

WAARNEMINGEN BETREFFENDE DITYLENCHUS RADICICOLA (GREEFF, 1872) FILIPJEV, 1936

With a summary:

Observations on Ditylenchus radiculicola (Greeff, 1872) Filipjev, 1936

DOOR

Ir J. KUIPER

INLEIDING

Het vinden van het op grassen wortelgallen veroorzakende aaltje *Ditylenchus radiculicola* in Nederlandse weiden, was aanleiding tot het doen van nadere waarnemingen betreffende de biologie en de betekenis van deze parasiet. De resultaten worden hier, tezamen met een literatuuroverzicht, vermeld. Het onderzoek werd verricht op de nematologische sectie van de Plantenziektenkundige Dienst. Voor de determinatie van de grassen werd medewerking verkregen van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek.

HISTORISCH OVERZICHT

In 1864 nam GREEFF (1872) in Duitsland bij Bonn aaltjesgallen waar op de wortels van kweekgras (*Agropyron repens*) en straatgras (*Poa annua*). Dat ook *Dodartia orientalis* en *Sedum* spp. waardplanten zouden zijn, bleek later onjuist (GOODEY, 1932).

WARMING (1877–1879) vond in Denemarken in 1878 zandhaver (*Elymus arenarius*) aangetast. MORTENSON c.s. (1911) vermeldde nog het voorkomen op straatgras en Engels raaigras (*Lolium perenne*); ook op veldbeemdgras (*Poa pratensis*) komt het aldaar voor. Eveneens op zandhaver zag TRAIL (1881) in Schotland de symptomen.

In Zweden kreeg ERIKSON in 1883 gerstplanten met aaltjesgallen van een slechtgroeiend perceel in Lapland (KEMNER, 1930; SCHØYEN, 1885). HENNING (1898), die de parasiet het „gerstaaltje” noemde, trof in 1896 de wortelknobbels aan in Zuid Zweden op veldbeemdgras. HELLSTROEM (1917) vond het gerstaaltje de belangrijkste nematode voor de eenzijdige gerstteelt in midden Zweden („gerstmoeheid”, „akker-moeheid”). Zomerrogge werd eveneens sterk aangetast. Op braak liggende akkers bleken beemdvossestaart (*Alopecurus pratensis*) en timothee (*Phleum pratense*) vatbaar. Zwaar besmette akkers, die tot weiden omgelegd werden, bevatten bijna uitsluitend kweekgras, doordat dit niet aangetast bleek in Zweden.

Reeds in 1849 was de ziekte in Noorwegen bekend op gerst als „krok” (kronkel, bocht). De infectie zou afkomstig zijn van de inheemse zandhaver. HUKKINEN vond in Noord Finland de gallen eveneens op gerst en zandhaver (SCHØYEN, 1885).

GOODEY (1932a, 1933), die aan de naamsverwarring tussen *Ditylenchus radiculicola* en *Heterodera marioni* een einde maakte (1932), bevond veldbeemdgras in Engeland (Derbyshire) vatbaar.

VANTERPOOL (1948) vond de gallen in Canada (Saskatchewan) op de wortels van tarwe in pas ontgonnen gebieden. Bij voortgezette cultuur stierven de aaltjes, die afkomstig waren van inheemse grassen, af. Rogge en haver bleken daar onvatbaar.

Het aaltje werd in 1950 in Nederland geconstateerd op verschillende grasland-percelen, terwijl niet vastgesteld kon worden in hoeverre schade werd veroorzaakt; 11 grassoorten werden als waardplant genoemd, waarbij 7 nieuwe (OOSTENBRINK, 1953).

BIOLOGISCHE WAARNEMINGEN

BRAUN (1875) dacht, dat de geslachtsrijpe aaltjes de gal verlaten om in andere wortels hun eieren af te zetten. Ook werd wel verondersteld, dat nematoden na het vergaan van de gal in de grond blijven leven en dat de ♀♀ na de bevruchting in de wortels dringen (HENNING, 1898; SCHØYEN, 1885). KEMNER (1930) vermoedde, dat de wortel eerst aangeprikt wordt en dat de larven in de daardoor ontstane gal zouden dringen. Volgens GOODEY (1932a) zijn er 4 vervellingen. Het eerste stadium dringt in de wortel en is na 18–21 dagen volwassen, waarna de ♀♀ 10–12 dagen later eieren leggen, die na ± 35 dagen uitkomen. In tegenstelling tot HENNING (1898) acht hij één generatie per gal normaal.

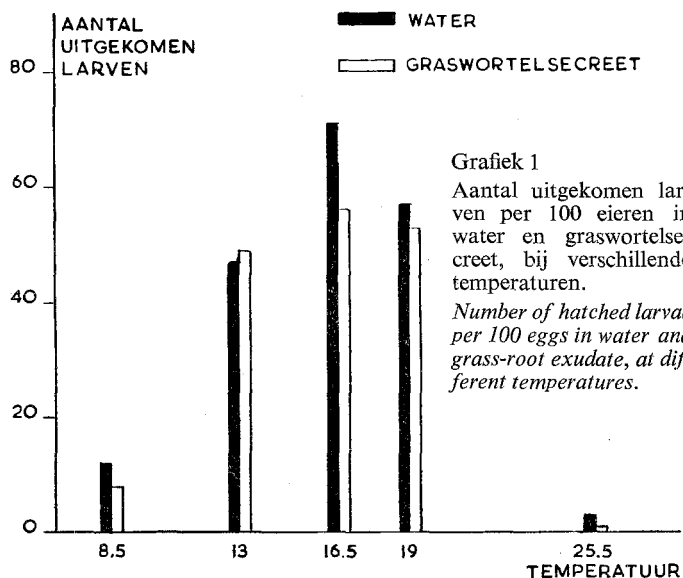
Hoewel het niet eenvoudig is in de even opgezwollen worteltopjes larven te vinden, temeer daar deze zich moeilijk laten kleuren, is dit bij een kunstmatige infectie van timothee toch meerdere malen gelukt. Een enkele keer werd een larve gevonden, die bezig was binnen te dringen (fig.1). Verscheidene malen is geconstateerd, dat larven in een reeds gevormde gal dringen en het behoeft dan ook geen verwondering te wekken, dat in jonge gallen nagenoeg steeds larven in verschillende stadia van ontwikkeling gevonden worden. Lichte verdikkingen en buigingen van de wortel buiten de top bevatten geen larven, zodat het waarschijnlijk is, dat het binnendringen uitsluitend in de top en in de jonge gal plaats vindt.

Gallen met 50–60 volwassen aaltjes en duizenden larven en eieren zijn geen zeldzaamheid. Meestal komen echter 10–20 volwassen exemplaren en enkele honderden larven en eieren in één gal voor. Het ligt voor de hand te veronderstellen, dat de inhoud met het vorderen van het seizoen verandert.

Het actief verlaten van de gal door larven in het eerste stadium kan worden waargenomen bij afgeknipte gallen in water; oudere aaltjes treden zelden naar buiten. Verder is waargenomen dat het eerste larvestadium kan infecteren. Het feit, dat de vele eieren per gal over een lange periode uitkomen, terwijl nooit meer dan enkele tientallen volwassen exemplaren daarin gevonden worden, pleit eveneens voor het verlaten van de gallen door larven in het eerste stadium. Ook is niet gebleken, dat volgroeide aaltjes infecteren kunnen. De veronderstelling van GOODEY (1932a), dat de gal te gronde moet gaan voordat de aaltjes vrijkomen, wordt hierdoor onwaarschijnlijk.

Veel afgeknipte gallen, die als inoculatiemateriaal gebruikt waren, werden na $1\frac{1}{2}$ –2 maanden teruggevonden. Ze waren meestal nog merkwaardig gaaf en bevatten nagenoeg steeds volwassen nematoden, larven (in hoofdzaak van het eerste stadium) en eieren. De aaltjeshuishouding vindt dus blijkbaar onafhankelijk van de plant nog geruime tijd voortgang.

Bij 5 verschillende temperaturen werden in graswortelsecreet resp. in water 100 willekeurige eieren in plastic bakjes gedurende 30 dagen weggezet. Het secreet heeft niet activerend gewerkt op het uitkomen der eieren, er zou integendeel van een geringe remming sprake kunnen zijn. Blijkbaar ligt de optimum temperatuur in de buurt van 17 °C, het minimum enkele graden boven het nulpunt en het maximum ten naaste bij 26 °C (Grafiek 1).



Grafiek 1

Aantal uitgekomen larven per 100 eieren in water en graswortelsecreet, bij verschillende temperaturen.

Number of hatched larvae per 100 eggs in water and grass-root exudate, at different temperatures.

Dat vooral het eerste larvestadium uitdrogen kan doorstaan (GOODEY, 1932a; SCHØYEN, 1885; TRAIL, 1881), werd bevestigd: opweken van 2 maanden in droge grond deed de larven spoedig weer actief worden. BASTIAN (1866) schrijft de moeilijke kleurbaarheid en de resistentie tegen uitdrogen van de geslachten *Ditylenchus*, *Plectus*, *Aphelelenchus* en *Cephalo-*

buis toe aan de structuur van het integument; vermoedelijk kan dit gesloten worden.

Voor het doen van proeven onder steriele omstandigheden is van belang, dat na een verblijf van 16 uur in een verzadigde oplossing van organisch kwik (Aa-venta) 10% der larven nog actief bleek, terwijl in een verdunde oplossing na dezelfde tijd nagenoeg alle larven nog leefden.

DE REACTIE VAN DE PLANT OP HET AALTJE

Waar het aaltje in de wortel gedrongen is, ontstaat een bruin, necrotisch plekje en de wortel groeit aan die kant niet verder. De mate van kromming varieert tussen een flauwe bocht en een volledige lus in de wortel. De gal ontwikkelt zich van een opzwellling in de worteltop via een witte, later geel wordende, compacte gal tot een donkerbruine wortelknobbel met holten erin, die enkele mm breed en vele mm lang kan worden en meestal als een gekromde peer aan het einde der wortel hangt. De worteltop kan echter doorgroeien en later een tweede gal vormen. Bij timothee bleek het gedeelte onder de gal aanmerkelijk dikker dan daarboven. Een enkele maal is geconstateerd, dat uit de gal een normale zijwortel ontstond.

GOODEY (1932a) vond bij gallen van zandhaver geen wortelharen; bij eigen onderzoek van gallen van timothee bleken deze in jonge toestand meer wortelharen te hebben dan de wortel, bij het ouder worden blijken ze door de exodermis afgestoten te worden.

Jonge gallen van timothee werden anatomisch onderzocht (fig. 2). De cellen van cortex en stele waren sterk vergroot. De indruk bestaat, dat de endodermis door de onevenredig sterke diktegroei der stele, die alleen al breder is dan de normale wortel, uit elkaar is getrokken; de cellen hiervan liggen nl. in één of meer gesloten rijen op de grens van cortex en stele en omvatten vaak nog de helft der stele. De zo ontstane leemten zijn opgevuld met parenchymcellen. Volgens TRAIL (1881) was bij zandhaver gallen de endodermis geheel verdwenen, terwijl GOODEY (1932a) schreef, dat de radiale wanden hiervan neiging vertonen de

verdikkingslagen te verliezen; waar dit gebeurt, gaan deze wanden stuk.

De aaltjes veroorzaken holten in het parenchymweefsel, zodat bij oudere gallen de stele daar vaak geheel vrij doorheen loopt. De cellen rond deze holten zijn veelal zeer plasmatisch en korrelig van inhoud en vertonen neiging tot necrose.

Onder invloed van het toxisch werkende speeksel zou in de gallen een ophoping van voedingsstoffen voor de nematode ontstaan, waardoor een sterkere groei geïnduceerd zou worden. De vergrote cortexcellen zouden analoog zijn aan de reuzencellen bij andere planten (GOODEY, 1932a).

WAARDPLANTEN

In Nederland is de parasiet alleen op grassen gevonden. Schade werd niet geconstateerd, maar dit is in weiland moeilijk vast te stellen. Bij een potproef in duplo met ruw beemdgras, timothee, Engels raaigras, gerst en tarwe, waarbij elke pot met resp. 0, 1, 8 en 50 gallen geïnoculeerd werd, werden geen verschillen gevonden. Daar de proef aangehouden werd, kon niet gezien worden in hoeverre de wortels aangetast waren. Bij KEMNER (1930) bleven planten in besmette grond duidelijk achter bij de controle niettegenstaande slechts enkele of ook wel geen gallen gevormd werden.

GOODEY (1925) verkreeg met gallen van zandhaver kunstmatige infecties op gerst, rogge, haver, tarwe, straatgras, Frans raaigras (*Arrhenaterum elatius*) en bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*). Een aantal andere grassen, waaronder Engels raaigras, veldbeemdgras en timothee leken hem onvatbaar.

Bij zodenonderzoek bleek, dat de meeste gallen boven aan de wortelstelsels zaten. Analyse van de zoden van een aangetast veld op 29-5-'51 en 14-7-'51 gaf de volgende aantallen aangetaste en niet aangetaste planten. Tussen haakjes is het totaal aantal gallen per plantensoort vermeld.

Waardplant <i>Host</i>	29 Mei 1952		14 Juli 1952	
	aangetast <i>attacked</i>	gezond <i>healthy</i>	aangetast <i>attacked</i>	gezond <i>healthy</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	—	—	—	4
<i>Agrostis tenuis</i>	—	69	1 (1)	57
<i>Poa pratensis</i>	73 ¹⁾ (320) ²⁾	15	86 (470)	43
<i>Poa trivialis</i>	47 (150)	45	10 (18)	38
<i>Poa annua</i>	—	1	—	—
<i>Holcus lanatus</i>	—	5	5 (18)	10
<i>Festuca rubra</i>	—	—	—	2
Totaal	120 (470)	135	102 (510)	154

¹⁾ Number of plants ²⁾ Number of galls

Bij de eerste waarneming werd op veldbeemdgras gemiddeld 4-5 gallen per plant gevonden, bij de tweede waarneming 5-6. Voor ruwbeemdgras waren deze getallen resp. 3 en 2; over het totaal 4 en 5. De aantastingsgraad is in deze 1½ maand dus iets toegenomen.

Voor veldbeemdgras bleek uit deze relatieve gegevens, dat meer dan de helft der planten weinig gallen droeg (2-4) en slechts een gering deel een groter hoeveelheid (15-18). Engels raaigras kwam in de zoden niet voor; op een andere plaats in dit perceel bleek echter, dat dit gras door de parasiet wordt aangetast.

Op ruw beemdgras kwamen veel grote, stevige gallen voor in alle stadia van

ontwikkeling, waarin zich naast volwassen nematoden steeds zeer veel larven en eieren bevonden. Het leidt geen twijfel, dat de aaltjes dit gras gaarne aantasten. Op slechts één van de 70 plantjes van gewoon struisgras bevond zich een middelgrote gal, die nog jong en compact was en minstens 3 larven van het eerste stadium bevatte. Vermoedelijk wordt dit gras dus slechts moeilijk aangetast. De vatbaarheid van witbol was duidelijker. De 5 planten hadden tezamen 18 gallen, die op 2 na alle jong en compact waren. In bijna al de wortelknobbels konden één of meer aaltjes gevonden worden.

Een kunstmatige infectie werd verkregen op de volgende plantensoorten waarop in Nederland in de natuur nog geen aantasting was waargenomen: rogge, tarwe, gerst, haver. Verder op timothee en straatgras. Kropaar (*Dactylis glomerata*) en mais bleven vrij van gallen. Het vermoeden van KEMNER (1930), dat de overgang van het aaltje van de ene plantensoort op de andere vaak moeilijk is, werd versterkt, daar na 1½ maand de granen over het algemeen slechts weinig kleine gallen hadden, die nog compact waren en voor het merendeel slechts enkele jonge larven bevatten. Op straatgras daarentegen bevonden zich reeds na 3 weken veel grote gallen met veel aaltjes. Veldbeemdgras en ruwbeemdgras waren eveneens sterk aangetast en in iets mindere mate timothee en Engels raaigras.

De grootte der gallen op verschillende grassoorten verschilde soms aanmerkelijk. Zo had veldbeemdgras meer dikke gallen dan ruwbeemdgras uit dezelfde zode (Grafiek 2). Het is mogelijk, dat de plantensoorten verschillend op het aaltje reageren, maar ook zou ruwbeemdgras zich later ontwikkeld kunnen hebben of later zijn aangetast. Er zou voorts van een verschillend zware aantasting sprake kunnen zijn, doch bij timothee bleek geen correlatie te bestaan tussen de grootte der gallen en het aantal nematoden, dat zich daarin bevond. In een jonge gal werden bv. 25 larven gevonden, terwijl andere even grote soms slechts een enkele bevatte.

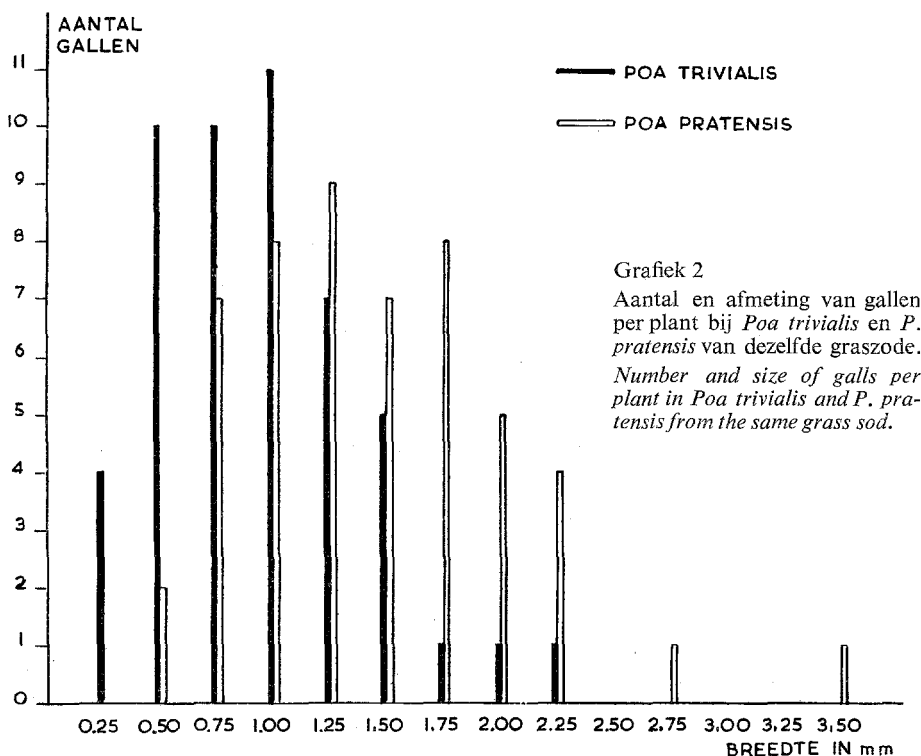
Tenslotte volgt een overzicht van de 17 tot nu toe bekende natuurlijke gastheren met de landen, waarin deze gevonden zijn: *Agropyron repens*, Duitsland; *Agrostis stolonifera* = *A. alba*, Nederland; *Agrostis tenuis*, Nederland; *Alopecurus geniculatus*, Nederland; *Alopecurus pratensis*, Zweden; *Anthoxanthum odoratum*, Nederland; *Elymus arenarius*, Denemarken, Noorwegen, Zweden, Finland, Schotland; *Festuca pratensis*, Nederland; *Holcus lanatus*, Nederland; *Hordeum sativum*, Noorwegen, Zweden, Finland; *Lolium perenne*, Denemarken, Nederland; *Phleum pratense*, Zweden, Nederland; *Poa annua*, Duitsland, Denemarken, Nederland; *Poa pratensis*, Denemarken, Zweden, Engeland, Nederland; *Poa trivialis*, Nederland; *Secale cereale*, Zweden; *Triticum vulgare*, Canada.

Daarnaast zijn nog 3 plantensoorten bij inoculatieproeven vatbaar bevonden, namelijk *Avena sativa*, Engeland, Nederland; *Arrhenaterum elatius*, Engeland; *Deschampsia flexuosa*, Engeland.

SUMMARY

On account of recent records of *Ditylenchus radiculicola* (GREEFF, 1872) FILIPJEV, 1936 in Dutch meadows, a study was made of its biology. Literature data were summarized.

The eelworm attacks the roots of Gramineae and causes spiralshaped gall, which may contain up to 60 adults and some thousands of eggs and larvae each. Young larvae may actively hatch in water from whole, undecayed gall at temperatures around 17°C (Graph. 1). Root exudate of host plants did not stimulate



the hatching process. The first larval stage is infective and may penetrate young root tips and also young galls (Fig.1); it can withstand 2 month desiccation and also disinfection in a solution of an organic mercury compound. The host plant influences the number and size of the root galls (Graph. 2). Fig. 2 shows the anatomy of a young gall.

The parasite is only found in grasses in this country and damage has not yet been found. Rye, wheat, barley and oats proved to be susceptible in inoculation trials; 17 plant species have been mentioned as natural hosts in different countries now and 3 are only found susceptible in inoculation trials.

GECITEERDE LITERATUUR

- BASTIAN, H. C. - 1866. Trans. Linn. Soc. London 25: 125-126.
 BRAUN, A. - 1875. S. - B. d. Ges. naturf. Freunde Berlin: 43.
 GOODEY, T. - 1925. J. Helminthology 3: 193-202.
 GOODEY, T. - 1932. J. Helminthology 10: 21-28.
 GOODEY, T. - 1932a. J. Helminthology 10: 33-44.
 GOODEY, T. - 1933. Plant parasitic nematodes, Dutton & Cy. Inc., New York: 99-106.
 GREEFF, R. - 1872. S. - B. d. Ges. zur Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg: 172-174.
 HELLSTRÖM, P. - 1917. Norrlands jordbruk, Uppsala: 359, 364, 384-386.
 HENNING, E. - 1898. Kongl. Landbr. Akad.; Handl. o. Tidskr. 37: 247.
 KEMNER, N. A. - 1930. Centr. anst. förs. väs. på jordbr. no. 58, Medd. 362: 26 p.
 MORTENSON, M. L., ROSTRUP, S. & RAVN, F. K. - 1911. Tidskr. landbr. Pl. avl. 18: 347.
 OOSTENBRINK, M. - 1953. T. Plantenziekten 59: 149-152.
 SCHØYEN, W. M. - 1885. Christiania vidensk. - selsk. forh. 22: 1-16.
 TRAIL, J. W. H. - 1881. Scot. Naturalist 6: 15-21.
 VANTERPOOL, T. C. - 1948. Sci. agr. 28: 200-205.
 WARMING, E. - 1877/1879. Bot. Tidskr. 3(2): 93-96.

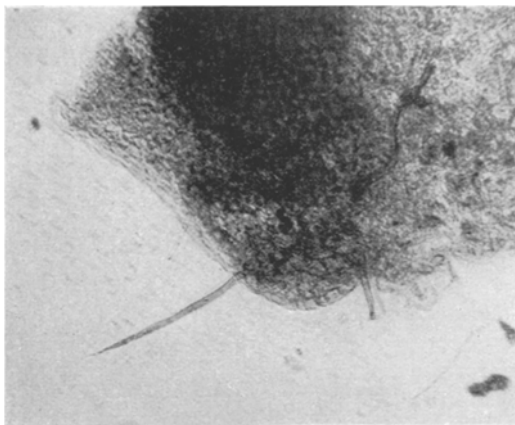


Fig. 1. *D. radicicola*: jonge larve die worteltop binnendringt.

D. radicicola: young larva, penetrating a root tip.

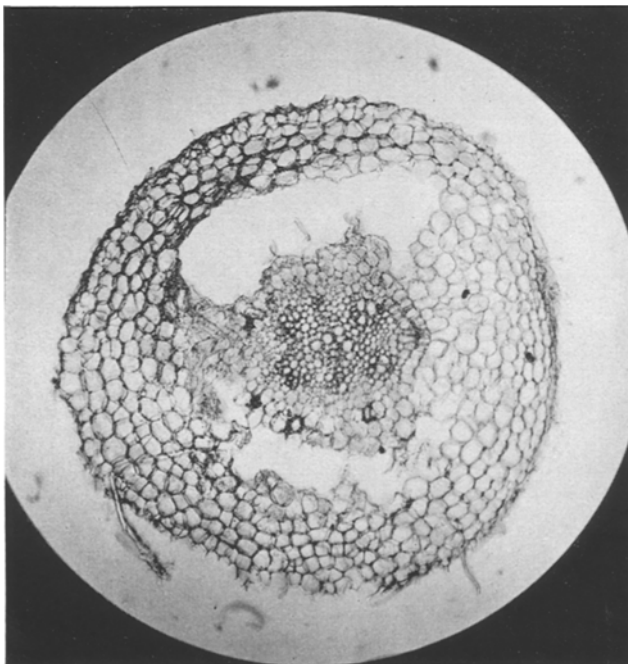


Fig. 2. Dwarsdoorsnede door aaltjesgal in wortel van *Phleum pratense*.

Cross section of eelworm gall in root of Phleum pratense.



Fig. 1. *D. radicicola* ♀, 40 ×.



Fig. 2. *D. radicicola*, 100 × ; eieren en larven, eggs and larvae.

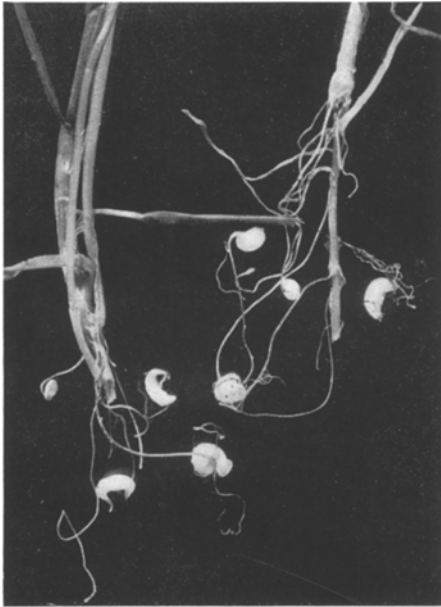


Fig. 4. *D. radicicola*, 2 ×. Gallen op de wortels van een weidegras.
Galls on the roots of a meadow grass.

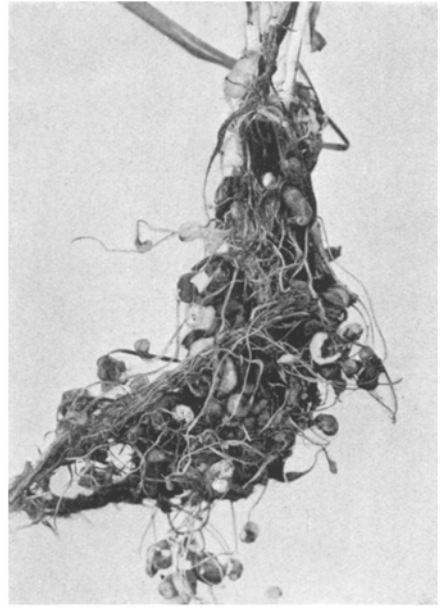


Fig. 5. *D. radicicola*, ± 2 ×. Ernstige verminking van het wortelstelsel van *Poa annua*.
Severe galling of root system of *Poa annua*.