

HET ERWTENCYSTENAALTJE, *HETERODERA GÖTTINGIANA* LIEBSCHER, IN NEDERLAND ¹⁾

With a summary: The pea root eelworm, Heterodera göttingiana Liebscher, in Holland

DOOR

Dr Ir M. OOSTENBRINK

Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen

INLEIDING

Het erwtenzystenaaltje, *Heterodera göttingiana* LIEBSCHER, werd in 1949 in Nederland geconstateerd in vele erwtenpercelen in Zeeland. Ook in Zuid-Holland en Noord-Brabant komt het aaltje voor. Zijn optreden ging samen met het ziekteverschijnsel, dat in Zeeland reeds jarenlang als Sint Jansziekte (St. John's disease, Sankt Johanniskrankheit) bekend was en dat tot nu toe werd toegeschreven aan een aantasting door verschillende *Fusarium*-soorten. ²⁾ Voordien was het aaltje in Nederland nog slechts één keer waargenomen, namelijk omstreeks 1920 door QUANJER (1) in de omgeving van Nunhem, Limburg.

Aan de hand van literatuurgegevens en eigen waarnemingen wordt hier een overzicht gegeven van het optreden van deze ziekte en van de aard en de bestrijdingsmogelijkheden van het bijbehorende aaltje.

HISTORISCH OVERZICHT

In 1890 ontdekte LIEBSCHER (14) bij Göttingen een ernstige wortelaantasting van erwten door een cystenvormende *Heterodera* op een serie proefvelden, waar sedert 1877 tien keer erwten waren verbouwd. Op gelijk behandelde buurpercelen, waar erwten in wisselbouw waren verbouwd, werden geen aaltjes gevonden. De parasiet veroorzaakte sedert enkele jaren een zo slechte groei van het gewas, dat per 100 kg zaaizaad slechts 4 kg opbrengst verkregen werd. De planten bleven klein en stierven vroeg af, stikstofknolletjes kwamen vrijwel niet voor, terwijl het wortelstelsel zo dicht bezet was met *Heterodera*-cysten, „wie ich mich nicht erinnern kann, dieselben jemals an einer Rübe gleich zahlreich gesehen zu haben”.

In een felle polemiek met HOLLRUNG (12) hield LIEBSCHER vol, dat zijn „Erbsennematode” een ander aaltje moest zijn dan de in 1871 door A. SCHMIDT beschreven „Rübennematode”, *Heterodera schachtii*. De waardplantenreeks was anders, terwijl hij ook morfologische verschillen met het bietencystenaaltje noemde. Op grond hiervan gaf LIEBSCHER deze nieuwe aaltjessoort de naam *Heterodera göttingiana* (16). FRANKLIN (6) bevestigde in 1940 het bestaan van soortverschillen met andere aaltjes, hoewel LIEBSCHER's waarnemingen ten aanzien van deze verschillen, o.a. ten aanzien van het ontbreken van een „sub-kristallijne” deklaag, niet geheel juist bleken.

CAPUS (2, 3) meldde in 1917 en 1918 dezelfde aantasting in het Gironde-

¹⁾ Ontvangen voor publicatie 15 Oct. 1950.

²⁾ Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden tussen de steeds op dezelfde plekken optredende „echte” Sint Jansziekte en de in sommige jaren optredende en zich dan snel verspreidende *Fusarium*-voetziekte, veroorzaakt door *Fusarium solani* f. *pisi* (= *F. solani* var. *martii*).

gebied in Frankrijk. Ook hier werd sinds enkele jaren zware schade geleden bij de zeer eenzijdige erwtenverbouw, die als tussencultuur in de jonge wijngaarden werd gedreven, en wel op verschillende grondsoorten („sables, graves, terres silico-argileuses battantes des plateaux, argilo-siliceuses des plaines”).

In Engeland werd de aantasting van erwten door *Heterodera göttingiana* voor het eerst in 1912 gemeld (20). In 1931 noemde TRIFFITT (21) acht gebieden, waar de aantasting geconstateerd was. OGILVIE & MULLIGAN (17) spraken in hetzelfde jaar van een „important disease of field peas”. Er werd geen verband met grondsoort of bemesting of met een meer of minder vochtig seizoen geconstateerd (23).

GOFFART (8) noemde in 1941 in „ein Rückblick auf eine 50 jährige Entwicklung” als verspreidingsgebied van het aaltje behalve Duitsland, Frankrijk en Engeland ook België, Denemarken, U.S.S.R. en Japan.

Het voorkomen in België wordt behalve door GOFFART ook genoemd door FILIPJEV & SCHUURMANS STEKHOVEN (5), in beide gevallen echter zonder bronvermelding. De mededeling kon ook door Belgische deskundigen niet bevestigd worden (1). In Denemarken betreft het vermoedelijk het verwante klavercystenaaltje en in de U.S.S.R. en Japan nog andere vormen, die respectievelijk lucerne en sojabonen in ernstige mate aantasten, doch geen erwten of klaver (5, 7, 13).

DE BIOLOGIE VAN HET AALTJE

De biologie van *Heterodera göttingiana* komt vrijwel overeen met die van het bietencystenaaltje, *Heterodera schachtii*, doch is minder diepgaand bestudeerd. Bij beide worden zeer resistente cysten gevormd, waaruit de larven geloosd worden, zodra ze door wortelsecreten van groeiende waardplanten worden geactiveerd. De larven dringen in de wortel en ondergaan dan enkele vervellingen, waarna de ♂♂ tenslotte als slanke aaltjes uit de wortel ontsnappen.

De ♀♀ blijven hun gehele leven in en aan de wortel vastgehecht. Ze zijn ongeveer twee maanden na het binnendringen met het blote oog buiten op de wortel zichtbaar doordat hun opgezwollen achterlijf door de wortelschors naar buiten barst. Hun witte kleur wordt geleidelijk bruin, zonder dat daarbij een gele overgangskleur optreedt, zoals bijvoorbeeld bij *Heterodera rostochiensis*. Ze zijn citroenvormig, dat wil zeggen ze hebben een toegespitst lichaamsuiteinde. In jonge toestand zijn ze omgeven door een witte, subkristallijne deklaag, terwijl rondom het lichaamsuiteinde een slijmachtige „eierzak” met meestal een aantal door het aaltje gelegde eieren voorkomt. Dit aantal varieert van enkele tot in elk geval 80. Ook de opgezwollen ♀♀ zijn gevuld met enkele tientallen tot $\pm$ 600 eieren en komen na hun afsterven in de grond terecht. Het zijn dan zeer resistente cysten geworden met een taaie en dikke wand, waarbinnen zelfs na vele jaren nog levenskrachtige eieren en larven kunnen voorkomen (afbeelding 1).

Het enige tot nu toe bekende, kwalitatief morfologische verschil tussen *Heterodera göttingiana* en enkele andere cystenaaltjes met citroenvormige cysten is, volgens FRANKLIN (6), de vorm van de spiculae bij het ♂. Deze zijn bij *Heterodera göttingiana* drietandig en bij *Heterodera major* = *Heterodera avenae*, *Heterodera schachtii* en *Heterodera humuli* één of tweetandig. Er wordt nog gezocht naar betrouwbare, gemakkelijk waarneembare verschillen tussen de uit de grond te verzamelen cysten van bovengenoemde en andere soorten.

De conditie van de cysten en/of de werkzaamheid van het erwtenwortel-

secretet blijken sterk onder invloed te staan van jaargetijde en omstandigheden. Het uit de cysten lokken van de larven mislukt daardoor dikwijls (8). FRANKLIN (6) deelde mee, dat de larven wel in de zomer doch niet in het vroege voorjaar door erwtenwortelsecreet te activeren zijn. Dit is in overeenstemming met CAPUS' mededeling (3), dat in Frankrijk de in November gezaaide wintererwten meer schade lijden dan de in Januari gezaaide zomererwten, doch het is in strijd met de ervaring van de practijk in Engeland en Nederland, waar alleen in het voorjaar erwten gezaaid worden, die toch aangetast en ziek worden.

Het feit, dat de ♀♀ een deel van de eieren leggen, maakt meer generaties per jaar waarschijnlijk, hoewel overigens geen aanwijzingen daartoe bekend zijn.

De binnengedrongen larven veroorzaken bij hun voeding in de jonge wortels een samenvloeiing en verstopping van de cellen, zoals deze voor het bieten- en aardappelcystenaaltje bekend zijn onder de naam „reuzencelvorming”. De sapstroom van de plant wordt daardoor geremd. Het uit de wortel barsten van de ♀♀ veroorzaakt kloven, die tot diep in het binnenste der wortels reiken (afbeelding 2) en die ingangspoorten zijn voor verschillende bodemschimmels. Bij oudere planten zijn de wortels soms zacht en bruin als gevolg van deze aantasting.

HET ZIEKTEBEELD

Een der opvallendste kenmerken van de ziekte is het uitbreken in plekken met scherpe contouren, waarbinnen alle planten zwaar ziek en waarbuiten alle planten gezond zijn. Dit is ook reeds door CAPUS (3), TRIFFITT (21) en WALTON c.s. (23) vermeld. Bij handhaving van een eenzijdige erwtensteelt vergroten de plekken zich en vloeien ze samen, totdat tenslotte hele velden aangetast zijn; bij verruiming van de vruchtwisseling blijven de plekken beperkt of verdwijnen ze weer.

Zwaar zieke planten blijven klein, armelijk en weinig vertakt; ze vergelen en sterven vroegtijdig af. Bij hevige aantasting bloeien ze niet, bij minder hevige aantasting treedt soms een vervroegde bloei en noodrijpheid op (afbeelding 3). Het wortelstelsel is slecht ontwikkeld en dicht bezet met cysten van het erwten-cystenaaltje (afbeelding 2). De wortels zijn meestal kort, week en bruinverkleurd met afgestorven zijwortels en wortelharen („wortelrot”), in plaats van lang, stevig en blank van kleur; de stengelvoet is dikwijls omgeven door een ring van bruingekleurd weefsel. Uit de bruingekleurde wortels en stengelvoet kunnen meestal vele schimmels, vooral *Fusarium*-soorten, geïsoleerd worden. Stikstofknolletjes ontbreken dikwijls, hetgeen niet voorkomen kan worden door enting met werkzame bacteriën (14, 23). Bij zware aantasting wordt vrijwel geen opbrengst verkregen. In de practijk van de landbouw van Z.W. Nederland zijn hevige ziekteverschijnselen zeldzaam, doordat een ruime vruchtwisseling de aaltjespopulatie laag houdt.

HET „SINT JANSZIEKTE-PROBLEEM”

Evenals bij aardappelmoehed en andere *Heterodera*-aantastingen heeft men in alle landen, waar de ziekte optrad, oorspronkelijk getwijfeld, of de aaltjes dan wel bodemschimmels, die bijna steeds deze aantasting begeleiden, de voornaamste ziekteverwekkers zouden zijn. Dit was bij de erwt vooral daarom het geval, omdat daar verschillende uitgesproken parasitaire bodemschimmels voor-

komen (*Fusarium solani* f. *pisi* = voetziekte; *Fusarium oxysporum* = vaatziekten). Voor Nederland geldt als bijzonderheid nog, dat in tegenstelling tot andere landen de aaltjesaantasting eerst in 1949 ontdekt werd, terwijl zij vele jaren voordien reeds aanwezig moet zijn geweest.

VAN HALL (11) gaf in 1903 een beschrijving van de door hem Sint Jansziekte genoemde aantasting die overeenkomt met de huidige aaltjesaantasting. Hij schrijft ook: „An den Stellen, wo sich diese Krankheit einmal gezeigt hat, tritt sie immer wieder auf, wenn nicht mehrere Jahre hindurch andere Gewächser angebaut werden”. „Daher gibt es in Zeeland mehrere Orte, wo der Johannis-krankheit wegen gar keine Erbsen mehr angebaut werden”.

Hij schrijft echter verder: „Eine Untersuchung der kranken Pflanze zeigte mir alsbald, dass hier eine Pilzkrankheit der Wurzeln vorlag”. Infectieproeven met een uit de wortels geïsoleerde *Fusarium* (*F. vasinfectum* ATK.) bij 6 erwtenplanten in watercultuur gaven een duidelijke aantasting, doch: „Auf Vollständigkeit können diese wenigen Infektionsexperimente natürlich keinen Anspruch machen”.

WENT (22) isoleerde later uit de wortels van Sint Janszieke erwten een negental *Fusaria*, waarvan er enkele bij infectieproeven onder bepaalde omstandigheden tot aantasting in staat bleken.

CAPUS (2, 3) ging uitvoerig in op de vraag, in hoeverre *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* van VAN HALL en in hoeverre *Heterodera* de primaire ziekteverwekker van de erwten in Frankrijk zou zijn. Dit des te meer aangezien GUÉGUEN (10) vóór de ontdekking der aaltjes en ondanks het feit dat infectieproeven mislukten, een soortgelijke erwtenziekte bij Parijs in 1915 aan *Fusarium*-aantasting toegeschreven had.

CAPUS komt tot de conclusie, dat de aaltjes de primaire ziekteverwekkers zijn, die als regel gevolgd worden door de *Fusarium*, „qui a accéléré et achevé la désorganisation des tissus”.

TRIFFITT (21) meldt in 1931, dat in Engeland naast elkaar voorkomen geheel vergelende erwtenvelden als gevolg van *Fusarium*-aantasting en pleksgewijze vergelende velden met „dwarfing, so characteristic of the combined attack of fungus and nematode”.

WALTON C.S. (23) zagen de invloed van de aaltjes en van de „foot rot, caused by various species of *Fusaria*” geheel los van elkaar, ook al werd hun samengaan dikwijls geconstateerd. „It seems that the dwarfing and yellowing symptoms are mainly due to eelworm infection, premature dying off being mainly due to foot rot infection.” Zij deden verschillende infectieproeven, zaaitijdenproeven, rassenproeven en bemestingsproeven en concluderen, dat „severe infestation by this eelworm can bring about yellowing and dwarfing of the plants and a great reduction in yield”.

Ook OGILVIE C.S. (17) maken steeds melding van de gecombineerde aantasting van aaltjes en *Fusarium martii* var. *pisi*; EDWARDS (4) vond bij potproeven aaltjes + *Aphanomyces euteiches* DRECHSLER en in het veld steeds aaltjes + *Thielavia basicola*.

POWELL (19) vond, dat *Heterodera* en *Aphanomyces euteiches* DRECHSLER bij infectie in gesteriliseerde grond beide ziekteverschijnselen veroorzaakten en dat ze cumulatief konden werken. Hij achtte *Heterodera* echter de primaire factor van de ziekte: „and the effect upon the plants of infection by *Heterodera schachtii* alone indicates that it is the primary factor causing pea sickness.”

Uit het bovenstaande moge blijken, dat men in het buitenland na enige jaren ervaring nergens de aaltjes als primaire ziekteverwekker over het hoofd heeft gezien, ook al gaat de aantasting dikwijls samen met de aantasting door verschillende schimmels. Daarnaast blijkt een door *Fusarium* veroorzaakte voetziekte een eigen rol te spelen. Dit is in overeenstemming met de ervaringen in Nederland, waar onafhankelijk van de aaltjesaantasting met zijn scherpbegrensde, slechtgroeiende en vroegafstervende plekken in sommige jaren de *Fusarium*-voetziekte optreedt, die eerst enkele verspreide planten en daarna gehele percelen vroegtijdig doet vergelen.

Het is gebleken, dat infectieproeven met de uit Sint Janszieke erwten geïsoleerde schimmels dikwijls mislukken. Ook met de aaltjes zijn echter geen infectieproeven gedaan, die zonder meer aantonen dat zij alleen de ziekteverwekkers zijn, aangezien nergens is gewerkt met gesteriliseerde larven, dus met uitsluiting van alle schimmelinfecties.

Afgezien van deze infectieproeven zijn er verschillende argumenten, die de primaire rol van de aaltjes bij de Sint Janszieke ondersteunen. De ziekte blijkt een bodemziekte, met een uitgesproken invloed van de locale infectie en van de vruchtwisseling. De scherpe contouren van de zieke plekken en de scherpe grenzen tussen percelen met een verschillende vruchtwisseling wijzen op een in de grond overblijvende, zich langzaam vermeerderende en zich weinig verplaatsende parasiet, zoals het aaltje. In alle ziektegevallen blijkt het erwten-cystenaaltje in grote getale aanwezig in en op de wortels, die daardoor zwaar worden gehavend, terwijl er een positief verband blijkt te bestaan tussen de aaltjesbesmetting van de grond volgens grondmonsteronderzoek en de hevigheid der ziekteverschijnselen. De soort en de agressiviteit van de eventueel begeleiden schimmels variëren van geval tot geval, terwijl het door schimmels veroorzaakte wortelrot op Sint Janszieke velden alleen voorkomt op plaatsen waar de aaltjesaantasting hevig is. Veldwaarnemingen hebben het onwaarschijnlijk gemaakt, dat een lichte aaltjesaantasting aanleiding kan zijn tot een onevenredig zware invasie door schimmels. Wortelrot blijkt op zwaarbesmette proefvelden op te treden bij alle voor het aaltje vatbare en te ontbreken bij alle voor het aaltje onvatbare vlinderbloemige gewassen.

Al deze verschijnselen vinden tenslotte hun parallel bij de verwante *Heterodera*-aantastingen van aardappelen en bieten; de proeven en waarnemingen, die hierbij tot de conclusie hebben geleid, dat de aaltjes primair en de schimmels secundair zijn, zijn ook van belang voor het beoordelen van de *Heterodera*-aantasting van erwten.

Het primair zijn van de aaltjesaantasting sluit echter niet uit, dat de schade aan het gewas, behalve aan directe mechanische beschadiging, voedselonttrekking en reuzencelvorming, voor een groot deel geweten moet worden aan de deplorabele toestand van de aangetaste wortels tengevolge van de later binnendringende schimmels.

De naam Sint Janszieke is gebaseerd op Nederlandse publicaties, die de ziekte toeschreven aan schimmelaantastingen, zonder dat daarbij aaltjes werden ontdekt. Het is echter zonder twijfel, dat deze overeenkomt met de in het buitenland reeds lang bekende aantasting door *Heterodera göttingiana*. Deze naam dient daarom te vervallen en, in overeenstemming met de bestaande richtlijnen (18), in Nederland vervangen te worden door erwten-cystenaaltje of cystenaaltje in erwten.

LIEBSCHER (15) noemde als duidelijk vatbare planten: alle cultuurrassen van de erwt (*Pisum sativum*, *P. arvense*, *P. quadratum*, *P. saccharatum*), paardeblood (*Vicia faba major*, *V. f. minor*), 8 wikkesoorten (*Vicia sativa aestiva*, *V. s. hiberna*, *V. cordata*, *V. monantha* K., *V. hirsuta* K., *Vicia villosa*), linze (*Ervum lens*), twee *Lathyrus*-soorten en *Cicer arietinum*. Sporadisch zou nog een cyste voorkomen op *Lupinus* en *Soja*. Beslist onvatbaar waren *Phaseolus*-boon en talrijke klaversoorten, en ook alle geteste niet-vlinderbloemige gewassen.

HOLLRUNG (12) achtte LIEBSCHER'S mededelingen over een nieuw aaltje voorbarig, aangezien hij op een bietenmoe terrein behalve bieten en Cruciferen ook enkele cysten vond op Leguminosen, waaronder erwt en stamboom. Op grond van nieuwere gegevens lijkt het waarschijnlijk, dat HOLLRUNG te maken had met een gemengde infectie van verschillende aaltjessoorten.

EDWARDS (4) meldde in 1935, dat op met erwtencystenaaltje besmet terrein erwt, paardeblood en wikke duidelijk aangetast werden, terwijl op rode klaver, aardappel, radijs en mosterd een enkele cyste te vinden was. Ook WALTON c.s. (23) noemden, behalve erwt, paardeblood en wikke, rode klaver licht aangetast. Beide hadden vermoedelijk te maken met een gemengde infectie, o.a. met het klavercystenaaltje.

De waardplantenreeks van het aaltje op het oude proefveld van LIEBSCHER was in 1949 volgens GOFFART (8) nog dezelfde als in 1890. Alleen Leguminosen werden aangetast, nl. *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Vicia villosa* en nog 6 andere *Vicia*-soorten, terwijl op *Soja hispida* een enkele cyste geconstateerd werd. Hij vond bovendien cysten op *Lathyrus sativus*, echter niet op *Vicia cracca*, *Vicia hirsuta*, *Ervum Lens* en *Lupine*-sp. Rode en witte klaver waren ook in 1941 beslist onvatbaar.

In 1944 kwam GOFFART (9) tot de uitspraak, dat er op Leguminosen twee cystenaaltjes voorkomen, nl. het erwtencystenaaltje, *Heterodera göttingiana* (vermoedelijke waardplantengeslachten *Pisum*, *Ervum*, *Acer*, *Lupinus*, *Lathyrus*, *Soja*, *Medicago* en *Vicia*) en het klavercystenaaltje, *H. schachtii trifolii* (waardplanten in elk geval *Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. incarnatum*, *Phaseolus vulgaris*, *Vicia villosa*, *Vicia narbonensis*, en beslist niet erwt, lucerne en lupine).

Om de respectievelijk in 1947 en 1949 in Nederland gevonden klavercystenaaltjes en erwtencystenaaltjes te bestuderen werden enkele waardplantenproeven verricht, die hierna worden beschreven. ¹⁾

1. In 1947 werd een serie planten op vatbaarheid voor het klavercystenaaltje getest. Van elke soort werden op 7/4 enkele zaden gezaaid in 3 potten met besmette grond, die geplaatst werden in een niet verwarmde kas. Het resultaat van de beoordeling, die drie keer werd herhaald, blijkt uit tabel 1. Zwaar aangetast waren rode en witte klaver, terwijl ook op gele en witte lupine enkele cysten werden gevonden. Stamboom en Waalse boon waren twijfelachtig, terwijl op biet en haver en ook op incarnaatklaver, rupsklaver, lucerne en groene erwt geen enkele cyste werd gevonden.

¹⁾ De meeste van de hierna genoemde proeven zijn verricht in samenwerking met de Specialisten voor Plantenziekten van de Rijkslandbouwconsulentenschappen te Breda en te Kruiningen. Zij zijn het tevens geweest, die de eerste aantastingen te velde in Nederland, respectievelijk van het klavercystenaaltje en van het erwtencystenaaltje, ontdekten.

Tab. 1. Vatbaarheid van 12 plantensoorten voor het klavercystenaaltje, beoordeeld aan 3 potten per soort, ingezet op 7/4/1948

Susceptibility of 12 plant species to the clover root eelworm, Heterodera schachtii trifolii (3 pots of each)

+ Cysten op de wortel gevonden. *Cysts on the roots.*
 — Geen cysten op de wortels gevonden. *No cysts on the roots.*
 ? Twijfelachtig. *Dubious.*

	9/7/'48	13/8/'48	27/8/'48
Rode klaver (<i>Trifolium pratense</i>) . .	+ + +	+ + +	+ + +
Witte klaver (<i>Trifolium repens</i>) . .	+ — +	+ + +	+ + +
Incarnaatklaver (<i>Trif. incarnatum</i>)	— — —	— — —	— — —
Rupsklaver (<i>Medicago lupulina</i>) .	— — —	— — —	— — —
Lucerne (<i>Medicago sativa</i>)	— — —	— — —	— — —
Stamboon (<i>Phaseolus vulgaris</i>) . .	— ? —	— ? —	afgestorven
Waalse boon (<i>Vicia faba</i>)	? — —	— — —	— — —
Groene erwt (<i>Pisum sativum</i>) . . .	— — —	— — —	afgestorven
Gele lupine (<i>Lupinus luteus</i>) . . .	— — +	— — +	afgestorven
Witte lupine (<i>Lupinus albus</i>) . . .	+ + +	+ — —	afgestorven
Bieten (<i>Beta vulgaris</i>)	— — —	— — —	— — —
Haver (<i>Avena sativa</i>)	— — —	— — —	— — —

2. In 1950 werden in een betonnen bak met grond van een met erwten-cystenaaltje besmet veld zorgvuldig getest de gewassen erwt (*Pisum sativum*), lucerne (*Medicago sativa*), rode klaver (*Trifolium pratense*), lupine (*Lupinus luteus*), paardebioen (*Vicia faba*) en stamboon (*Phaseolus vulgaris*).

Erwt en paardebioen waren zo zwaar aangetast, dat ze ziekteverschijnselen vertoonden, de erwten in sterke en de paardebionen in geringe mate. Ondanks nauwkeurig onderzoek van verschillende planten werden op de andere gewassen geen cysten geconstateerd.

3. Op een klavercystenaaltjesproefveld te Wouw en op een erwten-cystenaaltjesproefveld te Borsssele werden in 1950 een serie Leguminosen uitgezaaid op veldjes van 50 × 50 cm. In beide gevallen betrof het een veld, waar het vorige jaar een zwaar ziek gewas klaver respectievelijk erwten was verbouwd.

In de loop van de zomer werden de wortels van de planten enkele malen zorgvuldig gecontroleerd op het voorkomen van cysten. Bij onvoldoende ontwikkeling van een plantensoort werd de uitslag twijfelachtig genoemd, zodat zowel positieve als negatieve uitslagen waarde hebben. De resultaten blijken uit tabel 2.

De eigen proeven bevestigen duidelijk GOFFART's waarneming van het bestaan van een erwten-cystenaaltje en een klavercystenaaltje. Van de landbouwgewassen werden door het erwten-cystenaaltje zwaar aangetast erwt, linze, paardebioen en wikke, en beslist niet rode klaver en stamboon. Door het klavercystenaaltje werden rode klaver, witte klaver, stamboon en ook enkele *Vicia*-soorten met zekerheid aangetast, en beslist niet erwt.

Lucerne en sojaboon werden door geen van beide aangetast, hetgeen er op wijst, dat de respectievelijk in de U.S.S.R. en Japan geconstateerde zware aantastingen aan nog andere *Heterodera*-rassen of -soorten toegeschreven moeten worden.

De waarnemingen ten aanzien van de andere, meest licht aangetaste Legumi-

nosen dienen aangevuld te worden, voordat vèrgaande conclusies getrokken kunnen worden, in verband met de onvolledigheid der test-series en in verband met de afwijkende resultaten van verschillende onderzoekers. Deze verschillen kunnen een gevolg zijn van gemengde bodembesmettingen, van een verkeerde aanduiding der geteste plantensoorten of zelfs van een verkeerde waarneming, aangezien een ongecontroleerde melding van een enkele cyste op een plant soms onbetrouwbaar is, gezien de vele mogelijkheden om zich daarbij te vergissen.

Tab. 2. Vatbaarheid van een aantal Leguminosen voor het erwten-cystenaaltje en het klavercystenaaltje
Susceptibility of a number of the Leguminosae to the pea root eelworm and the clover root eelworm

Plantensoort	Vatbaarheid voor het erwten-cystenaaltje	Vatbaarheid voor het klavercystenaaltje
1. <i>Pisum arvense</i>	+	—
2. <i>Lens esculenta</i>	+	—
3. <i>Vicia faba</i>	+	?
4. <i>Vicia sativa</i>	+	?
5. <i>Vicia ervilea</i>	—	+
6. <i>Vicia atropurpurea</i>	+	+
7. <i>Phaseolus vulgaris</i>	—	+
8. <i>Trifolium pratense</i>	—	+
9. <i>Trifolium rubens</i>	?	—
10. <i>Lathyrus articulatus</i>	—	+
11. <i>Lathyrus clymenum</i>	—	+
12. <i>Lathyrus magellanicus</i>	+	—
13. <i>Lathyrus niger</i>	—	?
14. <i>Lathyrus purpureus</i>	—	—
15. <i>Lathyrus sativus</i>	—	+
16. <i>Lathyrus tingitanus</i>	—	—
17. <i>Lupinus elegans</i>	?	+
18. <i>Lupinus mutabilis</i>	—	—
19. <i>Lupinus polyphyllus</i>	?	+
20. <i>Lupinus subcaruosus</i>	?	+
21. <i>Cicer songaricum</i>	—	+
22. <i>Medicago lupulina</i>	?	—
23. <i>Trigonella coerulea</i>	—	—
24. <i>Trigonella foenum graecum</i>	—	—
25. <i>Melilotus albus</i>	—	—
26. <i>Galega officinalis</i>	?	—
27. <i>Glycine soja</i> var. <i>semi-lutea</i>	?	—
28. <i>Glycine soja</i> var. <i>nigra</i>	—	—
29. <i>Glycine soja</i> -spec.	—	—
30. <i>Securigera coronilla</i>	—	?
31. <i>Dolichos lablab</i>	—	—
32. <i>Dolichos zebra</i>	—	—
33. <i>Ornithopus sativus</i>	?	—

DE BESTRIJDING

Grondontsmetting met chemische middelen, door warmte of langs mechanische weg is door niemand serieus beproefd, aangezien bij voorbaat vaststond, dat de zeer hoge kosten voor de erwten-teelt een onoverkomelijk bezwaar zouden vormen, evenzeer als bij de bestrijding van bieten- en aardappelcystenaaltjes.

Onvatbare erwtenrassen zijn niet bekend. LIEBSCHER (15) noemde alle rassen van *Pisum sativum*, *P. arvense*, *P. quadratum* en *P. saccharatum* vatbaar. WALTON c.s. (23) vergeleken in drie proeven respectievelijk 12, 10 en 6 erwtenrassen en bevonden alle vatbaar, hoewel enig verschil in ontwikkeling geconstateerd werd.

In een eigen rassenproef in 1950 werden 153 erwtenrassen getest, van elk ras 18 solitair staande planten verspreid over het veld. Alle rassen waren op de zwaar besmette grond zeer ernstig aangetast, zodat geen enkel ras een opbrengst van betekenis gaf. De geteste rassen, en als maatstaf voor de geleden schade de gemiddelde strolengten van de opgekomen planten, volgen in tabel 3.

Duidelijk blijkt, dat alle rassen ernstig aangetast waren. De hoogste gemiddelde strolengte van alle stamerwten was 21,9 cm en van alle rijserwten 40,5 cm; de grootste individuele plant was respectievelijk 40 en 84 cm lang. De grootste strolengten bereikten bij de stamerwten nog: Zwartzadige (18,8), Freezonian (21,7), Pionier (18,9), Lord Chancellor (21,9), Dwarf Alderman (18,9), Senator (20,8) en bij de rijserwten: Wilhelm Tell (40), Sans parchemin fondant de St. Désirat (40,4), Reuzenparade (40,3), Noord-Hollandsche (40,5) en Platte vale (40,4). De voor *Fusarium solani* ongevoelige rassen Parel, Rondo en Stijfstro sloegen een slecht figuur. Dit bevestigt de conclusie, dat *Fusarium solani* bij deze aantasting geen primaire rol heeft gespeeld.

Aangezien de directe bestrijding faalt en onvatbare erwtenrassen ontbreken, zal men evenals bij bietenmoeheid en aardappelmoeheid aangewezen zijn op een ruime vruchtwisseling om de aaltjespopulatie laag te houden en daardoor de schade te beperken.

Reeds LIEBSCHER (16) kwam tot de conclusie „daz wir also nur durch Einhaltung einer rationellen Fruchtfolge eine Schädigung durch unsern Nematoden dort vermeiden können, wo sich derselbe im Boden befindet”. Ook CAPUS (3) deelde deze mening: „Il faut donc éviter de faire succéder le pois à lui-même”, evenals WALTON c.s. (23): „As a control measure long rotations free from susceptible leguminous crops are suggested.” Het is weinig bevredigend, dat thans, 60 jaar na de ontdekking, nog geen ander advies kan worden gegeven.

Op het ogenblik wordt bij de erwtenenteelt in Nederland een ruime vruchtwisseling gehandhaafd. Op grond daarvan en gezien het karakter van de vanouds bekende *Heterodera*-ziekten mag men verwachten, dat het erwtenzystenaaltje geen grotere verbreiding zal krijgen en geen grotere schade zal doen dan thans het geval is. Op sommige besmette percelen zal zelfs een intensivering van de erwtenenteelt mogelijk zijn, aangezien door grondmonsteronderzoek van te voren bepaald zal kunnen worden, in hoeverre gevaar voor schade bestaat. Ditzelfde zal bereikt kunnen worden door andere waardplantgewassen, vooral paardeblood, te vermijden en door vatbare onkruiden te bestrijden. Er is echter reden te vermoeden, dat nog niet alle vatbare akkeronkruiden bekend zijn.

Tabel 3. Gemiddelde stro-lengten in cm, op 26/6/1950, van verschillende erwtenrassen op zwaar met *Heterodera göttingiana* besmet terrein
Mean stalk length in cm, on 26/6/1950, of different pea varieties on soil with a serious infestation of Heterodera göttingiana

Stampeulen: De Grace (11,6), Cupido (11,3), Stam of Kruip (15,1), Trianon 3160 (12,6), Serpette Vert (10,6), Lav Sabel (12,7), Nanum (10,3), Nunhem's Overvloed (12,7), Sukkerärt og Margärt (10,7), Triumph (18,4), Juweel (14,1), Fortuna (17,3), Crescent

- (9,9), Dvärg Sabel (15,0), Zwartzadige (18,8), Niedrige Weggiser (14,5), Dwarf Grey Sugar (15,4), Parel (15,0).
- Rijspeulen: Tweebloeiërs (22,9), Suiker (29,2), Vroege suikerpeulen (24,9), Pronto (30,6), Rapid (25,1), Premier (25,8), IJzerpeulen (23,9), Allervroegste (24,8), Vroege Hendriks (25,6), Heraut (22,8), Dertigdaagse (30,4), Veertigdaagse (31,3), Norrlands Express (28,2), MidsommarTriumph (29,9), Wilhelm Tell (40,0), Anthonie (18,5), Hoge late Groene (21,6), Wijker of Zomer (22,4), Gele Kwee (28,2), Halfstam (29,2), Duplo (35,0), Engelsk Sabel (23,4), Elit Sabel (27,6), Sans parchemin fondant de St. Désirat (40,4), Pariser Markt (27,3), Moerheim's Reuzen (23,9), Slier (27,6), Zwaan's Orion (27,4), Kungsärt (32,8), Reuzenboter gekreuktzadig (35,4), Reuzenboter rondzadig (25,5), Reuzenparade (40,3).
- Stamdoperwten: Stam of Kruip Groen (9,4), Triomphe de Maninet (11,7), Douce Provence (16,3), Record (13,7), Ole Ohlsen (17,3), Verbeterde Stam of Kruip (17,1), Oud Walchers ras (10,0), Dwarf May (9,5), Läg May (10,1), Buxbom de Grace (10,6), Beck's Gem (12,0), Nott's Excelsior (12,4), Premium Gem (13,6), Wonder van Amerika (11,8), Early Badger (13,0), Wonder van Amerika (12,7), Little Marvel (12,9), The Sherwood (9,0), Kelvedon Champion (16,7), Wonder van Witham (12,1), Early Delicious (13,2), Kelvedon Wonder (17,9), Multifold (7,4), Poulwell Pea (12,5), Hundredfold (16,5), Kronborg (15,7), Blue Bantam (17,8), Giant Laxtonian (16,1), Laxton's Progress (14,5), Freezonian (21,7), Pionier (18,9), Mansholt's Pluk (16,4), Conserva (14,5), Engelse Groene (11,7), Bliss Abundance (16,2), Zelka (16,7), Le Petit Cevenol (13,0), S.I. 3 (11,1), Faenomen (13,0), Chemin Long (17,6), Canner's Perfection (16,4), Canner King (13,8), Pride (18,3), Wyola (18,2), Jubilee (14,3), Daisy (5,0), Potlatch or Improved Stratagem (12,2), Kelvedon Spitfire (10,0), Lord Chancellor (21,9), Dwarf Alderman (18,9), Senator (20,8), Delikatesse (15,1), Konservenstolz (17,7), Baldur (15,3), Laxal (10,7), Lincoln (12,6), Delices des Conserves (11,0), Roi des Fins (17,4), Yorkshire Hero (13,2), Union Jack (14,4).
- Rijsdoperwten: Extra Rapid (21,9), Eclipse (24,3), Alaska w/r (22,4), Haarsteegse (22,3), Lentedopper (26,1), Dippes Mai (28,3), Amsterdam's wonder (26,9), Mei (24,6), Amsterdamse Broei (25,8), Alpha (29,0), Boordevol vroeg (21,1), Alton (28,4), Teton (28,6), Worlds Record (24,1), Brunswijker Volgers (23,5).
- Landbouwerwten: (kortstro) Mansholt's Gekruiste Extra Korte Groene (16,9), Mansholt's Pluk (17,6), Supercorona (17,0), Unica (16,6), Servo (13,3), Parel (14,6), Rondo (16,1), Stijfstro (11,8), Vreeken 8 (16,5).
- Landbouwerwten: (halfalang of langstro) Zelka (16,7), Emigrant (18,7), Gruno (19,3), Vinco (20,8), Ro-zijn 789-44 (24,0), Kola (27,1), Hala (21,4), Aureool (20,5), Erecta (16,4), Capucijner 889-45 (14,0), Kloostererwt (13,7), Markant (22,8), v. Belzen 72 (20,1), Groninger blauwpeul (33,2), Schokker 31/93 (23,5), Gele Victoria (29,4), Noord-Hollandse (40,5), Wijker vale (35,3), Platte vale (40,4).

SAMENVATTING

Heterodera göttingiana, het erwtenzystenaaltje, werd in 1949 in Nederland geconstateerd als een verspreid voorkomende parasiet in de erwtenvelden van Zeeland en aangrenzende provincies.

Volgens de literatuur blijkt deze parasiet in Duitsland, Frankrijk en Engeland sedert het einde van de vorige of het begin van deze eeuw bekend te zijn.

De biologie van het aaltje is vrijwel gelijk aan die van het bietencystenaaltje, *Heterodera schachtii*, doch is minder diepgaand bestudeerd. Er bestaat enige onzekerheid ten aanzien van de invloed van het erwtenwortelsecreet en van het jaargetijde op het uitkomen van de larven.

Zieke velden vertonen scherp begrensde plekken met slecht ontwikkelde, weinig vertakte, vroegtijdig vergelende en afstervende planten. De bloei blijft achterwege of wordt soms vervroegd. Het wortelstelsel is slecht ontwikkeld en dicht bezet met witte of bruine cysten van het erwtenzystenaaltje. Als regel wordt de aantasting begeleid door wortelrot en voetziekte, veroorzaakt door verschillende schimmels. Stikstofknolletjes ontbreken vrijwel geheel.

Elke onderzoeker is oorspronkelijk geconfronteerd geweest met de vraag, of de aaltjes dan wel de verschillende bodemschimmels de primaire oorzaak van de ziekte zouden zijn. De conclusie was als regel, dat de aaltjes de primaire factor zijn, doch dat de schimmels de schade aan het gewas vergroten. Voor Nederland geldt als bijzonderheid, dat de ziekte reeds lang aanwezig is, doch dat de aaltjes eerst het vorige jaar zijn ontdekt.

Het is de mening van de schrijver, dat de aaltjes beschouwd moeten worden als de primaire oorzaak van de erwtenziekte, die vroeger onder de naam Sint Jansziekte (St. John's disease, Sankt Johanniskrankheit) toegeschreven werd aan schimmelaantastingen, en dat deze naam moet vervallen. Verschillende argumenten staven deze conclusie.

GOFFART's waarneming, dat er een erwtenzystenaaltje en een klavercystenaaltje, elk met een afzonderlijke waardplantenreeks binnen de Leguminosen, bestaan, kon worden bevestigd.

Het Nederlandse erwtenzystenaaltje tast erwten, paardebonen, wikken en linzen aan en niet rode klaver, stambonen en lupinen; het Nederlandse klavercystenaaltje tast rode klaver, witte klaver en enige andere Leguminosen aan, maar niet erwten. Lucerne en sojabonen, die respectievelijk in de U.S.S.R. en Japan zwaar aangetast moeten zijn, bleken onvatbaar. Er moeten dus nog meer cystenaaltjes op Leguminosen leven.

De bestrijding van het aaltje is alleen mogelijk door vruchtwisseling. Directe bestrijding is te duur. Van 153 erwtenrassen werden alle zo zwaar aangetast, dat bij geen enkele een opbrengst werd verkregen. Bij de thans in Nederland gevolgde ruime vruchtwisseling zal de ziekte echter geen groter probleem worden dan zij is; zelfs zal dank zij betere kennis van de waardplanten en met behulp van grondmonsteronderzoek in sommige gevallen een intensievere erwtencultuur kunnen worden gedreven dan nu het geval is.

SUMMARY

Heterodera göttingiana, the pea root eelworm, was found in Holland in 1949 as a widely spread parasite in pea fields in Zeeland and neighbouring provinces.

This parasite has been recorded from Germany, France and England since the end of the last or the beginning of this century.

The biology of this eelworm is about the same as that of the beet root eelworm, *Heterodera schachtii*, but it is less carefully studied. There is some uncertainty with respect to the influence of pea root excretions and the influence of the season on the hatching of the larvae.

Sick fields show sharply bordered patches with dwarfed, poorly branched and early yellowing plants that die prematurely (fig. 3). Infested plants either fail to flower or flower too early. The root system is poorly developed and crowded with white or brown cysts (fig. 1). The attack is mostly accompanied by root rot and foot rot, caused by miscellaneous fungi (fig. 2). Nitrogen tubercles are hardly present.

Research workers have originally been confronted with the question, whether the eelworms or certain fungi were the primary cause of the disease. The general conclusion was, that eelworms are the primary factor, but that fungi increase the symptoms of disease.

It is a peculiar fact that in Holland the disease has long been present, but that the eelworms have been found only last year.

The author holds the opinion that eelworms must be considered as the primary cause of the pea disease, that was formerly attributed to fungi and named Sint Jansziekte (St. John's disease, Sankt Johanniskrankheit). This name must therefore be considered invalid.

We confirmed Goffart's observations, that there are two different *Heterodera*-strains, in the family Leguminosae, i.e. the pea root eelworm and the clover root eelworm.

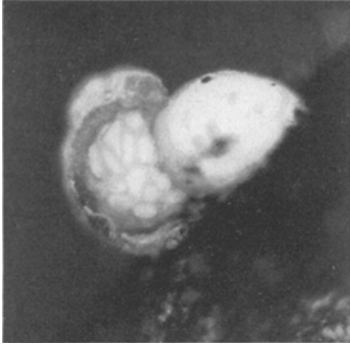
The Dutch pea root eelworm infests peas, broad beans, vetches and lentils, but red clover, kidney beans and lupins are not susceptible; the Dutch clover root eelworm infests red clover, white clover and some other Leguminosae, but no peas. (tab. 1 and 2). Lucerne and soy beans, which are said to be heavily infested respectively in the U.S.S.R. and Japan, proved unsusceptible, thus there must exist still other *Heterodera*-strains in the Leguminosae.

Control of this eelworm is possible only by crop rotation. Direct control is too expensive. 153 pea varieties all proved to be so heavily infested, that the yield was nil. The present wide crop rotation in Holland will however check the disease; thus it will not do more damage than was the case up to now. It will even be possible to grow peas more frequently on certain fields by omitting other susceptible crops and also with the help of soil sample examinations.

LITERATUUR

1. Volgens schriftelijke mededelingen, verstrekt door QUANJER en V. D. BRANDE.
2. CAPUS, J.: Sur un dépérissement des cultures de pois en Gironde du à la double action de l'*Heterodera schachtii* et du *Fusarium vasinfectum*. Bull. Soc. Étude Vulg. Zool. Agr. Bordeaux 16: 70-73 en 87-91, 1917.
3. ———: Invasion des cultures de pois en Gironde par *Heterodera schachtii* Schmidt. Ann. Serv. Épiphyties 5: 239-244, 1918.
4. EDWARDS, E. E.: On *Heterodera schachtii*, with special reference to the oat race in Britain. J. Helminthol. 13: 129-138, 1935.

5. FILIPJEV, I. N. & SCHUURMANS STEKHOVEN, J. H.: Manual of agricultural helminthology. E. J. Brill, Leiden, 1941.
6. FRANKLIN, M. T.: On the specific status of the so-called biological strains of *Heterodera schachtii* Schmidt. J. Helminthol. 18: 193–208, 1940.
7. FUJITA, K. & MIURA, O.: On the parasitism of *Heterodera schachtii* on beans. Trans. Sapporo Natural Soc. 13: 359–364, 1934 (Uit Helminthol. Abstr. 3: 184).
8. GOFFART, H.: Der Göttinger Erbsennematode (*Heterodera göttingiana*), ein Rückblick auf eine 50 jährige Entwicklung. Zbl. Bakteriöl., Parasitenk. u. Infektionskrankh. 104: 81–87, 1941.
9. ———: Beobachtungen über das Auftreten von *Heterodera schachtii* an Klee. Z. Pfl.-Krankh. u. Pfl.-Schutz 54: 12–18, 1944.
10. GUÉGUEN: Sur une maladie du collet du pois due à une Hypocréacée (*Neocosmospora vasinfecta* E. F. Smith, var. *Pisi* van Hall). Ann. Serv. Épiphyties. Mém. et Rapp., présentés au Comité des Épiphyties en 1913. 2: 302–309, 1915.
11. HALL, I. C. van: Die Sankt-Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht von *Fusarium vasinfectum* Atk.Ber. deutsch. Bot. Ges. 21: 2–5, 1903.
12. HOLLRUNG, M.: Das Auftreten der Rüben nematode an Erbsen und anderen Leguminosen. Dtsch. landwirtsch. Presse 17: 477, 1890.
13. KUWAYAMA, S.: The principal insect pests of the soy bean in Hokkaido. Referaat Rev. Appl. Entomol., Ser. A, 14: 329, 1926.
14. LIEBSCHER, G.: Eine Nematode als Ursache der Erbsenmüdigkeit des Bodens. Dtsch. landwirtsch. Presse, 17: 436–437, 1890.
15. ———: Eine Nematode als Ursache der Erbsenmüdigkeit des Bodens (Zweiter Bericht). Dtsch. landwirtsch. Presse 17: 672, 1890.
16. ———: Beobachtungen über das Auftreten eines Nematoden an Erbsen. J. Landwirtsch. 40: 357–368, 1892.
17. OGILVIE, L. & MULLIGAN, B. O.: Pea sickness, an important disease of field peas. Gardener's Chron. 90, No 2328: 122, 1931.
18. OORT, A. J. P.: Nederlandse namen voor aaltjes (Nematoden). T. Pl.ziekten 56: 169–171, 1950.
19. POWELL, A. K.: Investigations upon the pea strain of *Heterodera schachtii* Schmidt and its rôle in the causation of pea sickness. Ann. Appl. Biol. 26: 572–584, 1939.
20. THEOBALD, F. V.: Report on economic zoology for the year ending September 30th, 1912. J. South-Eastern Agr. Coll., Wye, Kent, 21, 1912.
21. TRIFFITT, M. J.: On the eelworm *Heterodera schachtii* attacking peas in Britain. J. Helminthol. 9: 175–178, 1931.
22. WENT, J. C.: *Fusarium*-aantastingen van erwten. Proefschrift, Utrecht, 1934.
23. WALTON, C. L., OGILVIE, L. & MULLIGAN, B. O.: Observations on the pea strain of the eelworm *H. schachtii* and its relation to „pea sickness”. Ann. Rep. Agr. Stat. Long Ashton, 1933: 74–85.



Afb. 1. Uit de wortel gebarsten ♀ van *Heterodera göttingiana* met een eierzak gevuld met eieren. Vergr. $\pm 50 \times$.
Female of Heterodera göttingiana with egg-filled sack, protruding out of the root ($\pm 50 \times$).



Afb. 2. Zwaar gehavend worteltje met cysten van *H. göttingiana* en met donkergekleurde plekken ten gevolge van aantasting door schimmel. Vergr. $\pm 10 \times$.
*Heavily damaged root with cysts of *H. göttingiana* and with dark spots caused by fungi ($\pm 10 \times$). →*

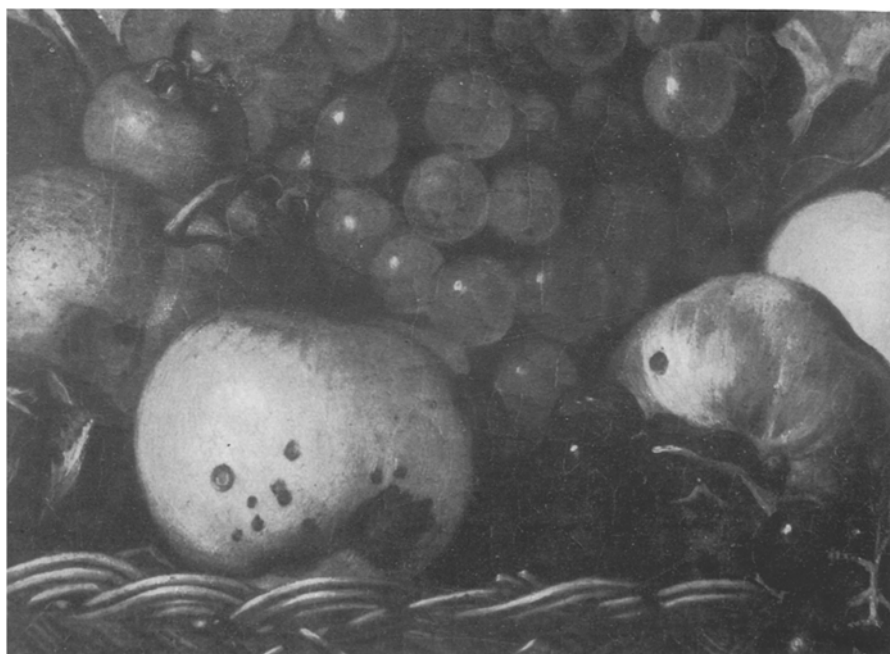


Afb. 3. Cystenaaltje in erwten. *Field of peas attacked by the pea root eelworm.*



Michel Angelo Caravaggio: Christ at Emmaus.

Published by kind permission of the Trustees of the National Gallery, London



Michel Angelo Caravaggio: Christ at Emmaus (detail photograph).

Published by kind permission of the Trustees of the National Gallery, London