taches en couronne chez la pomme de terre. Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles. Série II, Tome XIII, p. 151, 1908.
  18. VERSCHAFFELT, E. Réactions cicatricielles chez les Amaryllidées. Recueil des Travaux Bot. Néerl. Vol. IV, 1908, p. 1.
  19. WISSELINGH, C. VAN. Sur la lamelle subéreuse et la subérine. Archives Néerlandaises. T. XXVI, 1893, p. 305.
-



Fig.3



Fig.2

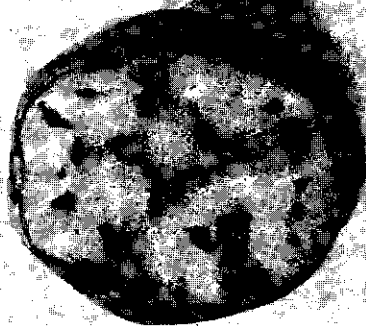


Fig.1



### FIGUREN.

Pseudonetnecrose zie voorafgaande verhandeling in dit Tijdschrift van QUANJER, THUNG en ELZE.

1. Kringerigheid in Eigenheimer.
2.       "       in Roode Star.
3.       "       in Direktor Johansen.

Zie ook tekstfiguren.

Pseudonetnecrosis cp. previous paper in this journal of QUANJER THUNG and ELZE.

1. Kringerigheid in Eigenheimer.
2.       "       in Red Star.
3.       "       in Director Johansen.

Cp. also textfigures.