

INFECTIE VAN LIJNZAAD MET *BOTRYTIS* WAARDERING EN BESTRIJDING ¹⁾

With a summary: Botrytis infection of flax seed – Evaluation and control

DOOR

J. DE TEMPE

Rijksproefstation voor Zaadcontrôle, Wageningen

INLEIDING

Nederland is een der weinige landen, waar de infectie van lijnzaad door *Botrytis cinerea* PERS. ex FR. soms ernstige proporties aanneemt. Elders komt deze schimmel wel in vlas voor, maar veroorzaakt zelden grote schade (COLHOUN, 1944; MACKIE 1940; VAN DER SPEK, 1956). *Botrytis cinerea* is over het algemeen geen uitgesproken parasiet; ook bij vlas veroorzaakt hij vooral schade in het jeugd stadium en in het afrijpings stadium, doch minder in het krachtig groeiende gewas (fig. 1) ²⁾. Voor de schade in het jeugd stadium wordt de zaadinfectie verantwoordelijk gesteld (VAN DER SPEK, 1956). Daar de schimmel overal voorkomt is het onwaarschijnlijk, dat de in het gezaaide zaad aanwezige infectie van invloed is op zijn optreden in het afstervende gewas.

De zaadinfectie doet kiemplanten voor en na het opkomen verdwijnen. Na opkomst van de plantjes kan *Botrytis* onder daarvoor gunstige omstandigheden sterk om zich heen grijpen, zodat een enkel geïnfecteerd zaad een aantal plantjes verloren kan doen gaan, waardoor een opvallende lacune in de rij ontstaat. Op de stengeltjes van de omgevallen plantjes en later bij het wegsmeulen ook op de kiemlobben ziet men de sporendragers van de schimmel.

Sinds vele jaren wordt in het Rijksproefstation voor Zaadcontrôle (R.P.v.Z.) te Wageningen het *Botrytis*-percentage in zaailijnzaad bepaald. In de loop der jaren zijn talrijke proeven genomen, zowel om het verband vast te stellen tussen zaadinfectie en schade te velde als over de bestrijding der ziekte. De sterke *Botrytis*-infectie in vele monsters van de oogst 1957 was aanleiding deze punten opnieuw in studie te nemen.

METHODIEK

De in het R.P.v.Z. voor lijnzaadmonsters gebruikelijke methode van onderzoek is de filtreerpapier-methode. Daarbij worden de zaden ruim uitgelegd op vochtig filtreerpapier. Na zes dagen bij 20°C in een vochtige, donkere kiemkast wordt op de infectie gecontroleerd. De ziektesymptomen kunnen nogal verschillen, zodat voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten ervaring vereist is. Dit is de „vochtige kamer methode”, geschikt gemaakt voor kwantitatief onderzoek.

Een ander diagnostisch principe in de fytopathologie is het uitleggen van plantedelen op steriele agarbodem, gevolgd door determinatie der na enkele dagen uitgroeide schimmelkolonies. Op deze wijze worden voor lijnzaad hogere infectiepercentages gevonden dan met de filtreerpapier-methode. Voor

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 21 juli 1958.

²⁾ Fig. 1 zie pag. 294.

Botrytis in lijnzaad liggen ze ongeveer een derde hoger. Het staat niet vast, welke van beide methoden het best bij de praktijk aansluitende resultaten geeft. In feite hebben wij in het R.P.v.Z. geen keus, want de agarmethode blijkt daar onbruikbaar door het veelvuldig storend optreden van infecties met snelgroeiende schimmels uit de lucht. Ondanks velerlei hulpmiddelen is het niet gelukt die te onderdrukken.

De filtreerpapier-methode blijkt overigens zeer bruikbaar. Dat men de kiemplanten tijdens hun ontwikkeling kan waarnemen, heeft bij onderzoek naar een kiemplantziekte voordelen. Ook geeft gezondheidsonderzoek in filtreerpapiermilieu behalve het infectiepercentage een kiemingspercentage. Indien schimmels aanwezig zijn, die in het kiemplantstadium abnormaliteit kunnen veroorzaken, kan dit kiemingspercentage opgevat worden als een correctie op de „officiële” kiemkracht. De laatste wordt immers bepaald onder vroegtijdige verwijdering van kiemen, waardoor eventuele infecties niet tot hun recht komen.

De filtreerpapier-methode kan worden aangevuld met kas- en veldproeven. De kasproeven worden genomen direct in het tablet, in niet-gesteriliseerde en voor lijnzaad lichte grond (lemig zand). De temperatuur moet liefst omstreeks 15°C zijn. Daar stugheid van de grond in de kasproef geen vermindering van opkomst geeft, kan men bij afwezigheid van ziekte opkomstpercentages van 90 of hoger verwachten. De matige temperatuur en gelijkmatige vochtigheid in de kasproef geven *Botrytis* een goede gelegenheid tot ontwikkeling. Bij sterke infectie van het zaad kan daardoor het aantal plantjes binnen enkele weken na opkomst zeer sterk worden gereduceerd als gevolg van uitbreiding der schimmel in de rijen.

De veldproeven worden met bekende aantallen zaden genomen op zware kleigrond naast het R.P.v.Z., in rijen van 3 meter lengte met 500 zaden per rij. De stugge grond beperkt de opkomst sterk, waardoor onder overigens gunstige omstandigheden een standpercentage van 70 (ten opzichte van het aantal uitgezaaide zaden) zelden wordt overschreden. Bovendien worden daardoor zieke kiemplantjes merendeels al voor opkomst uitgeschakeld, zodat van de infectie weinig te zien komt en het pathogeen weinig gelegenheid heeft zich in het jonge gewas uit te breiden. Daardoor is in deze proeven de invloed van bewust gevarieerde factoren (b.v. het infectiepercentage van het zaaizaad of het gebruik van verschillende fungiciden) beperkt. De invloed van de infectie kan slechts worden bestudeerd door het aantal planten per rij te tellen, wat normaliter gebeurde omstreeks twee maanden na uitzaai. Verschillen zijn vaak onbetrouwbaar vanwege de grote proeffout.

DE ZAADINFECTIE IN VERSCHILLENDE JAREN

Tabel 1 geeft de gemiddelde *Botrytis*-infectie, in het R.P.v.Z. gevonden, voor de export-lijnzaadmonsters in een aantal jaren.

Fig. 2 geeft voor deze oogstjaren het verband tussen infectiepercentage en aantal monsters (omgerekend op 100).

Geen der andere lijnzaadpathogenen komt met een dergelijke frequentie in Nederlands lijnzaad voor. Vandaar dat de *Botrytis*-infectie sinds vele jaren de aandacht heeft gehad.

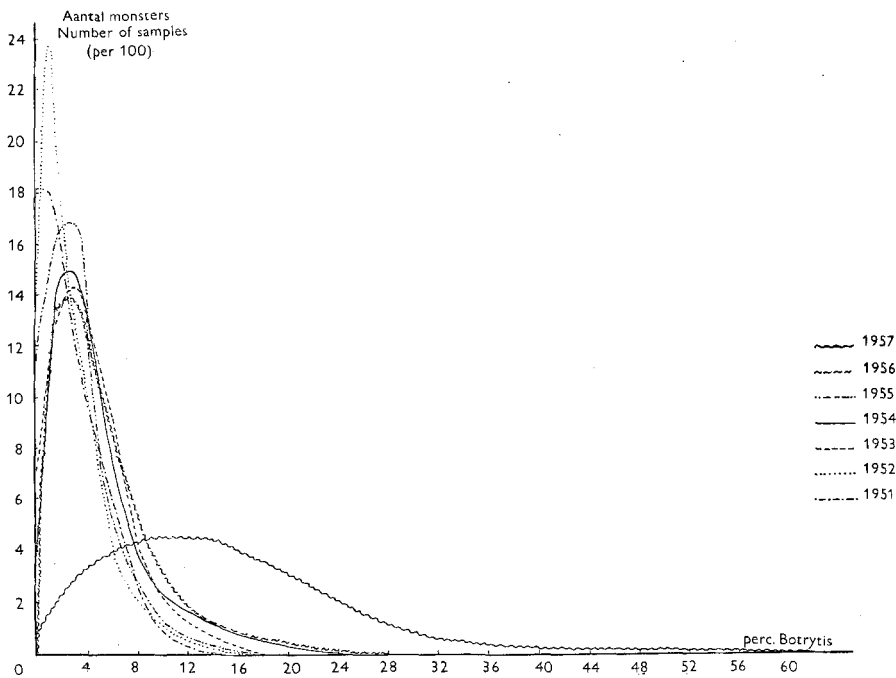


FIG. 2. Infectie van Nederlands lijnzaad met *Botrytis* in verschillende jaren, bepaald volgens de filtreerpapiermethode.

Botrytis infection in Dutch flax seed in different years; blotter test, examined after six days at 20°C in darkness.

TABEL 1. Infectie van Nederlands lijnzaad met *Botrytis* in verschillende jaren, bepaald volgens de filtreerpapier-methode.

Botrytis infection in Dutch flax seed in different years; blotter test, examined after 6 days at 20°C in darkness).

Oogstjaar <i>Year of harvest</i>	Aantal monsters <i>Number of samples</i>	Gemiddeld zicktepercentage <i>Mean percentage of infection</i>
1951	1122	3,1
1952	1336	5,1
1953	1716	4,4
1954	1737	5,1
1955	1574	3,8
1956	1363	4,9
1957	794	14,4

DE INVLOED DER ZAADINFECTIE

Reeds eerder is gepubliceerd over het verband tussen infectiepercentage van het zaaizaad en schade te veld bij deze ziekte. In een in 1953 genomen veldproef werd per procent geïnfecteerd zaaizaad een verlies van 7 % der planten in

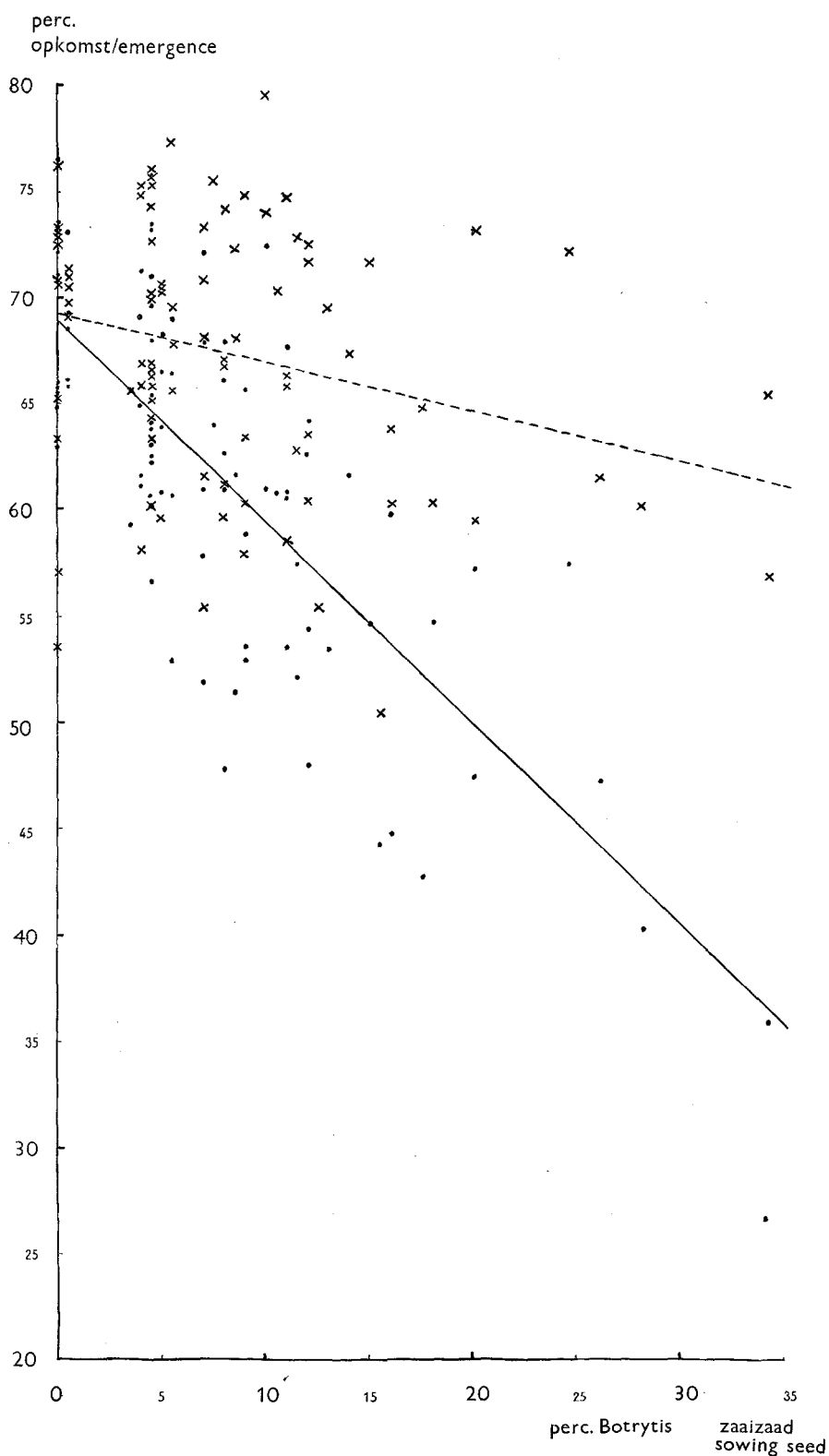


FIG. 3. Infectie van het zaaizaad met *Botrytis* en stand te velde; voorjaar 1957, 94 monsters
 — onbehandeld, - - - - - behandeld met 0,3% TMTD.

Botrytis infection of the sowing seed and field performance; spring 1957, 94 samples in heavy clay soil; counting two months after sowing.

— untreated, - - - - - treated with 0.3% thiram.

het veld gevonden (KOOPMAN & DE TEMPE, 1954). In latere jaren is een dergelijk effect niet meer geconstateerd en vermoedelijk is het dan ook uitzonderlijk te achten. De figuren 3 en 4 geven de invloed van de infectie weer in veldproeven, die genomen werden in het voorjaar van 1957 en 1958 (zaai eind maart, standtelling eind mei).

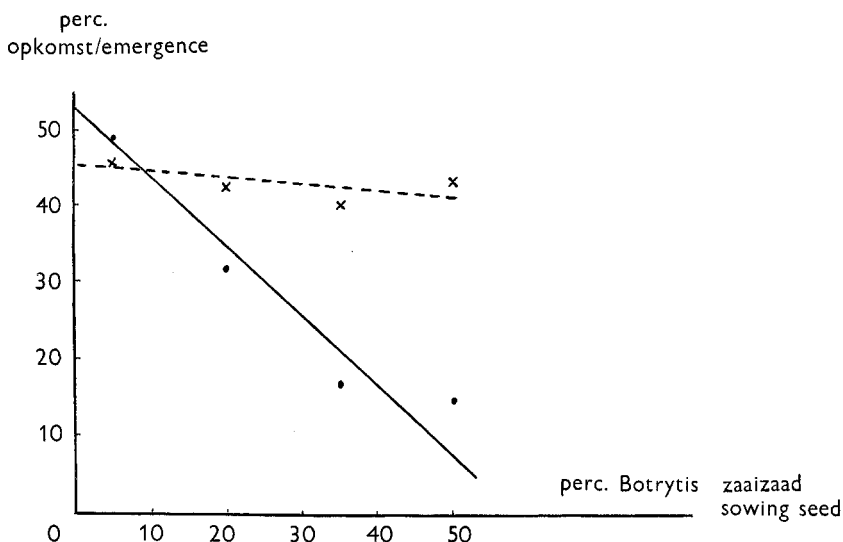


FIG. 4. Infectie van het zaaizaad met *Botrytis* en stand te velde; voorjaar 1958, vier gemengde monsters.

— onbehandeld, - - - - - behandeld met TMTD.

Botrytis infection of the sowing seed and field performance; spring 1958, four mixed samples in heavy clay soil; counting two months after sowing.

— untreated, - - - - - treated with thiram.

In de in voorjaar 1957 genomen proef op zware kleigrond bedroeg de regressiecoëfficiënt voor niet-ontsmet zaad $-0,96$, dat wil zeggen per procent geïnfecteerd zaaizaad werd ongeveer 1 % standvermindering geconstateerd. In 1958 kwam het vrijwel op hetzelfde neer.

Ter vergelijking diene een tweetal in najaar en winter van 1957 met vers zaad genomen kasproeven (fig. 5 en 6). Ook hier was de schade dus ongeveer 1:1.

In het voorjaar van 1958 werd ook uit de praktijk de indruk verkregen, dat de in het gewas door *Botrytis* veroorzaakte schade gewoonlijk meeviel.

Op het Proefbedrijf van de N.A.K. in de Noordoostpolder wordt van alle exportmonsters 40 gram uitgezaaid op een veldje van $1\frac{3}{4}$ m² op lichte kleigrond. Tweemaal werden daar waarnemingen verricht over de door *Botrytis* in het jonge gewas veroorzaakte schade. Toen het gewas ongeveer 15 cm hoog stond (22 mei) werd voor een aantal veldjes de infectie geschat en gewaardeerd met cijfers van 0 (geen ziekte) tot 7 (veel ziekte). In fig. 7 zijn die waarderingcijfers uitgezet tegen de in het laboratorium voor de desbetreffende monsters gevonden infectiepercentages.

Toen het gewas een dag of 10 later omstreeks 20 cm mat en al erg dicht stond,

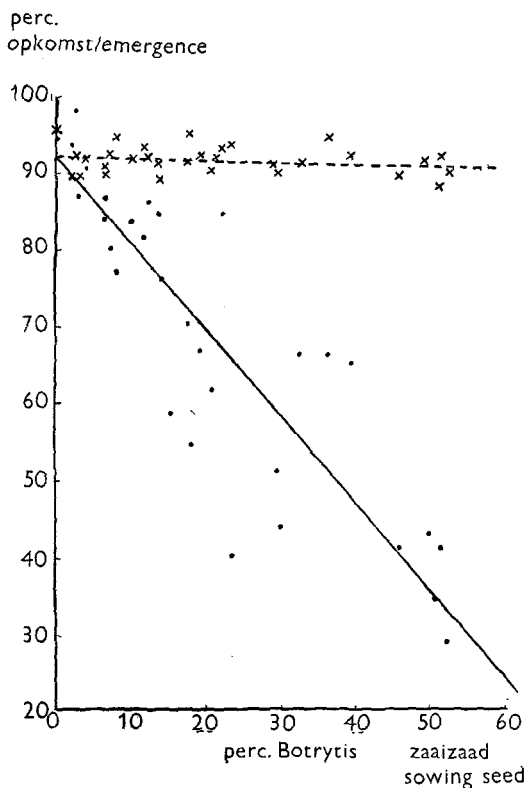


FIG. 5.

Infectie van het zaaizaad met *Botrytis* en opkomst in de kas; herfst 1957, 31 monsters in lemige zandgrond.

— onbehandeld, - - - - behandeld met TMTD.

Botrytis infection of the sowing seed and emergence in the greenhouse; autumn 1957, 31 samples in loamy sand.

— untreated, - - - - treated with thiram.

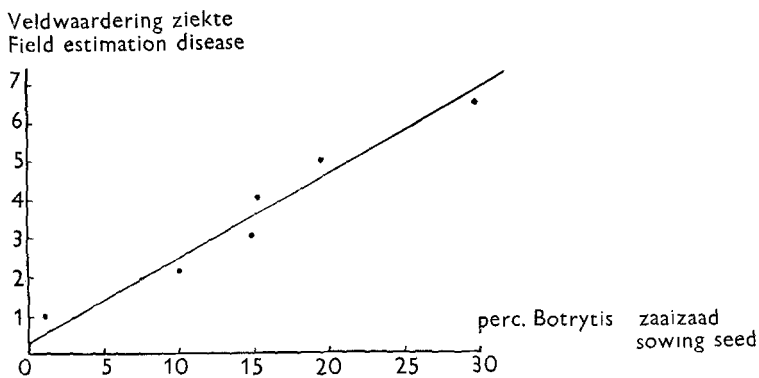


FIG. 7. Veldwaardering en laboratoriumonderzoek op *Botrytis*; voorjaar 1958, 89 monsters op lichte kleigrond.

Field estimation and laboratory evaluation of Botrytis in flax; spring 1958, 89 samples on light clay soil.

werd een tweede steekproef genomen. Het bleek niet meer mogelijk de mate van ziekte met één oogopslag te schatten, zodat wij er toen moesten overgaan het aantal infectiehaardjes per veldje te tellen. De resultaten van de telling zijn in fig. 8 weergegeven.

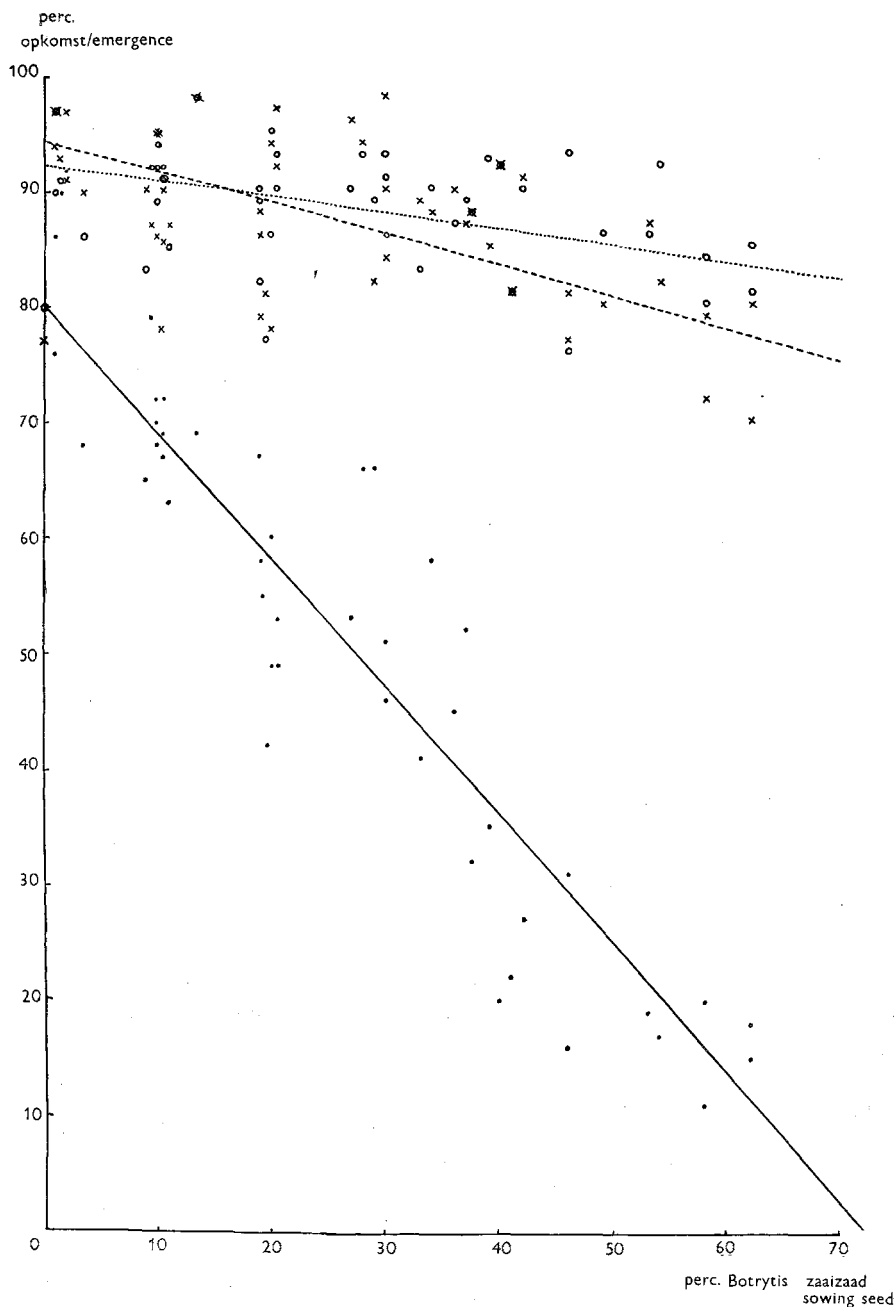


FIG. 6. Infectie van het zaaizaad met *Botrytis* en opkomst in de kas; winter 1957, 48 monsters in lemige zandgrond; eindtelling na twee maanden met tweemaal per week verwijdering der omgevallen kiemplanten.

— onbehandeld, - - - - - behandeld met TMTD, behandeld met TMTD + kwikhoudend middel.

Botrytis infection of the sowing seed and emergence in the greenhouse; winter 1957, 48 samples in loamy sand; final counting two months after sowing with repeated removal of *Botrytis*-infected seedlings.

— untreated, - - - - - treated with thiram, treated with thiram + mercurial.

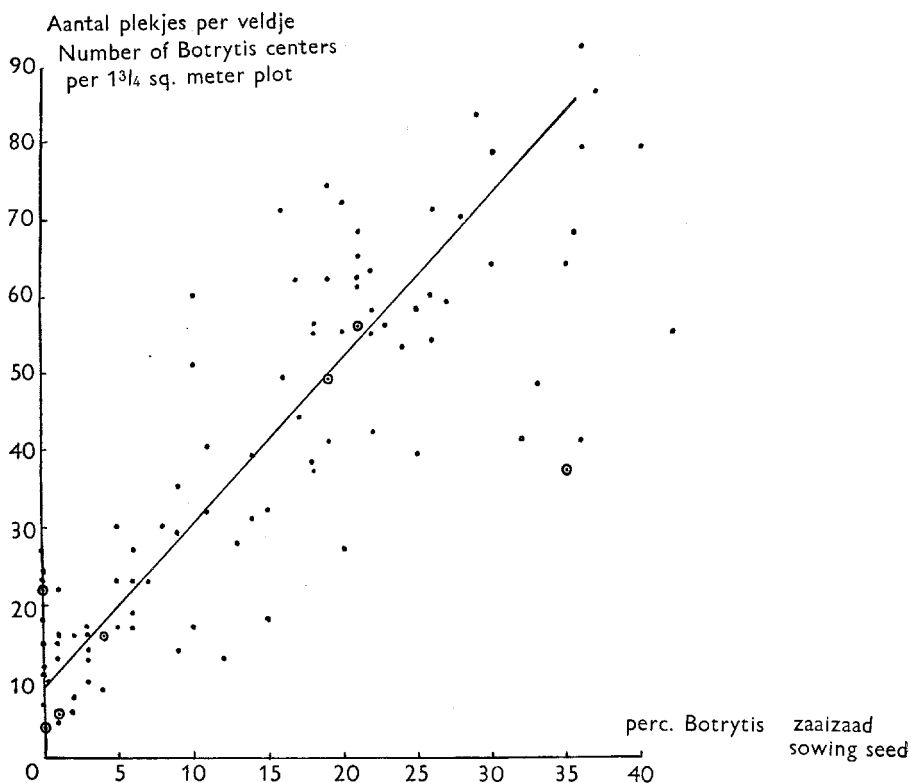


FIG. 8. Veldwaardering en laboratoriumonderzoek op *Botrytis*; voorjaar 1958, 104 monsters op lichte kleigrond.

Field estimation and laboratory evaluation of Botrytis in flax; spring 1958, 104 samples on light clay soil.

De wijze van waardering te velde was in deze beide inspecties dus zeer verschillend, maar beide malen was het verband tussen de mate van ziekte te velde en de laboratoriumwaardering duidelijk. Het spreekt vanzelf, dat de spreiding voor de afzonderlijke monsters hierbij groot is. Immers, de waardering op het oog van de ziekte te velde is onnauwkeurig. Het gewas stond tijdens de inspecties al te hoog en te dicht. Vlak voor de tweede inspectie hadden slagregens het beeld vervaagd. Voorts dient men te bedenken, dat zware infectie van een zaad dikwijls niet resulteert in een infectiehaard in de rij, doordat de kiemplant niet eens boven de grond komt; lichte zaadinfectie kan daardoor schadelijker zijn. Bij hoge infectiepercentages van het zaaizaad overlappen de plekjes in de rij elkaar gemakkelijk; dus wordt de schade te velde relatief groter, naarmate de infectiegraad van het zaad lager is. Vergeleken met de beoordeling te velde, waaraan zoveel bezwaren kleven, is de beoordeling van 4×100 zaden per monster in de filtreerpapier-proef in het laboratorium ongetwijfeld uiterst nauwkeurig te achten.

Een punt van praktisch belang is de bestrijding der infectie door fungicide behandeling van het zaaizaad. Immers, de ziekteontwikkeling te velde vindt nagenoeg alleen hierin haar oorsprong. In verschillende landen worden voor lijnzaad verschillende fungicide behandelingen geprefereerd. In Nieuw-Zeeland geeft men de voorkeur aan TMTD, terwijl organische kwikverbindingen de opkomst verlagen (CRUIKSHANK & JACKS, 1953). In N.-Amerika daarentegen worden deze verbindingen geadviseerd (MACHACEK & BROWN, 1945; REITZ et al., 1947). In W.- en N.W.-Europa werkt men meestal met TMTD (MUSKETT & COLHOUN, 1943; DE TEMPE, 1955) of met mengsels van TMTD en kwikhoudende middelen (KOLK, 1954).

Het is bekend, dat zaadontsmetting tegen *Botrytis* een aanzienlijk effect heeft: 260 ontsmet ontvangen lijnzaadmonsters van de oogst 1957 vertoonden een gemiddelde infectie van slechts 0,7 %. Anderszijds is uit de praktijk bekend, dat ook na uitzaai van behandeld zaad de ziekte in het veld zeer opvallend kan optreden (voorjaar 1958!). Ook uit de figuren 3 tot 5 blijkt, dat geïnfecteerd zaad door fungicide behandeling moeilijk gelijkwaardig te maken is aan gezond zaad: in de veldproef van voorjaar 1957 bedroeg de regressiecoëfficiënt voor het met TMTD behandelde zaad nog $-0,23$, wat wil zeggen, dat 4 % geïnfecteerd zaad na fungicide behandeling toch nog een vermindering in de stand te velde van 1 % ten gevolge had. Dit effect zal vermoedelijk slechts deels veroorzaakt zijn door resterende *Botrytis*, deels ook doordat sterk geïnfecteerde zaadmonsters vaak tevens zwak zijn. Immers, dezelfde ongunstige weersomstandigheden tijdens de rijping en na het trekken, tot aan de droging van het zaad toe, veroorzaken uitbreiding van de infectie en verzwakking van het zaad. Gezond zaaizaad brengt het er dan ook onbehandeld vaak beter af dan ziek zaad na fungicide behandeling. In een kasproef met zaad van 1957 bedroeg de regressiecoëfficiënt voor onbehandeld zaad $-1,12$, en na behandeling met TMTD nog $-0,27$.

Vanouds werd in ons land vooral TMTD voor lijnzaad aanbevolen. In filterpapier-proeven leverde dit middel iets betere resultaten op bij de bestrijding van *Botrytis* dan kwikhoudende middelen. In grondproeven bleek het ook aan infectievrij, maar zwak zaad een betere bescherming te bieden. Binnen de groep der kwikhoudende verbindingen waren de vluchtige beter werkzaam dan de minder vluchtige (VEENENBOS, 1955). In latere jaren werd ook een handelsmengsel van TMTD en organisch kwik in de proeven opgenomen. Over het algemeen bleek dit hetzelfde effect te geven als TMTD alleen (R.P.v.Z.-proeven over de jaren 1952 tot en met 1957). Een enkele maal werkte het mengsel iets beter dan TMTD (veldproef van het Vlasinstituut: AUKEMA, 1956).

De toestand werd in latere jaren gecompliceerd door het optreden van *Ascochyta linicola* NAOUM. & VASS., de oorzaak van de dode harrel. De zaadinfectie door deze schimmel is moeilijker te onderdrukken dan die door *Botrytis*; zelfs de vluchtigste kwikprodukten zijn er verre van afdoend tegen. Dit zou aanleiding kunnen zijn om terug te keren tot het gebruik van TMTD/kwikmengsels, waarvan de TMTD-component zou moeten dienen om zwakke en beschadigde zaden te beschermen en het kwikhoudende deel om eventuele infectie met *Ascochyta* zo goed mogelijk te bestrijden.

Voor het zaad van oogstjaar 1957 behoefde vrijwel alleen rekening te worden

gehouden met *Botrytis*. *Ascochyta* bleek er heel weinig in voor te komen en dorsbeschadiging speelt geen belangrijke rol meer als gevolg van de verbeterde dorsmachinerie (VAN ES, 1955). Wel bleek spoedig, dat de percentages *Botrytis*-infectie dat jaar uitzonderlijk hoog waren en bovendien was de infectie bijzonder moeilijk te bestrijden (VAN DER SPEK, mondelinge mededeling). Men zie hiervoor fig. 9, die de resultaten weergeeft van de filtreerpapier-methode toegepast op een aantal al dan niet met TMTD ontsmette monsters. Naarmate de begininfectie hoger was bleef er na de TMTD-behandeling een groter gedeelte van over.

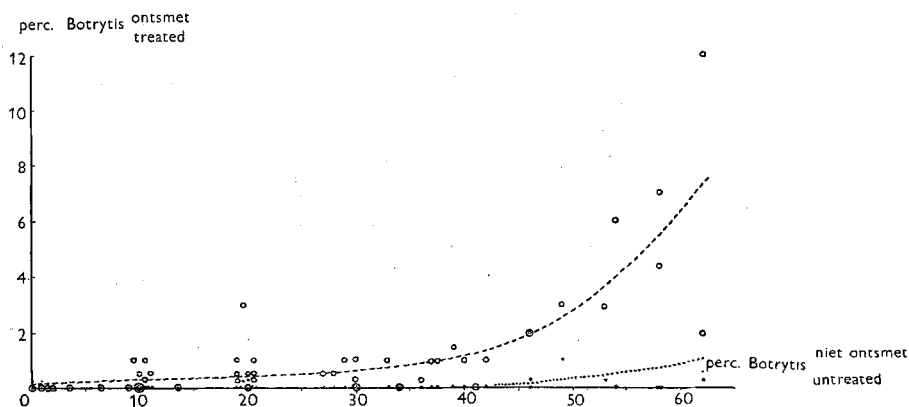


FIG. 9. Invloed van 0,3% TMTD, en van een mengsel van TMTD en een kwikhoudend middel op 47 monsters van met *Botrytis* geïnfecteerd lijnzaad, oogst 1957; filtreerpapier-methode.

----- behandeld met TMTD, behandeld met TMTD + kwikhoudend middel.

Effect of 0.3% thiram and a mixture of thiram and mercurial, respectively, on 47 samples of Botrytis infected flax seed harvest 1957; blotter experiment.

----- treated with thiram, treated with thiram + mercurial.

Blijkbaar hebben de ongunstige omstandigheden tijdens de rijping en na het trekken niet alleen hoge percentages zaadinfectie veroorzaakt, maar ook een abnormaal diep doordringen van de schimmel begunstigd.

Voor dezelfde monsters werd in deze filtreerpapier-proef het resultaat van TMTD-behandeling vergeleken met dat van behandeling met een handelsmengsel van TMTD en een kwikhoudende verbinding (tabel 2).

TABEL 2. Invloed van TMTD, resp. een handelsmengsel van TMTD en kwikhoudend middel op *Botrytis* in lijnzaad (filtreerpapier-proef).

Effect of thiram and commercial thiram-mercury mixture on the Botrytis infection of flax seed (47 samples, blotter test).

Onbehandeld/untreated	gemiddeld/average	16,5%
0,3% TMTD/thiram	gemiddeld/average	1,5%
0,3 TMTD + kwik/thiram + merc.	gemiddeld/average	0,06%

Het mengsel is dus in deze laboratoriumproef duidelijk superieur.

Bovendien werden dezelfde monsters gebruikt voor een uitgebreide kasproef, die twee maanden werd aangehouden, terwijl de door *Botrytis* of door onbe-

kende oorzaak te gronde gaande kiemplanten enkele malen per week werden verwijderd om secundaire uitbreiding van infecties te beperken (tabel 3).

TABEL 3. Invloed van TMTD resp. een handelsmengsel van TMTD en kwikhoudend middel op *Botrytis* in lijnzaad (kasproef).

Effect of thiram and commercial thiram-mercury mixture on the Botrytis infection of flax seed (47 samples, greenhouse experiment in loamy sand at about 15° C, finished after two months with repeated removal of damping-off seedlings).

	Onbehandeld <i>non-treated</i> %	TMTD <i>thiram</i> %	TMTD/kwik <i>thiram/mercury</i> %
Zaailingen, aangetast door <i>Botrytis</i> <i>Seedlings affected by Botrytis</i>	16,7	1,3	0,4
Zaailingen, uitgevallen door onbekende oorzaak <i>Seedlings affected by undetermined damping-off</i>	6,8	1,1	0,9
Eindstand/ <i>Ultimate counting</i> :			
gezond/ <i>healthy</i>	21,5	72,6	72,1
licht ziek/ <i>slightly diseased</i>	21,9	14,6	16,2
	+ —————	+ —————	+ —————
Doorgroeïend/ <i>Total growing-on</i> .	43,4	87,2	88,3
Verband tussen de resultaten van laboratorium- en veldproeven: <i>Relation between the results of laboratory and field experiments:</i>			
Regressiecoëfficiënt/ <i>Regression</i> . .	-1,12	-0,28	-0,10
Correlatie/ <i>Correlation</i>	-0,91	-0,53	-0,37

De lichte ziekte in de eindtelling wordt vermoedelijk veroorzaakt door grondschimmels. De som van de percentages in de drie kolommen is kleiner dan 100, doordat wat niet opkomt aan waarneming ontsnapt.

Tegen het wegvallen van kiemplanten na opkomst – hetzij veroorzaakt door *Botrytis*, hetzij door onbekende oorzaak – lijkt het mengmiddel iets effectiever; voor de eindstand lijkt het iets gunstiger (zie fig. 6: regressie ten opzichte van de zaadinfectie na TMTD-behandeling -0,28, na TMTD/kwikbehandeling slechts -0,10). Omdat men zich in de praktijk natuurlijk niet bezig kan houden met periodieke verwijdering van aangetaste plantjes moet men uit deze proef concluderen dat over het geheel genomen ook in grond het mengsel van TMTD en het kwikhoudende middel duidelijk beter heeft voldaan dan TMTD alleen, hoewel bij lichte infectie TMTD iets beter lijkt. Vandaar dat het R.P.v.Z. afgelopen winter aan handelaars en telers geadviseerd heeft bij voorkeur een dergelijk handelsmengsel voor lijnzaad te gebruiken.

In het voorjaar van 1958 werd ook een veldproef genomen met een viertal mengmonsters van verschillend infectieniveau en een negental fungicide behandelingen naast de onbehandelde objecten. Eind maart werden per monster per behandeling 12 rijtjes à 500 zaden in zware kleigrond uitgezaaid. De standtelling vond eind mei plaats (tabel 4).

De opkomst was gering, wat de fout der bepaling groot maakt. TMTD en het mengsel van TMTD en kwikhoudend middel noteerden beide $43\frac{1}{2}\%$. Hierbij moet in het oog gehouden worden, dat de omstandigheden der proef ongunstig waren voor uitbreiding der ziekte in het gewas, zodat de iets betere desinfecterende werking van het mengsel niet goed tot uiting kon komen. Een tweetal vluchtige kwikmiddelen bereikte evenwel een hoger peil, vooral een nog niet in de handel gebracht poedervormig middel. De betere resultaten met vluchtige kwikmiddelen zijn dit voorjaar door de praktijk bevestigd. De overige objecten der proef zijn niet in tabel 4 opgenomen, omdat ze minder interessante resultaten gegeven hebben.

TABEL 4. Fungicidenproef met lijnzaad, besmet met *Botrytis*, in het veld (voorjaar 1958).

Seed dressing experiment with Botrytis-infected flax in the field (spring 1958. Dosage 0.3% 12 × 500 seeds per sample/treatment sown the end of March in heavy clay. Final counting the end of May).

	Opkomst van monster met: <i>Emergence of sample with:</i>				Gemiddelde opkomst <i>Average emergence</i>
	5 % Botr.	20 % Botr.	35 % Botr.	50 % Botr.	
Onbehandeld/ <i>untreated</i>	48½ %	31½ %	16½ %	14½ %	27½ ± ¾ %
TMTD/ <i>thiram</i>	45½ %	42½ %	40 %	43 %	43½ ± 1½ %
TMTD + kwik/ <i>thiram</i> + <i>mercury</i>	48½ %	45 %	37½ %	43 %	43½ ± 1½ %
Vloeibaar kwikhoudend ontsmettingsmiddel	43 %	46½ %	45½ %	49½ %	46 ± 1½ %
<i>fluid mercurial seed dressing</i>					
Vluchtig org. kwikhoudend middel (poeder)	51 %	48½ %	46½ %	46 %	48 ± 1 %
<i>volatile org. merc. seed dressing (dust)</i>					

BESPREKING

De *Botrytis*-infectie van lijnzaad is in verschillende jaren meer of minder sterk. Afhankelijk van de omstandigheden te velde kan een bepaald percentage geïnfecteerd zaad bovendien een zeer uiteenlopende mate van ziekte ten gevolge hebben. In de meeste jaren is de zaadinfectie gemiddeld niet sterk, al worden doorgaans wel enkele monsters aangetroffen met hoge infectiepercentages. In de oogst 1957 lag het gemiddelde uitzonderlijk hoog en hoge tot zeer hoge infectiepercentages kwamen veelvuldig voor.

Sinds een aantal jaren heeft het R.P.v.Z. veldproeven op zware kleigrond genomen ter bepaling van de invloed van de zaadinfectie en ter vergelijking van verschillende fungiciden voor bestrijding ervan. Omdat in deze veldproeven van ziektesymptomen weinig te zien is, waarschijnlijk doordat als gevolg van de moeilijke opkomst in de stugge grond geïnfecteerde kiemplanten in de regel niet opkomen, moet hierbij worden volstaan met vaststelling van de invloed der zaadinfectie op de stand van het gewas (d.w.z. het aantal planten per 100 gezaaide zaden bij telling ongeveer twee maanden na het uitzaaien). Daarbij werd in de veldproeven van de laatste jaren per procent geïnfecteerd zaaizaad ongeveer 1 % standsvermindering gevonden. Hetzelfde werd geconstateerd in een kasproef, waarbij de opkomst werd bepaald twee weken na het uitzaaien.

De omstandigheden in de kasproef (lemige zandgrond, temperatuur omstreeks 15°, gelijkmatige vochtigheid) zijn veel gunstiger voor de opkomst, maar blijkbaar ook voor pathogene activiteit, zodat wat dit laatste betreft in twee weken ongeveer eenzelfde effect wordt bereikt als te velde in twee maanden.

In de Noordoostpolder op lichte klei werd eveneens een duidelijk verband tussen ziektepercentage van het zaaizaad en ziekteontwikkeling in het veld geconstateerd. Men mag dan ook wel aannemen, dat *Botrytis* de belangrijkste opkomst- en standbeperkende factor is in lijnzaad.

Wat de bestrijding betreft werd in Nederland de laatste jaren de voorkeur gegeven aan TMTD, omdat in filtreerpapierproeven zowel als in grond bleek, dat *Botrytis* zich er iets beter door liet onderdrukken dan door organische kwikmiddelen. Van de laatste voldeden de minder vluchtige het slechtst. Bovendien bleek TMTD de voorkeur te verdienen ter bescherming van zwakke en beschadigde zaden tegen grondschilden.

De werking van TMTD tegen *Botrytis* berust echter niet op het doden van de schimmel vóór het uitzaaien, maar op bescherming van de kiem tegen infectie, voortkomende uit de eigen zaadhuide. Waarschijnlijk groeit de schimmel na het zaaien over de zaadhuide naar de kiem en wordt daarbij gestuit door het fungicide.

Aangezien TMTD als gevolg van zijn zeer geringe oplosbaarheid en vluchtigheid niet snel na het uitzaaien verdwijnt (SAMRA, 1956) geeft het de kiemplant goede gelegenheid om aan de infectie te ontkomen. Kwikmiddelen verdwijnen spoedig na het uitzaaien en als ze er te voren niet in zijn geslaagd de schimmel door hun vluchtigheid te bereiken en hem te doden, dan kan deze daarna alsnog pathogeen optreden.

Niettemin werd reeds vroeger geconstateerd, dat geïnfecteerd zaad door TMTD-behandeling niet gelijkwaardig is te maken aan gezond zaad. Vermoedelijk is zwaar geïnfecteerd zaad dikwijls tevens zwak en is het fungicide niet in staat beide tekorten geheel op te heffen. Dit jaar (oogst 1957) werd voor het eerst geconstateerd, dat de bestrijding van *Botrytis* met TMTD vooral bij sterk geïnfecteerde monsters onvoldoende was. Van hoge infectiepercentages bleef na behandeling met TMTD een groter gedeelte over dan van lage beginpercentages. Mengsel van TMTD en een kwikhoudend middel bleek in filtreerpapier en in grondproeven een betere bestrijding te bewerkstelligen dan TMTD alleen, wat evenmin in vroegere jaren het geval was. Uit een veldproef van het R.P.v.Z. zowel als uit proeven van onderzoekers elders in het land, bleek bovendien, dat vluchtige kwikmiddelen in het voorjaar van 1958 een nog beter resultaat hadden.

Vermoedelijk was dit jaar de *Botrytis*-infectie vanwege het vochtige weer tijdens de rijping en na het trekken diep in de zaadhuide doorgedrongen, vooral bij partijen met hoge infectiepercentages. Men mag misschien veronderstellen, dat de schimmel soms na het uitzaaien de kiem kon bereiken door de zaadhuide heen zodat hij aan het fungicide op de zaadhuide kon ontsnappen, of dat de dieper zetelende schimmel soms zo langzaam te voorschijn kwam, dat het fungicide inmiddels verdwenen was. In dergelijke gevallen is misschien met vluchtige kwikverbindingen meer te bereiken vanwege hun doordringende en sterk dodende werking, vooral als het zaad overigens niet zwak is en dus weinig bescherming tegen grondschilden nodig heeft (dorsbeschadiging als oorzaak van zwakte speelt geen belangrijke rol meer).

Men adviseert in verschillende landen fungiciden van verschillend type voor

behandeling van lijnzaad. Dit wijst erop, dat men ervaringen van elders niet klakkeloos op Nederlandse omstandigheden kan toepassen. Voor de oogst 1957 werd nu geconstateerd, dat niet TMTD het beste werkte, maar dat een mengsel van TMTD en kwikhoudend middel een gunstiger effect had en dat vermoedelijk met vluchtige kwikverbindingen nog meer te bereiken was. Men komt dus nu tot andere conclusies dan in vroegere jaren en dat wijst op de wenselijkheid met deze zaadsoort elk jaar opnieuw fungicidenproeven te nemen, liefst reeds een veldproef in het najaar, zodat een eventueel afwijkend gedrag tijdig wordt opgemerkt en het in adviezen aan de praktijk kan worden verwerkt.

SAMENVATTING

In fig. 2 wordt de infectie van lijnzaadmonsters met *Botrytis cinerea* voor verschillende jaren weergegeven, waarbij men ziet, dat deze voor het oogstjaar 1957 uitzonderlijk sterk was. Dit was aanleiding de door de ziekte veroorzaakte schade opnieuw te waarderen. Fig. 3 en 4 geven de invloed der zaadinfectie op de stand te velde weer (standpercentages bepaald twee maanden na het uitzaaïen) en fig. 5 en 6 de invloed op de opkomst in kasproeven (opkomstpercentages bepaald twee weken na het uitzaaïen). De schade was dus onder de omstandigheden van deze proeven veel minder dan vroeger wel eens werd geconstateerd.

Beoordeling van controleveldjes op het Proefbedrijf van de N.A.K. in de Noordoostpolder toonde aan, dat in het voorjaar van 1958 de ziekteontwikkeling daar niet zo sterk was als werd gevreesd (fig. 7 en 8). Er werd ook in 1958 een duidelijk verband geconstateerd tussen de zaadinfectie enerzijds en de stand te velde respectievelijk de ziekteontwikkeling te velde anderzijds (fig. 4, 7 en 8).

Uit fig. 3 tot 6 blijkt, dat de in ons land voor lijnzaad vanouds gepropageerde TMTD-behandeling niet ten volle bevredigt. Fig. 9 geeft de invloed weer van TMTD-behandeling op zaad van verschillende infectiegraad. Men ziet, dat bij hoge infectiepercentages het effect relatief minder is.

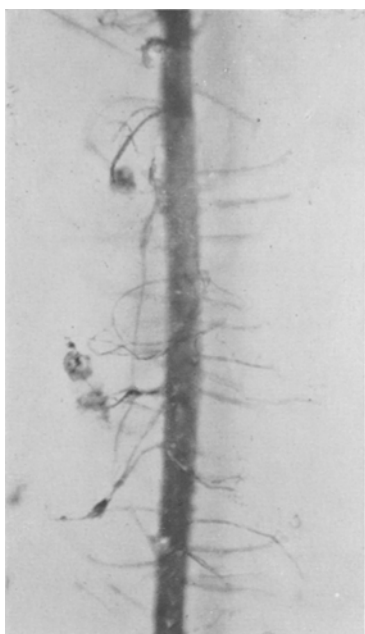
In een zorgvuldige vergelijking van TMTD met een handelsmengsel van TMTD en een kwikverbinding bleek, dat zowel in filtreerpapiermilieu (tabel 2) als in een kasproef (tabel 3 en fig. 6) het mengsel iets gunstiger werkt dan TMTD alleen. In de veldproef van voorjaar 1958 werd dat verschil in werking niet geconstateerd, maar wel bleken vluchtige kwikverbindingen daarin iets hogere standpercentages te geven dan TMTD of het mengsel.

SUMMARY

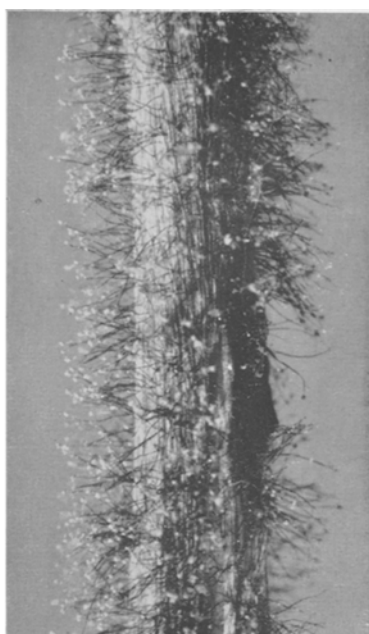
In this paper infection of flax with *Botrytis cinerea* is discussed, especially in connection with the high infection percentages found in seed samples of the 1957 harvest (table 1 and fig. 2).

The injury caused in flax by this pathogen is mainly restricted to the seedling stage and the ripening stage. Weather circumstances, normally prevailing in spring in Holland, may be very congenial to the fungus, so that it behaves as an active parasite on the young flax plant, not only killing seedlings from infected seeds but readily spreading to adjacent seedlings and frequently killing rows of plantlets.

Normally *Botrytis* infection of flax seed is evaluated in the Dutch seed testing



A



B



C

FIG. 1. *Botrytis cinerea* op vlas. A. Stengelbasis van een kiemplant. B. Stengel. C. Vrucht.
Botrytis cinerea on flax. A. Stem base of seedling. B. Stem. C. Fruit.

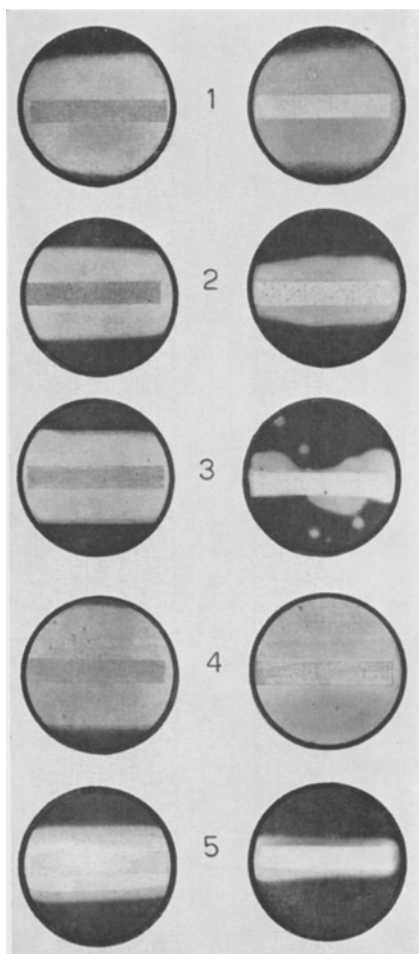


FIG. 2. Onderzoek naar de werkzaamheid van enige zaadontsmettingsmiddelen.

Evaluation of some commercial seed dressings.

Links, integrale werking. *At the left, integral action.*

Rechts, dampwerking. *At the right, vapour action.*

1. AAgano '48 dust

2. Ceresan-new dust

3. AAmertam dust

4. AAgano-nat steep

5. Ceresan-nat steep

station in a blotter test, finished after 6 days at 20° in a dark germinator. With this method infection percentages are found that are somewhat lower than those that may be obtained by planting non-sterilized seeds on nutrition agar. However, the latter method cannot be used in the Dutch station because of contamination of Petri dishes by quickly growing saprophytological fungi from the air, that remain annoying notwithstanding all measures tried to eradicate them.

Fig. 3, 4, 5 and 6 represent the relation between seed-borne infection and field performance (number of plants per 100 seeds sown determined two months after sowing) or greenhouse performance (emergence percentage determined two weeks after sowing, or after two months with repeated removal of *Botrytis*-infected seedlings). In the 1957 and 1958 field trials in heavy clay soil, however, emphasis lay on pre-emergence damping-off and secondary spread of the fungus was of little consequence. This explains why greenhouse experiments, where secondary spread of the fungus is prevented, can give comparable results, especially when other defects of the sowing-seed are of little importance.

Rough estimations of the degree of disease on light sea silt in the plots of the experimental farm of the Inspection Service for Seeds of Field Crops and Seed Potatoes (N.A.K.) also indicated a reasonable agreement between laboratory investigation results and field performance in this respect (fig. 7 and 8).

In addition control of seed-borne infection by fungicidal treatment was studied again. For flax seed different fungicides are advised in different parts of the world, which may bear relation to difference in flax varieties used, in pathogens or other defects of the seed, and in outward circumstances. In the Netherlands in the last years thiram has proved its superiority, both for controlling *Botrytis* and for emergence and ultimate stand. Mercurial compounds were less satisfactory and especially low-volatility mercurials were found to be inferior.

Thiram does not kill seed-borne *Botrytis* before sowing, but apparently it protects the seedling against invasion by the pathogen from its own seed-coat and does so very effectively in relation with its slow disappearance after sowing. In this way the result of thiram can be better even than that of volatile mercurials, which neither succeed in killing the seed-borne fungus completely and which disappear quickly after sowing.

Yet also after thiram treatment disease control is usually not quite satisfactory (fig. 3, 4, 5 and 6) and – in relation with the dense sowing – traces of infection left after treatment may become destructive in the field when circumstances are congenial for disease development. Now with seed of the 1957 harvest the results of thiram treatment of slightly and severely infected samples were compared (fig. 9). The relationship between the infection percentage appearing before and after treatment is not proportional: after treatment of high infection percentages a relatively greater part remains. Apparently high infection percentages coincide with a deeper penetration of the fungus into the seed-coat.

Some experiments in the past suggested the usefulness of a commercial thiram/mercury mixture (containing a mercury compound of low volatility) for flax seed treatment, whereas also the eventual presence of *Ascochyta linicola* may make the use of mercury beside thiram desirable. Therefore this year thiram and thiram/mercury mixture were compared in a blotter experiment, a greenhouse experiment and in the field. Contrary to the experience of many

years this year both blotter and greenhouse experiments indicated a slight superiority of the mixture. In the field experiment stands were the same after thiram or thiram/mercury mixture treatment but under the prevailing circumstances volatile mercurials gave stand percentages of a slightly higher level. The latter fact is confirmed by observations of others concerning disease development in the field after different seed treatments.

Clearly the *Botrytis* infection of flax seed in the 1957 harvest behaved somewhat abnormal. Whereas normally thiram was superior for flax seed treatment in Holland this year mercurial treatment gave better results, at least with high volatility mercurials. This emphasizes the desirability of making fungicide experiments in the field every year again, if possible in autumn, in order to be able to give advice before normal sowing-time.

LITERATUUR

- AUKEMA, J. J., - 1956. Enkele gegevens over de ontsmetting van zaailijnzaad. Meded. NAK 13: 87; Zaadbelangen 10:265.
- VAN ES, A., - 1955. Threshing injury in linseed. Rep. I. Int. Flax Res. Congr., Wageningen: 101-106.
- COLHOUN, J., - 1944. Grey mould, *Botrytis cinerea*, of flax. Nature 153:25-26.
- CRUICKSHANK, I. A. M. & H. JACKS, - 1953. Effect of seed treatments on emergence of linseed and linen flax. New Zealand J. Sci. Technol. A, 35:33-38.
- KOLK, H., - 1954. Fungus diseases in flax seed and the value of chemical treatments for controlling them. Medd. Statens centr. Frøkongr. 29:47-61.
- KOOPMAN, M. J. F. & J. DE TEMPE, - 1954. Comparison of laboratory evaluation of field performance of flax seed. Proc. intern. Seed Testing Ass. 19:24-31.
- MACHACEK, J. E. & A. M. BROWN, - 1945. Threshing injury to flax seed in Canada. Sci. Agr. 25:601-625.
- MACKIE, W. W., - 1940. *Botrytis cinerea* in Californian flax fields. Pl.Dis. Rep. 24:214-215.
- MUSKETT, A. E. & J. COLHOUN, - 1943. The prevention of seed-borne diseases of flax by seed disinfection. Ann. appl. Biol. 30:7-18.
- REITZ, L. P., E. D. HANSING, F. E. DAVIDSON & A. E. DECKER - 1947. Viability and seed treatment of flax. J. Am. Soc. Agron. 39:959-970.
- SAMRA, A. S., - 1956. Relative value and mode of action of some fungicides used as seed disinfectants and protectants. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen 56:1-51.
- SPEK, J. VAN DER, - 1956. Kiemplantinfectie door *Botrytis* bij vlas. (Ref.). T.Pl.ziekten 62: 28-29.
- SPEK, J. VAN DER, - 1957. De invloed der uitwendige omstandigheden op het effect van de ontsmetting van lijnzaad. Meded. Landbouwhogeschool Gent 22:535-545.
- DE TEMPE, J., - 1955. Fungicide treatment of flax seed. Rep. I. Int. Flax Res. Congr., Wageningen: 90-93.
- VEENENBOS, J. A. J., - 1955. Seed treatment of flax. Rep. I. Int. Flax Res. Congr. Wageningen: 87-89.