

ISBN= 479414
Proefstation voor de Groenteteelt
Fruiteelt onderzoek
Las te Naaldwijk

PROEFSTATION VOOR DE GROENTETEELT IN DE VOLLE GROND IN NEDERLAND
TE ALKMAAR

Rapport nr. 6

oktober 1963

HET OPTREDEN EN DE BESTRIJDING
VAN VALLERS IN SLUITKOOL,
(veroorzaakt door Phoma lingam (Tode) Desm.)

door

drs. J.M.M. van Bakel (door het I.P.O. te Wageningen
gedetacheerd bij het Proefstation te Alkmaar)

en

J. de Kraker

I N H O U D

	Pag.
1. INLEIDING	3
2. HET ZIEKTEBEELD	4
Vallers	4
Kanker	5
3. BESMETTING EN BESTRIJDING VAN VALLERS	6
Overgang van de schimmel met het zaad	6
Infectie door de schimmel vanuit de grond	11
Methoden om Phoma lingam te bestrijden	11
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	16
5. LITERATUUR	17

1. INLEIDING

De schimmel Phoma lingam veroorzaakt zowel het vallen als de kanker en vormt daardoor al vele jaren een ernstig probleem in de koolteelt. Niet alleen sluitkool, maar ook andere koolsoorten kunnen worden aangetast. De ziekte is niet beperkt tot Nederland, maar komt voor in alle landen waar koolgewassen worden geteeld. Catastrofaal kan de schade zijn in koolraap, waarbij soms meer dan de helft van het aantal planten wordt aangetast. Wij zullen ons in dit rapport echter beperken tot de schade die optreedt bij sluitkool, omdat voor ons land het optreden van Phoma lingam in deze koolsoort het belangrijkste is.

Het onderzoek werd voor wat de veldproeven betreft, uitgevoerd op het Tuinbouwproefbedrijf Geestmerambacht te Oudkarspel. Een woord van dank voor de prettige samenwerking met ir. P. Knoppien en de heer M. Bruin, resp. directeur en bedrijfsleider van dit proefbedrijf, is hier zeker op zijn plaats. Ook zijn wij dank verschuldigd aan de heer C.A. van den Anker, statisticus van het I.P.O., voor de wiskundige bewerking van de resultaten, alsmede aan de "Commissie Koolziekten" voor de bijdragen aan dit onderzoek besteed.

2. HET ZIEKTEBEELD

In sluitkool veroorzaakt *Phoma lingam* twee verschijnselen, namelijk de "vallers" op het veld en de "kanker" later in de schuur tijdens de bewaring. Hoewel wij alleen zullen ingaan op "vallers" is het toch wel verantwoord om ook het verschijnsel kanker te omschrijven.

Vallers

Dit zijn planten die omvallen omdat de hoofdwortel op de grens van lucht en grond is doorgerot. De aantasting begint met een bruine enigszins ingezonken plek aan de basis van de hoofdstengel. Deze plek breidt zich uit en er ontstaat een droog rot. Het vallen beperkt zich niet tot de tijd na het uitplanten, maar kan strikt genomen al op de plantenbaan optreden. Figuur 1 laat een *Phoma* aantasting zien in een jong stadium. Als deze jonge planten omgevallen zijn, ontstaan er vrij spoedig op het stengeltje een groot aantal vruchtlichaampjes of pycniden. Deze vruchtlichaampjes zijn ingebed in het plantenweefsel en slechts gedeeltelijk zichtbaar als een kleine half bolvormige stip. In het midden van het pycnidium zit een kleine opening waaruit de sporen als een slijmachtige paarsrode prop of sliert naar buiten komen. Het uitstoten van de sporen gebeurt onder vochtige omstandigheden.

De boven omschreven vallers worden in de meeste gevallen niet herkend als door *Phoma* aangetaste plantjes. Meestal zal het wegvallen van dergelijke plantjes of in het geheel niet worden opgemerkt of geweten worden aan andere kiemschimmels. Aantasting door andere kiemschimmels komt weliswaar voor, maar ook *Phoma* maakt in dit stadium reeds slachtoffers. Zoals later nog zal worden uiteengezet, vormen de sporen van de op de plantenbaan aanwezige vallers de voornaamste en misschien wel de enige bron van infectie. In het algemeen zal men echter vallers pas opmerken als de planten zijn uitgezet op het veld. Ook hier is verwisseling met een ander verschijnsel mogelijk, namelijk met koolvlieg aantasting. Het verschil tussen deze twee vormen van aantasting is vooral bij wat oudere planten soms moeilijk te zien. Bij een koolvlieg aantasting zijn er echter vrijwel altijd in het merg van de stengel uitgevreten gangen te zien, die bij een *Phoma* aantasting ontbreken. Wanneer we een "valler" in een vochtige omgeving leggen, zullen meestal vrij gauw de vruchtlichaampjes van *Phoma lingam* als zwarte knobbeltjes op de stengel zichtbaar worden. Ook zullen de sporenpropen en -slierten spoedig daarna worden uitgestoten. Zijn de knobbeltjes donker violet in plaats van zwart en ontbreekt de



Fig. 1.
Links een gezond plantje, daarnaast twee door Phoma aangetaste plantjes. Duide-
lijk is de ingesnoerde wortelhals te zien.

sporenprop, dan hebben we te maken met de vruchtlichaampjes van een *Fusarium (Gibberella cyanogena)* die op afgestorven koolstronken vooral in de herfst zeer algemeen voorkomt.

Vaak worden de door koolvlieg aangetaste planten ook "vallers" genoemd. Mededelingen dat men geen of minder hinder van "vallers" heeft als men met aldrin of dieldrin strooit, berusten op dit misverstand. Uitdrukkelijk willen wij hier echter stellen dat het dikwijls mogelijk is uit een door koolvlieg aangetaste plant Phoma te isoleren. Waarschijnlijk is de schimmel in staat om vanuit de grond de plant aan te tasten via door de koolvlieg gemaakte wonden. Noodzakelijk is een dergelijke beschadiging van de plant echter niet. De verwarring met de koolvlieg aantasting is mede tot stand gekomen doordat het omvallen van de plant niet alleen beperkt is tot kort na het planten; het verschijnsel kan doorgaan tot de oogst. Dergelijke planten kunnen dan al een vrij behoorlijke kool gevormd hebben, vooral in vochtige jaren. Als namelijk de wortel van de koolplant door Phoma wordt aangetast, ontstaan boven de zieke plek vaak adventiefwortels. Deze kunnen als de bovengrond vochtig is de taak van de hoofdwortel overnemen. De plant blijft aanvankelijk iets in groei achter, maar tegen het einde van het seizoen is hiervan niet veel meer te zien. Wordt de kool te zwaar dan valt de plant alsnog om. Bij droog zonnig weer gaat de vorming van adventiefwortels veel langzamer, terwijl deze bovendien in de droge bovengrond geen vocht kunnen opnemen. De plant sterft dan vrij snel af.

Het optreden van Phoma lingam werd in 1906 door Ritzema Bos en Quanjier beschreven. Zij stellen dat aantasting alleen kan plaats vinden na beschadiging door insekten, met name door de koolvlieg. Hoewel vele buitenlandse onderzoekers aannemen dat na insektenvraat de schimmel gemakkelijker naar binnen kan komen (Manns 1911, Harter 1912, Neill 1929), is men het er in het algemeen over eens dat Phoma aantasting los staat van insektenvraat, al kan men ook bij knol en koolraap constateren dat de schade door Phoma na een insektenaantasting ernstiger wordt. (Wilcox 1913, Buddin 1934, Darpoux et al 1957, van Hoof 1959)

Kanker

Hoewel we hier niet nader op kanker zullen ingaan is het wellicht nuttig de symptomen te omschrijven. Kanker komt tot uiting tijdens het bewaar-seizoen in de koolschuur. Het verschijnsel als zodanig is dus alleen van belang voor bewaarkool. De symptomen bestaan uit een bruinzwarte tot zwarte verkleuring in schors en merg van de kool. In het centrum van de

vlekken is meestal een ingedroogde lichtere plek te zien. Zie de figuren 2 en 3. De zwartverkleuringen zetten zich uit de schors in de hoofdnerven van de bladeren voort. De aldus aangetaste bladeren laten los van de struik en verdrogen. Na enige tijd is de aangetaste kool geheel waardeloos geworden.

Het vaststellen of een partij kool kanker heeft of niet, gebeurt vaak aan de hand van een zwartverkleuring die in de vaatbundelring te zien is. De figuren 4 en 5 geven hiervan een beeld. Uitdrukkelijk willen wij hier vaststellen dat deze zwartverkleuring alleen, niet wijst op het aanwezig zijn van de schimmel. Het is vrijwel nooit gelukt uit het zwart verkleurde weefsel van de vaatbundels *Phoma lingam* te isoleren.

3. BESMETTING EN BESTRIJDING VAN VALLERS

Bij het optreden van vallers zijn de volgende punten belangrijk.

- a. Overgang van de schimmel met het zaad
- b. Infectie door de schimmel vanuit de grond
- c. Methoden van bestrijding van *Phoma lingam*

Deze drie punten zullen achtereenvolgens worden besproken.

Overgang van de schimmel met het zaad

Quanjier en Ritzema Bos (1906, 1907) zijn van mening dat de ziekte uitsluitend uit de grond komt. Zij schreven dan ook: "De sterk overdreven teelt van verschillende soorten sluitkool en van bloemkool en het daarmee gepaard gaande gebrek aan voldoende vruchtwisseling heeft aan de langedijk de sterke vermeerdering van onderscheiden koolparasieten en daarmee het optreden van verschillende ziekten der kool ten gevolge gehad". In deze opvatting staan ze vrijwel alleen. Andere onderzoekers nemen zaad-infectie aan, vaak zonder te weten tot welk percentage. Ze veronderstellen echter desondanks dat ook in meer of mindere mate besmetting van de grond uit plaatsvindt. (Henderson 1918, Clayton 1927, Neill 1929, Murphy 1929, Nielson 1932, Buddin 1934, Chupp & Sherf 1961). Enkelen (o.a. Henderson 1918, Neill & Brien 1931, van Hoof 1958) menen dat het toch wel zeer onwaarschijnlijk genoemd moet worden dat er een aantasting van betekenis uit de grond zou plaats vinden. De meesten van hen onderzoeken het effect van verschillende zaadontsmettingen in veldproeven zonder te weten in hoeverre het zaad reeds besmet was.



Fig. 2.
Aantasting door kanker op een stronk van witte bewaarkool.

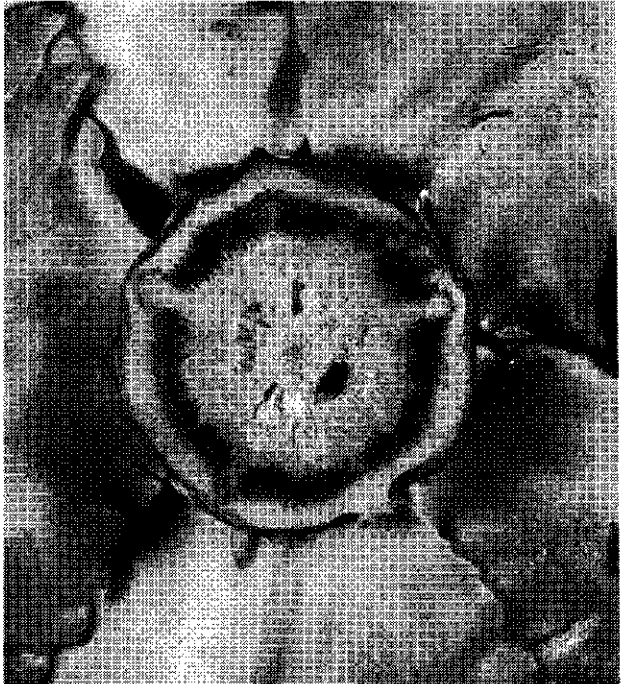


Fig. 4.
Zwartverkleuring in de vaatbundelring bij witte bewaarkool.



Fig. 3.
Aantasting door kanker op een stronk van rode bewaarkool.

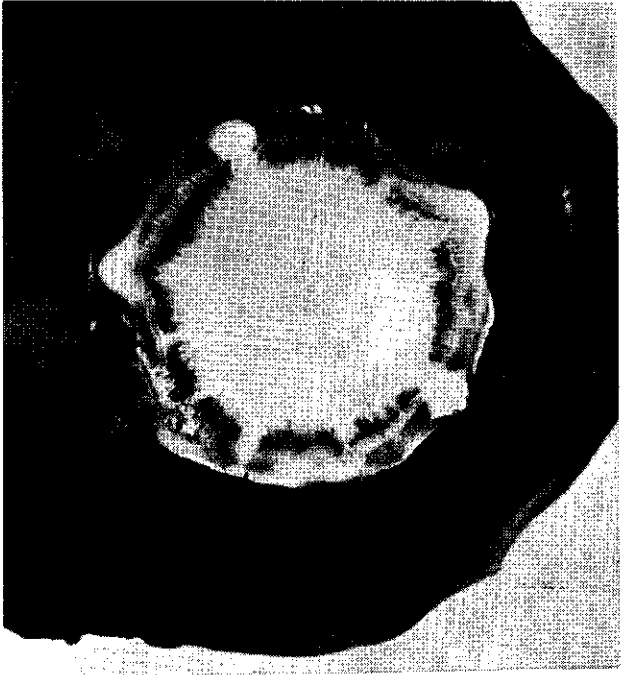


Fig. 5.
Zwartverkleuring in de vaatbundelring bij rode bewaarkool.

Het bepalen van de zaadinfectie gebeurt meestal door het uitleggen van zaadjes op vochtig filtreerpapier of op een voedingsbodem. Men neemt dan aan dat bruine streepjes op cotylen en stengeltje wijzen op aanwezigheid van *Phoma lingam* (Cunningham 1927, Hus 1925). Zij komen langs deze weg tot zeer lage aantastingspercentages, die in geen verhouding staan tot de verliezen welke op het veld optreden. Slechts Hus (1925) meldt 50-60% zaadinfectie, hetgeen uitzonderlijk hoog is.

Al in 1939 wordt er door Dennis op^gewezen dat de bruine streepjes op cotylen en stengeltje niet altijd samengaan met de aanwezigheid van *Phoma lingam*. Ook *Alternaria* en *Cladosporium* veroorzaken dit verschijnsel. Eerst in 1959 beschrijft Lloyd een andere manier, waarbij gebruikt wordt gemaakt van de groeistof 2,4 D om de kieming van het zaad te verhinderen. De gevonden aantastingspercentages zijn klein (0,1 % of minder).

In 1959/1960 werd het onderzoek naar deze *Phoma lingam* intensief begonnen. Uit de praktijk was bekend dat de ene selectie soms veel meer hinder had van vallers dan een andere selectie, terwijl beide op dezelfde manier waren ontsmet. Daarom was het noodzakelijk eerst te achterhalen of deze verschillen soms gelegen waren in een verschil in aantastingspercentage van het zaad. Hiertoe werd^de methode die gebruikt werd op het Rijksproefstation voor Zaadcontrole en die van de afdeling Gezondheidsonderzoek zaaizaden van de Plantenziektenkundige Dienst voor ons doel aangepast en veranderd.

Het onderzoek verliep als volgt. In een grote glazen schaal (diameter 20 cm) met deksel werd een rond stuk filtreerpapier gelegd. Dit was bevochtigd met een oplossing van 0,5% 2,4 D om de kieming van de zaden te verhinderen. Bij proeven zonder toevoeging van^deze groeistof bleek dat de zaden ontkiemden en een vrij sterke lengtegroei vertoonden in de periode die nodig was voor de beoordeling. Het was dan meestal zeer moeilijk het juiste aantal aangetaste plantjes te tellen, omdat zeer gemakkelijk infectie plaatsvond van aanvankelijk gezonde plantjes. Na toevoeging van de groeistof was deze moeilijkheid opgelost. In elke schaal werden nu 100 zaden uitgelegd. Spoedig bleek ons dat dit uitleggen zeer tijdrovend was. Na overleg met de Plantenziektenkundige Dienst werd deze moeilijkheid als volgt opgelost.

In een grote schaal met dezelfde diameter als bovengenoemd werd een rond stuk schuimrubber van ongeveer 2 cm dikte gelegd. De schaal werd half vol met de groeistof oplossing gegoten, daarna volgde de schijf filtreerpapier. Met een rond plankje met 100 kopspijkers, dat juist in de schaal

paste, werd door even aandrukken een afdruk van deze 100 kopspijkertjes in het filtreerpapier gemaakt. Het papier werd nu in een andere schaal overgebracht, waarna in elk putje een zaadje werd gelegd, zoals afgebeeld in figuur 6. Na twee weken volgde de controle onder een binoculair preparatiemicroscoop met een vergroting van 45 x. Op de aangetaste zaadjes zijn dan zeer duidelijk de vruchtlichaampjes met paarsrode sporenprop van *Phoma lingam* te zien, zie figuur 7. Van elk ontvangen zaadmonster werden 200 niet ontsmette zaden uitgelegd. De schalen stonden bij kamertemperatuur in het licht en werden als het filtreerpapier te droog werd, voorzichtig met water bevochtigd.

Om de betrouwbaarheid van deze methode te onderzoeken werd van een zwaar besmet zaadmonster zesmaal het *Phoma* aantastingspercentage bepaald. De uitkomsten hiervan zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Controlebepalingen

Bepaling	Aantastingspercentage		Gemiddeld aantastings- percentage
	schaal 1	schaal 2	
1	12	14	13
2	14	14	14
3	14	14	14
4	12	10	11
5	10	12	11
6	14	12	13

Uit deze gegevens en uit regelmatige steekproeven waarbij van één koolzaadmonster twee keer het *Phoma* aantastingspercentage werd bepaald, bleek dat de methode voor ons doel nauwkeurig genoeg was.

Nu een methode was ontwikkeld om het aantastingspercentage van koolzaad te bepalen, werden alle bij de NAK-G aangesloten selectiebedrijven die een witte- en of rode bewaarkool selectie voeren aangeschreven. Het onderzoek was om van zoveel mogelijk rode en witte bewaarkool selecties monsters in te sturen. De resultaten van de bepalingen in 1960/1961 worden weergegeven in tabel 2.

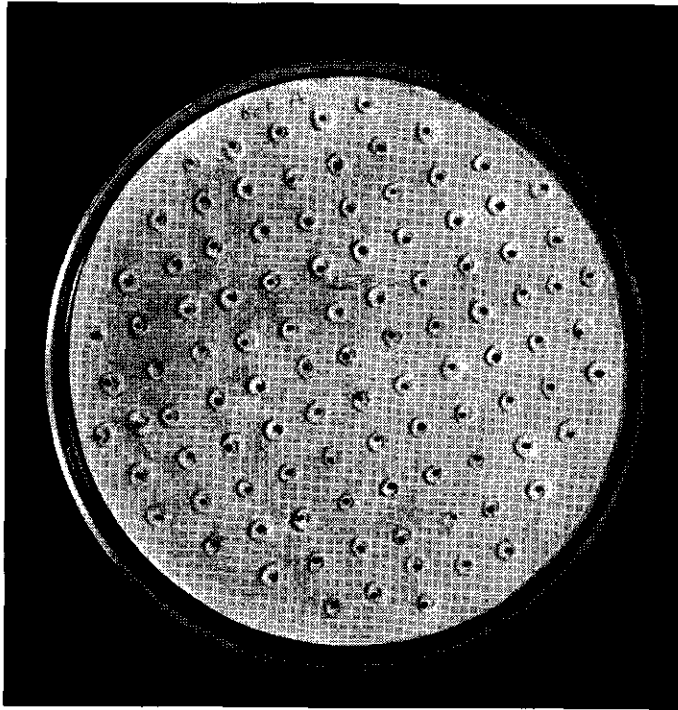


Fig. 6.
Bepaling aantastingspercentage van het zaad.

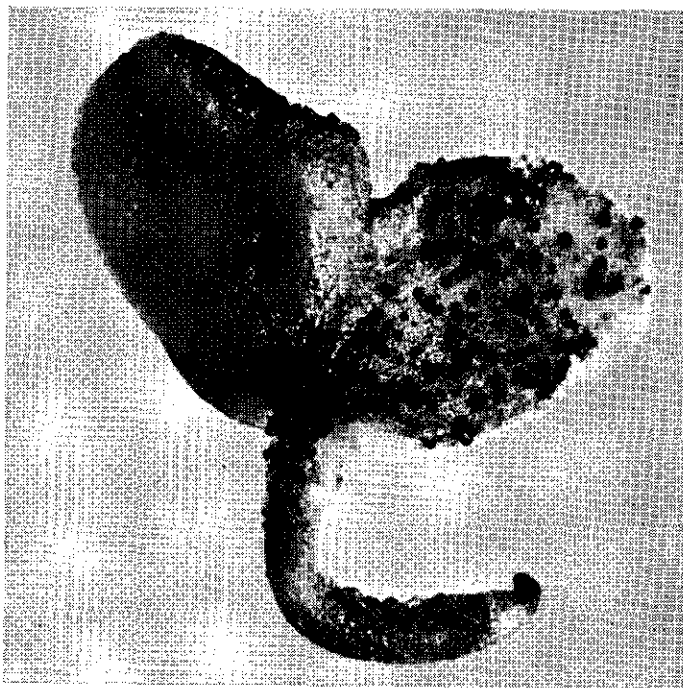


Fig. 7.
Sterk vergrote opname van een gekiemd koolzaadje, bedekt met de zwarte vruchtlichaampjes van de schimmel *Phoma lingam*.

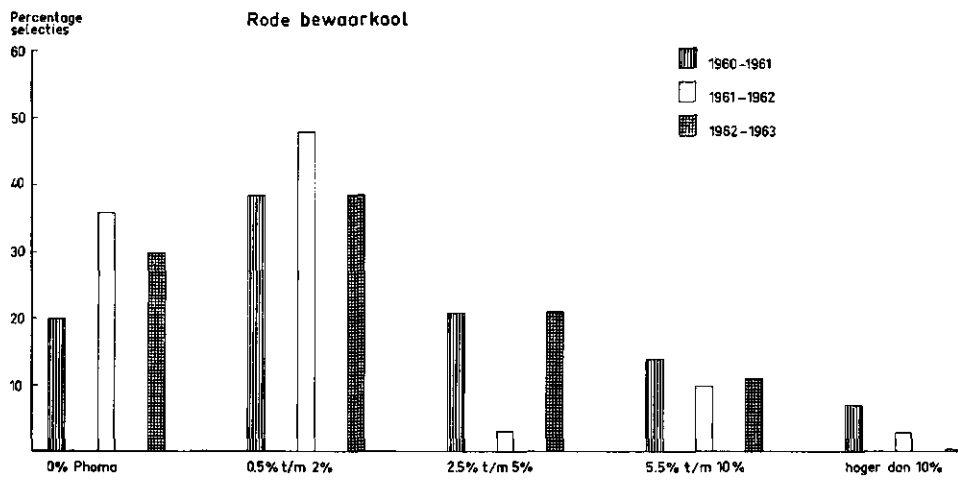


Fig. 8. Phoma percentages bij rode bewaarkool.

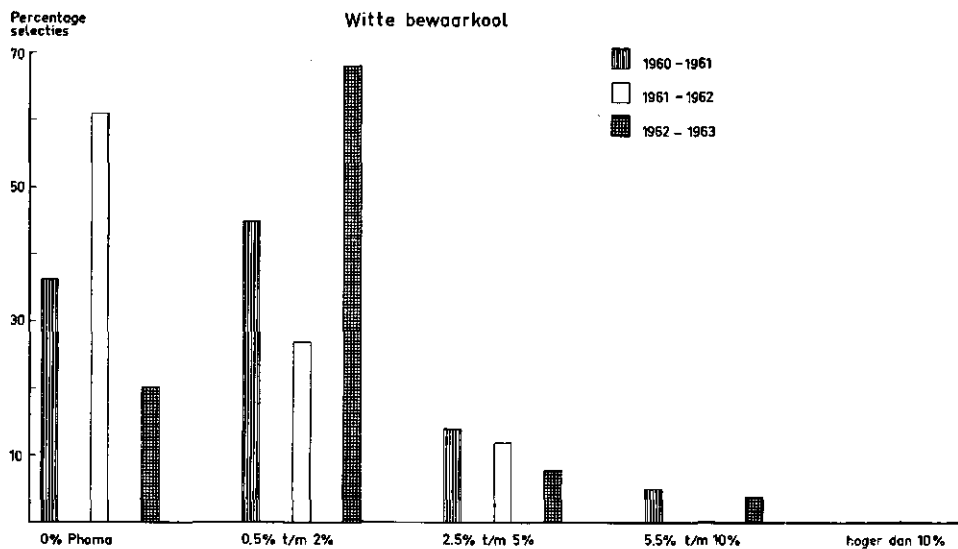


Fig. 9. Phoma percentages bij witte bewaarkool.

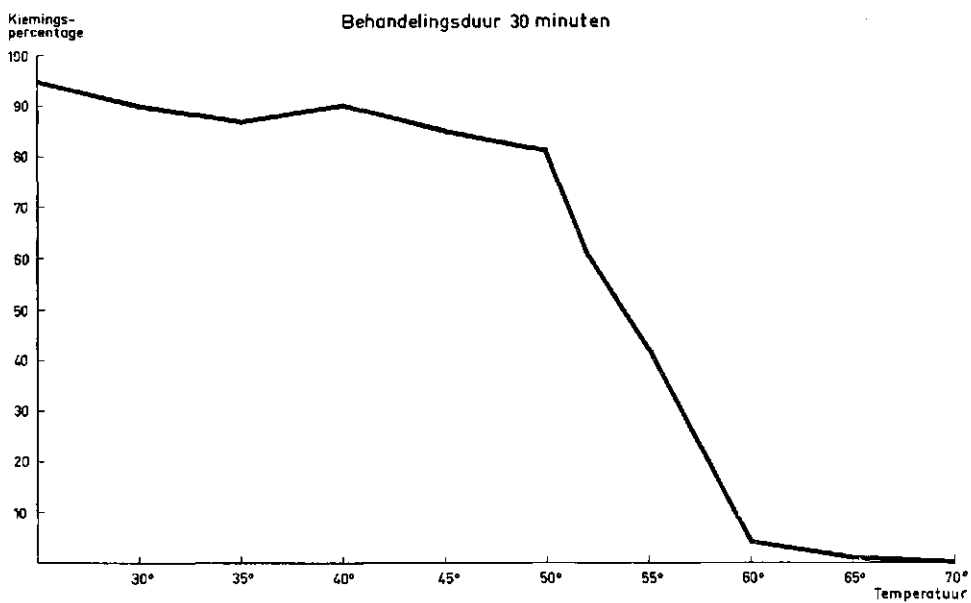


Fig. 10. Invloed van warmwaterbehandeling bij verschillende temperaturen op de kiemkracht van het zaad.

Tabel 2. Bepaling Phomapercentage 1960-1961

Percentage Phoma	Percentage van de selecties	
	rood bewaar	wit bewaar
0	20 %	36 %
$\frac{1}{2}$ t/m 2	38 %	45 %
$2\frac{1}{2}$ t/m 5	21 %	14 %
$5\frac{1}{2}$ t/m 10	14 %	5 %
hoger dan 10	7 %	0 %

Ook in 1961/1962 werden weer koolzaadmonsters van witte en rode bewaarkool volgens dezelfde methode onderzocht. De resultaten hiervan worden in tabel 3 samengevat.

Tabel 3. Onderzoek Phomapercentage 1961-1962

Percentage Phoma	Percentage van de selecties	
	rood bewaar	wit bewaar
0	36 %	61 %
$\frac{1}{2}$ t/m 2	48 %	27 %
$2\frac{1}{2}$ t/m 5	3 %	12 %
$5\frac{1}{2}$ t/m 10	10 %	0 %
hoger dan 10	3 %	0 %

In het seizoen 1962-1963 werd dit onderzoek uitgebreid tot andere koolsoorten. Dit om een indruk te krijgen in hoeverre Phoma lingam ook op andere koolzaden aanwezig kan zijn en, zo ja, in welke mate. De resultaten van deze bepalingen vinden we in tabel 4. Alle selecties van witte en rode kool die geen bewaarkool zijn, worden hier samengevat onder: herfstwitte en -rode.

De resultaten van het onderzoek bij rode en witte bewaarkool zijn bovendien samengevat in de figuren 8 en 9. Uit deze grafieken blijkt dat het zaad van rode bewaarkool selecties meer door Phoma lingam is aangetast dan dat van witte bewaarkool selecties. Bovendien blijkt dat er soms belangrijke verschillen tussen de selecties onderling bestaan wat hun Phomapercentage betreft. Dit is geheel in overeenstemming met wat uit de praktijk bekend is, namelijk dat rode bewaarkool meer hinder heeft van vallers dan witte bewaarkool.

Tabel 4. Bepaling Phomapercentage 1962-1963

Koolsoorten	Phoma aantastingspercentages				
	0	$\frac{1}{2}$ t/m 2	$2\frac{1}{2}$ t/m 5	$5\frac{1}{2}$ t/m 10	hoger dan 10
Wit bewaar	20%	68%	8%	4%	-
Rood bewaar	30%	38%	21%	11%	-
Herfst wit	54%	25%	20%	1%	-
Herfst rood	30%	52%	12%	6%	-
Geel bewaar	32%	53%	10%	-	5%
Boerenkool	75%	25%	-	-	-
Spruitkool	84%	16%	-	-	-
Bloemkool	94%	6%	-	-	-
Savooie kool	44%	33%	23%	-	-

In een tweetal veldproeven hebben we nagegaan in hoeverre dit verschil in besmettingspercentage van het zaad van invloed is op het optreden van vallers. Gedurende twee opeenvolgende jaren zijn 70 verschillende bewaarkool selecties in drievoud uitgeplant op het Tuinbouwproefbedrijf Geestmerambacht te Oudkarspel. Elk veldje telde 50 planten, totaal dus 150 planten per selectie. Het bleek ons dat er tussen de verschillende selecties, mits het besmettingspercentage van het zaad gelijk was, geen verschillen zijn in de gevoeligheid voor vallers. Met andere woorden: de aantasting door vallers heeft niets te maken met de selectie als zodanig, maar wordt uitsluitend bepaald door de mate waarin het zaad was besmet. Zeer uniforme selecties vertoonden geen vallers, terwijl in niet uniforme selecties wel vallers voorkwamen.

Uit de proef konden de volgende conclusies worden getrokken: Er treden geen vallers op als het zaad niet besmet is met Phoma. Wanneer het zaad wel besmet is kunnen er vallers optreden. Op het veld is er een zeker standplaatseffect. Dat wil zeggen: als het zaad reeds besmet is, treden er onder invloed van bepaalde omstandigheden (waarschijnlijk structuur) op bepaalde plekken in een veld meer vallers op dan elders op dat zelfde veld.

De mening van de praktijk dat een zeer ver doorgevoerde selectie de kool gevoeliger maakt voor Phoma lingam lijkt ons niet juist. Wel kan het natuurlijk zo zijn dat bij een sterke veredeling van de kool het wortelgestel hierbij niet wordt aangepast. Bij droogte kan het dan gebeuren dat dergelijke planten niet genoeg vocht kunnen opnemen, zwakker groeien en daardoor eerder gaan vallen, mits natuurlijk het zaad geïnfecteerd is geweest. In dezelfde selectie, op een goede vochthoudende grond uitgeplant,

zou de schade misschien veel geringer zijn geweest.

Infectie door de schimmel vanuit de grond

Het achterblijven van de schimmel in de grond kan zowel op de plantenbaan (of in de platte bak) gebeuren, als op het veld waarop de kool wordt uitgeplant.

Invloed van de plantenbaan (platte bak)

Op het veld ziet men dikwijls een rij planten "vallen" als gevolg van Phoma. Deze planten staan juist achter elkaar in de plantrichting. Dit verschijnsel is niet toevallig. We kunnen ons gemakkelijk voorstellen dat deze planten in één bosje hebben gezeten. Bij het plukken van de planten worden zeer veel wortels afgerukt, waardoor wonden ontstaan. Het is zeer waarschijnlijk dat bij de aanwezigheid van één of meer door Phoma aangetaste planten de besmetting via deze wondjes wordt aangebracht. Temeer nog, omdat vóór het plukken de plantenbaan dikwijls flink nat wordt gemaakt.

Invloed van het perceel

In het najaar van 1959 troffen wij een stuk grond aan waarop geen gezonde koolplant stond, alle planten waren aangetast door Phoma. In het voorjaar van 1960 zijn op een deel van dit stuk grond in een platte bak planten opgekweekt. Het uitgezaaide zaadmonster was vrij van Phoma. De opgekweekte planten zijn op het zelfde perceel en op het Tuinbouwproefbedrijf Geestmerambacht te Oudkarspel uitgeplant. Er traden geen vallers op. Als er sprake geweest zou zijn van grondbesmetting in 1959 had deze in 1960 nog aanwezig moeten zijn. Bovendien werd veldbesmetting al zeer twijfelachtig toen in 1960 op een viertal percelen, waar in 1959 zeer veel vallers voorkwamen, geen enkele aangetaste plant was te vinden. Deze percelen waren in 1960 beplant met materiaal, opgekweekt uit een Phoma-vrij zaadmonster. Nadien is op één van de percelen nog twee keer kool geplant. Telkens waren de planten opgekweekt uit een Phoma-vrij zaadmonster. In geen van de drie jaren traden vallers op.

Methoden om Phoma lingam te bestrijden

De bestrijding van Phoma lingam heeft men algemeen en terecht gezocht in een doeltreffende ontsmetting van het zaaizaad. Vóór 1925 zocht men dit in de toepassing van allerlei chemicaliën (Quanjier 1906, Ritz m Bos 1906, Henderson 1918). Als zeer bruikbare en nu nog toegepaste methode

is overgebleven de dompeling van het zaad gedurende 30 minuten in een 0,5% oplossing van een organisch kwikpreparaat. In dit verband is ook zeer nuttig werk verricht door de heren Mallekote en Van Herwijnen, destijds respectievelijk hoofdonderwijzer te Noord-Scharwoude en ambtenaar van de Plantenziektenkundige Dienst te St. Pancras.

De boven genoemde dompeling bleek echter niet geheel afdoende te zijn. Daarom zocht men naar andere methoden en vond dit in de vorm van behandeling met warm water (Cunningham 1927, Clayton 1928, Neill 1929, Walker 1920, Stalder en Niklaus 1959, Van Hoof 1959, Chupp en Sherf 1960). Sommige onderzoekers stellen dat deze behandeling afdoende is. Enkele anderen zijn hiervan niet geheel zeker, maar kunnen om allerlei redenen niet tot een definitieve uitspraak komen. Toch wordt de warmwaterbehandeling algemeen aangeraden.

Ontsmetting van het zaad

Nu gebleken was dat *Phoma lingam* uitsluitend met het zaad overgaat en dat het zaad van vele koolselecties met de schimmel is besmet, was het de moeite waard om te proberen via zaadontsmetting *Phoma* te elimineren. De volgende methoden komen voor zaadontsmetting in aanmerking: warmwaterbehandeling, kwik natontsmetting en kwik droogontsmetting. Aangezien de behandeling met warm water voor Nederland geheel nieuw was, is deze methode zeer uitvoerig in het laboratorium van het Proefstation te Alkmaar onderzocht. De beide andere zijn alleen in veldproeven onderzocht, naast de ontsmetting met warm water.

Achtereenvolgens zullen hier worden behandeld de invloed van temperatuur en behandelingsduur op kiemkracht en doding van *Phoma lingam*. Het heeft geen enkele zin *Phoma* te kunnen doden in en op het zaad, als het zaad door de behandeling dermate te lijden heeft dat de kiemkracht vrijwel verloren gaat. Dit is de reden waarom we deze invloed het eerst hebben onderzocht. Voor we hierop nader ingaan volgt eerst een beschrijving van de warmwaterbehandeling zoals die werd uitgevoerd. Het koolzaad wordt in een losgeweven zakje gedaan en in een waterbad van 50°C gehangen. Het is noodzakelijk om tijdens de 30 minuten durende behandeling het water in stroming te houden en te zorgen dat de temperatuur precies 50°C blijft. Uit figuur 10 blijkt dat het kiemingspercentage sterk daalt als de temperatuur boven 50°C komt. Het is dus om te beginnen noodzakelijk dat een goede thermometer wordt gebruikt. We moeten hierbij aantekenen dat ook de ouderdom van het koolzaad een rol speelt. In een proef waarin 4 jaar oud

zaad en nieuw zaad gedurende 30 minuten bij 50°C werden behandeld, bleek na tien dagen dat de kiemkracht van het pas geoogste zaad 81% was, tegen 34% van het oude zaad.

Dat men de invloed van de behandelingsduur op de kiemkracht allerm minst mag onderschatten, blijkt uit tabel 5. De opgegeven getallen in deze tabel zijn de kiemingspercentages na tien dagen.

Tabel 5. Kiemingspercentages, bepaald 10 dagen na warmwaterbehandeling bij de aangegeven temperatuur en tijdsduur

minuten temperatuur	10	15	20	25	30	35	40
50°C	94	92	91	88	<u>80</u>	73	73
52°C	94	90	83	62	56	35	34
55°C	94	89	48	40	17	6	5

Uit deze tabel blijkt dus duidelijk dat het kiemingspercentage afneemt naarmate de behandeling langer duurt en zelfs zeer sterk afneemt als de temperatuur hoger is dan 50°C.

Men kan zich nu afvragen hoe het is gesteld met het effect van de behandeling op de parasiet. Bij deze proeven is uitgegaan van een zaadmonster met een aantastingspercentage van 13. In tabel 6 is een overzicht gegeven van het resultaat van de behandeling bij temperaturen van 50, 52 en 55°C gedurende 10-40 minuten. Vermeld zijn de Phoma aantastingscijfers.

Tabel 6. Aantastingscijfers na behandeling met warm water

Behandelingsduur	Behandelings temperatuur		
	50°C	52°C	55°C
10 minuten	6	5	2
15 "	5	4	1
20 "	3	2	1
25 "	2	1	1
30 "	2	1	1
35 "	2	1	1
40 "	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

Bij behandeling van dit zwaar besmette zaad bleek dat de schimmel nog niet geheel was gedood na behandeling bij 50°C gedurende 30 minuten. De cijfers in tabel 6 tonen aan dat de warmwaterbehandeling niet geheel afdoende is. Om na te gaan of de warmwaterbehandeling wel effectief is wat betreft het

optreden van vallers op het veld, is op het Tuinbouwproefbedrijf Geestmerambacht te Oudkarspel in 1961 een proef opgezet met als zaad ontsmettingsmethoden: warm water, kwik-nat en een behandeling met poedervormig kwik $2\frac{1}{2}$ gram per 100 gram zaad. Ter controle was een onbehandeld object opgenomen. Het uitgangsmateriaal was een koolzaadmonster dat voor 13% besmet was. De resultaten van deze veldproef, die in acht herhalingen lag met 104 planten per veldje, zijn samengevat in tabel 7.

Tabel 7. Resultaten veldproef 1961

Behandeling	Aantal vallers	Aantal geplant minus afgestorven	Percentage van totaal
warm water	48	808	5,9%
kwik-nat	45	794	5,7%
kwik-droog	473	783	60,4%
onbehandeld	473	791	59,8%

Ten opzichte van onbehandeld hebben zowel warm water als kwik-nat een goede bestrijding gegeven. Hierbij moeten we nog opmerken dat een zaadbesmetting van 13% zelden voorkomt, zodat bij een lager percentage het resultaat wellicht nog sprekender zou zijn. Nu gebleken was dat met een ontsmetting toch wel resultaat kan worden geboekt, werd in 1962 nagegaan tot welk percentage het zaad besmet mag zijn om na ontsmetting toch nog een redelijk gewas te geven.

Uitgegaan werd van zaadmonsters die een besmettingspercentage hadden van respectievelijk 0 - 3,5 - 7 en 12,5%. De behandelingen waren gelijk aan die van de vorige proef, namelijk warm water, kwik-nat, kwik-droog en onbehandeld. De gehele proef lag weer in acht herhalingen. De resultaten zijn samengevat in tabel 8.

*gebruikt 10% zaadmonsters
van 1/2 - 2% ontsmet*

Tabel 8. Resultaten veldproef 1962

Phoma percentage van het zaad	Percentage vallers			
	kwik-nat	warm water	kwik-droog	onbehandeld
0	0	0	1,4	1,4
3,5	0,7	0,7	1,8	5,3
7	0,7	3,5	17,3	32,3
12,5	15,1	13,2	56,2	72,4

Bij beschouwing van de in vorenstaande tabel vermelde cijfers kunnen we constaten dat men om vallers geheel uit te sluiten uit moet gaan van



Fig. 11.
Aantastingsbeeld van Phoma op de hauwen van zetkool.

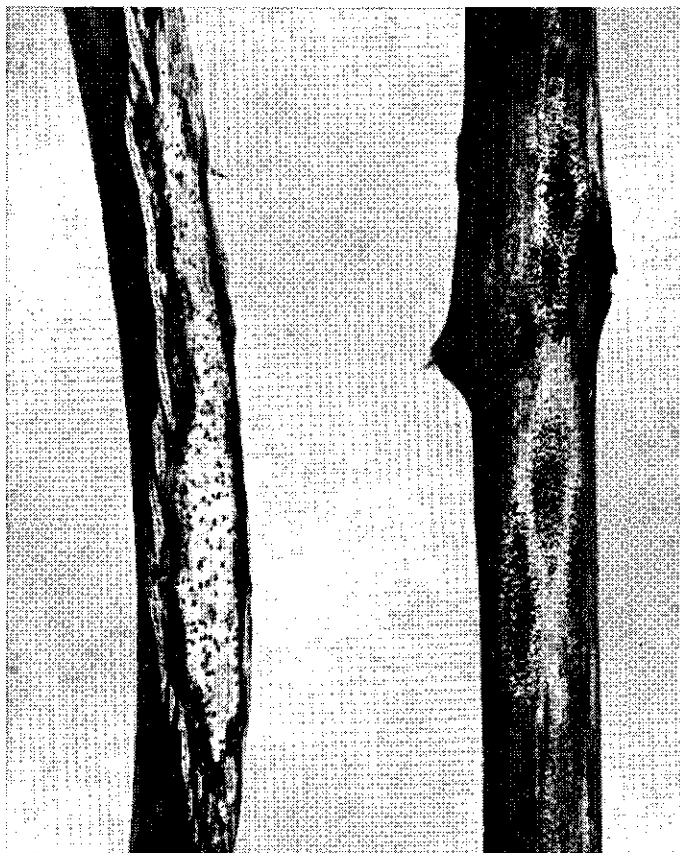


Fig. 12.
Links een bloemstengel aangetast door Phoma, rechts een door Alternaria aangetaste stengel.

Phoma-vrij zaad. Bij een geringe zaadbesmetting geeft een kwik-nat ontsmetting, evenals behandeling met warm water, echter zeer bevredigende resultaten.

Bespuiting van de zaadplanten

Aangezien het ideaal van ziektevrij zaad niet altijd bereikt wordt, hebben we getracht via bespuitingen van de zaadplanten met fungiciden te verhinderen dat het koolzaad geïnfecteerd werd.

Het gemis aan voldoende zaad met een hoog besmettingspercentage is ook bij andere onderzoekers een bron van moeilijkheden geweest. Clayton (1948) verkreeg kunstmatige infectie van de hauwen wanneer hij na een regenbui een sporensuspensie verspoot. Deze methode voldoet volgens Neill en Bruin (1931) niet; zij infecteerden hauwen met een suspensie van Phoma sporen. Gibbs en Brien (1935) daarentegen verkregen door bespuiting met Phomasporen zeer goed kunstmatige infecties.

Voor onze eigen proeven was het eveneens noodzakelijk om een geschikte infectiemethode te vinden. In 1960 hebben we bloemen en hauwen aangestipt met een penseel dat gedompeld was in een sporensuspensie. Het resultaat was dat we zeer veel infecties kregen. Deze infectie was zo heftig dat als bloemen of jonge hauwen aldus behandeld werden, er geen zaad werd gevormd. We hebben hierna een sporensuspensie met een hogedruk spuit over de bloeiende planten verneveld. Deze methode was zeer effectief. De aantastingen liepen in sommige gevallen op tot 90%.

In 1961 hebben we een twaalfstal fungiciden op hun werkzaamheid getest. (o.a. captan, zineb, koperoxychloride, organisch kwik en streptomycine). De proef werd als volgt uitgevoerd. Telkens op een twaalfstal planten werden deze middelen met een tussenruimte van 1, 2, 3 en 4 weken gespoten op planten die wekelijks met een sporensuspensie werden behandeld. De resultaten waren van dien aard dat twee middelen als gunstig te voorschijn kwamen. Dit waren koperoxychloride en organisch kwik. Deze twee middelen reduceerden, als met tussenpozen van 1 en 2 weken werd gespoten, het Phoma percentage van ongeveer 50% in de controle tot 10% in de bespoten objecten. Een tussentijd van 3 of 4 weken bleek onder deze proefomstandigheden niet meer effectief. Figuur 11 toont de aantasting op de hauwen. Figuur 12 laat links een Phoma aantasting op de bloemstengel zien, terwijl rechts op deze foto de aantasting van Alternaria is afgebeeld.

In 1962 is de proef met de middelen koperoxychloride en organisch kwik herhaald. Omdat vrijwel alle planten voortijdig afstierven, zijner geen

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890.

1891.

1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.

resultaten geboekt. Slechts werd de indruk van 1961 versterkt.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De symptomen van een Phoma aantasting worden beschreven. Bovendien is een methode uitgewerkt volgens welke koolzaad onderzocht kan worden om het Phoma aantastingspercentage te bepalen. De resultaten van dit onderzoek worden vermeld. Bovendien zijn de resultaten van zaadontsmetting nagegaan. Tot slot zijn proeven besproken die een zaadbesmetting moeten voorkomen. Het onderzoek, waarmee in 1960 werd begonnen, heeft tot nu toe de volgende conclusies opgeleverd.

- 1e Phoma lingam is in staat het koolzaad te infecteren.
- 2e De besmetting vanuit de grond waarop de planten worden uitgeplant, speelt geen of slechts een zeer ondergeschikte rol.
- 3e Zaadontsmetting is niet geheel afdoende. Een behandeling met warm water geeft, evenals een kwik natontsmetting, een vrij goede bestrijding mits het Phomapercentage van het zaad niet te hoog is. Kwik droogontsmetting is geheel onvoldoende.
- 4e Gezien de nauwkeurigheid waarmee de warmwaterbehandeling moet worden uitgevoerd en een geringe afwijking van de te gebruiken thermometer reeds funeste gevolgen kan hebben, verdient een kwik natontsmetting de voorkeur.
- 5e Koperoxychloride en organisch kwik lenen zich goed voor bespuitingen op in bloei staande zetkool ter voorkoming van zaadinfectie.

5. LITERATUUR

- Buddin, W.: The canker and the dry rot disease of swedes. (Min. Agric. and Fish. Bull. 74, 1934).
- Chupp, Ch. en Sherf, A.F.: Vegetable diseases and their control. (Cernell Unio N.Y. 1960).
- Clayton, E.E.: Control of black- rot and black-leg of cruciferous crops by seed and seedbed treatments. (Phytopath. 14, 24, 1924).
- Clayton, E.E.: Black-leg disease of Brussel sprouts, cabbage and cauliflower. (New York State Agric. Exp. Station. Bull. 550, 1927).
- Clayton, E.E.: Seed treatment for black-leg disease of crucifers. (New York Agric. Exp. Station, Techn. Bull. 137, 1928).
- Cunningham, G.H.: Dry rot of swedes and turnips: its cause and control. (New Zealand Dep. of Agric. Bull. 133, 1927).
- Darpoux, H.; Louvet, J. en Ponchet, J.: Essais de traitement des semences de crucifères contre le *Phoma lingam* et l'*Aternaria brassicae*. (Ann. Epiphyt, Ser C13 545-557, 1957).
- Dennis, R.W.G.: Notes on seed transmission of *Phoma lingam* in relation to dry rot of swedes in Scotland. (Ann. appl. Biol. 26, 627-630, 1939).
- Gibbo, J.G. en Brien, R.M.: The host range of *Phoma lingam*, its significance to swede production in New Zealand. (N.Z.J. Agric. 45, 172-174, 1935).
- Harter, L.L.: Diseases of cabbage and related crops and their control. (U.S. Dep. Agric. Farm. Bull. 488, 1912).
- Henderson, M.P.: The black-leg disease of cabbage by *Phoma lingam*. (Phytopath. 8, 379-432, 1918).
- Hoof, H.A. van: Vallers en kanker in bewaarkool. (Med. Dir. Tuinbouw 22, 256-263, 1959).
- Lloyd, A.B.: The transmission of *Phoma lingam* in the seeds of swede, turnip, chou moellier, rape and kale. (N.Z.J. Agric. Res. 2, 649-658, 1959).
- Manns, T.F.: Black-leg or *Phoma* wilt of cabbage. (Phytopath. 1, 28-31, 1911).

- Murphy, P.A. en Hughes, W.: The dry rot of swedes and turnips caused by *Phoma lingam*. (Journ. Dept. Agric. Dublin, 29, 29-40, 1929).
- Neill, J.C.: Dry rot of swedes. Some fieldobservations and experiments on control. (N.Z.J. Agric. 39, 86-93, 1929).
- Neill, J.C. en Brien, R.M.: A method to obtain dry rot infected swede seed. (N.Z.J. Agric. 42, 433, 1931).
- Nielsen, O.: Undersøgelsen over "black-leg" paa Kaal og Forfouraarnelse paa Kaalroer. (Tidsskr. f Plante avl. 38, 131-154, 1932).
- Poeteren, N. van: Onderzoekingen betreffende de vallersziekte bij kool, veroorzaakt door *Phoma oleracea*. (Versl. en Med. v.d. P.D. Wageningen 64, 144, 1931).
- Quanjer, H.M.: De belangrijkste ziekten van kool in Noord-Holland. (Dissertatie 1906).
- Quanjer, H.M.: Neue Kohlkrankheiten in Nord-Holland. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 17, 259-267, 1907).
- Quanjer, H.M.: Noord-Hollandse koolziekten. Het "vallen" en de "kanker". Tijdschr. Pl.ziekten 13, 97-132, 1907).
- Ritzema Bos, J.: Krebsstrünke und Fallsucht bei den Kohlpflanzen, verursacht von *Phoma oleracea*. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 16, 257-276, 1906).
- Ritzema Bos, J. en Quanjer, H.M.: Het Langedijker koolziektenvraagstuk. Tijdschr. Plantenz. 16, 101-149, 1911).
- Stalder, L. en Niklaus, L.: Eine für die Schweiz neue Krankheit an Kohlgewächsen. (Der Gemüsebau 1959, 4-9).
- Stalder, L.; Schutz, F. en Niklaus, L.: Weitere Versuche zur Bekämpfung der Phomastrunkfäule bei Kohlgewächsen. (Der Gemüsebau, 23, 1960).
- Walker, J.C.: Occurrence and control of black-leg of cabbage. (Abstr. in Phytopath. 10, 64, 1920).

