

DE BESTRIJDING VAN *BOTRYTIS* IN LIJNZAAD¹

With a summary: Control of Botrytis infection of flax seed

DOOR

J. VAN DER SPEK

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.), Wageningen

INLEIDING

Het lijnzaad, dat in Nederland voortgebracht wordt, is elk jaar in meerdere of mindere mate met *Botrytis cinerea* PERS. ex FR. geïnfecteerd (DE TEMPE, 1958). Dit moet toegeschreven worden aan vochtig weer tijdens de afrijping en/of de oogst.

Bij de grauwe schimmel van vlas zijn twee fasen te onderscheiden (VAN DER SPEK, 1956 en 1957b), nl. de jeugdaantasting en de aantasting van de oudere plant. De aantasting van de oudere plant wordt in de hand gewerkt door een te dichte stand en door legeren van het vlas. Het laatstgenoemde treedt bij de Nederlandse rassen met stevig stro vooral op bij een geil gewas als gevolg van een verkeerde bemesting. Daarnaast zijn de dikke bossen, die tegenwoordig door de plukschouwen worden gemaakt, volgens praktijkwaarnemingen erg bevorderlijk voor het optreden van de grauwe schimmel. Al is het gewas voor het plukken droog, toch voelt het kort daarna in een dikke bos al klam aan. Zelfs kan bij slecht schelven nog een uitbreiding van de ziekte in de schelf worden waargenomen. Tenslotte bevordert een hoge ondervrucht, die onvermijdelijk gedeeltelijk wordt meegeplukt, dit ook nog.

Hieruit blijkt, dat door cultuurmaatregelen het optreden van de ziekte in belangrijke mate kan worden beperkt. Als zodanig kunnen genoemd worden: een juiste bemesting, niet te dik zaaien, een korte ondervrucht, bij het oogsten niet te dikke bossen maken en zorgvuldig schelven. Kunstmatig drogen na het plukken zou uitkomst kunnen bieden. Al deze maatregelen dienen om het gewas zo droog mogelijk te houden. Hierdoor krijgen de sporen van *Botrytis*, die overal aanwezig zijn, niet de kans een kiembuis te vormen, welke de plant en eveneens het zaad kan infecteren.

Uit een oriënterend onderzoek bleek, dat de sporen van deze schimmel, los van hun dragers, lange tijd hun vermogen om te ontkiemen kunnen behouden. Na een bewaring in het schemerdonker in gesloten petrischalen bij een temperatuurtraject van 2,5° tot 32°C en een vrij hoge relatieve luchtvochtigheid (circa 75%) bleken de sporen bij enting op een voedingsbodem zelfs na 60 dagen nog te kiemen. De ontkieming vindt echter sneller en in sterkere mate plaats, als de sporen direct van hun dragers naar de voedingsagar worden overgebracht. Het tegengestelde is het geval, naarmate zij langer los van hun dragers worden bewaard.

De aanwezigheid van water is een eerste vereiste voor de ontkieming van een spore. Elk gewas is wel met sporen van *Botrytis* besmet. Deze zullen, als er enige tijd tussen het loslaten van de drager en de infectie ligt, door hun tragere ontkieming alleen een aantasting kunnen verwekken, indien het gewas lang nat

¹ Aangenomen voor publikatie 11 februari 1960.

blijft. Een trage ontkieming kan met name plaats vinden als de sporen van elders zijn komen aanwaaïen. Bovendien vindt bij lagere temperatuur een tragere ontkieming plaats dan bij hogere, zodat het gewas bij lagere temperatuur langer nat moet blijven voor een geslaagde infectie. Een redelijk goede sporenkieming vindt pas van 15°C af plaats; het optimum ligt bij ongeveer 24°C. Vandaar, dat een sterk legerend gewas, dat nauwelijks meer opdroogt en waarin de temperatuur aanhoudend gunstig is, altijd door de grauwe schimmel wordt aangetast.

Onder bepaalde omstandigheden kan de grauwe schimmel, die met het zaad overgaat, in het jeugd stadium het eerste inoculum leveren voor een aantasting in het oudere groeistadium van de plant.

Dit inoculum kan, als de infectie onmiddellijk op de besmetting volgt, in wezen gevaarlijker zijn dan de sporen die van elders komen aanwaaïen. De oorzaak hiervan ligt in de snelle ontkieming van de sporen als gevolg van de korte tijdsduur tussen het loslaten van de drager en de besmetting. Bovendien kan de sporendichtheid in het gewas hierbij plaatselijk veel groter zijn dan in de lucht buiten het gewas.

Van de planten, die op het ogenblik van de verspreiding van deze sporen krachtig groeien, worden echter vrijwel alleen – en dan nog vrij sporadisch – de inmiddels afstervende kiembladjes geïnfecteerd. Deze infectie veroorzaakt een basale stengelaantasting. De sporen die hierop ontstaan, zorgen voor een verdere uitbreiding van de ziekte van omstreeks de bloei af.

Het uitzaaien van geïnfecteerd zaad kan in de eerste plaats een holle stand tot gevolg hebben. Toch is het ook vanwege de kans op infectie van het oudere gewas wenselijk zo gezond mogelijke partijen voor zaaizaad te bestemmen. Bovendien moeten de omstandigheden, die het optreden van deze jeugd ziekte bevorderen, als een slechte structuur van de grond, te dik en onregelmatig zaaien, vermeden worden.

Door de regenachtige zomers, die het Nederlandse klimaat kenmerken, zal de infectie van het zaad met *Botrytis* wel niet geheel uitgebannen kunnen worden. Het is dus wenselijk een (zaad)behandeling te vinden, waardoor deze parasiet in het zaad onder alle omstandigheden volledig bestreden kan worden.

Verschillende instituten in Wageningen houden zich met de behandeling van lijnzaad met chemische middelen bezig. Daarbij beperken deze instellingen zich voornamelijk tot het jaarlijks vaststellen van het effect van de verschillende type-middelen en merken. Bij het door schrijver uitgevoerde onderzoek lag het accent meer in het zoeken naar nieuwe wegen of naar nieuwe fungiciden bij het bestrijden van *Botrytis* in het zaad.

MATERIAAL EN METHODIEK

Er werden zowel kas- als veldproeven uitgevoerd. De dosering van de zaadontsmettingsmiddelen is in de gepubliceerde resultaten 3 g of 3 ml per kg zaad.

Bij de kasproeven (tabel 1 en 2) werden 4×100 zaden in een vierkantsverband van 1,5 cm uitgezaaid in een gestoomd mengsel van rivierklei en humushoudende zandgrond in de verhouding 1 op 1. Bij de kasproef, waarvan de resultaten in tabel 4 zijn vermeld, werden 52 niet en 52 wel min of meer duidelijk rood gekleurde zaden gezaaid.

In de veldproef (tabel 3) is ongeveer 140 kg zaad per ha machinaal gezaaid met een afstand van 8 cm tussen de rijen.

TABEL 1. Effect van ontsmetting, gevolgd door bewaring van lijnzaad.
Effect of disinfection, followed by storage of linseed.

Zaadbehandeling <i>Seed treatment</i>	Actieve stof <i>Active ingredient</i>	Duur van bewaring in dagen (12°C) ¹ <i>Length of storage in days</i>	Percentage opgekomen planten <i>Percentage of plants emerged</i>	Percentage zieke (<i>Botrytis</i>) planten <i>Percentage of diseased plants</i>			
				10	11	16	28
				dagen na het zaaien <i>days after sowing</i>			
1. Onbehandeld <i>Untreated</i>	—	—	56	21,5	26,5	28,3	32,8
2. Aatiram	thiram	1	92	2,5	9,8	15,3	29,3
3. Aamertam	thiram + kwik <i>thiram + mercury</i>	1	96	0	1,8	3,0	10,8
4. Aagrano' 48- droog ¹ <i>powder</i>	kwik <i>mercury</i>	1	97	0,3	1,8	3,8	12,3
5. Aagrano' 48- droog ¹ <i>powder</i>	„	51	96	0	0	0	0
6. Panogen (vloeib.) <i>liquid</i>	kwik <i>mercury</i>	1	95	0	0,5	1,0	2,3
7. Panogen (vloeib.) <i>liquid</i>	„	51	95	0	0	0	0

¹ P.D.-onthefing no. 75.

Voor het bepalen van de fungicide werking van zaadontsmetters is, indien niet anders vermeld wordt, sterk (30 tot 50%) met *Botrytis* geïnfecteerd zaad met een goede kiemkracht gebruikt.

De kasproeven zijn uitgevoerd bij een temperatuur die wisselde van 5° tot 15 à 20°C, terwijl 's morgens en 's avonds met een „Satomair” enkele uren mist is geproduceerd.

In de kasproeven zijn de zieke plantjes na elke telling verwijderd.

Van de behandelde objecten van de veldproef (tabel 3) zijn de haardjes van zieke planten geteld op het ogenblik, dat het vlas een lengte van 10 cm had.

De dampwerking van de diverse zaadontsmetters is in vitro onderzocht. Dit onderzoek zal te zijner tijd gepubliceerd worden.

RESULTATEN DER ZAADONTSMETTING

Uit tabel 1, 2 en 3 blijkt, dat een ontsmetting met een sterk vluchtig, kwik-bevattend fungicide *altijd* een zeer goed effect heeft als er een geruime tijd tussen de behandeling en de uitzaai ligt (zie ook VAN DER SPEK, 1958). Zonder deze bewaarperiode zijn de resultaten daarentegen afwisselend goed of slecht. Deze variatie in het effect wordt ook waargenomen met weinig vluchtige, kwikbevattende middelen en alle andere aanbevolen zaadontsmetters. Uit de resultaten van andere proeven blijkt, dat met de laatstgenoemde groepen middelen het effect door een bewaring van het ontsmette zaad niet kan worden verhoogd.

TABEL 2. Effect van ontsmetting, gevolgd door bewaring van lijnzaad.
Effect of disinfection, followed by storage of linseed.

Zaadbehandeling <i>Seed treatment</i>	Actieve stof <i>Active ingredient</i>	Duur van be- waring in dagen (10°C) <i>Length of storage in days</i>	Perce- tage op- gekomen planten <i>Perce- tage of plants emerged</i>	Percentage zieke (<i>Botrytis</i>) planten <i>Percentage of diseased plants</i>					
				11	13	17	24	29	38
				dagen na het zaaien <i>days after sowing</i>					
1. Onbehandeld <i>Untreated</i>	—	—	77	10,0	16,0	18,5	21,3	23,0	23,3
2. Orthocide-75	captan	1	95	0	0	0,3	2,8	4,8	5,8
3. Aatiram	thiram	1	93	0	0	0,5	2,0	3,0	4,3
4. Aamertam	thiram + kwik thiram + mercury	1	94	0	0,3	0,3	1,5	2,0	4,0
5. Panogen (vloeib.) <i>liquid</i>	kwik mercury	1	96	0	0	0	0,3	0,3	0,5
6. Panogen (vloeib.) <i>liquid</i>	„	21	92	0	0	0	0	0	0
7. Aabiton- (vloeib.) <i>liquid</i>	„	1	94	0	0	0	0	0	0
8. Aabiton- (vloeib.) <i>liquid</i>	„	21	96	0	0	0	0	0	0
9. Aabiton-droog <i>powder</i>	kwik mercury	1	96	0	1,3	4,5	10,3	12,5	14,3
10. Aabiton-droog <i>powder</i>	„	21	93	0	0	0	0,8	1,8	3,3
11. Aagrano' 48- droog ¹ <i>powder</i>	„	1	95	0,5	0,8	3,8	10,0	11,5	12,0
12. Aagrano' 48- droog ¹ <i>powder</i>	„	21	93	0	0	0	0	0	0
13. 473 A <i>powder</i>	kwik mercury	1	93	0	0,3	0,3	1,3	2,3	2,8
14. 473 A <i>powder</i>	„	21	95	0	0	0	0	0	0
15. Germisan- droog <i>powder</i>	kwik mercury	1	92	0	0,8	2,0	4,0	5,3	5,8
16. Ceresan-nieuw <i>new</i>	„	1	95	0	3,3	6,3	8,8	9,3	9,8

¹ P.D.-onthefing no. 75.

TABEL 3. Effect van ontsmetting, gevolgd door bewaring van lijnzaad.
Effect of disinfection, followed by storage of linseed.

Zaadbehandeling <i>Seed treatment</i>	Actieve stof <i>Active ingredient</i>	Duur van be- waring in dag. <i>Length of storage in days</i>	Aantal haardjes van zieke (<i>Botrytis</i>) planten per 2 m ² bij 4 partijen zaad met een percentage geïnfecteerde zaden van: <i>Number of patches of diseased plants per 2 square m of seed sample with an infection percentage of:</i>			
			50 %	33 %	20 %	2 %
Aagrano' 48-droog <i>powder</i>	kwik <i>mercury</i>	2	31	36	17	3
Aagrano' 48-droog <i>powder</i>	„	46	2	2	2	2
Aagrano' 48 + } Orthocide-75 }	—	46 } ₁ 2 }	sporadisch <i>sporadic</i>	0	1	2
Panogen (vloeib.) <i>liquid</i>	kwik <i>mercury</i>	2	15	22	9	3
Panogen (vloeib.) <i>liquid</i>	„	46	4	3	4	4
Panogen + } Orthocide-75 }	—	46 } ₁ 2 }	1	4	1	3
Orthocide-75	captan	2	14	15	7	3
Aamertam	thiram + kwik thiram + <i>mercury</i>	2	10	17	10	5

¹ Twee maal ontsmet: 46 dagen voor het zaaien met Aagrano' 48 (Panogen),
2 dagen voor het zaaien met Orthocide-75.

*Disinfected twice: with Aagrano' 48 (Panogen) 46 days before sowing.
with Orthocide-75 2 days before sowing.*

Dat er ook iets minder sterk vluchtige zaadontsmetters op basis van organisch gebonden kwik zijn, die deze werking wel kunnen vertonen, getuige het middel 473 A in tabel 2.

Ten aanzien van de genoemde variatie in het effect van een ontsmetting blijkt het effect bij het vergelijken van de verschillende type-middelen onderling van partij zaad tot partij zaad te wisselen. In zijn algemeenheid kan dit zelfs van jaar tot jaar wisselen.

Met zaad van oogst 1957 geven de kwikbevattende middelen in het algemeen een beter effect dan b.v. de middelen op basis van thiram. Met het zaad van oogst 1955 en 1956 zou dit juist omgekeerd liggen, terwijl deze verhouding met die van oogst 1958 meer wisselt met de partij zaad. Een fungicide (type-middel) dat in het ene geval een goed effect heeft, kan dus in een ander geval min of meer falen. Of deze variatie het gevolg is van een meer of minder diep gelegen infectie – het is eigenlijk beter om van meer of minder oppervlakkig te spreken – of van stammen van *Botrytis cinerea*, die een verschillende gevoeligheid voor de diverse fungiciden vertonen, is niet met zekerheid te zeggen. Het niet aanwezig zijn van de genoemde variatie bij behandeling met een sterk vluchtig, kwik-bevattend middel, gevolgd door een bewaring van het ontsmette zaad, zou voor het eerstgenoemde kunnen pleiten. Daarnaast kan genoemde wisseling ook nog gedeeltelijk het gevolg zijn van een verschil in de uitwendige omstandigheden te velde.

De damp van de sterk vluchtige, kwikbevattende fungiciden dringt tijdens de bewaring in de zaadhuid en doodt de schimmel, die zich oppervlakkig in de zaadhuid bevindt, voor het grootste deel al vóór de uitzaai. Hiervoor kan de uitdrukking „primaire ontsmetting”, die GASSNER (1927) voor de ontsmettende werking tijdens een natte behandeling bezigt, gebruikt worden. In alle andere gevallen vindt de ontsmettende werking pas na de uitzaai plaats („secundaire ontsmetting”), waardoor de uitwendige omstandigheden te velde een grote invloed op het effect uitoefenen (SCHUMANN, 1927; VAN DER SPEK, 1957).

Volgens GASSNER (1951) zou de damp van vluchtige, kwikbevattende droog-ontsmetters geen uitwerking op droge, daarentegen wel op vochtige brandsporen (*Tilletia tritici* en *Ustilago avenae*) hebben, zodat van een „Gasbeizung” van het graan geen effect zou zijn te verwachten. De hier vermelde resultaten bewijzen, dat bij *Botrytis* van lijnzaad, waar wij met een infectie van de zaadhuid met mycelium te maken hebben, een „Gasbeizung” wel degelijk effect heeft.

Uit proeven is gebleken, dat voor het verkrijgen van een optimaal effect de duur van de bewaring na het ontsmetten met een vluchtig, kwikbevattend fungicide afhankelijk is van de partij zaad en het middel (merk), dat gebruikt wordt.

Bij sommige partijen geeft een ontsmetting onmiddellijk vóór de uitzaai met een bepaald middel (merk) al een optimaal resultaat, terwijl bij andere partijen een bewaring van het ontsmette zaad nodig is.

Bij behandeling van één en dezelfde partij zaad met een sterk vluchtig, vloeibaar, kwikbevattend middel kan de tijd tussen ontsmetting en uitzaai korter genomen worden dan bij ontsmetting met een dergelijk poedervormig middel. Tussen de verschillende merken van deze groepen van sterk vluchtige verbindingen bestaan echter in dit opzicht ook nog verschillen. Voor de praktijk is een dergelijk onderscheid echter niet uitvoerbaar en te ingewikkeld.

In elk geval vindt de sterkste doding van *Botrytis* gedurende de eerste 7 tot 10 dagen plaats. Belangrijk zijn echter de nog resterende infecties, daar zij een gevaarlijke infectiebron kunnen vormen. Vanwege het grote aantal zaden per m² (circa 3000) kan reeds een klein percentage resterende infecties in het zaad de bron zijn van een sterke jeugdaantasting van het vlas door *Botrytis* (VAN DER SPEK, 1956). Daarom moet de duur van de bewaring langer dan 7 tot 10 dagen zijn. Proefondervindelijk is komen vast te staan, dat deze duur tenminste 3 tot 4 weken dient te zijn.

De temperatuur heeft op het genoemde effect van sterk vluchtige, kwikbevattende middelen weinig of geen invloed. Onderzocht is het temperatuurstraject van 2,5° tot 20°C.

Met het vochtgehalte van het zaad behoeft evenmin rekening te worden gehouden, als het de 13 % niet overschrijdt; zéér hoge vochtgehalten hebben mogelijk een ongunstige invloed. Dergelijk zaad moet echter niet opgeslagen worden.

Zoals gezegd is, kan met de bovengenoemde methode van ontsmetten elk jaar en met elke partij zaad een zeer goede bestrijding van de grauwe schimmel als jeugdziekte worden verkregen. Er moeten hier echter nog enkele belangrijke opmerkingen aan worden toegevoegd, die deels een beperking ten aanzien van het aanbevelen van deze methode inhouden.

a. In de eerste plaats mag de voorgeschreven dosis van 3 g of 3 ml per kg zaad niet overschreden worden, daar anders kiembeschadiging kan optreden. Dit houdt tevens in, dat het middel zeer gelijkmatig over het zaad verdeeld moet worden.

Bij behandeling met de vluchtige, vloeibare, kwikbevattende middelen moet de verdeling over het zaad zeer snel plaats vinden. Dit is zonder kans op mislukking slechts mogelijk in de speciaal daarvoor bestemde apparaten. Bij gebruik van een gewone ontsmettingstrommel kan, als in de hoeken te veel vloeistof aanwezig is, het zaad daar aaneenkoeken. De slijmhuid van het zaad absorbeert deze vloeibare middelen bovendien snel. Waar een druppel even met een aantal zaden in contact blijft, worden en blijven deze door een sterke overdosering duidelijk rood gekleurd. De duidelijk min of meer rood gekleurde zaden kiemen deels niet, deels zeer vertraagd, terwijl een zeker percentage kiemplanten een verdikte wortel en een verdikt hypocotyl vertoont en niet uitgroeit (tabel 4). Hun aantal is over het algemeen zeer klein (enkele pro milles), zodat zij in verband met de opkomst niet belangrijk zijn. Daarnaast kan een niet te bepalen gedeelte van het zaad een minder grote overdosering gekregen hebben, zodat geen duidelijke roodkleuring zichtbaar is, terwijl na uitzaai toch kiem schade kan optreden. Verder heeft een deel van het zaad niet de gewenste dosis ontvangen. Een herverdeling van de actieve stof over de zaden (LINDSTRÖM, 1958) als gevolg van de dampwerking, waardoor naderhand toch nog een homogene verdeling zou kunnen ontstaan, bleek in een hoeveelheid lijnzaad maar zeer ten dele plaats te vinden. Men mag zich hier dan ook beslist niet op verlaten.

De poedervormige middelen moeten natuurlijk ook gelijkmatig over het zaad verdeeld worden, maar dit behoeft hier geen moeilijkheden op te leveren. Zowel bij vloeibare als bij poedervormige middelen houden de zaden met een ruw oppervlak meer van het middel vast dan de gladde zaden.

TABEL 4. Resultaten van een met Panogen ontsmette partij.

Results of disinfection with Panogen.

Eén en dezelfde behandeling met Panogen <i>In the same treatment with Panogen</i>	Percentage opgekomen planten op <i>Percentage of plants emerged at</i>					Opmerking <i>Remarks</i>
	27/11	28/11	29/11	6/12	17/12	
Niet duidelijk rood gekleurde zaden <i>Seeds not distinctly red coloured</i>	96,1	100,0	100,0	100,0	100,0	alle planten normaal <i>all plants normal</i>
Duidelijk min of meer rood gekleurde zaden <i>Seeds more or less distinctly red coloured</i>	21,1	26,9	34,6	40,4	42,3	5,8 % normaal <i>normal</i> 26,9 % achter in ontwikkeling <i>growth retarded</i> 9,6 % abnormaal kiemplant groeit niet uit <i>seedling fails to develop</i>

b. In de tweede plaats mag het zaad geen zware dorsbeschadiging vertonen, eveneens om beschadiging van de kiem door het ontsmettingsmiddel en als

gevolg daarvan een slechte opkomst te voorkomen. Een onderzoek op dorsbeschadiging is dus gewenst, waarbij een onderscheid in de mate van beschadiging – zwaar of licht – gemaakt moet worden. Als men genoodzaakt is zaad met zware dorsbeschadiging uit te zaaien, moet een ontsmetting met middelen op basis van thiram, captan e.d. worden aanbevolen.

c. In de derde plaats is deze methode van ontsmetten vooral bij matig en sterk geïnfecteerd zaad van belang, waarbij echter goed in het oog dient te worden gehouden, dat een dergelijke „opgelapte” partij niet altijd gelijkwaardig zal zijn met van nature gezond of slechts zeer licht geïnfecteerd zaad (tabel 5).

TABEL 5. Verband tussen het percentage geïnfecteerde zaden en enkele karakteristieken van lijnzaad.

Relation between the percentage of infected seeds and some characteristics of four seed samples.

Zaadmonster oogst 1957 <i>Seed sample</i> <i>Year of harvest 1957</i>	% met <i>Botrytis</i> geïnfecteerde zaden <i>Infected seeds</i>	Kiemkracht % (na 5 dagen) <i>Germinating capacity</i>	Kiemenergie % (na 3 dagen) <i>Germinating energy</i>	1000-korrel-gewicht 1000-kernel-weight
I	50	93	88	5,5
II	33	96	94	5,6
III	20	96	90	6,3
IV	2	99	96	6,0

Bepalingen door het R.P.v.Z., te Wageningen uitgevoerd.

Determined by the Governmental Seed Testing Station, Wageningen.

Bij licht geïnfecteerde (tot circa 5%) en eveneens bij gezonde partijen zal aan een ontsmetting met een z.g. „zaadbeschermer” op basis van thiram (thiram + kwik, thiram + chinon-derivaat¹, chinon (chinon-derivaat + kwik¹) of captan de voorkeur gegeven moeten worden. Voor dergelijke partijen maakt het meestal weinig of niets uit welk fungicide gebruikt wordt (tabel 3), terwijl deze middelen het zaad tijdens de ontkieming – hetgeen vooral in een koud voorjaar van belang is – een langduriger bescherming geven dan de kwikbevattende middelen. Bovendien zijn de middelen op basis van thiram, chinon of captan minder toxisch.

De weinig vluchtige, kwikbevattende middelen komen voor het ontsmetten van lijnzaad eigenlijk niet meer in aanmerking; desnoods nog wel voor gezonde en licht aangetaste partijen zonder sterke dorsbeschadiging.

d. Om de volle dampwerking te behouden moeten restanten van het middel in een goed gevulde, gasdicht afgesloten bus – met het middel in een plastic zak om een mogelijke aantasting van het metaal te voorkomen! – of fles koel bewaard worden. Het is echter veiliger om elk jaar met nieuw aangekochte middelen te ontsmetten.

e. Bij een meer op de voorgrond treden van de sterk vluchtige, kwikbevattende fungiciden is een waarschuwing op zijn plaats voor de grote giftigheid van deze groep van verbindingen en hun damp. De nodige voorzorgen dienen zeker in acht te worden genomen.

¹ Deze middelen worden als „gemengde middelen” aangeduid, in tegenstelling tot b.v. de middelen, die alleen een organische kwikverbinding bevatten.

Verder is nog nagegaan of het ook mogelijk is het zaad na ontsmetting met een sterk vluchtig, kwikbevattend middel, hetzij direct daarna of pas vlak vóór het zaaien, met een „zaadbeschermer” te behandelen. Hoewel men in de praktijk hier niet gauw toe zal overgaan, bleek deze gedachte, om ter verhoging van het effect achtereenvolgens een „zaadontsmetter” en een „zaadbeschermer” toe te passen, op enkele instituten te leven. Thiram is in dit verband niet bruikbaar, omdat een reactie met het vluchtige, kwikbevattende fungicide of met de dampvormige component hiervan plaats heeft, waardoor het effect van de dampwerking in meerdere of mindere mate wordt verlaagd. Van het gemengde middel thiram + kwik, dat in de handel is, is de kwikcomponent dan ook vrijwel niet vluchtig. Er kon niet worden aangetoond, dat door deze reactie meer of minder thiram onwerkzaam wordt.

Voor de tweede behandeling zijn middelen op basis van captan of chinon in het algemeen wel te gebruiken. Het bleek echter, dat het gevaarlijk blijft zonder meer verschillend geformuleerde verbindingen tezamen op het zaad te brengen. Bij directe uitzaai na ontsmetting gaf een behandeling van het zaad met Spergon, onmiddellijk na een ontsmetting met Panogen of Aagrano '48-droog¹ toegepast, een aanzienlijk slechter resultaat dan de genoemde kwikbevattende middelen alleen. Met Phygon trad dit verschijnsel daarentegen niet op. Er kon geen reactie tussen de actieve verbindingen van beide worden aangetoond. De oorzaak moet dus gezocht worden in het samenbrengen van verschillende vulstoffen van middelen met verschillende actieve verbindingen.

Hoewel het een en ander al in het bericht no. 1310 van de Plantenziektenkundige Dienst (ANONYMUS, 1958) is opgenomen, zijn de sterk vluchtige, kwikbevattende middelen nog niet alle afzonderlijk vermeld, aangezien in het onderhavige onderzoek slechts een beperkt aantal merken op hun dampwerking tegen *Botrytis* bij lijnzaad is getoetst.

Een scheiding van de zaadontsmettingsmiddelen op basis van organisch gebonden kwik in sterk vluchtige en weinig vluchtige zal voor lijnzaad noodzakelijk zijn.

SAMENVATTING

In de inleiding wordt duidelijk gemaakt, dat het optreden van de grauwe schimmel door cultuurmaatregelen in belangrijke mate kan worden beperkt. Toch zal het zaad vaak in meerdere of mindere mate met *Botrytis* geïnfecteerd blijven, daar de weersomstandigheden in Nederland meestal gunstig zijn voor het optreden van deze ziekte. Een effectieve ontsmetting van het zaad is dus gewenst. Deze kan worden verkregen door het zaad met een vluchtig, kwikbevattend middel te behandelen en vervolgens 3 tot 4 weken op te slaan.

Er wordt een aantal beperkingen en raadgevingen bij het toepassen van deze wijze van ontsmetten gegeven.

Tenslotte wordt nog ingegaan op de z.g. „dubbele ontsmetting”.

SUMMARY

All measures which favour a rapid drying of the flax crop after rain counteract *Botrytis* infection of the plants and consequently of the seed. Therefore a

¹ P.D.-onthefing no. 75.

crop should be grown of rigid plants (by good manuring practice), with not too dense a stand (by sowing the right quantity of seed). If an undercrop is grown it should not be a luxuriant one, for if too tall it will be partly pulled with the flax and thus slow down the drying of the bundles. Rapid drying of the bundles is of great importance since the spread of grey mould and infestation of the seed continue after pulling. Therefore bundles pulled mechanically should not be too bulky and the stacking should be done carefully.

The spores of *Botrytis cinerea* keep their germinating power long after they have been detached from the conidiophores. However, the longer they have been detached the slower they germinate. The longer the crop remains wet the greater the chance of infection.

Seed-borne infection may result in attack on the young plants, so that sowing of infected seed may result in a bad stand. Moreover under certain conditions the diseased plants grown from infected seed may become a source of infection at a later stage. Therefore seed should be saved only from healthy crops and all circumstances which might favour the attack on young plants, such as bad soil structure or dense and irregular sowing, should be avoided.

Although *Botrytis* infection can be reduced considerably by cultural measures, the rainy summers commonly occurring in the Netherlands make it impossible to control the disease completely in this way.

Therefore it is desirable to apply a seed treatment which gives complete control of seed-borne infection. Volatile mercurials (e.g. Panogen, Aabiton liquid, Aagrano '48 dry, Aabiton dry) were found to give very satisfactory results if the treatment was done a considerable time before sowing (tables 1, 2 and 3). When the seed was sown a short time after treatment with a volatile mercurial, the results were not very consistent. The effects of other recommended fungicides also varied from one lot of seed to another and from one year to another, even when the seed had been kept in storage a long time after treatment. This was probably due to differences in environmental conditions or in the depth of penetration of the mycelium in the seedcoat.

During storage, the vapour of a volatile fungicide penetrates the seedcoat, where the mycelium is situated, and kills most of the mycelium before sowing ("primary disinfection", GASSNER, 1927). Other fungicides only kill or inhibit the fungus after sowing ("secondary disinfection"). Their effect is then influenced by the environmental conditions (SCHUMANN, 1955; VAN DER SPEK, 1957). The optimum duration of storage after seed treatment depends on the seed lot and the disinfectant (brand) which has been applied. For practical purposes it should be at least three to four weeks.

The disinfection is not influenced by temperatures ranging from 2,5°C to 20°C, or by moisture contents of the seed below 13%. High moisture contents may have an unfavourable influence. The seed should not have heavy threshing injury, as the treatment would then cause germ damage. The dosage should not exceed the recommended 3 g or 3 ml per kg. This also means that the disinfectant must be distributed very uniformly on the seed. Very volatile liquid fungicides such as Panogen and Aabiton-liquid must be distributed rapidly. This can only be done adequately with apparatus specially made for treatment of seed with liquid fungicides and not with ordinary mixing drums.

The mucilaginous epidermal layer of linseed absorbs these liquids rapidly. Some seeds may be coloured more or less red after treatment; they are ones that

received a large amount of the fungicide and show a certain degree of germ damage (table 4). Generally their number is negligible. There may be other seeds that have been overdosed to some extent, but not sufficiently to show a red colour. Their number cannot be determined. They, also, may have damaged germs. On the other hand part of the seed may not have received the required dosage.

There is only a very partial redistribution between the seeds through the vapour phase of the fungicide.

The distribution of fungicides in powder form does not present any difficulty. Of both liquid fungicides and powders more is held by rough than by smooth seeds.

The method discussed above is mainly of importance for lots of seed with a medium or heavy infection. It should be borne in mind, however, that lots "patched up" in this way are not always equivalent to healthy seed (table 5).

It generally makes no difference what kind of fungicide is used for treating seed that is only slightly infected (up to 5%) or healthy (table 3). "Seed protectants" based on thiram (or thiram + mercury), captan or quinone are recommended.

Mercurial fungicides with low vapour pressure, such as Germisan-dry and Ceresan-new, are not really worth considering for disinfection of linseed other than for healthy or slightly infected lots without any threshing injury and if no other fungicide is available. If seed with heavy threshing injury must be sown, fungicides based on thiram, captan or quinone are to be preferred, irrespective of the degree of *Botrytis* infection.

For a second treatment with a "seed protectant" after disinfection with a volatile mercurial fungicide, fungicides based on captan or quinone can be used but not thiram as it reacts with the volatile mercurial. (The commercial thiram-mercurial mixtures contain a non-volatile mercury compound.)

LITERATUUR

- ANONYMUS, - 1958. Ontsmetting van zaailijnzaad. Bericht no. 1310, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.
- GASSNER, G., - 1927. Über primäre und sekundäre Beizwirkung. Angew. Bot. 9: 66-76.
- GASSNER, G., - 1951. Über Gaswirkungen quecksilberhaltiger Beizmittel. Nachr.-Bl. dtsh. Pfl.-Sch.-D., Braunschweig 3: 113-117.
- LINDSTRÖM, O., - 1958. Seed disinfection. Mechanism of liquid seed treatment. Agr. Food Chem. 6: 283-298.
- SCHUMANN, G., - 1955. Weitere Beobachtungen über den Einfluss von Umweltbedingungen auf die Wirkung von Beizmitteln bei der Steinbrandbekämpfung. Z.Pfl.-Bau Pfl.-Sch. 6 (50): 194-204.
- SPEK, J. VAN DER, - 1956. Kiemplantinfectie door *Botrytis* bij vlas (Ref.). T.Pl.-ziekten 62: 28-29.
- SPEK, J. VAN DER, - 1957a. De invloed der uitwendige omstandigheden op het effect van de ontsmetting van lijnzaad. Meded. Landbouwhogeschool Gent 22: 535-545.
- SPEK, J. VAN DER, - 1957b. Grey mould of flax. Techn. Bull. issued by the Foundation for the Growing and Processing of Flax, 5: 51-56.
- SPEK, J. VAN DER, - 1958. Verslag van het „3e Congrès Technique van de Confédération Internationale du Lin et du Chanvre" te Versailles, gehouden in februari 1958 (ter perse).
- TEMPE, J. DE, - 1958. Infectie van lijnzaad met *Botrytis*. Waardering en bestrijding. T.Pl.-ziekten 64, 281-296.