

OVER DEN INVLOED
VAN
PARASJETISCHE FUNGI OP HUN VOEDSTERPLANTEN.
(Voorloopige mededeeling)
DOOR
Dr. J. H. WAKKER.

Het is een sedert lang bekend feit, dat de parasieten een dikwijls zeer ingrijpenden invloed hebben op de ontwikkeling hunner voedsterplanten. In vele gevallen is deze invloed uitwendig merkbaar; in enkele anderen niet. Inwendig doet hij zich altijd gelden, hetzij alleen chemisch, hetzij zoowel chemisch als anatomisch. Ik heb mij tot heden, omdat ik alleen spiritus-materiaal onderzoeken kon, in hoofdzaak moeten bepalen tot het nagaan van het laatstgenoemde gedeelte.

De invloed, welke de parasietische fungi op den anatomischen bouw van een aangetast plantendeel hebben, kan tweerlei zijn: In de eerste plaats namelijk hebben wij te maken met hetgeen ik den directen invloed wensch te noemen. Hiertoe breng ik alle veranderingen in den normalen bouw, welke als de mechanische gevolgen moeten beschouwd worden van den groei en de ontwikkeling van den fungus. Als voorbeelden hiervan noem ik het verscheuren van de opperhuid

door een oppervlakkige conidiën-vorming of het verdringen van cellen of gedeelten van weefsels door de ontwikkeling der sporenvruchten. In vele gevallen is ook de dood der cellen het directe gevolg van de aanwezigheid van de schimmel.

Onder de indirecte gevolgen vat ik alle wijzigingen samen, welke dikwijls op eenigen afstand van de hyphen optreden, maar die in geen geval alléén mechanisch te verklaren zijn. Ik behoef nauwelijks te zeggen, dat deze laatsten meestal van meer belang zijn dan de eersten en dat wij ons dan ook voornamelijk daarmede zullen bezighouden.

In de meeste gevallen zullen zij wel gevolgen zijn van de veranderingen, welke de parasiet in de verdeeling der voedingsstoffen tijdens den groei teweeg brengt.

Ik laat hier een lijst volgen van de door mij tot op heden onderzochte gevallen; de meesten zijn door mij zelf op de aangegeven groeiplaatsen verzameld. Den Heeren, die mij door toezending van materiaal ondersteunden, hierbij mijn vriendelijke dank. (Zie hier neven).

Onder de opgenoemde gevallen veroorzaken *Aecidium Ranunculi*, *Thaliectri*, *Asperifolii* en *Ptarmicae*, geen andere dan chemische en directe veranderingen in de aangetaste plantendeelen. Hetzelfde zal wel het geval zijn met de meeste *Puccinia*- en *Uromyces*-soorten, zoowel als met de meerderheid der *Ascomyceten*. Wij kunnen ze dus buiten beschouwing laten.

Alle overigen met uitzondering der genoemde *Ustilagineeën*, *Puccinia suaveolens* en *Exoascus alnitorquus*, waarover wel dra nader, zijn oorzaak, dat de aangetaste plantendeelen, wanneer zij volwassen zijn, minder van den jeugdigen toestand verschillen dan anders het geval is; m. a. w. de aanwezigheid van de parasiet verhindert meer of minder de differentieering der primaire weefsels of ten minste de vorming der secundaire met hun bestanddeelen. Bij vele treden tegelijkertijd hiermede

F U N G U S	P A R A S I T E R E N D E O P	V E R Z A M E L D	D O O R
1 <i>Erobasiidum Vaccinii</i>	<i>Vaccinium Vitis idaea</i>	bij Apeldoorn " "	Prof. H. de Vries. Dr. J. T. Oudemans.
2 <i>Aecidium Rharnii</i>	<i>Rhamnus frangula</i>	Vuetsche Heide bij Den Bosch	Dr. J. H. Wakker.
3 " <i>Urticae</i>	<i>Urtica dioica</i>	" " "	" "
4 " <i>Asperifolii</i>	<i>Symphytum officinale</i>	" " "	" "
5 " <i>Euphorbiae</i>	<i>Euphorbia lasula</i>	" " "	" "
6 " <i>Thalictri</i>	<i>Thalictrum flavum</i>	" " "	" "
7 " <i>Parnicae</i>	<i>Achillea Parnica</i>	" " "	" "
8 " <i>Ranunculi</i>	<i>Ranunculus repens</i>	" " "	" "
9 <i>Roestelia lacerata</i>	<i>Crataegus Oxyacantha</i>	" Soest	" "
10 <i>Puccinia suaveolens</i>	<i>Crinum arvense</i>	Oudshoorn	1881 1890
11 <i>Xenodochus carbonarius</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>	bij Den Bosch	1891
12 <i>Cystopus candidus</i>	<i>Brassica nigra</i>	bij Amsterdam	" "
13 " "	<i>Senebiera Coronopus</i>	" " "	" "
14 " "	<i>Seymourium officinale</i>	" " "	" "
15 " "	<i>Capsella Bursa Pastoris</i>	" " "	" "
16 " "	<i>Thlaspi arvense</i>	" " "	" "
17 " "	<i>Seymourium pannonicum</i>	" Den Bosch	" "
18 <i>Peronospora parasitica</i>	<i>Brassica nigra</i>	" Amsterdam	" "
19 " "	<i>Seymourium officinale</i>	" "	" "
20 <i>Ecoscus Pruni</i>	<i>Prunus Padus</i>	Hilversum	1888
21 " <i>alitorquus</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	Baarn	1887
22 <i>Urocystis Violae</i>	<i>Viola odorata</i>	Toegezonden in	1889
23 <i>Ustilago Maidis</i>	<i>Zea Mais</i>	Würzburg	1876
24 <i>Plasmiodiophora Brassicae</i>	<i>Brassica Rapa</i>	bij Amsterdam	1890
			Prof. H. de Vries. Dr. J. H. Wakker.
			aan de Wetenschappelijke Com- missie der Ned. Maatsch. v. Tuin- bouw en Plantenkunde.
			Prof. H. de Vries.

eigenschappen op, die in de normale plantendeelen niet voorkomen. De bespreking daarover kan eerst later volgen.

Ik wil hier eerst eenige voorbeelden noemen van het uitblijven van de differentieëring der primaire weefsels onder den invloed der opgenoemde parasieten.

In de eerste plaats moet hier vermeld worden, dat de aanwezigheid van een schimmel in vele gevallen de vorming der mechanische weefsels verhindert. Om voorbeelden te noemen vermeld ik het een en ander omtrent het collenchym. Dit weefsel, hetwelk b.v. krachtig ontwikkeld is in de stengels van *Vaccinium*, *Vitis idaea*, *Rhamnus frangula* en *Crataegus oxyacantha*, welke eenige maanden oud zijn, ontbreekt in de hypertrophieën, welke de opgenoemde fungi daaraan veroorzaken.

Hetzelfde geldt voor het sclerenchym der plantendeelen. Dit ontbreekt zelfs in de zeer geringe aanzwellingen, welke *Xenodochus carbonarius* aan de bladstelen van *Sanguisorba officinalis* veroorzaakt, terwijl deze laatsten in normalen toestand een dikke sclerenchym-scheede aan de buitenzijde der vaatbuidels bezitten.

Evenzoo blijft de vorming der steencellenlaag achterwege in de vruchten van *Prunus Padus*, welke onder den invloed van *Exoascus hypertropheen*, en vertoonen de vruchten der genoemde Cruciferen, welke door *Cystopus* of *Peronospora* zijn aangetast, zelfs in volwassen toestand, niets anders dan een vrij gelijkmatig parenchym, waarin de vaatbundels verlopen, en de geheele eigenaardige structuur, die met het openspringen der vrucht in verband staat, blijft dus achterwege.

Een tweede punt betreft den inhoud der cellen. In de eerste plaats moet hier opgemerkt worden, dat de vorming van normale bladgroenkorrels in zeer vele gevallen door de parasiet wordt verhindert. Dit is natuurlijk het best waar te nemen in aangetaste bladen. Zoo bevatten b. v. onder den invloed van *Exobasidium* gehypertropheerde bladen van *Vaccinium* of geen of slechts zeer kleine, bijna kleurloze bladgroenkorrels. Hetzelfde geldt voor vele andere onderzochte bladen.

In de schors van vele der genoemde planten kunnen wij onder dezelfde omstandigheden ook hetzelfde verschijnsel waarnemen.

Behalve op de vorming van het bladgroen hebben de parasietische fungi dikwijls ook nog een ongunstigen invloed op de afscheiding van oxalzure kalk.

In de door mij onderzochte aanzwellingen van de bloemen en bladdeelen van *Rhamnus frangula*, welke door *Aecidium Rhamni* veroorzaakt worden, ontbraken de kristalsterren, terwijl zij in dergelijke plantendeelen, die zich normaal ontwikkeld hebben, aanwezig zijn. In de aangetaste stengels van dezelfde plant en in de stengelhypertrophieën van *Roestelia* op *Crataegus* en van *Exobasidium* op *Vaccinium* is de oxalzure kalk in veel geringere hoeveelheid te vinden dan in de normale; buitendien is zij bij de laatstgenoemde nog in een anderen vorm afgezet.

Andere bestanddeelen der cellen, zooals het plasma en de vacuolen, hoop ik later aan levend materiaal te onderzoeken.

De trouwens reeds meermalen geconstateerde, dikwijls zeer aanzienlijke ophooping, van zetmeel in de aangetaste deelen moet hier ook nog in herinnering gebracht worden. Ik vond haar zeer duidelijk in de stengels van *Rhamnus*, waarin zich het *Aecidium* en in die van *Sisymbrium officinale*, waarin zich *Cystopus* ontwikkeld had.

In de derde plaats vermeld ik de intercellulaire ruimten. Deze zijn in den meristematischen toestand der plantendeelen steeds zeer klein, maar verkrijgen in de schors der stengels van *Crataegus* en *Vaccinium* een groote uitgebreidheid. In de reeds meermalen genoemde hypertrophieën dezer deelen ontbreken zij zoo goed als geheel.

Zeer duidelijk is hetzelfde verschijnsel waar te nemen bij aangetaste bladen, waar het sponsparenchym ook gewoonlijk vervangen wordt door bijna geheel aan elkander sluitende cellen (Bladen van *Vaccinium* met *Exobasidium*, van *Rhamnus*, *Urtica* en *Symphytum* met *Aecidium* enz.)

Op het tot stand komen der secundaire

weefsels hebben de parasietische fungi meestal een zeer belangrijken invloed; in vele gevallen blijft de vorming van enkelen geheel of gedeeltelijk achterwege.

Wijden wij onze aandacht in de eerste plaats aan het interfasculaire cambium, dan moet hier vermeld worden, dat dit, wanneer de infectie vroeg genoeg heeft plaats gevonden, in de meeste Cruciferen-stengels en bloemstelen, welke door de in de lijst genoemde Peronosporeeën aangetast zijn, geheel achterwege blijft. Hetzelfde nemen wij waar in de hypertrophieën welke *Roestelia lacerata* op *Crataegus* veroorzaakt.

Het is duidelijk dat in deze gevallen de aanzienlijke verdikking alleen berusten kan op de weldra nader te bespreken vergrooting der parenchymcellen.

In andere gevallen berust juist de toename in omvang der aangetaste deelen op de ongewoon krachtige werkzaamheid van het cambium (*Plasmodiophora*-aanzwellingen op koolwortels.)

In de tweede plaats behooren hier de secundaire houtvaten genoemd te worden. Deze blijven namelijk in vele hypertrophieën onvolkomen (*Exobasidium* op *Vaccinium*, *Roestelia* op *Crataegus*, *Aecidium* op *Rhamnus* enz.); hun verloop is meestal tegelijkertijd geslingerd en onregelmatig.

Eindelijk moet nog vermeld worden, dat de vorming van het secundaire phloem dikwijls achterwege blijft of slechts in geringe mate plaats vindt.

Ook hieromtrent hoop ik mijn onderzoekingen nog te kunnen uitbreiden.

Nadat wij hiermede de punten besproken hebben, waarin vele schimmelgallen met den jeugdigen toestand overeenstemmen, willen wij nu een blik werpen op de eigenschappen, welke door de fungi worden te voorschijn geroepen, die dus noch in den jeugdigen noch in den volwassen toestand aan het normale plantendeel eigen zijn.

De eerste eigenaardigheid, die in het oog valt, is zonder

twijfel de aanzienlijke vergrooting der cellen, waaraan steeds meer dan aan een vermeerdering van het aantal de groote omvang van het aangetaste deel, zoowel als de afwezigheid der intercellulaire ruimten moet toegeschreven worden.

De tweede is de soms zeer intensieve kleuring van het celsap, waaromtrent ik nog niet in de gelegenheid was onderzoekingen te doen. Ik herinner hier alleen, dat het bij *Vaccinium* fraai rood wordt onder den invloed van *Exobasidium*.

Van groot belang is verder voor dit gedeelte van het onderwerp de studie van den invloed van *Cystopus* en *Peronospora* op de Cruciferen.

Hier zien wij toch in de eerste plaats bladgroen optreden in de kroon en in de meeldraden (*Brassica nigra* en *Sisymbrium officinale*); maar tevens vond ik in aangetaste bloemstengels van *Brassica nigra*, die meer dan tien maal dikker zijn dan de normale, buiten den gewonen vaatbundelkring tal van kleinere vaatbundels in het schorsparenchym verloop.

Hetzelfde verschijnsel komt in mindere mate bij andere deelen derzelfde plant en eveneens bij enkele andere groote Cruciferen voor.

De eigenaardigste voorbeelden van nieuwvormingen onder den invloed van parasitisme leveren ons echter twee der nog niet ter sprake gebrachte gevallen. Ik doel in de eerste plaats op *Cirsium*stengels, welke het mycelium van *Puccinia suaveolens* bevatten. Terwijl namelijk de stengels van *Euphorbia Esula* door de aanwezigheid van het *Aecidium*-mycelium en de bloemstelen van *Prunus Padus* door *Exoascus* wat hun anatomischen bouw betreft, niet veranderd worden, heeft dit hier in een overigens analoog geval wel degelijk plaats. Terwijl het den stengel namelijk uitwendig niet aan te zien is of hij *Puccinia* bevat of niet, vond ik dat in de aangetaste het primaire phloem der vaatbundels door een sclerenchymlaag van het secundaire gescheiden was. In de normale stengels vormen beide deelen van hetzelfde weefsel een aaneengesloten geheel.

Hiermede gaat een belangrijke verandering van het secundaire

interfasciculaire weefsel gepaard. Dit is namelijk in plaats van uiterst regelmatig en cambium-achtig zooals het zich vooral op de dwarsche doorsnede der normale stengels voordoet, bij de aangetaste zeer onregelmatig en bestaat uit grootere cellen met dunnere wanden.

Andere afwijkingen van den gewonen bouw heb ik hier niet kunnen constateeren.

Een bijna even merkwaardig verschijnsel vond ik bij het onderzoek van de vrouwelijke katjes van *Alnus glutinosa*, welke door *Exoascus alnitorquus* waren aangetast. Terwijl toch in de normale bracteeën geene oxalzure kalk gevonden wordt, vertoonen de groote zakvormige lichamen, waartoe zij onder den invloed van den genoemden fungus uitgroeien, hier en daar duidelijke kristalsterren. *)

Eindelijk moet ik hier nog melding maken van de beide onderzochte *Ustilagineeën*. Bij *Viola odorata* gaat namelijk het reeds. volwassen parenchym door de inwerking van *Urocystis Violae* door herhaalde deelingen over in een meristematisch weefsel. Dit is zeer rijk aan protoplasma en vormt in vele gevallen vaatbundels, die groote overeenkomst vertoonen met die, welke wij dikwijls in callus zien ontstaan. Dit weefsel wordt steeds door de sporenvorming verdrongen en verwoest en het voedsel, dat er in aanwezig is, voor de sporen verbruikt.

Iets dergelijks vindt, hoewel minder duidelijk, op veel grooter schaal plaats door *Ustilago Maidis* in de stengels van *Zea*.

Het kan nauwelijks aan eenigen twijfel onderhevig zijn, dat het onderzoek van andere gevallen nog geheel nieuwe feiten aan het licht zou brengen en ik hoop mijn waarnemingen dan ook nog te kunnen uitbreiden.

Amsterdam, Febr. '92.

*) Iets dergelijks vermeldt Vesque (*Anatomie comparée de l'écorce*, Ann. de Sc. nat. Sér. 6, T. II, 1875, p. 112) als gevolg van de aanwezigheid van *Synchytrium Mercurialis* in de bladen van *M. annua*.