

NEDERLANDSCHE PHYTOPATHOLOGISCHE (PLANTENZIEKTEN-
KUNDIGE) VEREENIGING.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

PROF. DR. J. RITZEMA BOS, M. DE KONING,
IR. N. VAN POETEREN EN PROF. DR. H. M. QUANJER.

Twee en Dertigste Jaargang — 6e Aflevering — JUNI 1926

OPMERKINGEN OVER *PERONOSPORA* *PARASITICA* OP KOOL

(BEMERKUNGEN UEBER DIE KOHL-PERONOSPORA)

DOOR

T. H. THUNG

INLEIDING.

Gedurende den winter van 1924—1925 werden aan den Langendijk zieke kroppen verzameld van witte en gele kool. De ziektesymptomen, die vooral bij de Savoyekool sterk ontwikkeld waren, deden zich voor als zwarte stippen en sterretjes op de bladeren.

Op enkele dezer stippen en sterretjes kwamen de conidiëndragers te voorschijn van de zwam *Peronospora parasitica*. Het bleek na een dag vochtig leggen, dat vrijwel op de meeste plekken deze schimmel zich vertoonde. Het vermoeden kwam op, dat deze de oorzaak der ziekte is.

Aangezien bij het nalezen van de literatuur bleek, dat er geen gewag wordt gemaakt van een aantasting van reeds volgroeide koolkroppen door *Peronospora parasitica*, leek het ons van belang na te gaan of deze zwam hiertoe in staat is.

In het algemeen hebben de onderzoekers den indruk, dat de zwam gemakkelijk in jonge en teere, maar zeer moeilijk in oudere plantendeelen binnendringt. Hiermede brengt MAGNUS (5, pag. 40) het voorkomen van *Peronospora*-rassen op *Albugo*-gallen in verband. Onder den invloed der parasiteerende *Albugo candida* toch wordt nieuw weefsel gevormd, dat voor *Peronospora parasitica* zeer toegankelijk is.

SORAUER (8, pag. 213) zegt van deze zwam: „Der Pilz befällt alle oberirdischen Teile, solange sie noch in jugendlichem Ent-

wicklungszustande sind und bedeckt sie mit grauweiszen Schimmel."

Wij vinden het voorkomen van *Peronospora parasitica* op koolen vermeld door D. SPIERENBURG (9, pag. 5); zij meent, dat „deze aantasting geen schadelijke gevolgen met zich brengt."

INFECTIEPROEVEN.

Infectieproeven werden gedaan met volwassen kroppen van Savoyekool, welke soort het meest vatbaar is gebleken.

Door zieke koolbladeren vochtig te leggen, kregen wij spoedig de beschikking over een groote hoeveelheid conidiën. Deze werden met een vochtig penseel op een horlogeglas in water gebracht. Dit water met conidiën werd dan over de gezonde koolen gespreid.

Een andere methode ontleenden wij later aan GÄUMANN (2, pag. 402); hierbij werd het water met de conidiën gecentrifugeerd, zoodat grootere hoeveelheden conidiën in weinig water kwamen. De kiemkracht scheen daar niet onder te lijden, terwijl het voordeel thans was, dat reeds met eenige druppels water een groote hoeveelheid conidiën op de bladeren gebracht kon worden. Aan de gladde bladoppervlakte bleef slechts heel weinig water kleven.

Verder deden wij op zeer ruwe wijze infectieproeven door op de gezonde koolkroppen aangetaste bladeren te leggen. Wij meenden hiermee de infectie in de natuur beter te kunnen benaderen. De meeste infectieproeven werden uitgevoerd bij een temp. van 8° C. Wij kozen deze lage temperatuur uit met het doel om bacterierot te vermijden. De op verschillende wijzen geïnfecteerde koolen werden dan in een vochtige omgeving gebracht en het bleek, dat na ongeveer anderhalve week de fructificatie van *Peronospora parasitica* zich op de aanvankelijk geheel gezonde koolen vertoonde.

Onze infectieproeven met verschillende koolsoorten leerden ons, dat kiemplantjes zoowel als grootere planten en jongere zoowel als oudere bladeren vatbaar zijn. De infecties verbreidden zich meer of minder snel, zoodat zich een meer of mindere gevoeligheid vertoonde al naar de verschillende koolsoorten. Soms ontwikkelde de schimmel slechts een weinig mycelium en bleef de vorming van conidiëndragers achterwege. Wij zagen, dan ongeveer dezelfde zwarte verkleuringen als GÄUMANN (2, pag. 426) opmerkte bij zijn besmettingsproeven. Hierover schreef hij aan Prof. QUANJER „dat de zwarte verkleuringen op *Sinapis*, *Raphanus*, en op de minder gevoelige *Brassica*-soorten niet door

het vocht zijn veroorzaakt(zooals ik in mijn dissertatie veronderstelde), maar het zijn subinfecties, die het bij uitzondering tot conidiëndragers kunnen brengen.”

Het gemakkelijkst verbreidde de infectie zich op Savoyekoolen en het slechtst op de bladeren van roode kool. In de praktijk is echter gebleken, dat ook op de oudste bladeren van roode koolplanten op het veld eveneens overvloedig aantastingen van de zwam zijn te vinden.

BIJZONDERHEDEN OMTRENT DE SCHIMMEL.

Mycelium.

Het bleek al heel gauw, dat de *Peronospora parasitica* niet alleen de buitenste bladeren van de koolen aantast. Bij het afpellen van zieke koolen, die reeds maanden in de bewaarschuren hadden gelegen, namen wij waar, dat de zwam door de geheele krop heen kan woekeren. Dit verwonderde ons, omdat de koolkrop bestaat uit op elkaar liggende bladeren, soms vlak op elkaar, soms met een heel kleine tusschenruimte. Hoe kan de zwam van het eene blad in het andere overgaan? Een antwoord hierop meenen wij in het volgende te vinden. Bij het afnemen van de aangetaste bladeren zagen wij op de aangetaste bladoppervlakte myceliumdraden. Wij veronderstellen, dat de lange draden van een huidmondje van de eene oppervlakte naar een huidmondje van de volgende oppervlakte waren gegroeid. Deze draden waren enkelvoudig of vertakt (zie tekstfiguur 1a en 1b).

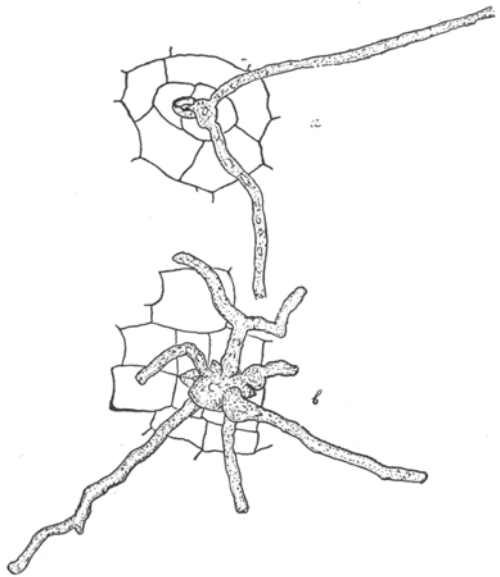


Fig. 1. Myceliumdraden der *Peronospora parasitica* uit huidmondjes tredend. Vergrooting 170 X.

Soms ontspringen de takken uit een basis, die iets verdikt was. Licht men bij aangetaste Savoye-koolen een blad op, dan ziet men onder het binoculair de afgebroken draden of aan de oppervlakte van het opgelichte blad of aan die van het vlak daaronderliggend blad. En op die plekken vindt men dan het

daaronderliggend blad doorwoekerd door mycelium. Men ziet hier grijze doorschijnende vlekken met een onregelmatige omtrek soms min of meer in de richting der bladnerven gerekt, soms min of meer rond. Legt men zulke stukken van het blad vochtig, dan komen na een dag zeer rijkelijk conidiëndragers te voorschijn. Waar deze door de huidmondjes naar buiten treden en waar het mycelium in het blad dichter aan de oppervlakte komt, ziet men zwarte puntjes en sterretjes; hier blijken cellen aan of onder de oppervlakte te zijn afgestorven (zie plaat IV, photo 1, 2 en 3). Wij merken hierbij op, dat de myceliumdraden de aantasting niet uitsluitend in het volgend blad, maar ook in het blad, waaruit zij afkomstig waren, kunnen voortzetten. Met zekerheid konden wij dit niet uitmaken, aangezien wij de draden onder het binoculair steeds afgebroken vonden.

Naast de bovengenoemde meer of minder lange en vrij eenvoudige myceliumdraden vonden wij tusschen twee vlak op elkaar liggende bladeren ook vaak kleine witte propjes, die bij microscopische vergrooting uit min of meer compact langs elkaar heen groeiende hyphen bleken te bestaan, die alle uit een verdikt myceliumklompje ontsprongen; dit klompje was het sterk gezwollen gedeelte eener hyphe, die uit een huidmondje of tusschen epidermiscellen door naar buiten was getreden (zie plaat V, photo 1 en 2).

Deze propjes kunnen ook lange myceliumdraden vertoonen en schijnen dus dezelfde functie te vervullen als de enkelvoudige myceliumdraden.

MAGNUS (5, pag. 43) heeft dezelfde lichaampjes geconstateerd in het inwendige van het door een ras van *Peronospora parasitica* aangetaste hauwtje van o.a. *Cheiranthus cheiri* L. (muurbloem). Zijn afbeeldingen van de kluwentjes komen overeen met de onze, maar hij verklaarde deze lichamen als dienende voor de vorming van oösporen. „Sobald die Schläuche aus dem Gewebe der Fruchtknotenwand herausgetreten sind, verästeln sie sich reichlich und bald werden einzelne Zweigenden zu Oogonien, andere Zweigenden zu Antheridien, die sich den Oogonien anlegen. Ob Oogonien und Antheridien von verschiedenen der gemeinsam aus dem Gewebe herausgetretenen Schläuche abstammen, wie mir schien, diese interessante Frage konnte ich nicht entscheiden. Die Oosporen kommen daher in Inneren der Fruchtknotenöhle zwischen den Samen zu liegen.”

Wij hebben bij nadere beschouwing der propjes bij de kool tot nu toe steeds het typische Phycomyceten-mycelium gevonden, maar geen lichamen, die aan oögoniën of antheridiën doen denken; geen spoor van oösporen-ontwikkeling werd in de

holten tusschen de bladeren waargenomen. Waar deze tusschenruimten groot genoeg waren, zagen wij ook conidiëndragers en conidiën. Deze konden dan natuurlijk eveneens de ziekte overbrengen op de onderliggende bladeren. Of alleen de ruimte, of — zooals MAGNUS meende (5, pag. 43) — ook andere oorzaken hier het ontstaan van conidiëndragers bepaalden, kunnen wij zonder meer niet uitmaken.

De dikte van de myceliumdraden binnen en buiten het bladweefsel varieert van 9 tot 12 μ . De haustoriën der zwam zijn steeds lobvormig.

Afmetingen der conidiën.

Van de lengte en breedte der conidiën zijn de volgende metingen uitgevoerd.

Bij kamertemp. (± 15 à 18°) hebben wij in vochtige glazen doozen conidiëndragers laten opkomen, die wij ruim 3 dagen oud lieten worden. De hierbij verkregen conidiën werden afgeveegd met een nat penseel, in water gebracht op een objectglas en met een dekglasje bedekt. Op deze wijze werden van 259 conidiën de lengte en breedte gemeten met een Zeiss objectmicrometer. Wij verwijzen naar het werk van GÄUMANN (2, pag. 404) voor bijzonderheden over de bezwaren verbonden aan deze methode. GÄUMANN voerde metingen uit in geconcentreerd melkzuur, wat ook wij later bij andere metingen deden. Wij wijzen hier alleen op het feit, dat de conidiën niet altijd zoodanig in het gezichtsveld liggen, dat hun volle lengte-as wordt gemeten. In het water of melkzuur kan een conidie min of meer parallel met de gezichtsstraal liggen, zoodat het verkregen gemiddelde voor de lengten te klein zal zijn. Evenwel kon de curve als vergelijkingscurve dienst doen, immers dezelfde fouten zullen bij een ander materiaal eveneens optreden.

Aan het werk van GÄUMANN ontleenden wij ook de veronderstelling, dat de conidiën na 3 dagen volgroeid zouden zijn.

Wij merken hier op, dat bij al onze proeven ook later toen wij bij verschillende temperaturen conidiën opkweekten de doozen af en toe open moesten blijven staan, opdat de koolbladeren niet al te vochtig zouden worden. In dit geval toch zou de fructificatie belemmerd worden. Naast de verschillen in temperatuur moeten verschillen in vochtigheid worden vastgesteld. Bij de lage temperaturen zal de lucht eerder verzadigd en de absolute vochtigheid veel minder zijn, terwijl hij hogere temperaturen het water bij het openstaan der doozen eerder verdampt. In ieder geval moeten wij vaststellen, dat verschillen bij onze meetreeksen niet uitsluitend aan den temperatuursinvloed zijn

te danken. Als groeifactoren, die bij de verschillende waarnemingen verschilden, noemen wij dus voor alle zekerheid temperatuur en vocht. Het viel ons bij het meten op, dat het materiaal niet geheel homogeen leek. Hierop komen wij later uitvoeriger terug.

Thans vermelden wij, dat wij alle metingen voor den voet verrichtten. Wel moesten wij uitschakelen conidiën, die ons inziens abnormaal of opvallend klein waren. Deze laatsten waren vermoedelijk nog niet volgroeid. Hierdoor is niet alle subjectiviteit bij de waarnemingen uitgesloten. Als volstrekte abnormaliteiten beelden wij de vormen van fig. 2 af.

Hier gingen de conidiën over tot de vorming van mycelium, terwijl ze nog aan den conidiëndrager vastzaten. Dit mycelium had de vorm van abnormale conidiëndragers. Wij constateerden ze bij een materiaal gegroeid bij 20° C., over welk materiaal hier onder nog nader wordt gesproken. Na de berekening leek ons het aantal 259 bij deze proef voldoende, aangezien onze beide reeksen vrij kleine



Fig. 2. Abnormale vorm van *P. parosttica* gegroeid bij 20°.

waarden voor de standaardafwijking (σ) en voor de middelbare fout van de gemiddelden ($m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ vertoonden (zie JOHANNSEN, 4, pag. 714).

Wij vonden als gemiddelde:

van de lengten 24,16 μ met $\sigma = \pm 2,10$ en $m = \pm 0,13$,

van de breedten $21,92 \mu$ met $\sigma = \pm 1,82$ en $m = \pm 0,11$.

Aangezien het mogelijk zou zijn, dat de temperatuur of vochtigheid invloed uitoefent op de grootte der conidiën, hebben wij dezelfde koolbladeren in vochtige glazen doozen in de koelkelder geplaatst bij een temperatuur van 3 tot 6° C. Van te voren hebben wij zorgvuldig eerstgevormde conidiëndragers weggeveegd. Ook hier lieten wij het materiaal ruim 3 dagen staan waarbij de doos af en toe geopend werd. Wij meenden de metingen ook bij dezelfde lage temperaturen te moeten uitvoeren, zoodat wij met de microscoop in den kelder de lengten en breedten der conidiën maten. Wij namen van 426 conidiën de lengte- en breedte-assen op en vonden als gemiddelde:

van de lengten $27,88 \mu$ met $\sigma = \pm 2,18$ en $m = \pm 0,10$,

van de breedten $23,59 \mu$ met $\sigma = \pm 2,54$ en $m = \pm 0,10$.

Het is dus opvallend, dat bij de lagere temperatuur grootere waarden voor de gemiddelden werden gevonden. De mogelijkheid, dat bij de lagere temp. de conidiën langzamer volwassen zouden kunnen worden, lieten wij buiten beschouwing.

Het verschil bedraagt:

voor de lengte-gemiddelden $27,88 - 24,16 = 3,72 \mu \pm 0,16$,

voor de breedte-gemiddelden $23,59 - 21,92 = 1,67 \mu \pm 0,15$.

Wij mogen hier dus reële verschillen constateeren.

De waarnemingen herhaalden wij als volgt: Een Savoyekoolkrop, die op een kleine plek aangetast was door *Peronospora parasitica* werd eenigen tijd in een glazen doos vochtig en koel bewaard. Daarna bleek het mycelium zich verder verbreid te hebben. Van eenige bladstukken werden nu zorgvuldig de conidiëndragers weggeveegd, waarna zij in een gesloten glazen doos, waarvan de wanden met filtreerpapier waren bekleed, bij een temperatuur van 5° geplaatst werden.

Na 4 dagen werden de conidiën bij kamertemp. met een penseel van de bladstukjes op een objectglas met melkzuur gebracht en met een dekglasje bedekt. Ter verwijdering van lucht werd het objectglas zacht verwarmd. Op deze wijze maakten wij eenige objecten tegelijk.

Thans deden wij 500 metingen en vonden als gemiddelde:

van de lengten $27,08 \mu$ met $\sigma = \pm 2,62$ en $m = \pm 0,12$,

van de breedten $23,30 \mu$ met $\sigma = \pm 2,31$ en $m = \pm 0,10$.

Dezelfde stukken koolblad hebben wij na ze in stroomend water goed schoon geveegd te hebben, weer in vochtige glazen doozen bij een temp. van 20° C. geplaatst. Na 4 dagen staan, waarbij af en toe de doozen open bleven, werden de conidiën bij kamertemperatuur op de objectglazen met melkzuur gebracht, met een dekglasje bedekt en zacht verwarmd.

Ook thans deden wij 500 metingen en vonden als gemiddelde bij dit materiaal:

van de lengten $23,49 \mu$ met $\sigma = \pm 2,28$ en met $m = \pm 0,10$,

van de breedten $19,59 \mu$ met $\sigma = \pm 1,33$ en met $m = \pm 0,06$.

Ook hier vonden wij dus bij de lage temperatuur grotere con-

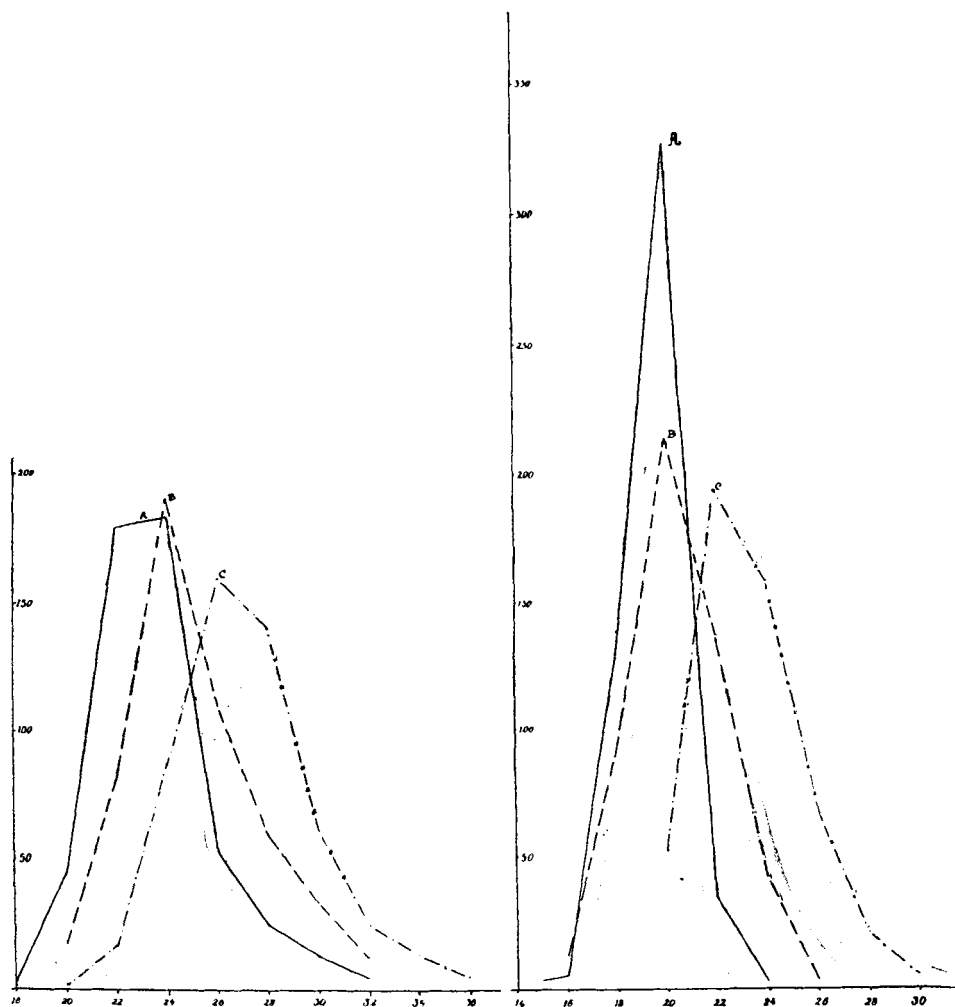


Fig. 3.

Fig. 4.

Lengten- en breedtenkurven der conidiën: A bij 20° , B bij 15° , C bij 5° .

diën. Even wijzen wij op de grotere waarden verkregen bij de waarnemingen bij kamertemp. (± 15 à 18°) in vergelijking met de laatste reeks, welke verschillen toe te schrijven zijn aan temperatuur- en vochtigheidsverschillen; de waarden der beide materialen, gegroeid bij de laagste temp., stemmen zeer goed overeen.

Het verschil bedraagt thans:

voor de lengte-gemiddelden $27,08 - 23,49 = 3,59 \mu \pm 0,16$,

voor de breedte-gemiddelden $23,30 - 19,59 = 3,71 \mu \pm 0,12$.

Dus ook hier hebben wij met reële verschillen te maken. Als conclusie constateeren wij, dat bij het meten van de conidiëngrootte van de kool-Peronospora het noodig is vast te stellen bij welke omstandigheden ze gegroeid zijn. Wij merken op, dat bij al onze metingen grootere afmetingen werden gevonden dan GÄUMANN die opgeeft. Hij vermeldt voor het gemiddelde van de lengten $19,69 \mu$ en voor dat van de breedten $17,42 \mu$ (2, pag. 425), evenwel van materiaal gegroeid onder andere omstandigheden. Als bijzonderheid vermelden wij ook, dat GÄUMANN al zijn materiaal eerst heeft gedroogd en dan opgekookt in melkzuur om de conidiën den oorspronkelijken vorm en turgescentie terug te geven. Zodoende heeft hij zekerheid, dat al zijn cijfers vergelijkbaar zijn met die van het herbariummateriaal. De metingen geschieden bij hem met een Stufenmikrometer van Leitz. Door GÄUMANN is ook de invloed nagegaan van verschillende omstandigheden (3, pag. 14).

Wij hebben van dezelfde koolkrop, waarvan wij materiaal bij 5° en bij 20° hebben verzameld, aangetaste bladeren in een thermostaat bij 15° gebracht en aan de ontstane conidiën eveneens 500 metingen uitgevoerd. Wij verwijzen naar nevenstaande kurven.

Waarnemingen over mogelijke morfologische vormen.

Naar aanleiding van GÄUMANN's werk zal onze zwam moeten heeten *Peronospora parasitica* (Pers.) de Bary f. sp. brassicae GÄUMANN. Hierbij is voor het speciesbegrip de naam van de hospes beslissend, hoewel binnen deze speciesgrenzen verschillende morfologische vormen mogelijk zijn.

Wij vermeldden boven reeds te zijn uitgegaan van een zoo klein mogelijke aantasting, dus van een kleine groep van conidiëndragers en mycelium om zooveel mogelijk homogeen materiaal te krijgen. Wij konden bij het uitgangsmateriaal reeds eenig verschil in de conidiëndragers en conidiën constateeren en wij meenen, dat bij de straks te constateeren verschillen de gedachte aan verontreinigingen kan worden uitgesloten. GÄUMANN veronderstelde de mogelijkheid van verontreinigingen door Hyphomyceten, die in de Peronospora-rassen parasiteeren en die door hun conidiën, die grooter zijn dan die der Peronospora zelf, de maximale waarden der curven naar boven verschuiven, (2, pag. 404) zooals bijvoorbeeld bij *Alliaria officinalis*.

Wanneer wij thans de waargenomen verschillen onder de conidiën, nader bespreken, dan merken wij op, dat in hoofdzaak 2 groepen kunnen worden onderscheiden. De eerste groep is kort ellipsoidisch van vorm en vertoont geen aanhechtingsplaats. De conidiën laten hier gemakkelijk los. De conidiëndragers zijn zeer rijk vertakt en gedrongen. Een met camera lucida verrichte teekening van een typische vertegenwoordiger van deze groep ziet men in fig. 5.

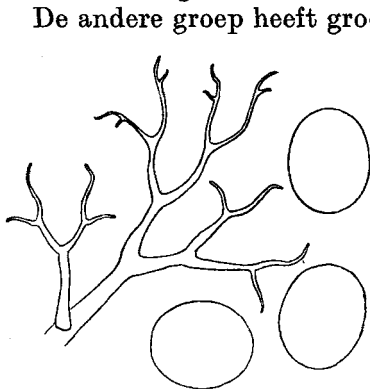


Fig. 5. Conidiën en Conidiëndrager van vorm 1. Vergrooting 500 $\times$.

De andere groep heeft grootere en meer langgerekte conidiën, die van een uitstulping aan het eene uiteinde voorzien zijn. Aan het andere uiteinde neemt men de aanhechtingsplaats waar. Hier zijn vele conidiën nog aan een tak van den conidiëndrager vastgehecht. De vorm houdt het midden tusschen die van een citroen en van een omgekeerde peer. De conidiëndragers zijn bij de laatste groep veel slanker en niet zoo rijk vertakt. De beide groepen vertoonen evenwel ook overgangsvormen. Fig. 6 geeft een schetsmatige teekening der laatstbeschreven groep.

Slechts bij doelbewuste voortkweeking zou men hier kunnen uitmaken of men met twee of meer verschillende vormen te maken heeft. Deze mogelijkheid wordt reeds door GÄUMANN geopperd (3, pag. 22): „Der Pilz wählt nur aus hinsichtlich eines bestimmten, offenbar ernährungsphysiologischen Merkmals, und nichts steht der Annahme entgegen, dass sich z.B. auch innerhalb der *P. Brassicae* bei fortwährender zielbewusster Züchtung, auf den Kotyledonen von *Brassicae oleracea* reine Linien oder Klone finden liessen, die sich analog den Bohnenlinien Johannsens (1913) oder den Beggiatoaceen Winogradskys (1888) oder den Cladonien Bours (1914) nur durch geringe morphologische Abweichungen unterscheiden, obgleich sie also hinsichtlich der Wirtswahl, die vorläufig für die Speziesumgrenzung als entscheidend angesehen wird, mit einander übereinstimmen.”

Bij al onze waarnemingsreeksen vonden wij steeds de twee groepen terug. Bij de metingen van het materiaal bij 5° C. hebben wij speciaal hierop gelet en bij de noteering der metingen de conidiën in 2 groepen onderscheiden. Natuurlijk is hier alleen kwestie van een subjectieve keuze en is er dus geen sprake van

een resultaat na doelbewuste kweeking. Beschouwen we toch de groepen nader, dan blijken er op een totaal van 500 conidiën 35, die duidelijk de kenmerken van de 2e groep vertoonden.

Bepalen wij van deze 35 afzonderlijk de gemiddelden, dan vinden wij dat:

van de lengten $32,51 \mu$ met $\sigma = \pm 1,87$ en $m = \pm 0,32$,

van de breedten $25,66 \mu$ met $\sigma = \pm 2,62$ en $m = \pm 0,45$,
terwijl het gemiddelde der lengten gedeeld door dat der breedten bedraagt 1,26.

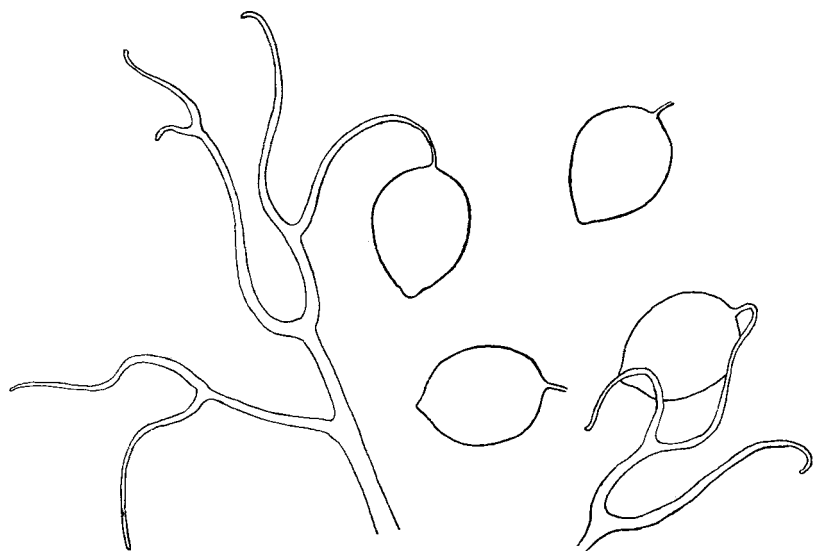


Fig. 6. Conidiën en conidiëndrager van vorm 2. Vergrooting 500 $\times$.

Berekenen wij van de 465 andere conidiën de gemiddelden, dan vinden wij dat:

van de lengten $26,67 \mu$ met $\sigma = \pm 2,17$ en $m = \pm 0,10$,

van de breedten $23,13 \mu$ met $\sigma = \pm 1,92$ en $m = \pm 0,09$,
terwijl het gemiddelde der lengten gedeeld door dat der breedten bedraagt 1,11. Wij hebben dus hier meer gedrongen vormen.

Het verschil der beide groepen is:

voor de lengtegemiddelden $32,51 - 26,67 = 5,84 \mu \pm 0,33$,

voor de breedtegemiddelden $25,66 - 23,13 = 2,53 \mu \pm 0,45$.
In deze gevallen zien wij dus een reëel verschil.

Wij moeten dus in bovengenoemd geval van mogelijk bestaan van verschillende vormen concludeeren, dat onze kurven geen homogeen materiaal bevatten, hoewel de verschillende berekeningen geldig zouden blijven als vergelijkingsmateriaal, mits de temperatuur geen invloed heeft op het optreden der beide vormen

Bij deze laatste als bij de eerdere waarnemingen hebben wij geen cijfers kunnen geven voor de grootte der conidiëndragers omdat er slechts weinig geheel onbeschadigd waren.

WAARNEMINGEN OVER HET OBLIGAAT-PARASITISME DER ZWAM.

Vermeldenswaard schijnt het ons, dat het mycelium zelfs in rottende bladeren nog tot vorming van fructificatie kan worden gebracht. Misschien kan dit een aanwijzing zijn voor het feit, dat de zwam niet strikt obligaat parasiet is. Immers het mycelium bevindt zich dan in doode cellen en moet andere afgestorven cellen passeeren om aan de oppervlakte te fructificeeren. Zelfs is het mogelijk deze fructificatie tot stand te brengen, als wij het bladstukje nog omgeven met een ± 1 m.m. dikke agarlaag, waardoor het mycelium heen moet dringen. Men kan zich evenwel ook voorstellen dat het mycelium zich in de rottende bladstukken vermeerderd en voortplant zonder meerdere opname van voedsel. Immers ook een conidie zendt zonder opname van voedsel lange myceliumdraden uit. In dit geval zou ook het passeeren der agarlaag zuiver mechanisch geschieden. Er werd nu op de volgende wijze getracht omtrent het obligaat parasitisme iets meer te weten te komen:

Aangezien men bij het overbrengen van conidiën of stukjes mycelium van koolplanten op doode voedingsbodems de kans heeft verontreinigingen mee te brengen, is men gedwongen elke te probeeren voedingsbodem in een groot aantal buizen gereed te maken en te enten om een zeker percentage te krijgen waarbij de infectie zonder verontreiniging is geschied. Om zuiver infectiemateriaal ter beschikking te krijgen, hebben wij eerst levende voedingsbodems gemaakt van merg van gezonde koolstronken, waarvan wij stukjes in kultuurbuizen brachten onder aseptische condities. Hierop werden enkele conidiën van een eerst aseptisch behandeld en bewaard bladstukje overgebracht. Op deze wijze verkregen wij in ongeveer 10 % van de geïnfecteerde reageerbuisen zuivere conidiëndragers en mycelium (zie plaat V, photo 3). Naast de conidiëndragers zagen wij uit de stukjes koolstronk ook rijkelijk myceliumdraden uittreden. Deze hebben denzelfden vorm als de myceliumdraden van *Phytophthora cryptogea*, die PETHYBRIDGE en LAFFERTY afbeelden (7, plaat XLVII). Of het hier de vochtige omgeving is, die zoo rijkelijk het uittreden der myceliumdraden buiten het voedingsweefsel bevordert, is zonder meer niet uit te maken.

Stukjes van deze levende voedingsbodems doorwoekerd met mycelium en overgroeid met deze draden en met conidiëndragers

lijken ons een geschikt uitgangspunt om te trachten de zwam op doode voedingsbodems over te brengen. Dadelijk moeten wij echter vermelden, dat het ons niet gelukt is de geschikte doode voedingsbodem te vinden. Evenwel zijn onze proeven in deze richting veel te beperkt geweest. Wij wijzen hier nog op het feit, dat de groei op deze stukjes stronk wel geschiedde in levende cellen, maar op niet voortgroeiend en jong weefsel. Evenwel konden wij de zwam er niet langer op levend houden dan ongeveer 3 maanden. De stronkjes bleken dan geheel doorwoekerd te zijn.

HET OPTREDEN DER ZIEKTE EN DE BESTRIJDING IN DE PRAKTIJK.

In de praktijk is *Peronospora parasitica* op de jonge kiemplantjes in de bakken bekend onder den naam van de „valsche meeldauw”.

Bij bezoeken aan de koolstreek is gebleken, dat de zwam het heele jaar door is te vinden. In den zomer vindt men hare rijke fructificatie aan de onderste bladeren der te velde staande koolplanten. Op vrijwel alle koolvelden zijn de geelwordende oudste bladeren, die op den grond liggen, aan den onderkant dicht bezet met zwarte stipjes, waarin het mycelium voortleeft en waarop de conidiëndragers te voorschijn komen. Vooral bij de witte koolsoorten is dit te constateeren, in mindere mate ook bij roode koolen. Hier vinden wij een nadere bevestiging van onze conclusie, dat de zwam ook oudere bladeren kan aantasten.

De overwintering kan volgens de literatuur geschieden in den vorm van oösporen, die echter verre van talrijk voorkomen. Ons inziens heeft overwintering als mycelium in veel grooter omvang plaats. Herhaaldelijk hebben wij stukken koolbladeren met mycelium buiten aan strenge vorst blootgesteld, ze bleken dan later bij iets hooger temperatuur en bij bevochtiging fructificaties op te leveren. Op de plekken der fructificaties vonden wij rijkelijk het mycelium terug. Wij slaagden er niet in oösporen te vinden, evenmin in coupes als in materiaal fijngedrukt op het objectglas na KOH-behandeling. Ons inziens kan het mycelium ook zonder oösporen te vormen den winter doorstaan. MURPHY concludeerde hetzelfde voor de *Peronospora* van de ui (*P. schleideni* UNGER) (6).

Bij den oogst van de koolen zijn steeds rijkelijk conidiën voorhanden. Deze komen met de koolen in de bewaarschuren, waar zij aanleiding zijn tot 't intreden van nieuwe infecties. Hoe langer de koolen bewaard worden, hoe meer tijd het myce-

lium heeft om voort te woekeren. Een hooge temperatuur is voor den groei van het mycelium en voor de vorming van conidiën niet noodig. Herhaaldelijk konden wij fructificatie verkrijgen bij 4° à 5° C. Wij vermeldden reeds, dat onze infectieproeven geschiedden bij $\pm 8^\circ$ C.

Bij bezoeken aan de koolschuren vonden wij de meeste aantastingen bij partijen Savoyekool, die langeren tijd niet waren nagekeken. In Maart was de aantasting dikwijls reeds tot diep in het hart van de koolkrop doorgedrongen. Wij vonden ook koolen, waarvan alleen de binnenste bladeren aangetast waren en waarbij aan de buitenste bladeren niets te zien was. Herhaaldelijk zagen wij ook koolkroppen met een stronk waarvan het weefsel aangetast was (zie plaat IV, foto 3). Deze aantasting schijnt op de snijvlakte te hebben plaatsgehad. De door ons beschreven ziekte is er dus eene, die zich ook in den bewaartijd verbreidt.

De meeste boeren kijken hun koolen ongeveer iedere 14 dagen na. Elke kool wordt afzonderlijk in de handen genomen, waarbij de aangetaste bladeren worden verwijderd of, voor zoover het een klein plekje betreft, uitgesneden. Uitvoerig vindt men een beschrijving van het bewaren en schoonhouden van koolen in het werk van CLAASSEN en HAZELOOP (1, pag. 223 e.v.). De bovengenoemde handeling is een afdoend middel tegen aantasting door *Peronospora parasitica* in de schuur, voor zoover het de koolen betreft, die uitwendig zijn aangetast. Tevens bestrijdt men hiermee ook andere bladparasieten. Bij boeren, die hun koolen niet vaak kunnen nazien, omdat hun voorraad te groot is, zijn de sterkst aangetaste partijen te vinden.

Waar de op het veld achtergebleven oude koolbladeren en de afval der schuren geregeld als bemesting op de velden worden achtergelaten of gebracht, is het gemakkelijk aan te nemen, dat deze in den grond besmettingshaarden zullen vormen. Immers gedurende den herfst en den winter vergaan deze bladeren niet. Zodoende kan het geheele jaar door infectie plaats grijpen. Ook in de koolbakken, waar de zaailingen staan, vindt men steeds de zwam zonder eenige moeite. Over de snelheid van de infectie van koolplantjes namen wij het volgende waar: In een broeibak lieten wij 50 witte, 4 roode koolplanten en 1 bloemkoolplant opkomen, die spoedig geïnfecteerd werden door *Peronospora parasitica*, waarschijnlijk afkomstig van koolen, die in de buurt stonden. Toen de planten ± 4 maanden oud waren, waren alle planten geïnfecteerd op een of meerdere bladeren. Wij verwijderden toen zorgvuldig alle aangetaste bladeren en hielden de planten goed vochtig. Na 5 dagen konden wij reeds weer fructi-

ficatie van de zwam vinden op 28 witte koolplantjes en 1 bloemkoolplant. Dus nieuwe infectie greep zeer spoedig plaats.

Een infectie van koolen door *Peronospora parasitica* van het herderstaschje is ons inziens vrijwel uitgesloten. Wel zegt SORAUER (8, pag. 213): „Als Bekämpfungsmittel empfiehlt sich in erster Linie die möglichste Ausrottung der Unkraut-cruciferen, namentlich von *Capsella bursa pastoris*”; doch GÄUMANN (2) heeft in zijn onderzoek over de biologische rassen der *Peronospora parasitica* aangetoond, dat die van het Herderstaschje een andere is dan die van de kool. Ook onze eigen infectieproeven op kool-kiemplantjes met conidiën van de *Peronospora* van het Herderstaschje gaven steeds een negatief resultaat. In zoverre zijn deze proeven veelzeggend, daar de infectie van de kool door de zwam van de kool zelf zoo gemakkelijk kan gebeuren.

Wij meenen dan ook, dat de door SORAUER aangegeven bestrijding onnoodig is. Echter zou bestrijding op de volgende wijze kunnen plaats hebben. Tegelijk met het wieden en schoffelen van de velden zou men de onderste bladeren van de kool kunnen verwijderen en vernietigen of zeer diep onderwerken. Deze bladeren zijn gewoonlijk toch aan het afsterven. Wij vermeldten reeds, dat wij op deze bladeren het grootste gedeelte der aanwezige conidiëndragers aantroffen. Waarom daar de omstandigheden voor de zwam het gunstigst zijn, durven wij niet te beslissen. Wel veronderstellen wij, dat vlak boven den grond de meest vochtige omgeving te vinden zal zijn. Door het verwijderen der bladeren vermindert men de infectiebronnen. Het onderwerken zou zoo diep moeten gebeuren, dat de bladeren zouden kunnen vergaan, zonder dat de zwam gelegenheid heeft aan de oppervlakte te komen. Dat ze in den grond zou kunnen voortleven is vrijwel uitgesloten.

In den grooten landbouw zal deze bestrijding wel te omslachtig en te kostbaar zijn. Maar bij de op veel kleiner schaal gedreven teelt der duurdere bloemkoolen, waarbij elke plant meer waarde heeft en meer bepaaldelijk bij kasculturen lijkt ons deze bestrijding loonend. SORAUER (8, pag. 213) schrijft: „CORNU und CURÉ haben bei Blumenkohlkulturen das Belegen des Bodens mit Kupfersulfatgetränkten Brettern empfohlen.”

Dit vindt in Holland geen toepassing. Het zou infectie met conidiën, die van de bladeren op den grond terecht komen en later op andere bladeren kunnen overgaan, verminderen. Een middel, dat meer toepassing vindt is het besproeien met Bordeauxsche pap. Vooral ter bestrijding der „valsche meeldauw” der koolkiemplantjes in broeibakken vindt het besproeien veel toepassing. Ook de groote bloemkoolbladeren en bloemkool-

planten voor zaadwinning worden met succes besproeid. Als voorbehoedsmiddel zal dit sproeien vaak aan te raden zijn bij de bloemkoolteelt in kassen, en in het algemeen daar, waar groote vochtigheid mag verwacht worden.

Ten slotte spreken wij hartelijk dank uit aan den heer Ir. J. G. HAZELOOP, Rijkstuinbouwconsulent te Alkmaar, voor de groote hulp, die hij ons verleende bij de bezoeken aan de koolstreek; en ook aan de Heeren koolverbouwers zijn wij dank schuldig voor het zenden van materiaal.

SAMENVATTING.

1. De zwam, die in de praktijk bekend is onder den naam van „de valsche meeldauw” der koolplantjes, veroorzaakt ook schade aan volwassen koolkroppen, speciaal van Savoyekool en breidt zich ook in den bewaartijd uit.

2. Het mycelium in een koolkrop is in staat buiten het bladweefsel te treden in de ruimte tusschen twee bladeren om van het eene blad in het andere over te gaan.

3. Het kan in bovengenoemde tusschenruimten lichamen vormen, veel gelijkende op die, welke MAGNUS bij de *Peronospora parasitica* in het hauwtje van *Cheiranthus cheiri* L. vond en waaraan hij de functie toeschreef van de vorming van oösporen. Van de kool-*Peronospora* herkenden wij in bovengenoemde lichamen geen oösporen.

4. Het is gebleken, dat de conidiëngrootte afhankelijk is van de groeifaktoren warmte en vocht, zoodat het bij het meten van de conidiën van de *Peronospora parasitica* bij de kool noodig is vast te stellen bij welke omstandigheden ze gegroeid zijn.

5. Als gemiddelde van de lengten der conidiën gegroeid bij een temperatuur van 5°C . en bij groote vochtigheid vonden wij $27,08\mu \pm 0,12$ en als gemiddelde van de breedten $23,30\mu \pm 0,10$. Conidiën gegroeid bij een temp. van 20°C . en groote vochtigheid gaven als gemiddelde van de lengten $23,49\mu \pm 0,10$ en als gemiddelde van de breedten $19,59\mu \pm 0,06$.

6. Wij vonden bij ons materiaal van kool-*Peronospora* twee duidelijke vormen, met morphologische verschillen.

7. Het is mogelijk de zwam op levende voedingsbodems, bestaande uit koolstronken, aseptisch op te kweken en ongeveer 3 maanden in leven te houden.

8. De zwam is het geheele jaar door aanwezig en woekert in den zomer voornamelijk in de onderste bladeren der te velde staande koolplanten.

9. Het mycelium kan strenge vorst doorstaan en heeft voor groei en fructificatie geen hooger temp. noodig dan 3 à 4°C .

10. Als bestrijdingsmiddel bij de bewaarkoolen is het verwijderen of wegsnijden van aangetaste bladeren of plekken tijdens het omleggen afdoende voorzover het betreft uitwendige aantastingen.

11. Als bestrijdingsmiddel bij de koolplantjes in broeibakken en bij grootere planten in kassen verdient het besproeien met Bordeauxsche pap en het verwijderen of diep onderwerken der aangetaste bladeren te worden aanbevolen.

12. Besmetting van kool door de *Peronospora parasitica* van het Herderstaschje is uitgesloten.

Wageningen, Mei 1926.

Instituut voor Phytopathologie,
Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek.

BEMERKUNGEN UEBER DIE KOHL-PERONOSPORA.

Der Pilz *Peronospora parasitica*, welcher bekannt ist als die Ursache der „falschen Mehltau“ der jungen Kohlpflanzen, zeigt sich auch als Schädling der Kohlköpfe. Besonders die Savoyerkohle erweisen sich empfindlich und es handelt sich hier um eine Krankheit, welche sich während der Bewahrzeit ausbreitet. Die Photo's 1, 2 und 3 der Tafel IV zeigen das Bild des Befalls. Das Myzel ist im Stande auch in die inneren Blätter der Kohlköpfe einzudringen und zwar mittelst Hyphen, welche das eine Blatt durch die Spaltöffnungen verlassen um ins nächste Blatt zu gelangen (siehe Textfigur 1, Seite 163). Diese Hyphen formen manchmal zusammengedrungene Myzelschläuche, welche dasselbe Bild zeigen als MAGNUS (5, S. 43) beschrieb für Myzelschläuche bei der *Peronospora* des *Cheiranthus cheiri* L. Hier treten sie zwischen den Epidermiszellen des Fruchtblattes heraus und gelangen zur Fruchtknotenöhle um, wie MAGNUS meinte, hier Oogonien und Antheridien und daher auch Oosporen zu bilden.

Wir dagegen konnten bei Kohl keine Hinweisung auf etwaige Bildung von Oosporen bei diesen Myzelschläuchen finden. — Im Sommer findet man in den kohlbauenden Gegenden reichlich die *Peronospora parasitica* an der Untenseite der ältesten Blätter der Kohlpflanzen.

Die Überwinterung findet in grossem Umfange im Myzelzustande statt. Die Oosporen sind, wie in der Litteratur bekannt, nur sehr spärlich zu finden.

Das Myzel ist 9 bis 12 μ dick, die Haustorien sind Lappenförmig.

Die Wärme- und Feuchteverhältnisse erweisen sich von weitgehendem Einflusse auf die Grösse der Conidien, wie schon GÄUMANN (3, S. 14) zeigte.