

DECEMBER 1949

JAARGANG LII, AFL. 12



NEDERLANDS TIJDSCHRIFT VOOR VELDBIOLOGIE

OPGERICHT DOOR E. HEIMANS, J. JASPERS JR EN JAC. P. THIJSSE

Nadruk verboden

Redactie: Prof. Dr J. HEIMANS, Amsterdam-Zuid, Leonardostraat 10,
bijgestaan door Prof. Dr N. TINBERGEN, Oxford en Dr J. WILCKE, Wageningen.

Administratie: W. VERSLUYS - 2e Oosterparkstraat 221—223 - Amsterdam-(O).

SCHIMMELS, DIE AALTJES VANGEN

Men zegt wel eens dat de wonderen de wereld niet uit zijn. Inderdaad blijkt, wanneer men de levensgewoonten of levensomstandigheden van dier of plant nader bestudeert en tracht door te dringen tot de diepste drijfveren van het leven, hoe wonderlijk ingenieus de natuur ingericht is. Men komt steeds weer met bewondering, soms gemengd met verwondering te staan tegenover dit leven, dat ons in zijn uitingen en aanpassingen een zo machtig en gevarieerd beeld voortovert.

Over de levenswijze van een kleine groep van schimmels, die zich door het vangen van aaltjes op een wel zeer bijzondere wijze voorziet van „het dagelijks brood”, zal hier het een en ander meegedeeld worden. Zoals alle schimmels vermeerderen en verspreiden ook deze zich door middel van sporen. Wanneer die sporen kiemen, vormen zij draden (hyphen), welke zich sterk kunnen vertakken en een meer of minder dicht weefsel vormen, dat mycelium wordt genoemd. De sporen worden aan de uiteinden van de hyphen gevormd. Wat de voeding betreft onderscheidt men bij de schimmels saprophyten en parasieten. De eerste leven uitsluitend van dode stof: van dode planten en dieren of van delen daarvan. Met vele bacteriën zijn de saprophy-

tische schimmels dus de opruimers in de natuur. De parasitaire schimmels zijn in staat levende planten of dieren binnen te dringen en deze te doden en zo aan hun voedsel te komen. Een bekend voorbeeld is *Phytophthora infestans*, de oorzaak van „de” Aardappelziekte, die in de vorige eeuw dik-

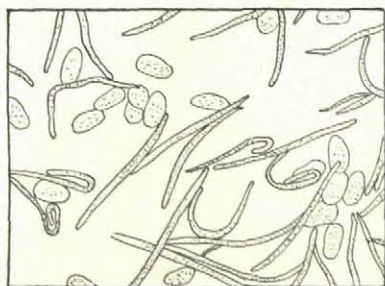


Fig. 1. Eieren en pas uitgekomen larven van het aaltje *Heterodera rostochiensis*, de veroorzaker van de Aardappelmoeheid.

wijls tot hongersnood heeft geleid. Terwijl de meeste parasieten hun slachtoffer binnendringen, hetzij doordat het mycelium — bv. in de grond — met de wortels in aanraking is gekomen, hetzij doordat sporen op de gastheer zijn terecht gekomen, is er een kleine groep van schimmels, die speciale vangapparaten vormen en als een spin in zijn web wachten tot de beweeglijke prooi, in dit geval de aaltjes, gevangen is. Het zijn dus vleesetende schimmels, die te vergelijken zijn met de insectenvangende *Drosera* (Zonnedaauw) en *Nepenthes* (Bekerplant) onder de hogere planten.

Alvorens in te gaan op de vangapparaten en vangsystemen, allereerst een korte uiteenzetting over aaltjes. De aaltjes behoren tot de hoofdklasse van de Wormen of *Vermes*. Deze worden onderverdeeld in drie klassen: de Ringwormen of *Annelida* waartoe de regenworm behoort, de Platwormen of *Plathelminthes* (bv. de Lintworm) en de Rondwormen of *Nemathelminthes*. Deze laatste klasse valt weer uiteen in drie orden, tot een waarvan — namelijk tot die van de *Nematoden* — ook de aaltjes worden gerekend. Aaltjes zijn kleine spoelvormige wormpjes 0.5—1 mm lang en hoogstens 0.1 mm dik. In vloeistoffen zijn zij zeer beweeglijk en kunnen zij zich snel verplaatsen. Zij leven evenals vele schimmels en bacteriën van afvalstoffen en komen dus eveneens voor in rottende plantendelen en bladeren, in mest, compost, bladaarde enz. Onder de aaltjes zijn ook soorten die op planten parasiteren en zeer ernstige schade kunnen aanrichten. De laatste tijd heeft vooral *Heterodera rostochiensis* WOLL., de oorzaak van de Aardappelmoeheid, veel van zich doen spreken. Men heeft zelfs tot wettelijke maatregelen — waarbij bepaald is, dat men slechts éénmaal in de drie jaar op een terrein aardappels mag verbouwen — zijn toevlucht moeten nemen om deze zeer gevreesde ziekte aan banden te leggen. De pas uit het ei gekomen jonge aaltjes van *Heterodera rostochiensis* ziet men in fig. 1 afgebeeld.

Hoe kunnen nu de aaltjesvangende schimmels hun prooi bemachtigen? Het eenvoudigste vangstelsel komt voor bij de tot de Wierzwammen (*Phycomycetes*) behorende *Stylopaga hadra* DRECHSLER. Komt een aaltje in contact

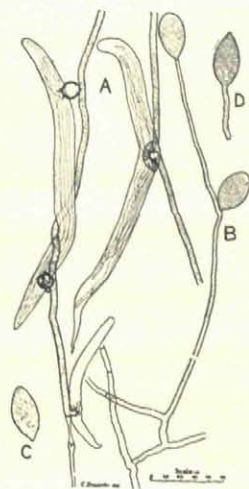


Fig. 2. *Stylopaga hadra*, een schimmel, waarbij het mycelium na aanraking een kleefstof afscheidt. A. hyphen met gevangen aaltjes. B. hyphen met sporen. C. spore. D. kiemende spore.

met een myceliumdraad van deze zwam, dan scheidt deze een stof af, waaraan het aaltje blijft vastkleven. Er wordt een blaasvormige uitstulping (appressorium) gevormd en van hieruit dringt een hyphe het aanvankelijk nog levende aaltje binnen. De hyphen vertakken zich en zuigen hun buit leeg (fig. 2a).

Terwijl bij de boven besproken soort het gehele mycelium in staat is aaltjes te vangen, worden bij de nu te bespreken soorten bijzondere vangapparaten gevormd. De schimmels, die deze maken behoren tot de *Fungi imperfecti* en wel tot de grote groep van de *Moniliaceae*, waartoe o.a. ook *Penicillium* (Penseelschimmel) behoort. Er zijn thans ruim 25 soorten bekend, meest behorende tot de geslachten *Arthrotrichys*, *Dactylaria* en *Dactylella*, die in staat zijn aaltjes te vangen.

Bij een aantal soorten worden aan de schimmeldraden korte zij-hyphen gevormd, die aan hun eind in een ronde cel eindigen. Komt een aaltje in aanraking met een dergelijke knop, dan wordt een kleefstof afgescheiden, waaraan het aaltje blijft vastkleven. De huid wordt doorboord

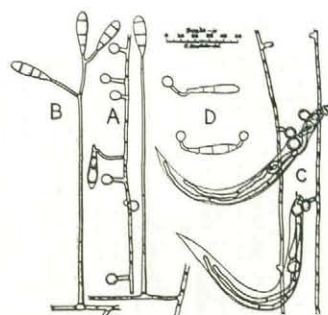


Fig. 3. *Dactylella asthenopaga* met lijmnoppen als vangapparaat. A. hyphe met lijmnoppen. B. sporendragers. C. hyphen met gevangen aaltjes. D. sporen die bij hun kieming onmiddellijk lijmnoppen vormen.

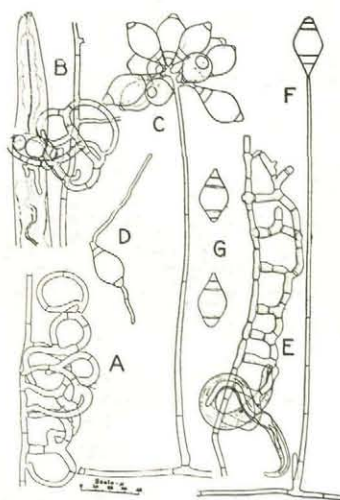


Fig. 4. *Dactylaria thaumasia* (A—D) en *Dactylaria geophyropaga* (E—G) met vangnetten, die bij aanraking een kleefstof afscheiden. A. vangnet. B. idem met gevangen aaltje. C. sporendragers. D. kiemende spore. E. vangnet (in laddervorm) met gevangen aaltje. F. sporendrager. G. sporen.

en de binnendringende hyphe verbreedt zich eerst tot een blaas van waaruit de hyphen het lichaam verder binnendringen. Het is merkwaardig dat de sporen soms onmiddellijk lijmnoppen vormen, zonder dat er eerst een normaal mycelium ontstaat. Dit vangstelsel vindt men o.a. bij *Dactylella asthenopaga* DRECHSLER (fig. 3). Ringen, die na contact met aaltjes, kleefstof afscheiden en die tot twee- of driedimensionele netten of ladders kunnen uitgroeien vindt men bij talrijke andere soorten, o.a. bij *Dactylaria thaumasia* DRECHSLER en bij *Dactylella geophyropaga* DRECHSLER (fig. 4). Aaltjes kunnen zowel aan de binnen- als aan de buitenkant van de netten blijven vastkleven, bij *Arthrotrichys oligospora* CORDA evenwel alleen aan de binnenkant van de ringen. Bij enkele soorten treft men tegelijk lijmnoppen en lijmringen of netten aan.

Het naar menselijke maatstaven meest ingenieuze vangstelsel wordt o.a. gevonden bij *Dactylaria brochopaga* DRECHSLER (fig. 5). Deze soort vormt ringen die uit drie cellen bestaan. Deze ringen zijn met een tweecellig steeltje aan de myceliumdraden bevestigd. Komt een aaltje in een ring terecht dan zet plotseling de binnenwand van de ringcellen uit, zodanig dat het aaltje

vastgeklemd wordt en niet meer voor- of achteruit kan. Het aaltje is gestrikt. Verwoed slaat het aaltje heen en weer bij zijn pogingen om vrij te komen, waarbij hevig aan het mycelium wordt gerukt en getrokken. Lukt het een enkele maal om de ring van het mycelium los te rukken (waarbij het steeltje breekt), dan is het aaltje toch ten dode opgeschreven. De cellen van de ring blijven in leven en kunnen ook zonder dat zij aan het mycelium bevestigd zijn, het lichaam van het aaltje binnendringen en het uitzuigen. Na enige tijd komen er dan uit de buitenkant van de ring jonge hyphen groeien, die het begin zijn van een mycelium met nieuwe strikringen.

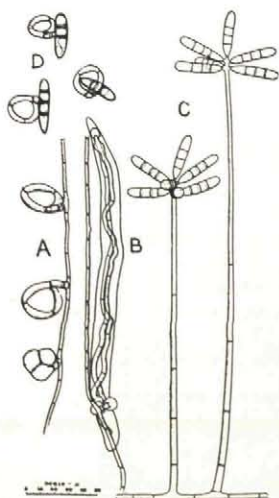


Fig. 5. *Dactylaria brochopaga* met strikringen. A. hyphe met twee open en een dicht gesprongen ring. B. hyphe met gestrikt aaltje. C. sporendragers. D. sporen die bij hun kieming onmiddellijk ringen vormen.

De eerste beschrijving van de ringen en netten bij *Arthrobotrys oligospora* CORDA geeft WORONIN in 1870, zonder evenwel een verklaring te geven van hun functie. Het was ZOPF, die in 1888 waarnam, dat levende Nematoden in de netten van de bovengenoemde schimmel verstrikt kunnen raken om dan gedood en verteerd te worden. Hoe het komt, dat de aaltjes zich niet uit de mazen van het net terugtrekken, vermeldt ZOPF niet. Zijn ontdekking blijft onbekend tot SOMMERSTORF in 1911 een in het water levende Phycomycete, *Zoöpagus insidians* beschrijft, die Raderdiertjes (*Rotiferae*) vangt. De aandacht wordt nu opnieuw op deze vleesetende schimmels gevestigd en het is vooral DRECHSLER, die zich in Amerika met deze groep van fungi bezig houdt

en van 1933 af een groot aantal publicaties over de morfologie en systematiek het licht doet zien.

COMANDON en DE FONBRUNE, twee Franse onderzoekers, die verbonden zijn aan het Institut Pasteur te Garches (bij Parijs) hebben zich verdiept in de physiologie van de vangapparaten. De resultaten van hun onderzoekingen legden zij vast in een film, getiteld *Les Champignons prédateurs*, die beter dan een beschrijving een inzicht geeft in de wonderlijke werking van de lijmnetten en strikringen (fig. 6).

Uit hun onderzoekingen (en die van anderen) is o.a. het volgende gebleken. Kweekt men aaltjesvangende schimmels in reincultuur dus op een gesteriliseerde kunstmatige voedingsbodem, dan worden geen vangorganen gevormd. Voegt men aan dergelijke culturen levende aaltjes toe of een vloeistof, waarin aaltjes een tijdlang hebben vertoefd, dan gaat het mycelium onmid-

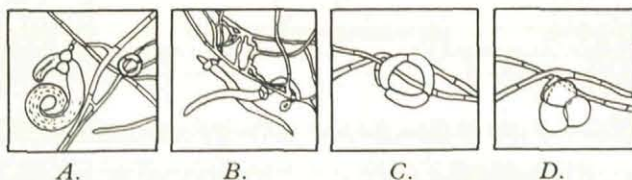


Fig. 6. *Dactylaria brochopaga* met strikringen. Vier beeldjes uit de film van Comandon en de Fonbrune. A en B. Mycelium met gevangen aaltjes. C. Een strikring sterker vergroot. D. Dezelfde ring, nadat de binnenkant van een van de cellen van de ring met een glazen naald is geprikkeld.

delijk gaat het mycelium onmid-

dellijk over tot de vorming van lussen, knoppen of strikken. Voegt men aan de reincultuur de door koken gedode aaltjes of de op 100° C verhitte vloeistof toe, dan worden deze niet gevormd. Blijkbaar is het een thermolabele stof (d.w.z. een stof die bij hogere temperaturen te gronde gaat), die door de aaltjes wordt afgescheiden en het mycelium prikkelt.

Er bestaat een zekere specificiteit in de vangsten. Andere dieren dan Nematoden worden niet gevangen en sommige schimmelsoorten zijn min of meer ingesteld op het vangen van bepaalde soorten aaltjes. COMANDON en DE FONBRUNE hebben de wijze van vangen ook experimenteel onderzocht. Zij hebben de cellen van de vangapparaten geprikkeld door er voorzichtig met een fijne naald, die in een micromanipulator was bevestigd, langs te wrijven. Binnen zeer korte tijd werd een stof afgescheiden, waaraan de naald alleen bleef vastkleven wanneer de geprikkelde cellen zich in de lucht bevonden. Tegelijkertijd werd een versnelling van de protoplasmastroming en een ophoping van het protoplasma op de geprikkelde plaats waargenomen. Bij de strik-ringen had een lichte aanraking van een van de drie cellen het dichtslaan van de gehele val tengevolge, evenwel alleen indien de binnenkant van de ring werd geprikkeld. De reactie verloopt in ongeveer 0.1 sec. Men ziet na het uitzetten van de cellen grote vacuolen in het protoplasma ontstaan. Of de vangorganen de aaltjes aanlokken, is niet bekend. In het algemeen krijgt men de indruk, dat de aaltjes bij toeval in de val lopen.

Het aantal ringen en netten, dat door de schimmels gevormd wordt is zeer groot en dientengevolge kan ook het aantal gevangen aaltjes zeer belangrijk zijn. De aaltjesstand in de natuur kan dus door deze aaltjesvangende schimmels aanzienlijk verminderd worden. Of deze schimmels ook gebruikt kunnen worden ter bestrijding van aaltjes, die schade berokkenen aan onze cultuurgewassen is nog onvoldoende onderzocht. DESCHIENS en LAMY hebben aan grond die besmet was met het in kas-culturen zeer schadelijke aaltje *Heterodera marioni* CORNU (GOODEY), de sporen van een aaltjesvangende schimmel toegevoegd (10.000 sporen per kg grond). Daarna werden Begonia-stekken geplant. Terwijl in de grond waaraan geen sporen waren toegevoegd ongeveer 50% van de planten ziek werd, bedroeg het percentage zieke planten 10—20% in de grond met sporen. Hoewel deze gegevens slechts betrekking hadden op proeven in bloempotten, moet het mogelijk worden geacht aaltjeszieke kasgrond te behandelen met een compost, die kunstmatig verrijkt is met aaltjesvangende schimmels, om zodoende een gezond gewas op te kweken.

LITERATUUR:

- WORONIN, A., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. 7: 325—360. 1870.
 ZOPF, W., Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen. Abh. Kais. Leop.-Carol. Deut. Akad. Naturf. 52: 314—376. 1888.
 SOMMERSTORFF, H., Ein Terefangender Pilz (*Zoöphagus insidians*, nov. gen., nov. spec.). Oesterr. Bot. Z. 61: 361—373. 1911.
 DRECHSLER, CH., Some Hyphomycetes that prey on free-living terricolous Nematodes. Mycologia, 29: 447—552. 1937.
 COMANDON, J. et P. DE FONBRUNE. De la formation et du fonctionnement des pièges de Cham-

pignons prédateurs de Nématodes. Recherches effectuées à l'aide de la Micromanipulation et de la Cinématographie. C. R. Séanc. Acad. Sci. Paris. 208: 304, 1939.
 DESCHIENS, R. et L. LAMY. Les Hyphomycètes prédateurs des larves de Nématodes parasites des plantes et des mammifères. Proc. IVth Int. Congr. Microbiology. Kopenhagen, 1947.

Lab. v. Mycologie en Aardappelonderzoek, Wageningen.

A. J. P. OORT.

PARIETARIA

Een curiositeit van 's Hertogenbosch is de Binnen-Dieze: een ongelooflijk vies en onwelriekend „water”, dat door de oude stad kruipt, nu eens zichtbaar, met bruggen en bruggetjes, dan weer onder de huizen wegduikend om onverwachts weer te voorschijn te komen, bijna overal ingesloten door oude muren en oude huizen, zodat men er niet bij kan komen. Daardoor bieden die oude muren een ongestoorde standplaats voor muurleeuwenbek en muurvarentjes, maar vooral

voor de grote plakken van het glaskruid, *Parietaria ramiflora*. Honderd jaar geleden noemde van Hoven ze al in de re druk van zijn Flora van 's Hertogenbosch en wie weet, hoe lang ze er vóór die tijd al groeide (Fig. 1). Deze mediterrane soort is niet zo heel veel verder dan ons land naar het Noorden doorgedrongen.

De andere inlandse soort, *Parietaria erecta* (= *P. officinalis*) is nog zeldzamer en niet zo sterk gebonden aan muren. Ascherson en Graebner (Synopsis d. Mittel Europ. Flora, IV, blz. 621—627) noemen de beide soorten rassen van één soort, *P. officinalis*, omdat er overgangen tussen de twee vormen zijn en een scherp onderscheidingskenmerk zou ontbreken.

Toch is dit niet juist. Typisch ontwikkelde exemplaren van de beide soorten gelijken niet eens op elkaar: *P. erecta* heeft rechtopstaande, meest onvertakte stengels met grote bladeren en dichte ronde bloemkluwens, *P. ramiflora* heeft opstijgende of liggende, zéér vertakte stengels en bladeren, die half zo groot zijn als van eerstgenoemde soort. De bloemkluwens zijn kleiner, maar in Juni en Juli draagt ieder takje, ook het kleinste, bloemen. Het kenmerk, waardoor beide soorten, afgezien van de habitus, steeds te onderscheiden zijn is de verlenging van het bloemdek na de bloei bij *P. ramiflora*. Voor zover ik kan nagaan, is deze verlenging steeds aanwezig en wanneer deze gering is, dan is



Fig. 1. Oude muren aan de Binnen-Dieze met *Parietaria ramiflora* en muurleeuwenbek.