

---

**TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN**

ONDER REDACTIE VAN

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

---

**Dertigste Jaargang — 9e Aflevering — SEPTEMBER 1924**

---

**DILOPHOSPORA-ZIEKTE VAN GRANEN.**

INLEIDING.

Bovengenoemde ziekte wordt veroorzaakt door een schimmel, genaamd *Dilophospora alopecuri* (Fr.) Fr. Deze ziekte werd meer dan een eeuw geleden voor het eerst geconstateerd (6). Sinds dien tijd is zij herhaaldelijk aangetroffen op verschillende granen en grassen en veroorzaakte dikwijls groote onrust onder de landbouwers. De meeste van de talrijke korte aantekeningen en mededeelingen over dit onderwerp beschrijven alleen de schimmel, terwijl enkele ook korte en onvolledige beschrijvingen bevatten van de ziekte zelf. Er is evenwel nooit een studie gemaakt van de schimmel, haar physiologie en ziekteverwekkend vermogen. Ook is er nooit een onderzoek ingesteld naar de ziekte, de manier waarop die zich openbaart en de omstandigheden, waaronder zij voorkomt.

De schrijver vond deze ziekte het eerst gedurende den zomer van 1923 in de buurt van Epen in Zuid-Limburg, op een veld waarop een mengsel van tarwe, spelt en rogge gezaaid was. De naburige velden bleken na een zorgvuldig onderzoek, volkomen vrij te zijn van de ziekte. Dezen zomer trad de ziekte veel heviger op en had zich uitgebreid over de meeste velden van dezelfde boerderij, en werd zelfs op drie andere velden gevonden, die ver daar van daan tot een andere boerderij behoorden.

Een eigenaardigheid van deze ziekte is, dat zij alleen voorkomt op planten, die tegelijkertijd zijn aangetast door de aaltjes-ziekte van de granen, veroorzaakt door *Tylenchus tritici* (Steinbuch) Bastian<sup>1)</sup>. Het was ook al door vroegere onderzoekers

---

<sup>1)</sup> Met aaltjes-ziekte wordt hier bedoeld de ziekte, waarbij de aaltjes gallen vormen in de aren van de planten, en niet de stengel-aaltjes-ziekte van granen, die veroorzaakt wordt door *Tylenchus devastatrix* Kühn.

opgemerkt, dat de twee ziekten dikwijls op dezelfde plant voorkwamen, maar zij beschouwden dat als toevallig. Later zullen we zien, dat er een zeer nauw en interessant verband bestaat tusschen de twee parasieten, zooals nog nooit is opgemerkt in de plantenziektenkunde.

#### GEOGRAPHISCHE VERSPREIDING VAN DE ZIEKTE.

Ofschoon de ziekte niet algemeen bekend is, is zij toch vrij algemeen verspreid. Op het oogenblik komt zij in Holland alleen voor op tarwe, spelt en rogge op twee bedrijven in de omgeving van Epen. Meer dan twintig jaar geleden constateerde Professor RITZEMA BOS dezelfde ziekte op *Alopecurus agrestis*, afkomstig uit de buurt van Zevenaar (15). Behalve in Holland is zij in den loop der tijden aangetroffen op talrijke grassen en granen in Frankrijk, Duitschland, Engeland, Noorwegen, Denemarken, Zwitserland en Servië. Ook in de staat Wisconsin in de Vereenigde Staten van Amerika werd zij gevonden. (2)

#### VOEDSTERPLANTEN.

Van een groot aantal planten is bekend, dat zij door deze ziekte worden aangetast, maar die behooren allen tot de familie van de grassen, de Gramineae. Er is evenwel nog niet proefondervindelijk bewezen of de *Dilophospora*, die parasiteert op die verschillende grassen en granen, in al die gevallen behoort tot *Dilophospora alopecuri* (Fr.) Fr. (de eenige soort van dit geslacht, die tot nog toe beschreven is). Derhalve draagt de lijst van voedsterplanten, die hier volgt, slechts een voorloopig karakter. In deze lijst zijn bovendien aangegeven de namen van de onderzoekers, die de aaltjesziekte op dezelfde planten gevonden hebben, omdat het feit, dat dezelfde planten ook worden aangetast door de aaltjes-ziekte eveneens bewijst, dat er een zeker verband moet bestaan tusschen de twee ziekten, zooals wij spoedig zullen zien.

| no. | NAAM VAN<br>VOEDSTERPLANTEN. | DILOPHOSPORA<br>ALOPECURI (Fr.) Fr. |       | TYLENCHUS TRITICI<br>(STEINBUCH) BASTIAN OF<br>ANDERE GALVORMENDE<br>AALTJES. |       |
|-----|------------------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                              | SCHRIJVER:                          | DAT.: | SCHRIJVER:                                                                    | DAT.: |
| 1   | Agrostis sp.                 | Desmazières                         | 1840  |                                                                               |       |
| 2   | Agrostis alba.               | Kirchner                            | 1906  | Hieronymus                                                                    | 1890  |
| 3   | Agrostis vulgaris.           | Kirchner                            | 1906  | Schlechtendal                                                                 | 1885  |
| 4   | Alopecurus agrestis.         | Fries                               | 1823  |                                                                               |       |
| 5   | Alopecurus pratensis.        | Sorauer                             | 1874  |                                                                               |       |
| 6   | Arrhenatherum elatius.       | Kirchner                            | 1906  |                                                                               |       |
| 7   | Calamagrostis canadensis     | Bessey                              | 1906  | Bessey                                                                        | 1906  |
| 8   | Calamagrostis epigeios       | Diedecke (Jaap)                     | 1907  |                                                                               |       |
| 9   | Dactylis glomerata           | Kirchner                            | 1890  | Jahresber. dän. S.                                                            | 1)    |
| 10  | Festuca ovina.               | Karsten                             | 1865  | Schlechtendal                                                                 | 1885  |
| 11  | Festuca pratensis            | Kirchner                            | 1906  |                                                                               |       |
| 12  | Festuca rubra                | Kirchner                            | 1906  | Jahresber. dän. S.                                                            | 1)    |
| 13  | Phleum pratense              | Rostrup                             | 1905  | Hieronymus                                                                    | 1890  |
| 14  | Holcus lanatus               | Fuckel                              | 1861  | Ritzema Bos                                                                   | 1900  |
| 15  | Holcus mollis                | Desmazières                         | 1840  |                                                                               |       |
| 16  | Secale cereale               | Desmazières                         | 1840  | Roffredi                                                                      | 1776  |
| 17  | Triticum spelta              | Störmer                             | 1904  | Störmer                                                                       | 1904  |
| 18  | Triticum vulgare             | Berkely                             | 1862  | Needham                                                                       | 1747  |

## ECONOMISCHE BETEKENIS.

Deze ziekte kan onder bepaalde omstandigheden de oogst totaal vernielen. Verleden zomer was er op het bedrijf van den heer FRIJNS te Epen op het eene veld, waar de ziekte heerschte, een achteruitgang in opbrengst van ongeveer 25 à 30 %. Dit jaar werd den 10den Juni een veld met spelt onderzocht, dat aan denzelfden landbouwer behoorde en gelegen was aan de Diependaalsche weg. Het bleek toen, dat niet minder dan 60 % van de planten reeds dood waren, of zoo ernstig beschadigd, dat er daar in 't geheel geen aren gevormd konden worden. Andere velden bleken voor 0.5 tot 1.5 of meer procent beschadigd te zijn. Het werkelijke verlies, dat aan deze ziekte alleen te wijten is, zal echter steeds zeer moeilijk te schatten zijn, omdat zij altijd optreedt vergezeld van de aaltjesziekte, zooals reeds werd vermeld. Het is in ieder geval zeker, dat de ziekte veel schadelijker is dan de aaltjesziekte en gewoonlijk de totale vernieling vol-

1) Volgens Reh in Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten.  
3 : 29. 1913.

tooit van de planten, die slechts licht of gedeeltelijk aangetast zijn door de aaltjes. Vorige onderzoekers hebben een achteruitgang in de opbrengst door *Tylenchus tritici* geconstateerd van ruim 50 %. Onder gunstige omstandigheden kan dus een combinatie van de beide ziekten leiden tot een totale vernieling van de oogst. In Baden werd gedurende het jaar 1921 30 % van de verbouwde granen door *Dilophospora* aangetast (16).

#### BESCHRIJVING VAN DE ZIEKTE.

Daar uit de onderzoekingen van den schrijver is gebleken, dat de ziekte alleen optreden kan op planten, die tegelijkertijd ook zijn aangetast door de aaltjesziekte, kan de kennis van de symptomen van de laatste ons op weg helpen om vast te stellen, welke symptomen aan de *Dilophospora*-ziekte zijn toe te schrijven.

De aaltjesziekte is gewoonlijk waar te nemen aan haar uitwerking op de aren van de planten, ofschoon symptomen van de ziekte kunnen optreden op alle deelen van de plant boven den grond. Als het niet te koud is, vertoonen de jonge planten onder normale omstandigheden de eerste symptomen als zij nog slechts drie of vier bladeren gevormd hebben. De aangetaste planten worden sterk gekronkeld, de bovenste bladeren worden opgerold en misvormd, ze worden korter en breeder, evenals de bladscheeden, terwijl hun basis zeer dik en gezwollen is. Dergelijke planten blijven niet rechtop staan, tenminste in het begin zijn ze gewoonlijk naar beneden omgebogen of licht gekromd; soms ook sterven ze reeds vroeg af, maar gewoonlijk herstellen ze zich weer van de eerste uitwerking van de ziekte en vormen aren, die sterk in de groei belemmerd zijn en gewoonlijk aaltjesgallen bevatten. Zulke aren worden gewoonlijk later rijp dan de gezonde. Bij tarwe gaan de kafjes van de aangetaste planten verder open dan die van de gezonde, zoodat men de donkerbruine gallen gedeeltelijk kan zien. Bij spelt en rogge is het omgekeerde het geval, de kafjes blijven plat tegen de aaras gedrukt en bevatten slechts zeer kleine gallen, terwijl de kafjes, die normale korrels bevatten, wijder open staan. Bovendien merkte de schrijver bij aangetaste rogge en speltplanten op, dat de stengelleden tussehen de knoopen eigenaardig omgebogen waren en bijna halve cirkels vormden.

De eerste symptomen van de *Diophospora*-ziekte op de reeds duidelijk door de aaltjes-ziekte aangetaste planten, bestaan uit

lichtgekleurde, ronde of langwerpige vlekjes op de bovenste bladeren. Deze vlekjes ziet men reeds onmiddellijk nadat de bladeren uit de bladscheeden tevoorschijn komen en zelfs al voor dien tijd. Het eerste en het tweede blad worden evenals de basis van de planten, nooit door de schimmel aangetast (Pl. II). De bovengenoemde vlekjes doen in het begin denken aan een zeer lichte insectenbeschadiging, maar zij nemen al spoedig aanzienlijke afmetingen aan en worden langzamerhand zwart gekleurd door de talrijke pycniden — de vruchtlichamen van de schimmel, die op de vlekjes verschijnen. (Pl. II). De vorm van de inmiddels veel grooter geworden plekken is zeer verschillend; dikwijls hebben zij een onregelmatig ovale en elliptische gedaante, maar nemen soms ook de vorm aan van korte streepjes of lijntjes. Aanvankelijk zijn de aangetaste bladeren frisch groen, maar spoedig beginnen ze te verbleeken, worden geel en sterven ten slotte geheel af. Tegelijkertijd of spoedig daarna vertoonen de bladscheeden ook symptomen van de ziekte. De aantasting van de bladscheeden, voordat deze haar volle ontwikkeling bereikt en aren gevormd hebben, leidt meestal tot een totale vernietiging van de aren.

Terwijl de schimmel op de bladeren beperkt blijft tot de aangetaste vlekjes, vormt zij echter op de bladscheeden, tenminste aanvankelijk, geen of weinig pycniden, maar zij breidt zich snel uit in de holte van de bladscheeden en de daarin ingesloten jonge blaadjes, zoodat het groeipunt van de plant vast ingesloten wordt in een compacte schimmelmassa. Daardoor wordt het groeipunt van de plant verhinderd, zich naar boven te verplaatsen. Het resultaat daarvan is, dat de groeiende top in de holte van de bladscheede begint op de krullen, onder den invloed van zijn eigen druk, tot een knotsvormige structuur (Pl. II). Intusschen breidt de schimmel zich steeds verder naar beneden uit tot het groeipunt zelf door de schimmel wordt doorwoekerd en vernield, wat weer de dood van de plant zelve tengevolge heeft. Dit is het lot van het grootste gedeelte der aangetaste planten. De later aangetaste planten, die reeds een zekere grootte hebben bereikt, worden door de ziekte op dezelfde wijze misvormd en gedood. In andere gevallen, waar de ziekte-symptomen verschijnen kort voor de aarvorming, blijven soms de toppen van de aangetaste aren van de overigens normale plant, gehecht aan de bovenste bladscheede, waaraan zij vastgeplakt zitten door middel van het schimmelweefsel (Pl. III). De planten, die het eerst bij een oppervlakkige beschouwing van de aangetaste velden in 't oog vallen, zijn de overigens volkomen normale planten, waarvan de aren zich uit de scheede hebben losgemaakt, terwijl

zij geheel of gedeeltelijk misvormd en vernield zijn door de schimmel (Pl. IV). Die misvormde gedeelten zijn totaal overgroeid door de schimmel, die eerst wit is, maar langzamerhand zwart van kleur wordt.

De ondergrondse gedeelten van de basis van alle aangetaste planten zijn absoluut vrij van eenige pathologische verandering en gelijken in ieder opzicht op die van gezonde planten. Na het afsterven van de bovengrondse deelen van de aangetaste planten worden aan den voet nieuwe scheuten gevormd, die in den regel vrij van de ziekte blijven.

#### BESCHRIJVING VAN HET ZIEKTEVEROORZAKENDE ORGANISME.

Deze ziekte wordt veroorzaakt door een schimmel, waarvan de juiste naam is *Dilophospora alopecuri* (Fr.) Fr. en die behoort tot de familie der Sphaeroidaceae.

De schimmel vormt talrijke kleine pycniden op al de geïnfecteerde plantendeelen. Deze pycniden ontstaan in rijen tusschen de bladnerven, gewoonlijk alleenstaand, soms ook bij twee of drie tegelijk. Zij zijn kogelrond of een weinig afgeplat. Zij hebben een donkerbruinen parenchymatischen wand, zijn zeer verschillend van grootte 120—300  $\mu$ , gemiddeld 200  $\mu$  in doorsnede, geheel gezonken in het weefsel van het blad of de bladscheede; alleen de kleine, pupilvormige opening ervan komt aan de oppervlakte van het epidermis. De mondopening heeft een wijdte van 18 à 20  $\mu$ .

De sporen zijn cilindrisch, aan de uiteinden licht toegespitst, uitlopend in eenige haar of borstelvormige aanhangsels, wier aantal wisselt van drie tot zes of meer, soms enkelvoudig, soms vertakt. De sporen zijn, voor het kiemen, gewoonlijk niet duidelijk gesepteerd. Zonder de aanhangsels zijn de sporen 8,5 à 15 bij 1,6 à 2,5  $\mu$  van afmeting, gemiddeld 12 bij 2,2  $\mu$ . De aanhangsels zijn 5 à 7  $\mu$  lang, zelden 10  $\mu$  en aan de basis ongeveer 0.5  $\mu$  dik (Pl. V. fig. 1).

#### LEVENSWIJZE VAN HET ZIEKTEVEROORZAKENDE ORGANISME EN ZIJN VERHOUDING TOT DE AALTJESZIEKTE.

Alle planten, die de schrijver door de Dilophosporaziekte vond aangetast, bleken ook aaltjesziek te zijn. Verschillende vroegere onderzoekers hadden hetzelfde ook reeds opgemerkt, maar zij hadden nooit vermoed, dat er eenig verband kon bestaan tusschen de twee parasieten.

Enkelen dachten, dat dit louter een toeval was (8), terwijl

anderen van meening waren, dat de Dilophospora-ziekte waarschijnlijk alleen planten kon aantasten, die reeds verzwakt waren door de aaltjesziekte (17).

Ten einde de manier, waarop deze twee organismen elkaar beïnvloeden behoorlijk te kunnen begrijpen, is het wenschelijk ons in het kort de levensgeschiedenis van *Tylenchus tritici* voor den geest te roepen, voordat wij de verhouding tusschen de beide parasieten bespreken.

Zooals wel bekend zal zijn, is dit aaltje een zeer hoog gespecialiseerde parasiet, die de vatbare voedsterplanten ook aantast in de afwezigheid van Dilophospora.

Zooals men weet, vormen de aaltjes talrijke gallen in de aren en soms ook in de bladeren van de aangetaste planten. Deze gallen, die ieder 10 à 15 duizend levende aaltjeslarven bevatten, vallen gedurende het oogsten op den grond, of worden met het zaad in den bodem gebracht. Soms ook vinden ze hun weg naar andere velden door middel van mest, stroo, dieren enz. Zijn ze eenmaal in den vochtigen bodem dan begint de wand van de gallen te verrotten of wordt op de een of andere manier beschadigd, zoodat de inhoud naar buiten komt. Hoewel de aaltjes in de droge gallen onbeweeglijk zitten en geen teeken van leven geven, beginnen ze te bewegen en de gallen te verlaten, zoodra deze vochtig worden. Als de aaltjes eenmaal vrij gekomen zijn, bewegen ze zich naar de dichtstbijzijnde voedsterplanten en kruijen in de holte tusschen de buitenste en binnenste deelen van de bladscheede van de jonge planten. Van hieruit naderen ze steeds meer het centrum van de plant, bewegen zich aldor tusschen de bladeren door, totdat zij het groeipunt van de plant bereiken. Hier blijven zij tijdelijk in grooten getale als ectoparasieten. Terwijl de plant groeit, worden de aaltjes geleidelijk mee naar boven geduwd. Zoodra de aren aangelegd worden en lang voordat ze uit de bladscheeden te voorschijn komen, dringen de aaltjes in de pas gevormde vruchtbeginfels. Het verwonden en prikkelen van de cellen van de voedsterplant geven aanleiding tot het vormen van de gallen, die vrij groot zijn en gemakkelijk te onderscheiden tegen den tijd dat de aren uit de laatste bladscheede te voorschijn komen. Gewoonlijk bevinden zich in iedere pasgevormde gal een klein aantal aaltjes, die hier hun volle ontwikkeling bereiken, en geslachtelijk rijp worden, enkele mannelijk, andere vrouwelijk. Hier paren ze en leggen een groot aantal eieren. Uit deze eieren komen spoedig de jonge larven voort, die na een korte groeiperiode, met het uitrijpen van de planten en opdrogen van de gallen onbeweeglijk worden en zoo hun

levensloop voltooien. In deze toestand kunnen de aaltjes in de droge gallen langer dan 25 jaren in leven blijven.

De eerste symptomen van de *Dilophosporaziekte* verschijnen op het bovenste blad, even voor of juist op het moment, dat dit uit de scheede van het voorlaatste blad te voorschijn komt. Men vindt dan lichte, groene, zilverglanzende vlekjes op dat blad. Het eerste, tweede en soms ook het derde blad worden, onder normale omstandigheden, in den regel niet door de schimmel aangetast en blijven, evenals de basis en de ondergrondse deelen van de plant ten eenen male vrij van de ziekte.

Bovengenoemde feiten stellen de natuur van deze ziekte in een interessant licht. Dat zij het eerst verschijnt op het bovenste blad, kort na of zelfs voor dat dit te voorschijn gekomen is uit de scheede van het voorgaande blad, en dat de onderste bladeren en de basis vrij van de ziekte bleven, toont ten duidelijkste aan, dat de aantasting zich oorspronkelijk verspreidt van uit het groeipunt. Maar hoe bereikt nu het infectiemateriaal het groeipunt van de plant, zonder de buitenste deelen aan te tasten?

De talrijke infectieproeven die met *Dilophospora alopecuri* alleen werden gedaan, gaven absoluut negatieve resultaten, ondanks het feit, dat de infectieproeven gedaan werden met tarwe, spelt en rogge van verschillende leeftijden, en van dezelfde variëteiten, waarop de ziekte in de natuur werd geconstateerd. Bodem, zaad- en wondinfecties bij verschillende temperaturen en vochtigheidstoestanden van den grond en de lucht, werden ook genomen, altijd met hetzelfde negatieve resultaat. Dit sluit de mogelijkheid uit, dat wij hier te doen hebben met een schimmel, die de planten aantast op de manier van de brandsoorten of dat deze schimmel zich gedraagt als een van de gewone plantenparasitische schimmels.

Infectieproeven met tarwe, spelt en rogge van verschillende variëteiten, leverden in alle gevallen positieve en overvloedige *Dilophospora*-infecties op, als de planten tegelijkertijd geïnfecteerd werden met *Dilophospora alopecuri* en met *Tylenchus tritici*, zelfs als daarvoor betrekkelijk groote planten werden gebruikt. Afgezien van de vraag, of de aaltjes de planten al of niet vatbaar maken voor de *Dilophospora*-ziekte, was dit een bewijs, dat zij in ieder geval de schimmel op de een of andere manier helpen om het groeipunt van de planten te bereiken. Uit de levensgeschiedenis van de aaltjes weten wij, dat deze kronkelend tusschen de bladscheeden van de jongere en oudere planten hun weg vinden naar het groeipunt. Dus komt men van zelf tot de veronderstelling, dat de aaltjes de sporen van *Dilophos-*



pora meenemen naar het groeipunt, van waaruit zij vervolgens de jonge bladeren aantasten, ofschoon de wijze, waarop dat in z'n werk gaat, nog een kwestie is, die beantwoord moet worden. Om dit vast te stellen, werden verschillende proeven genomen. Voor één daarvan was het noodig een watersuspensie van *Dilophospora*-sporen te vermengen met een watersuspensie van aaltjes. Onmiddellijk na de vermenging verscheen er een zwaar, katoenachtig neerslag in het bekersglas, terwijl de vloeistof boven het neerslag helder werd. Bij microscopisch onderzoek bleek het neerslag te bestaan uit talrijke aaltjes, die beladen waren met *Dilophospora*-sporen. Deze hadden zich aan de aaltjes vastgehecht door middel van hun borstels, zooals zaden van sommige planten zich vasthechten aan onze kleeren, of aan de vacht van dieren. De sporen houden zich zoo stevig vast aan de aaltjes, dat deze er zich niet gemakkelijk van kunnen bevrijden en zelfs als zij daar soms in slagen, vangen zij de verloren sporen bij hun volgende bewegingen weer op. Bovengenoomd feit versterkte het vermoeden, dat de aaltjes den *Dilophospora*-sporen als vervoermiddel dienen. Het feit, dat de *Dilophospora*-sporen in staat zijn zich aan de aaltjes vast te hechten, is echter nog geen bewijs, dat de aaltjes werkelijk de sporen naar het groeipunt van de plant brengen. Verdere microscopische waarnemingen toonden aan, dat er zich in de meeste gevallen talloze aaltjes bevonden op de groeipunten, de miniatuur blaadjes en de jonge aar van de aangetaste planten. Bij nader onderzoek bleken de aaltjes in de meeste gevallen een aantal *Dilophospora*-sporen te dragen. Deze sporen waren niet meer de sporen uit de vruchtlichaampjes, die oorspronkelijk met de aaltjes voor de infectie gebruikt waren, maar de secundaire sporen van de schimmel, zooals ze ook aangetroffen worden in jonge kunstmatige culturen van de schimmel. Dit was waar te nemen ook vóór het verschijnen der ziekte. Met de uitbreiding van de schimmelziekte sterven de aaltjes, of verlaten zij de plant, vooral indien de schimmelaantasting zeer ernstig is.

Bij al deze proeven waren de noodige voorzorgsmaatregelen genomen, om uitwendige besmetting van het groeipunt te voorkomen, bij het openmaken en de verdere behandeling daarvan. Het vinden van de sporendragende aaltjes op het groeipunt van jonge *Dilophospora*-zieke planten, bevestigde de veronderstelling, dat de schimmelsporen het groeipunt van de planten bereiken door middel van de aaltjes. Maar is dit voldoende voor de blijvende vestiging en ontwikkeling van de schimmel op de zoo geïnfecteerde planten?

Als de aaltjes niets meer doen dan alleen de schimmel-

sporen deponeren op het teere, sappige groeipunt, dan zou het mogelijk zijn, planten te infecteren met *Dilophospora*, door de sporen mechanisch op het groeipunt te brengen. Ongeveer vijftig tarwe- en roggeplanten werden in verschillende stadia van ontwikkeling geïnfecteerd met *Dilophospora*, door op de planten een lichte insnijding te maken, juist op of boven het groeipunt, en een groot aantal sporen te brengen in de centrale holte. De ontstane wonden werden weer gesloten en dichtgebonden. Weer andere planten werden geïnfecteerd door in deze holte een sporensuspensie te spuiten, terwijl nog weer andere telkens opnieuw geïnfecteerd werden op de bovengenoemde manieren, iedere week vanaf de vorming van het derde blad, totdat de aren te voorschijn kwamen. In geen dier gevallen werden de planten ziek.

Moet hieruit de gevolgtrekking worden gemaakt, dat *Dilophospora*-sporen de planten niet zelfstandig kunnen infecteren, zelfs wanneer zij aanwezig zijn op het groeipunt van de planten? Een absoluut positief antwoord op deze vraag kan op het oogenblik niet worden gegeven. Het feit echter, dat de *Dilophospora*-zieke planten zich geheel van de ziekte kunnen herstellen, voorzover ze niet reeds totaal vernield zijn, en volkomen gezonde en normale bladeren kunnen vormen boven de zieke, nadat de aaltjes zijn afgestorven, de plant verlaten of wel gallen gevormd hebben, duidt er op, dat er een zeer nauw verband bestaat tusschen de twee parasieten.

Uit de levensgeschiedenis van de aaltjes weten wij, dat zij voortdurend omhoog geduwd worden door het groeipunt van de plant. Maar uit de morphologische ontwikkeling van de granen weten we, dat hetgeen enkele dagen, of zelfs uren geleden een groeipunt was, nu een blad is geworden. Indien de aaltjes zich door de groeiende bladeren zouden laten opduwen, zouden ze spoedig buiten de plant komen. Dit gebeurt echter niet, omdat de aaltjes voortdurend de nieuw gevormde blaadjes verlaten en zich naar beneden, naar het groeipunt bewegen, daarbij de *Dilophospora*-sporen meenemende. Als de aaltjes dood gaan of de planten verlaten, zooals boven werd uiteengezet, spreekt het vanzelf dat de *Dilophospora*-sporen, die zich gisteren misschien juist op het groeipunt bevonden, omhoog worden geschoven door de zich vormende blaadjes. Zodoende wordt het groeipunt van de plant en de geheele centraalholte bevrijd van de schimmelsporen. Dientengevolge zijn de bladeren, die gevormd worden, nadat de aaltjes de planten hebben verlaten, geheel vrij van de *Dilophospora*-aantasting. Het laatste feit kan ook verklaard worden als volgt: de aaltjes brengen niet alleen de

sporen naar de centraalholte van de plant en vervolgens terug naar het groeipunt, vanuit de zich ontwikkelende blaadjes, maar het zuigen van de aaltjes en het op andere wijze beschadigen van de in aanleg zijnde blaadjes, maakt het de schimmel gemakkelijk in de cellen en weefsels van de jonge blaadjes binnen te dringen, evenals later in de jonge aar. De groote beteekenis der aaltjes schijnt nog verder te worden belicht door het feit, dat, althans tot dusver, alle wond-infecties met *Dilophospora* negatieve resultaten hebben gegeven. Dat bij deze infecties het materiaal werkelijk op het groeipunt gebracht was, werd bewezen door de misvorming van een groot aantal aren van zulke planten tegen den tijd, dat ze uit de bladscheeden te voorschijn kwamen. Sommige droegen zelfs nog het infectie-materiaal (deelen van pycniden en talrijke sporen) dat op hen gebracht was, toen ze nog erg klein en diep in de scheeden verborgen waren. Maar geen enkele van deze misvormde en mechanisch beschadigde aren toonde eenig ziektesymptoom, ze waren volkomen vrij van de schimmelaantasting.

Zooals reeds bekend is, gaan de aaltjes soms dood of verlaten de zwakke, zieke of verwelkte planten. Hetzelfde gebeurt als de planten zeer ernstig door *Dilophospora* zijn aangetast. Zoo-dra zij de planten hebben verlaten, herstellen deze zich, althans wanneer de groeipunten nog niet vernield zijn, zij vormen nieuwe bladeren en zelfs nieuwe uitloopers. Als de oorspronkelijke halmen zijn afgestorven ontstaan ook nieuwe uitloopers, die geheel vrij van ziekte blijven en zelfs normale aren kunnen vormen. Hetzelfde resultaat wordt verkregen, als de aaltjes zich inboren in de jonge aren en gallen vormen. Ofschoon door het inboren van de aaltjes in de bloemdeelen van de jonge aren, het infectiegevaar voor de bovenste bladeren verminderd wordt, moet dit toch de oorspronkelijke oorzaak zijn voor de vestiging van de schimmel in de aren.

Als de *Dilophosporazieke* planten het ooit tot aarvorming brengen, komen de aren sterk aangetast uit de bovenste bladscheden te voorschijn. Die welke ziekte-vrij uit de bladscheeden te voorschijn komen blijven ook gezond.

Zooals reeds is vermeld, worden de aangetaste aren niet geheel vernield door de schimmel. In de oogenschijnlijk gezonde deelen van de aren worden aaltjes-gallen gevormd en zelfs wel normale korrels. De in de gedeeltelijk aangetaste aren gevormde gallen zijn voor de voortplanting der ziekte van beteekenis, want zij kunnen geïnfecteerd zijn door de schimmel of zelfs geheel er door overgroeid. Deze gallen worden dus niet alleen de overbrengers van de aaltjes, maar ook van *Dilophospora*. Als deze

gallen in de akkers komen, die reeds beplant zijn of nog beplant zullen worden met granen, geven ze weer aanleiding tot het ontstaan van de beide ziekten en voltooiën daarmee de kringloop van de parasieten.

Bovengenoemd feit verklaart, waarom bij de infectieproeven van den schrijver steeds beide ziekten tegelijk optreden, zelfs in gevallen, waar niet met *Dilophospora* werd geïnfecteerd, maar met aaltjes, die afkomstig waren van een veld, dat door aaltjes en *Dilophospora* beide was aangetast. Eerst maakte dit den indruk, alsof de grond reeds besmet was door *Dilophospora*, maar toen de proeven herhaald werden op gesteriliseerde aarde, werd hetzelfde resultaat verkregen. Verder werden infectieproeven gedaan, waarbij uitsluitend gesteriliseerde grond werd gebruikt, en alleen aaltjes werden genomen uit groote, uiterlijk geheel gavo, zwarte en glimmende gallen, die niet door schimmels overgroeid waren. Het percentage *Dilophospora*-zieke planten, dat toen verkregen werd, was veel kleiner dan bij de planten, waarbij aaltjes van gewone gallen gebruikt waren. Deze proeven toonen aan, dat in ieder geval een gedeelte van de gallen met *Dilophospora* zijn besmet en dat dit voldoende is voor de verdere ontwikkeling van de *Dilophospora*-ziekte.

In de natuur is het echter voor het tegelijkertijd optreden van de beide ziekten op dezelfde planten, niet noodzakelijk, dat de aaltjessgallen geïnfecteerd worden door de schimmel.

Bij vochtig weer worden de sporen als een draad of een stroom uit de rijpe pycniden gestooten. Deze sporen kiemen en vormen weer secundaire sporen (Pl. V, fig. 2), waardoor de sporenlaag steeds dikker wordt. Als de aaltjes de gallen verlaten hebben en rondkruipen over de stoppels van het veld, spreekt het vanzelf, dat ze soms in aanraking komen met zulk een sporenlaag en op hun weg naar de planten er enkele van meenemen. Het voorkomen van aaltjes en deelen van *Dilophospora*-zieke planten moet onder natuurlijke omstandigheden voldoende zijn om het optreden van de *Dilophosporaziekte* tot stand te doen komen.

Voor het ontwikkelen van deze ziekte is een zeer lichte besmetting van de aaltjes met sporen niet alleen voldoende, maar zelfs een vereischte. Infectieproeven met aaltjessuspensies, waaraan een zware sporensuspensie was toegevoegd, leverden in de meeste gevallen absoluut ziekte-vrije planten op, d.w.z. geen van beide ziekten ontwikkelde zich op de geïnfecteerde planten. Goede resultaten werden alleen verkregen bij infectie met aaltjessuspensies, waaraan een zeer lichte sporensuspensie was toegevoegd. De ernstigste infecties werden verkregen, als men in 't geheel geen *Dilophospora*-sporen toevoegde aan

de aaltjessuspensie. De aaltjes toch waren, zooals reeds werd vermeld, afkomstig van gallen, die klaarblijkelijk met *Dilophospora* besmet waren. 100 % van alle geïnfecteerde planten ontwikkelden in zulke gevallen symptomen van beide ziekten en een microscopisch onderzoek van het groeipunt van die planten toonde de aanwezigheid aan van talrijke aaltjes, beladen met secundaire *Dilophosporasporen* (Pl. V, fig. 3). Hieruit is gemakkelijk af te leiden, dat een zware of zelfs middelmatige besmetting van de aaltjes met de sporen volstrekt noodlottig is voor de beide ziekten.

Alle gallen, die de schrijver tot zijn beschikking hadden die hij verzameld had op velden, waar beide ziekten tegelijkertijd heerschten, waren klaarblijkelijk geïnfecteerd met *Dilophospora*, omdat zij in alle gevallen beide ziekten veroorzaakten, als zij als infectiemateriaal werden aangewend.

Bij een microscopisch onderzoek was het niet mogelijk met zekerheid de tegenwoordigheid van *Dilophospora* te bevestigen in of op de gallen. Evenmin gelukte het, de schimmel uit de gallen te kweken. De groote omvang van de gallen en de vele duizenden van aaltjes daarin maken het onmogelijk, de geheele inhoud van de gal onder het microscoop te zien. Door de langzame groei van de schimmel is het eveneens onmogelijk de aanwezigheid van de schimmel aan te toonen door de galinhoud te verdunnen en er cultures van aan te leggen op agar. De talrijke andere schimmels die gewoonlijk op de gallen aanwezig zijn, overgroeien n.l. de cultures lang voordat de *Dilophospora* sporen gaan kiemen.

Alle pogingen, om *Dilophosporavrije* gallen met levende aaltjes uit het buitenland te verkrijgen, waren zonder resultaat, zoodat belangrijke vragen in verband met dit probleem op hun oplossing moeten wachten, totdat zulk materiaal gevonden is.

#### BESTRIJDINGSMIDDELEN.

De natuur van deze ziekte wijst in dit geval zelf de weg aan voor hare bestrijding: de aaltjesziekte te voorkomen, beduidt eveneens bestrijding van de *Dilophosporaziekte*, die, zooals reeds verteld is, alleen voorkomt op aaltjeszieke planten.

Ter bestrijding van de eene zoowel als van de andere van deze ziekten, zijn verschillende chemicaliën aanbevolen, evenals de heetwaterbehandeling. Deze behandelingen zijn niet gemakkelijk toe te passen, terwijl men, wat betreft de *Dilophosporaziekte* er geen ondervinding van heeft.

De volgende bestrijdingsmaatregelen werden gebruikt en kunnen worden aanbevolen voor de bestrijding van de aaltjesziekte.

*Zuiver zaad.*

Zooals algemeen bekend is, is de belangrijkste bron van aaltjes- en dientengevolge ook van *Dilophosporaaantasting*, het zaad. Ter voorkoming van het optreden van beide ziekten is 't dus absoluut noodzakelijk zaad te gebruiken, dat vrij is van aaltjesgallen en afkomstig is van velden, waar de ziekten niet aanwezig waren. Waar dit niet mogelijk is, moet het zaad voor het zaaïen vrijgemaakt worden van aaltjesgallen. MÜLLER (12) gebruikte een 30 % oplossing van keukenzout, of een 37 % oplossing van kaliumchloride (K Cl) om moederkoren af te scheiden. A. G. JOHNSON (9) heeft daarvoor met succes een 20 % keukenzoutoplossing gebruikt. BYARS beveelt dezelfde methode en hetzelfde percentage aan om de aaltjes-gallen uit het tarwezaad te verwijderen. Dit wordt gedaan als volgt: Men maakt eerst een 20 % keukenzoutoplossing (20 K.G. zout in 100 L. water), giet daarna het zieke zaad geleidelijk in deze oplossing, terwijl men tegelijkertijd krachtig roert. De gezonde tarwe en roggekorrels zullen onmiddellijk zinken, terwijl de aaltjesgallen, de lichtere korrels en allerlei onzuiverheden blijven drijven door hun lager soortelijk gewicht. De drijvende gallen en andere bijmengsels worden dan afgeschept en gekookt of verbrand om de aaltjes te doden. Als bij verder roeren van de vloeistof geen gallen meer aan de oppervlakte komen, wordt de oplossing afgetapt (deze kan meermalen gebruikt worden) en het graan direkt in water afgespoeld. Het aldus behandelde graan wordt op den grond of op een zeildoek uitgespreid om te drogen. Dit dient zoo spoedig mogelijk te worden gedaan, om te voorkomen, dat het zaad begint te kiemen. Het afspoelen van het graan met water, moet ook dadelijk worden gedaan, omdat anders de kiemkracht van het zaad achteruitgaat. Met het oog hierop is het raadzaam, om dezelfde verhoudingen te gebruiken van kaliumchloride inplaats van keukenzout, omdat daardoor het zaad niet beschadigd wordt, en de oplossing bovendien na de behandeling weer gebruikt kan worden als meststof. Het is den schrijver gebleken, dat van deze oplossing het soortelijk gewicht voldoende is.

Dat het verwijderen van de gallen uit het zaad de kans op beide ziekten kan verminderen, werd duidelijk aangetoond in een van de proeven van den schrijver. Drie veldjes van 20 M<sup>2</sup> werden bezaaid met uitgezochte tarwe, rogge en gepelde spelt. Deze zaadsoorten werden alle drie gezocht uit een gemengd monster sterk besmet zaad. Deze drie veldjes, waarop dus gallenvrij zaad was gezaaid, waren volkomen vrij van beide ziekten, terwijl een vierde veldje, dat beplant was met het oorspronkelijke monster,

dat uit tarwe, rogge en spelt bestond, zeer sterk door beide ziekten was aangetast.

*Voorbehoedmiddelen.*

Behalve met het zaad kunnen de aaltjes-gallen en de aaltjes op de velden terecht komen met het stroo of de stalmest of ze kunnen ook wel worden overgebracht van verontreinigde velden naar aaltjes-vrije velden of streken door de landbouw-werktuigen of regenwater. Daarom moest verontreinigd graan of stroo niet gebruikt worden voor veevoeder of mest, of de mest van daarmee gevoede dieren moest nooit aangewend worden voor velden, waarop tarwe, rogge of spelt gezaaid zullen worden. Het dient te worden voorkomen, dat regenwater stroomen kan van door aaltjes verontreinigde velden naar aaltjesvrije plaatsen. Diep onderploegen van de stoppels dadelijk na den oogst, vermindert de verspreiding van de ziekte over naburige velden. Daar de lichte aaltjesgallen worden weggeblazen in het stroo gedurende de reiniging, is het zeer wenschelijk, het stroo en kaf na de reiniging nog op dezelfde plaats te verbranden.

*Wisselbouw.*

Niet alle aaltjes, die in den grond aanwezig zijn, bereiken de planten. Deze blijven nog eenigen tijd in den grond leven en hun aantal wordt vermeerderd als bij een volgenden oogst nieuwe gallen op den grond vallen.

Daarom moesten deze velden, tenminste een jaar lang niet beplant worden met vatbare gewassen. De ervaring leert, dat verlenging dezer periode tot twee of drie jaar de ziekte volkomen doet verdwijnen. De larven van *Tylenchus Tritici* kunnen, in tegenstelling met de meeste aaltjes, niet lang in leven blijven in den *vochtigen* grond, en gaan gewoonlijk binnen een jaar dood.

*Instituut voor Phytopathologie,  
Laboratorium voor Mycologie  
en Aardappelonderzoek.*

Wageningen, Juli 1924.

Dr. D. ATANASOFF.

## LITERATUUR.

1. BERKELEY, Gardners chronicle p. 1009. 1862.
2. BESSEY, E. A., Journal of Mycology 12 : 57, 58. 1. fig. 1906.
3. BYARS, L. P., U. S. Dept. of Agr. Farmers' Bulletin 1041, 1919.
4. ———. U. S. Dept. of Agr. Bulletin 842 : 1—40, 6 fig. 6 pl. 1920.
5. DESMAZIÈRES, J. H. H. J., Annales de Sciences naturelles 2de Serie 14 : 5—7, 1840.
6. FRIES, E., Elenchus fungorum 2 : 91. 1823.
7. ———. Summa Veg. Scand. 2 : 419. 1849.
8. FRON, G., Journal d'Agriculture pratique 76 : 1. Sem. 340—342. 2 fig. 1912.
9. JOHNSON, A. G. and VAUGHAN, R. E., Ext. Service, Col. Agr. Univ. of Wisconsin, Circ. 94, 1918.
10. MARCINOWSKI, Kati. Arbeiten K. Biol. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft 7 : 67—116. 1909.
11. MEISNER. Bad. landw. Wochenblatt 1921 : 631. 1921.
12. NOBBE, F., Landw. Versuchsstat. 60 : 315—319. 1904.
13. PAPE, H., Nachrichtenb. deutschen Pflanzenschutzd. 1 : 21—22. 1921.
14. PRILLIEUX, Maladies des plantes agricoles 2 : 215—221.
15. RITZEMA BOS, J., Tijdschrift Plantenz. 8 : 28. 1902.
16. SCHAUER, C., Mikrokosmos 16 : 169—171, 3 fig. 1923.
17. STÖRMER, K., Pr. Blätter Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 2 : 75—78. 1 fig. 1904.









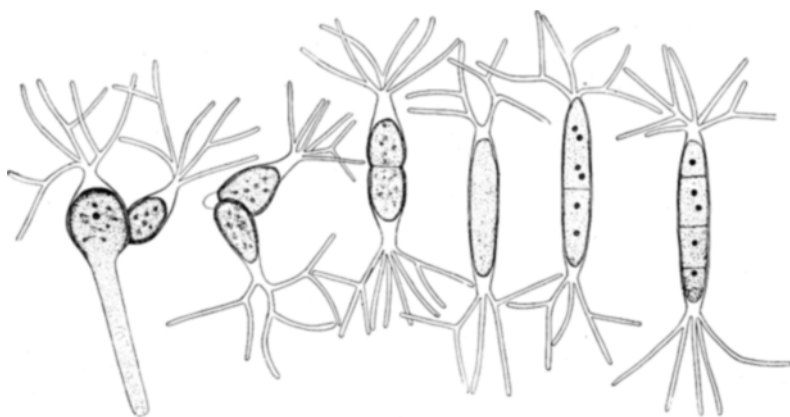


fig. 1

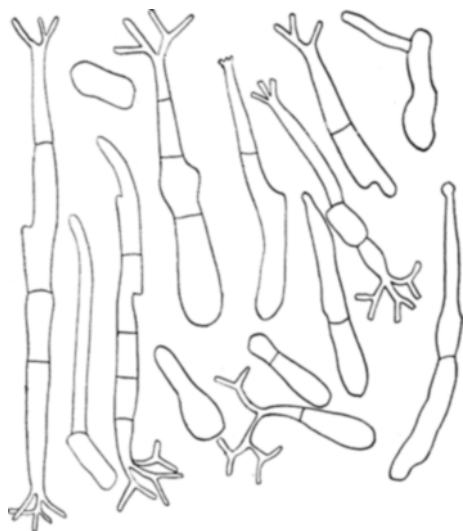


fig. 2

