

NEDERLANDSCHE PHYTOPATHOLOGISCHE (PLANTENZIEKTEN-
KUNDIGE) VEREENIGING EN KRUIDKUNDIG GENOOTSCHAP
DODONAEA TE GENT.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN
PROF. DR. J. RITZEMA BOS.

Vier-en-twintigste Jaargang — 4e Aflevering — Juli 1918.

IETS OVER WORTELKNOBBELS EN ANDERE KANKERACHTIGE UITWASSEN BIJ PLANTEN.

(Slot.)

Wanneer een plant eenmaal aan „crown-gall” lijdt, treden niet zelden op geheel andere plaatsen dan waar de eerste gal gezeten was, nieuwe gallen, z.g. secundaire tumoren, op. Ook van dit verschijnsel werd ten laatste door SMITH de verklaring gevonden. Het bleek hem n.l., dat tusschen de eerste en de nieuwe gal in de plant een eigenaardige verbinding bestond, a. h. w. een dun koord, uit cellen bestaande, dat in het hout naast het merg loopt; het valt daar in het oog door de eenigszins groenachtige tint der cellen, waaruit het bestaat, tengevolge van de aanwezigheid van z.g. chloroplasten (kleine lichaampjes, de dragers van de groene kleurstof). Toen eenmaal het bestaan dezer „tumorstrengen”, zooals S. ze noemt, bekend was, werden zij reeds met het bloote oog in 20 % der zieke planten met secundaire tumoren waargenomen; mikroskopisch was hun aanwezigheid altijd te constateeren. De strengen bestaan soms slechts uit enkele cellen, doch zijn ook niet zelden veel dikker, b.v. ± 1 mM. in doorsnede. Zij ontwikkelen zich vooral goed in goed gevoede, snel groeiende planten; zij bevinden zich daar, waar het normale weefsel aan hun doordringen slechts weinig weerstand biedt, tusschen hout en merg, of aan den binnen-

kant van het houtvatenstelsel. Uit de strengen ontwikkelen zich dan secundaire tumoren op plaatsen, waar veel voedsel voorhanden en de druk van het omliggende weefsel het kleinst is. Op een sappige, jonge margrietplant verscheen 16 dagen na de besmetting met *B. tumefaciens* een secundaire gal op 10 cM. afstand van de eerste; de verbindende streng was duidelijk waarneembaar. Het gelukte ook in vele andere gevallen, waarbij secundaire tumoren op bladeren ontstonden, de streng van de primaire gal uit door den stengel tot in het blad te volgen; men kan de streng, al bestaat zij ook uit cellen van de plant zelve, toch als een vreemd lichaam beschouwen, dat er zich doorheen wringt van de eene plaats naar de andere. Uit de streng kunnen zich allerlei weefsels vormen: stippeelvaten, zeefvaten, houtvezels en mergstralen; deze nieuwe vaten vormen een z.g. „stroma”, een grondlegend weefsel, dat met de vaatbundels van het blad samengroeit en een onvolkomen gebouwden stengel vormt, met de streng in het midden. Op een groot aantal waarlijk schitterende mikrofotografiën is dit alles in Bulletin 255 van het „Bureau of Plant Industry” (zie literatuuropgave) duidelijk afgebeeld. Uit de secundaire gallen kon weder *B. tumefaciens* worden geïsoleerd, en entingen met de daaruit verkregen reïncultures gaven weder primaire gallen. Uit de strengen waren de bacteriën moeilijker op te kweeken; in slechts één geval gelukte het.

De geheel nieuwe ontdekking dezer strengen verklaart, waarom na uitsnijden der gezwollen toch zoo dikwijls weder nieuwe verschijnen, welk verschijnsel ook bij den kanker van den mensch welbekend is. Bij de plant is dan eenvoudig een stuk van de streng blijven zitten; bij den menschenkanker zijn zulke strengen nog niet waargenomen, doch daar kan de besmetting door den bloedstroom verder worden gevoerd.

Merkwaardig is nog, dat de secundaire tumoren, waar zij ook ontstaan, toch den bouw hebben van het orgaan, waarop

de primaire gal gezeteld was; op een blad vormen zich dus gallen met stengelstructuur, indien de gal, waaruit de streng afkomstig was, op den stengel zat; soms is deze structuur zeer duidelijk; in het midden vindt men dan parenchymatisch weefsel, dan houtvaten met mergstralen, cambium en bastweefsel. Secundaire tumoren op bietenbladeren, afkomstig van een gezwel op den wortel, hebben de veelringige wortelstructuur. Door directe infectie gevormde bladgallen hebben evenwel zuivere bladstructuur. Ook bij menschenkanker is iets dergelijks bekend; de secundaire tumor ontstaat daar als gevolg van vastzetting op een bepaalde plaats van een door het bloed medegevoerd eilandje van kankerziek weefsel van een andere plaats in het lichaam. ERWIN SMITH meent dan ook, dat een onloochenbare analogie bestaat tusschen den door *B. tumefaciens* veroorzaakte plantenkanker en den kanker van den mensch, waarvan de verwekker nog altijd niet bekend is. Vooreerst vermeerderen bij beide ziekten zekere cellen zich enorm sterk, waardoor een gezwel ontstaat, welke vermeerdering niet alleen geen physiologische beteekenis voor het organisme heeft, maar zelfs daarvoor eerder nadeelig is. Dan hebben de gezwollen geen bepaalde omwandling, er ontstaat geen abcesruimte, er zijn geen duidelijk zichtbare parasieten. De tumoren hebben peripherischen groei, d.w.z. zij groeien van uit een bepaald punt naar den omtrek, en zij bezitten een goed ontwikkeld, uit vaten (hout- en zeefvaten bij de plant, bloedvaten bij den mensch) ontwikkeld stroma.

Bij beide ziekten hebben verder de secundaire tumoren de neiging, den bouw aan te nemen van het orgaan, waarop de primaire tumor was gevestigd. Zeer dikwijls, ofschoon niet strikt noodzakelijk, gaat de besmetting uit van wonden of aanhoudend geprikkelde plaatsen.

Volkomen genezing kan plaats hebben, als het galweefsel geheel wordt verwijderd, dus met eventueele streng; geschiedt deze verwijdering, om welke reden ook, onvol-

komen, dan volgt geen genezing. Bij beide ziekten treedt enkele malen spontane genezing op. Dit zijn ongeveer de voornaamste door SMITH opgesomde analogiën; hij geeft er nog enkele meer, die ik als minder sprekend maar niet weergeef. In dit verband wil ik even wijzen op de onderzoekingen van FRIEDEMANN en MAGNUS (zie literatuuropgave) in Duitschland; het gelukte dezen onderzoekers uit een lijder aan ontsteking van het schoudergewricht en uit drie lijders aan Meningitis bakteriën te isoleeren, die zij hielden voor *B. tumefaciens*; er was geen onderscheid waarneembaar tusschen deze bakteriën en een paar stammen van den plantenparasiet, uit planten verkregen. Met deze bakteriën werden nu verschillende proeven genomen; konijnen, met de plantenbakteriën besmet, werden wel ziek, doch kregen geen gezwollen; evenmin bleken de bakteriën uit menschen in staat bij planten gallen te verwekken. Om na te gaan of de plantenbakteriën tengevolge van hun tijdelijk oponthoud in het dierlijk bloed hun ziekmakend vermogen ten opzichte van planten verloren hadden, werden nu nog meerdere proeven genomen, waarbij deze veronderstelling juist bleek. Bakteriën, uit den darm van lijders aan darmziekten geïsoleerd, die dus niet in de eigenlijke bloedbaan waren opgenomen geweest, bleken wel in staat, bij Pelargonium tumoren te doen ontstaan, welk vermogen verloren ging, als zij na inspuiting in een konijn weder teruggewonnen waren.

Uit de onderzoekingen bleek met zekerheid, dat *B. tumefaciens* zoowel bij dieren als bij planten ziekten kan veroorzaken.¹⁾ Daar zij op allerlei voedingsbodems weelderig groeit, meenen de genoemde Duitschers, dat zij ook in den akkerbodem vrij algemeen zal voorkomen. Zij kan dan door den mensch worden opgenomen met allerlei

¹⁾ Ook een andere zeer gewone darmbakterie, de bekende *Bacillus coli*, is volgens onderzoekingen van JOHNSTON daartoe in staat, en wel bij kokospalmen (zie literatuurlijstje).

planten, die geheel of bijna geheel rauw worden gegeten, zooals radijs, sla, tomaten, enz.; ook kan zij in wonden binnendringen. In aansluiting hiermede wordt herinnerd aan het veelvuldig voorkomen van menschenkanker ten platten lande. —

Toen SMITH c. s. eenmaal zekerheid verkregen hadden, dat uit bijna alle gallen *B. tumefaciens* gekweekt kan worden, deden zich de vragen voor, hoe het kwam, dat de bakteriën slechts in zoo'n gering aantal aanwezig waren, dat zij langtijd aan de nasporing waren ontsnapt, en waarom de weinige exemplaren, die er zich klaarblijkelijk in bevonden, in een zekere toestand van verlamming schenen te verkeerden, zoodat zich pas na 4 tot 20 dagen kolonies op agarplaten begonnen te vormen. ERWIN SMITH verklaart dit op de volgende wijze: als de bakteriën pas in een cel zijn gekomen, gaan zij zich snel vermeerderen; een door hen afgescheiden zuur, vermoedelijk azijnzuur, verkrijgt door het groote aantal bakteriën, die op zich zelve natuurlijk slechts een minimale hoeveelheid vormen, ten slotte een zoodanige concentratie, dat de meeste bakteriën er door gedood worden. De wand dezer doode bakteriën wordt doorlatend, zoodat de inhoud daardoor heen trekt, z.g. diffundeert, en in de cel komt. Echter zijn niet alle bakteriën gedood; van eenigen is alleen maar de groei tot stilstand gebracht; deze zijn overgegaan in een z.g. involutie-vorm, een soort van verdooving, waaruit opleving weder mogelijk is. Zij zijn dan niet meer staafvormig, maar γ -vormig, somsook knodsvormig. Onder den invloed van de vrijgekomen bakteriënresten, waaronder ammonia, gaat de cel zich nu snel deelen; in de dochtercellen komen dan ook eenige der γ -vormige verlamde of verdoofde bakteriën terecht, die daar weder gaan opleven, waarschijnlijk geprikkeld door het celkernsap, dat bij de celdeeling vrij gekomen is. De opgeleefde bakteriën gaan zich weldra vermenigvuldigen, en in de jonge cel heeft de zaak weer het zooeven geschetste verloop. Door de sterke

celdeeling ontstaat dan het gezwel, dat immers een opeenhooping van cellen is. Verschillende waarnemingen, zoowel bij het onderzoek van reincultures als van zieke planten gedaan, pleiten inderdaad sterk voor de juistheid van deze hypothese. In reincultures treden onder ongunstige omstandigheden zulke involutie-vormen op; men kan ze doen ontstaan door kleine hoeveelheden azijnzuur bij agar- en bouilloncultures te brengen; azijnzuur nu ontstaat vanzelf in cultures van *B. tumefaciens* op pepton met suiker. De γ -vormen zijn voor het grootste gedeelte dood; die, welke nog leven, zijn a. h. w. verdoofd, zooals blijkt uit het feit, dat zij eerst na meerdere dagen tot vermeerdering, dus vorming van kolonies, in staat zijn. In cultures van *B. tumefaciens* ontstaat na opname van stikstofhoudende stoffen werkelijk ammonia. Bij het onderzoek der gallen van planten werden meermalen γ -vormen aangetroffen in het sap, dat uit stukjes van het galweefsel diffundeerde.

Eerst gelukte het niet, bacteriën in de cellen te zien, doch tenslotte werd een werkwijze gevonden, waarbij na kleuring met chloorgoud in de cellen enkele staafjesvormige bacteriën en ook vertakte involutie-vormen, meestal in den γ -vorm, te zien werden gekregen. Om op cultuurplanten groei te krijgen, moet veel meer materiaal uitgezaaid worden, dan voor gewone goed levende bacteriën noodig is; als de groei begint, gaat deze eerst zeer langzaam, alsof de halfdode bacteriën eerst moeten bijkomen. Zijn zij evenwel eenmaal bijgekomen, dan is de verdere groei geheel normaal. Dit wijst inderdaad op schaarsheid en op verdooving der aanwezige bacteriën.

Het schijnt dus, dat er tusschen de plant en de bacterie een zekere symbiose bestaat, die sterk in het voordeel der bacteriën is. Niet de bacteriën zelfen zijn echter de oorzaak van de galvorming, maar wel de door hen afgescheiden stoffen (waaronder vooral ammonia een rol speelt), die de cellen tot buitengewoon sterke deeling prikkelen, waarvan

dan tenslotte de vorming van het gezwel het gevolg is. ERWIN SMITH is er later (1917) in geslaagd, door insputtingen met een ammoniumzout in de holle stengels van Ricinusplanten nieuwvormingen te krijgen, a. h. w. een stengel in den stengel, zooals hij ongeveer bij tabak had zien ontstaan na enting met *Bakterium tumefaciens*; door blootstelling van bloemkoolbladen aan ammoniakdamp en aan dampen van alcohol en azijnzuur ontstonden daarop intumescenties, die feitelijk ook kleine gallen zijn. Al deze stoffen nu worden ook door *B. tumefaciens* gevormd; zoodat de hypothese naar alle waarschijnlijkheid juist is. Of zij ook geldt voor de tumoren bij den kanker van den mensch, iets wat E. SMITH voor zeer waarschijnlijk houdt, en of wellicht *B. tumefaciens* bij dezen geesel der menschheid een rol speelt, mogen de medici uitmaken. In een zooeven (Maart 1918) verschenen academisch proefschrift over het voorkomen van kanker ten platten lande drukt DR. J. VAN DAM te Rauwerderhem zich aldus uit: „ . . . al verdienen de onderzoekingen over *Bact. tumefaciens* zeker onze groote waardeering en belangstelling, mij dunkt, dat voorloopig ook in dezen een weinig scepticisme niet misplaatst is.” —

Behalve door het doen verbruiken van stoffen tot opbouw van de gallen, die beter voor normalen groei gebruikt konden worden, wordt *B. tumefaciens* nog indirect schadelijk, doordat de door haar verwekte gallen dikwijls spoedig gaan afsterven en rotten, waarna allerlei andere organismen op deze plaatsen in de planten kunnen binnendringen, zooals andere bacteriën, schimmels, mijten, nematoden en insekten.

Perzik- en amandelboomen braken tengevolge van de rotting op de aangetaste plaatsen zeer gemakkelijk af; deze gewassen lijden ernstig onder de aantasting; geheele boomgaarden zouden in Amerika, door sterven of afbreken, verloren zijn gegaan. Hoe hevig de aantasting kan zijn, wordt eenigszins geïllustreerd door het feit, dat men in een 18-jarige boomgaard van $\pm$ 16 H.A. groot drie wagon-

ladingen gallen verzamelde, zonder dat resultaat werd bereikt. In sommige streken dragen de perziken nooit behoorlijk vrucht, omdat zij bijna allen aan de ziekte lijden. Ook bij druiven is mindere vruchtbaarheid vastgesteld, terwijl bij margrietten de takken boven de gallen dwergachtig blijven en voor hun tijd sterven. Stekken leden meer dan oude planten, welke laatste gewoonlijk niet aan de ziekte stierven. In het algemeen bewerkt de aantasting een vertraging in de ontwikkeling van bloesem en vrucht, zooals bij appel, roos en margriet kon worden waargenomen. Het kan zijn, dat uit de gallen zekere stoffen worden geabsorbeerd, die als zeer langzame vergiften werken, doch hierover is nog niets bekend. Gezonde, goed bewortelde planten groeien er niet zelden doorheen; als zulke planten na langen tijd ten slotte nog sterven, is dit vaak het gevolg van secundaire infecties met andere organismen. Overigens gedragen verschillende plantensoorten zich verschillend. Over de bij *Amygdalaceeën* (vooral *perzik* en *amandel*) en *margriet* optredende verschijnselen werd reeds gesproken; in het kort volgen hier nog eenige in Amerika en elders gedane waarnemingen bij eenige andere gewassen.

Appelen sterven zelden, maar groeien minder goed en brengen kleiner vruchten voort. Aangetaste 7-jarige boomen waren niet grooter dan 3-jarige, en daarbij nog zwakker. Oudere boomen lijden er minder van dan zaailingen of jonge enten. Vaak krijgt van de gallen uit de gevaarlijke „pear blight” ziekte, veroorzaakt door *Bacillus amylovorus*, vasten voet ¹⁾.

Er zijn ook Amerikaansche phytopathologen, w.o. de meergenoemde *Hedgcock*, die van oordeel zijn, dat de ziekte bij appel niet veel te beteekenen heeft, hetgeen dus meer in overeenstemming is met onze ervaringen. Een 400-tal appel-boomen met zeer groote „crown-galls” waren na 8 jaar nog

¹⁾ De aanwezigheid van deze ziekte in ons land werd tot nu toe nog niet met zekerheid geconstateerd.

volkomen gezond en krachtig. Vooral als de knobbels aan de wortels zitten, ondervindt de boom er weinig nadeel van; zitten zij aan den stam, dan wordt meer ongunstigen invloed uitgeoefend. — *Frambozen* lijden nogal van de ziekte, hetgeen niet te verwonderen is, daar de vorming der in verhouding tot de dikte der scheuten zeer groote gallen ongetwijfeld van slechten invloed moet zijn op den groei; hevig aangetaste frambozen dragen dan ook zoo goed als geen vrucht. Op een plaats, waar aan crown-gall lijdende frambozen hadden gestaan, plantte men perziken; 10% van deze kregen de ziekte ook; hetzelfde geschiedde met perziken, geplant op een plek, waar zieke appelboomen waren uitgerooid.

Rozen in kassen worden in Amerika ernstig aangetast; de planten blijven kleiner, de bladontwikkeling is slechter, ook de bloemen ontwikkelen zich minder goed. Voor de dunne rozenstammetjes geldt ook het zooeven van frambozen gezegde. Een kweeker sneed per dag slechts 600–400, in plaats van 4500–2200 rozen, een verlies dus van 67%. Hij kookte den grond, en de het volgend jaar gepoote rozen bleven vrij van de ziekte. — Bij de *druif* is de ziekte in Italië onder den naam „rognà” reeds lang bekend. De aangetaste scheuten groeien slecht en gaan gewoonlijk na 2 jaar boven de gallen verdrogen en sterven; zij zijn minder vruchtbaar dan gezonde. — Bij *hop* is de schade tamelijk groot, hetgeen voor de hand ligt, als men verneemt, dat de gallen op dat gewas wel twee vuisten groot kunnen worden; de planten zouden na 2 jaar sterven. — Aangetaste *lucerne*-planten groeiden niet volkomen uit; op vele plaatsen werden vele doode planten gevonden met meer of minder gallen, maar het staat niet volkomen vast, dat zij gestorven waren als gevolg van de aantasting. — Ook op *klaver*-wortels werden gallen aangetroffen, maar over bij dit gewas veroorzaakte schade is niets bekend. — Bij *mangelwortels* en *suikerbieten* zijn groote knobbels, zoowel op de bieten als op de bladeren, niet zeldzaam; ook bij ons worden zulke

bieten geregeld aangetroffen; er gaat geen jaar voorbij, dat er aan het Instituut voor Phytopathologie niet eenige worden toegezonden. In Duitschland en Denemarken schijnen zij daarentegen vrij zeldzaam te zijn; niet meer dan 1 op het miljoen bieten zou de ziekte vertoonen. De gezwellen worden soms enorm groot; men heeft wel ware „kinderhoofdjes” van $1\frac{1}{2}$ K.G. zwaar gevonden. In Duitschland heeft REINELT geen bacteriën in zulke aan „Wurzelkropf” lijdende bieten kunnen vinden; volgens SMITH was vooreerst zijn onderzoekingsmateriaal te oud, terwijl hij verder niet lang genoeg wachtte op het opkomen der bacteriën in zijn culturen en bovendien nog zijn materiaal te veel verdund had. Het gelukte den Amerikaan wel *B. tumefaciens* uit de bietengallen op te kweeken; bij infectieproeven kreeg hij eenige malen positieve resultaten bij biet, tomaat en margriet, doch vele kolonies bleken niet in staat knobbels te doen ontstaan. SMITH veronderstelt, dat de bacteriën in zijn materiaal grootendeels afgestorven waren; zijn onderzoekingen vielen n.l. in November, toen de groei der tumoren geheel stil stond. Er had geen celdeeling meer plaats en daardoor bleef ook de prikkel, die de halfdode bacteriën weder doet opleven (zie blz. 137) uit, zoodat zij tenslotte geheel afstierven. ¹⁾ De bestrijding van de ziekte bij bieten bleek niet moeilijk te zijn. TOWNSEND vond n.l., dat op een veld, waar de kwaal nog al hevig optrad, het aantal aangetaste planten sterk in aantal was verminderd, wanneer een paar

¹⁾ Terloops zij hier vermeld, dat bij dit onderzoek een nieuwe bietenziekte werd gevonden, die oppervlakkig veel gelijkenis vertoonde met de crown-gall; bij doorsnijden echter bevatte het weefsel, dat in de crown-gall gezwellen een gezonde witte kleur heeft, kleine, nattige, bruinachtige plekken, met kleine holten; ook op de oppervlakte bleken bij nauwkeurige beschouwing kleine spleetjes aanwezig te zijn. De zieke deelen waren voorts, zooals dat bij de gewone bacterieziekten dikwijls het geval is, min of meer slijmerig. Het gelukte hieruit een in gele kolonies groeiende bacterie te isoleeren; bij infectieproeven met deze *Bacterium beticolum* gedoopte soort kon men deze nieuwe ziekte, die men „bietentuberculose” noemde, weder doen optreden. —

jaar graan, in dit geval, haver, was verbouwd. Granen schijnen voor de ziekte geheel onvatbaar te zijn.

Dat werkelijk de kans groot is, dat in de meeste streken de knobbels aan boomen door *B. tumefaciens* worden veroorzaakt, blijkt o.a. hieruit, dat SMITH haar isoleerde uit gallen van *Arbutus unedo* uit Frankrijk en van *wilgen* uit Zuid-Afrika; met culturen hieruit werden gallen verkregen resp. op suikerbiet en op margriet en treurwilg. In Zuid-Afrika moet de ziekte op wilgen algemeen voorkomen en veel schade doen. —

Ter bestrijding en voorkoming van de ziekte raadt SMITH aan op de kweekerijen alle aangetaste planten onverbiddelijk te vernietigen. Alle ingevoerde planten moeten zorgvuldig geïnspecteerd worden en bij twijfel, die b.v. kan rijzen, als na enting een sterke callusvorming heeft plaats gehad, dient het zekere voor het onzekere te worden genomen en de twijfelachtige planten te worden afgekeurd. Wanneer de handel op Amerika weer wordt hervat, — moge het spoedig zijn! — zullen onze kweekers-handelaars op Amerika goed doen hieraan te denken. — Geïnfecteerde gronden moeten niet verder voor de cultuur gebruikt worden. — Deze maatregelen gelden voor alle gewassen, waarbij men gallen waarneemt, ook al lijden zij er niet noemenswaard onder, zooals b.v. appels. De ziekte kan van hen uit overgaan op andere planten en terreinen, zooals in de op blz. 141 aangehaalde gevallen van perziken en knobbelzieke appels en frambozen o.a. gebleken is. Bovendien is de groei toch meestal wel iets minder goed. — Het komt mij voor, dat bovengenoemde maatregelen ook de eenige zijn, die bij ons te lande genomen kunnen worden; dit geldt hoofdzakelijk voor kweekerijen, daar men in de groote cultuur geen last van de ziekte heeft. —

Er komen bij planten eenige verschijnselen voor, die met „crown-gall” verward kunnen worden, zooals b.v. de stikstofknolletjes der leguminosen, de knolvoet der cruciferen, de

bloedluisgallen aan ooft - v.n.l. appelboomen, de knobbels veroorzaakt door het wortelaaltje, de knobbelvoet der lucerne, en de in de noot op blz. 142 besproken tuberculose bij de biet. Het kost den phytopatholoog echter geen moeite vast te stellen, of men met een dezer gevallen te maken heeft; vindt hij de voor elk dezer verschijnselen verantwoordelijke typische organismen niet, en ook niets anders, dan is de kans groot, dat men met de zoo moeilijk aantoonbare *B. tumefaciens* te doen heeft. —

Tot besluit volgen hier van een aantal punten, waarin E. SMITH een beknopt overzicht van de door hem en zijn medewerk(st)ers vastgestelde, grootendeels nieuwe feiten geeft, in vrije bewerking diegene, waarvan de kennis ook voor den practicus van belang is.

1. „Crown-gall” komt op allerlei planten voor, en niet juist op de kroon, maar ook wel op de wortels of takken.

2. De ziekte treedt het hevigst op bij jonge, snel groeiende planten; de schade is verschillend al naar de soort, de grootte, de groeikracht der aangetaste plant en naar de plaats, waar de ziekte zetelt.

3. Jonge, goed gevoede, snel groeiende weefsels worden gemakkelijker ziek dan oudere, langzaam groeiende.

4. Alle galwoekeringen, als „crown-gall” bekend, worden door een parasiet veroorzaakt.

5. Deze parasiet is de bacterie *Bacterium tumefaciens* ERW. SMITH ET TOWNSEND; zij werd geïsoleerd uit 24 soorten van planten, behorende tot 14 families.

Infecties en kruisinfecties gelukten vrijwel geregeld.

6. De parasiet is aanwezig zoowel in de primaire als in de secundaire gezwellen (tumoren) en in de strengen, die deze beiden verbinden.

7. Behalve de parasiet zijn niet zelden allerlei saprophyten en secundaire parasieten in de gallen aanwezig, als bacteriën (b.v. de oorzaak van de „pear blight”), wortelrotschimmels, insecten e.m.a.

8. De ontwikkeling der gal heeft een nadeeligen invloed op de normale ontwikkeling van de plant.

9. De gal is of vleeschachtig en zacht, en rot dan spoedig, of houtig en hard, met langen levensduur.

10. Ook de vorming van vele dradige wortels, pruiksgewijze bijeen, is een gevolg van aantasting door denzelfden parasiet.

11. De gal ontstaat in weefsel, dat nog tot deeling in staat is, meestal in het cambium.

12. Zij bestaat uit parenchymcellen, waartusschen ook vaten en vezels.

13. Uit de gal groeit door het normale weefsel (bij de margriet tusschen hout en merg) een „streng” van cellen, bestaande uit grondweefsel (meristeem), waaruit dus nog mergstralen, stippelvaten of zeefvaten kunnen ontstaan. De cellen van de streng hebben door de aanwezigheid van vele chloroplasten een groenere kleur dan het overige stengelweefsel.

14. Van de strengen uit vormen zich secundaire gallen (gezwellen, tumoren), die aan de oppervlakte komen door splijting van het bedekkend weefsel van de plant.

15. Deze secundaire tumoren hebben denzelfden bouw als de primaire, waaruit zij via de streng ontstaan zijn.

16. De tumor ontstaat door den invloed van den zich in de cellen bevindende parasiet, die nimmer buiten de cellen is waargenomen.

17. Mikroskopisch is de parasiet slechts te zien te krijgen na toepassing eener bepaalde techniek (kleuring met chloor-goud.)

18. De bacterie komt in de cellen ten gevolge van op-hooping harer eigen stofwisselingsproducten dikwijls in verlamden toestand, in z.g. involutie-vorm (meestal Y-of knodsvormig), voor;

19. Deze vormen komen ook in oudere culturen voor.

20. Men kan ze naar willekeur laten ontstaan door de levensvoorwaarden voor de bacteriën ongunstig te maken.

21. De parasiet doodt de cellen van de plant niet; er bestaat symbiose, waarbij het voordeel aan de bakterie is.

22. De bakterie kan in den bodem voortleven; men trachte dus onbesmetten grond vrij te houden.

23. Planten met knobbels aan wortels, kroon of takken, ook planten met pruikwortels, worden op de kweekerijen bij ontdekking verbrand.

24. Geïnfecteerden grond wordt niet direct weer gebruikt voor vatbare gewassen. Vruchtwisseling heeft een zeer goeden invloed, naar gebleken is bij afwisseling van bieten met granen.

25. De bakterie dringt door wonden binnen; tegen die, welke aangebracht worden door insekten, is niets anders te doen dan bestrijding dezer insekten. Vooral slordig verzorgde entwonden zijn echter gevaarlijk, zoodat dus het enten zelf, zoowel als de nabehandeling, zoo zorgvuldig mogelijk dient te worden uitgevoerd. Alle wonden moeten door bestrijken met teer of verdund vruchtboom carbolineum (50 % op hout, ouder dan drie jaar, 15 % op jonger hout) van de lucht worden afgesloten.

T. A. C. SCHOEVERS.

LITERATUUR

COOK, A. J., An interesting and suggestive discovery. Ref. in The monthly Bulletin, Vol. I, No. 6, p. 237, Sacramento, Calif. 1912.

FRIEDEMANN, U. und MAGNUS, W. Das Vorkommen von Pflanzentumoren erzeugenden Bakterien in kranken Menschen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 33, '15, S. 96—107. Ref. in Zeitschr. f. Pflanzenkr., 1915, Bd. XXV, p. 434.

FRIEDEMANN, U., BENDIX, HASSEL und MAGNUS, W., Der Pflanzentumorerreger (*B. tumefaciens*), als Erreger menschlicher Krankheiten. Zeitschr. Hyg. u. Infektk. Bd. 80, '15, p. 114—144. Ref. in Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1915, Bd. XXV, p. 434.

- HEDGCOCK, G. G., The crown-gall and hairy-root diseases of the apple-tree.
U. S. dep. of agric, Bull. No. 90, Part. II. Washington, 1905.
- HEDGCOCK, G. G. Some of the results of three years' experimentation with crown-gall.
Summary of the lecture for the ann. meeting of the Am. Assoc. of Nurserymen. West-Baden, Ind., June 15, 1905, in „the National Nurseryman, August, 1905.
- Prevention of apple crown-gall and hairy-root.
Repr. fr. The national Nurseryman, July 1907.
- The Cross-inoculation of fruit-trees and shrubs with crown-gall.
U. S. dep. of agric., Bull. 131, part. III. Washington, 1908.
- Some stem Tumors or Knots on apple and quince trees.
U. S. dep. of agric., Bur. of Plant Industry, Circ. No. 3.
Washington, 1908.
- Field studies of the crown-gall of the grape.
U. S. dep. of agric., Bur. of Plant Ind., Bull. 183, Washington, 1910.
- Field studies of the crown-gall and hairy-root of the apple-tree.
U. S. dep. of agric., Bur. of Plant Industry, Bull. No. 186.
Washington, 1910.
- Apple crown-gall and hairy-root in the nursery and orchards.
Bur. of Plant Industry, Repr. fr. „The National Nurseryman”.
Washington, Aug. 1910, Vol. XIX.
- JOHNSTON, J. R., The history and cause of the coconut bud-rot.
U. S. dep. of agric., Bull. No. 228. Washington, 1912.
- KELLERMAN, K. F., The relation of crown-gall to legume inoculation.
U. S. dep. of agric., Circ. No. 76. Washington, 1911.
- MAGNUS, W. Der Krebs der Pelargonien. Sond. Abdr. „Gartenflora”, Jahrg. 64, '15, p. 66—68.
Ref. in Zeitschr. f. Pflanzenkr., 1915, Bd. XXV, p. 434.
- VON SCHRENK, H., The wrapping of apple grafts and its relation to the crown-gall disease.
U. S. dep. of agric., Bull. No. 100, part. II. Washington 1906.

- SMITH, CLAYTON O., Further proof of the cause and infectiousness of crown-gall.
Univ. of Calif. public., Bull. No. 235. Berkeley, Calif., Dec. 1912.
- SMITH, CLAYTON O., Crown gall or plant cancer.
The Monthly Bulletin, Vol. V, No. 6, p. 201. Sacramento, Californië 1916.
- SMITH, E. F. und TOWNSEND, C. O., Ein Pflanzentumor bakteriellen Ursprunges.
Centralblatt f. Bakteriologie etc., II. Abt., Bd. XX, 1907, p. 89.
———, Titel?
„Science”, April 26, 1907, p. 671.
- SMITH, E. F. Crown-gall of Plants.
Phytopathology, Vol. I, No. I, p. 7.
——— Crown-gall and sarcoma.
Bureau of Plant-Industry, Circ. 85. Washington, 1911.
- , BROWN, NELLIE A., and TOWNSEND, C. O. Crown-gall of plants; its cause and remedy. Bureau of Plant-Industry, Bull. 213, Washington, 1911.
- Pflanzenkrebs versus Menschenkrebs.
Centralblatt f. Bakteriologie, XII. Abt., Bd. XXXIV, 1912, p. 394.
- , BROWN, NELLIE A. and MC CULLOCH, LUCIA. The structure and development of crown-gall: a plant cancer.
Bureau of Plant-Industry, Bull. 255. Washington, 1912.
- SMITH, E. F. Le cancer est-il une maladie du règne végétal?
C. R. du 1er Congrès international de pathologie comparée au 17—23 Oct. 1912. T. II, p. 984, Paris, 1914.
- Crown-gall studies showing changes in plant structures due to a changed stimulus. Rep. fr. Journal of agric. research, Vol. VI, No. 4. Washington, April 1916.
- TOWNSEND, C. O., Field studies of the crown-gall of sugar-beets.
Bull. of the U. S. dep. of agric., No. 203. Washington, April 1915.
-