

G. S. Roosje en A. F. H. Besemer  
met medewerking van  
C. A. R. Meijneke en J. J. Post

# Waarnemingen en onderzoek over appelmeeldauw in Nederland van 1953 tot 1963

with a summary

Observations and research on apple powdery mildew,  
*Podosphaera leucotricha* (ELL. ET EVERH.) SALM., in  
the Netherlands from 1953 till 1963



1965 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*  
*Wageningen*

11034

BIBLIOTHEEK  
DER  
LANDBOUW-SCHOOLO  
WAGENINGEN.

Deze publikatie verschijnt tevens als: Meded. nr. 369 van het Instituut voor Planten-  
ziektenkundig Onderzoek (I.P.O.)

## Woord vooraf

De toename van de betekenis van appelmeeldauw in Nederland was in 1955 aanleiding tot de instelling van een 'Werkgroep voor appelmeeldauwonderzoek'. Het initiatief hiertoe werd genomen door Ir. H. BURGMANS, Rijkstuinbouwconsulent te Utrecht. In de werkgroep waren het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.), de Plantenziektenkundige Dienst (P.D.), het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (K.N.M.I.) en de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst (R.T.V.D.) vertegenwoordigd.

De samenstelling van de werkgroep was op 17 maart 1955 als volgt: Dr. J. G. TEN HOUTEN (I.P.O.), voorzitter, Dr. A. F. H. BESEMER (P.D.), Ir. H. BURGMANS (R.T.V.D.), Ir. S. A. H. M. VAN DE GEIJN (R.T.V.D.), Ir. J. D. GERRIJSSEN (R.T.V.D.), Ir. C. A. M. A. VAN GILS (R.T.V.D.), G. HOUTMAN (R.T.V.D.), Ir. C. A. R. MEIJNEKE (P.D.), Dr. Ir. J. J. POST (K.N.M.I.), Ir. G. S. ROOSJE (I.P.O.), secretaris, Ir. W. P. N. VLASVELD (R.T.V.D.).

In de loop der jaren hebben zich in de samenstelling van de werkgroep enige wijzigingen voorgedaan. Dr. J. G. TEN HOUTEN droeg het voorzitterschap over aan Ir. J. H. VAN EMDEN (I.P.O.), terwijl voorts Dr. Ir. G. A. DE WEILLE de plaats als vertegenwoordiger van het K.N.M.I. van Dr. Ir. J. J. POST overnam.

De 'Werkgroep voor appelmeeldauwonderzoek' werd op 3 januari 1962 ontbonden, waarna op dezelfde datum door de Inspecteur van het Tuinbouwkundig Onderzoek een nieuwe werkgroep: 'Werkgroep voor meeldauw- en schurftonderzoek bij pitvruchten' werd ingesteld. Deze werkgroep heeft dus een breder arbeidsterrein. Ter afsluiting van de arbeid van de 'Werkgroep voor appelmeeldauwonderzoek' wordt deze publikatie uitgegeven.

De publikatie is door verscheidene auteurs samengesteld. Het belangrijkste gedeelte staat op naam van Ir. G. S. ROOSJE en Dr. A. F. H. BESEMER.

De bijdragen van ROOSJE over de biologie en de bestrijding van appelmeeldauw zijn in hoofdzaak het resultaat van onderzoek dat in opdracht van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen in en bij het Proefstation voor de fruitteelt in de volle grond te Wilhelminadorp (Zeeland) werd verricht.

In de loop der jaren werd hier medewerking verleend door J. P. A. VAN DIEREN, L. EVERSDIJK, M. L. JOOSSE en M. DE KAM.

Toen het onderzoek vorderde, werden ook enige veldproeven elders in het land uitgevoerd in samenwerking met Dr. Ir. J. J. POST (destijds verbonden aan het K.N.M.I.), de heer M. A. VAN DE WAAL (P.D. district Utrecht) en de heer L. UITTERLINDEN (R.T.V.D. Barendrecht).

De bijdragen van Dr. A. F. H. BESEMER zijn voornamelijk ontleend aan veldproeven, op uiteenlopende plaatsen in het land uitgevoerd in het kader van het veldonderzoek van fungiciden, waarmede de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen is belast. Aan dit onderzoek hebben behalve E. IMMIGHUIZEN en M. A. VAN DE WAAL vele ambtenaren van de buitendienst van de Plantenziektenkundige Dienst medegewerkt.

Naast genoemde auteurs verzorgden Ir. C. A. R. MELNEKE en Dr. Ir. J. J. POST kleinere onderdelen van de publikatie.

Vele ervaringen over het gebruik van fungiciden in verband met de bestrijding van appelmeeldauw werden voorts verkregen door landelijke proeven, die werden opgezet onder auspiciën van de Adviescommissie Veldproeven Plantenziekten in de Tuinbouw. Deze landelijke proeven werden uitgevoerd door medewerkers van de Rijkstuinbouw-consulentschappen te Barendrecht, Emmeloord, Geldermalsen, Goes, Hoorn en Roermond.

De in deze publikatie vermelde spuitdoseringen zijn weergegeven in de concentratie van de handelsprodukten, tenzij anders vermeld.

Indien geen gehalte aan werkzame stof is aangegeven, bevatten de in deze publikatie vermelde handelsprodukten de hieronder genoemde gehalten aan werkzame stof:

binapacryl	25%
captan	50%
dinocap spuitpoeder	25% technisch
vloeibaar	50% technisch
dithianon	75%
dodine	65%
oxythiochinox	25%
Phaltan	50%
tecoram	80%
thiram	80%
Wepsyn 155 WP	25%
zineb	70-75%
ziram	70-75%

# Inhoud

## WOORD VOORAF

*G. S. Roosje*

1	INLEIDING . . . . .	1
---	---------------------	---

*A. F. H. Besemer en G. S. Roosje*

2	DE SCHADELIJKE GEVOLGEN VAN APPELMEELDAUW . . . . .	4
2.1	Invloed op de lengtegroei van langloten en het aantal bladeren aan langloten . . . . .	4
2.2	Beïnvloeding van de relatie groei-vruchtbaarheid door meeldauw-aantasting . . . . .	6
2.3	Invloed van de meeldauwaantasting op de kwaliteit van de vruchten . . . . .	7
2.4	Invloed op de vruchtopbrentst . . . . .	11

*G. S. Roosje*

3	OVERZICHT VAN DE LITERATUUR OVER DE BIOLOGIE VAN APPELMEELDAUW . . . . .	16
3.1	Peritheciën en ascosporen . . . . .	17
3.2	De conidiën . . . . .	18
3.2.1	<i>Vorming en verspreiding van conidiën</i> . . . . .	19
3.2.2	<i>Behoud van kiem- en infectievermogen van conidiën</i> . . . . .	19
3.2.3	<i>Kieming van en infectie door conidiën</i> . . . . .	20
3.2.4	<i>Incubatietijd</i> . . . . .	22
3.3	Waardplantspectrum en vatbaarheid van appelrassen , , , , , , . . . . .	23

*G. S. Roosje, C. A. R. Meijneke en J. J. Post*

4	WAARNEMINGEN EN ONDERZOEK OVER DE BIOLOGIE VAN APPELMEELDAUW . . . . .	25
4.1	Waarnemingen over de vorming van conidiën van appelmeeldauw . . . . .	25
4.1.1	<i>Materiaal en methoden</i> . . . . .	25
4.1.2	<i>Standaardmethode</i> . . . . .	29
4.1.3	<i>Resultaten en conclusies</i> . . . . .	30
4.2	Waarnemingen over de verspreiding van conidiën van appelmeeldauw . . . . .	31
4.3	Waarnemingen in boomgaarden over het optreden van infectie . . . . .	33
4.4	Waarnemingen over het optreden van infectie in het proefveld 'Katse Veer' . . . . .	34
4.4.1	<i>Opzet van proefveld 'Katse Veer'</i> . . . . .	35

4.4.2	<i>Resultaten van waarnemingen in het proefveld „Katse Veer”</i>	36
4.5	Veldproeven over de bestrijding van appelmeeldauw door bespuitingen gericht naar bepaalde weersomstandigheden	44
4.5.1	<i>Proeven in 1958</i>	44
4.5.2	<i>Proeven in 1959</i>	47
4.5.3	<i>Proef in 1961</i>	49
4.6	Laboratoriumonderzoek	52
4.6.1	<i>Materiaal en methoden</i>	52
4.6.2	<i>Behoud van infectievermogen van conidiën</i>	54
4.6.3	<i>Invloed van weersfactoren op infectie</i>	57
4.6.3.1	<i>Temperatuur en luchtvochtigheid</i>	57
4.6.3.2	<i>Zonbestraling</i>	63
4.6.3.3	<i>Regen</i>	64
4.6.4	<i>Incubatietijd</i>	65
4.7	Discussie	66

*G. S. Roosje*

5	VERGELIJKENDE STUDIE VAN HET KLIMAAT IN NEDERLAND EN IN DRIE FRUITTEELT- GEBIEDEN IN DE VERENIGDE STATEN VAN NOORD-AMERIKA EN CANADA MET BETREKKING TOT DE AANTASTING DOOR APPELMEELDAUW	69
5.1	Korte karakteristiek van de teeltgebieden	69
5.2	Analyse van de mogelijke oorzaken voor verschillen in aantasting door appelmeeldauw in Nederland en oost-, midden- en west-Amerika en Ca- nada	70
5.2.1	<i>Minimumtemperatuur in de winter</i>	70
5.2.2	<i>Temperaturen tijdens het groeiseizoen</i>	73
5.2.3	<i>Relatieve luchtvochtigheid tijdens het groeiseizoen</i>	75
5.2.4	<i>Neerslag tijdens het groeiseizoen</i>	76
5.2.5	<i>Duur van de zonneschijn tijdens het groeiseizoen</i>	78
5.3	Discussie over de analyse	78

*A. F. H. Besemer en G. S. Roosje*

6	ONDERZOEK OVER BESTRIJDING VAN APPELMEELDAUW	81
6.1	Maatregelen ter vermindering van de overwinterende aantasting	81
6.1.1	<i>Mechanische verwijdering van de infectiebron</i>	83
6.1.2	<i>Inactivering van overwinterde aantasting door bespuitingen</i>	87
6.2	Tijdvak van bespuitingen ter bescherming van bladeren en knoppen	88
6.3	Tijdvak van bespuitingen ter vermindering van vruchtaantasting	94
6.4	De meest gewenste frequentie van bespuitingen ter vermindering van meel- dauwaantasting	95
6.5	Toetsing van fungiciden in kasproeven	98
6.5.1	<i>Materiaal en methode</i>	98
6.5.2	<i>Toetsing van de preventieve werking</i>	105

6.5.3	<i>Toetsing van de curatieve werking</i> . . . . .	110
6.5.4	<i>Verband tussen de werking in kasproeven en die in veldproeven</i> . . . . .	111
6.6	<i>Toetsing van de werking van fungiciden in veldproeven</i> . . . . .	113
6.6.1	<i>Spuitzwavel en dinocap (Karathane)</i> . . . . .	113
6.6.2	<i>Werking van dithiocarbamaten (onder andere tecoram)</i> . . . . .	115
6.6.3	<i>Binapacryl (2-(sec. butyl)-4,6-dinitrofenyl-3',3'-dimethylacrylaat), merknaam Acricid</i> . . . . .	116
6.6.4	<i>3-fenyl-5-amino-1,2,4 triazolyl-(1)-NN'-tetramethyl diamidofos- fonaat (Wepsyn 155)</i> . . . . .	118
6.6.5	<i>Oxythiochinox (S,S-6-methyl chinoxalinediyl-(2,3)-dithiocarbo- naat), merknaam Morestan</i> . . . . .	122
6.6.6	<i>Bloemverbranding en verminderde vruchtzetting tengevolge van toe- passing van meeldauwbestrijdingsmiddelen tijdens de bloei</i> . . . . .	122
6.6.7	<i>Invloed van gemengd spuiten van middelen tegen appelmeeldauw en appelschurft</i> . . . . .	130

*G. S. Roosje*

SLOTBESCHOUWING	. . . . .	133
SAMENVATTING	. . . . .	138
DISCUSSION	. . . . .	142
SUMMARY	. . . . .	146
LITERATUUR	. . . . .	150

# 1 Inleiding

Appelmeeldauw, door de schimmel *Podosphaera leucotricha* (ELL. et EVERH.) SALM., veroorzaakt, wordt heden ten dage in de belangrijkste fruitteeltgebieden van Nederland beschouwd als een ernstige ziekte van de appel.

Appelmeeldauw is in Nederland reeds tientallen jaren bekend, maar de ziekte is waarschijnlijk pas na 1949 door een samenspel van verschillende factoren sterk in betekenis toegenomen. Dit werd het eerst merkbaar in Zeeland en Limburg en spoedig daarna ook in Gelderland, doch in Friesland en Groningen is de meeldauwaantasting pas in de laatste jaren ernstiger geworden.

De sterke uitbreiding van appelmeeldauw sedert ongeveer 1950 is niet beperkt tot Nederland, maar doet zich ook voor in België (AERTS en SOENEN, 1955), Duitsland (MÜLLER, 1957), Oostenrijk (FISCHER, 1956), Hongarije (CSORBA en FEHÉRVÁRI, 1956). Het is voorts bekend dat dezelfde ontwikkeling in Engeland valt waar te nemen.

Verscheidene onderzoekers hebben zich verdiept in het meer epidemisch optreden van de ziekte. FISCHER (1956) noemde als mogelijke oorzaken, o.a. het optreden van zachte winters, de uitbreiding van het areaal van het zeer vatbare ras Jonathan en de vervanging van anorganische zwavelhoudende fungiciden bij de bestrijding van appelschurft, *Venturia inaequalis* (CKE) WINT., door organische fungiciden.

CSORBA en FEHÉRVÁRI (1956) zochten de verklaring in het optreden van een aantal droge zomers kort na elkaar, terwijl GROVES, WAMPLER en LYONS (1958) evenals bovengenoemde FISCHER de vervanging van anorganische zwavelhoudende middelen door organische fungiciden verantwoordelijk stelden voor de toename van appelmeeldauw.

BURCHILL (1958) meende dat de wijze van snoeien mede bepalend is voor de mate van optreden van appelmeeldauw.

ROOSJE (1961b) schreef de sterke uitbreiding van de meeldauwaantasting in Nederland vooral toe aan de uitbreiding van het areaal van het meest vatbare ras Jonathan en ook aan het in onbruik raken van anorganische zwavelhoudende fungiciden voor de bestrijding van appelschurft.

De betekenis, die Jonathan voor het Nederlandse appelsortiment heeft gekregen wordt duidelijk geïllustreerd in afb. 1. Daaruit valt af te leiden, dat in de jaren 1947 tot 1952 het aandeel van Jonathan in het totale aantal door de Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor Boomkwekerijgewassen gewaarmerkte appelbomen varieerde van 23% tot 28%. De aantallen afgeleverde bomen Jonathan varieerden in genoemde jaren van 268000 tot 429000. De toename van de betekenis van het ras Jonathan blijkt ook uit de in afb. 1 weergegeven percentages van de aanvoer van Jonathan aan



drie veilingen in de provincie Zeeland met betrekking tot de totale aanvoer aan appels bij deze veilingen.

De raming van het aandeel van Jonathan in de landelijke veilingaanvoer van appels in het seizoen 1951/1952 bedroeg volgens BOOGERD en VAN WELY (1959) 4,2%. Volgens opgave van het Produktschap voor Groenten en Fruit bedroeg het aandeel van Jonathan in de totale Nederlandse veilingaanvoer aan appels in 1958/1959, 1959/1960 en 1960/1961 respectievelijk 13,7%, 14,9% en 12,9%.

Jonathan is na 1955/1956 nog slechts weinig aangeplant, zodat mag worden verwacht, dat de aanvoer van Jonathan zich in de nabije toekomst weer in dalende lijn zal bewegen, tenzij de thans in de belangstelling komende rode mutanten van Jonathan weer in sterkere mate zullen worden geplant.

De toename van de aantasting van appelmeeldauw in Nederland na 1950 moet waarschijnlijk ook ten dele worden toegeschreven aan klimatologische omstandigheden hetgeen FISCHER (1956) ook reeds aannam. Het jaar 1949 was gekenmerkt door een warme zomer met weinig neerslag. In deze zomer vond de appelmeeldauw gelegenheid zich sterk uit te breiden, waarop dan ook een sterke aantasting van knoppen is gevolgd. In de daaropvolgende winters trad tot 1955/1956 nimmer strenge vorst op, zodat de infectiebron (mycelium in de knoppen van appel) niet nadelig werd beïnvloed. Bovendien zijn de weersomstandigheden in de lenten van 1949 tot 1956 in het algemeen betrekkelijk gunstig geweest voor een snelle opbouw van de meeldauwaantasting. Hoewel de infectiebron ten gevolge van zeer lage tem-

Afb. 1 Het aandeel van Jonathan in % van het Nederlandse appelsortiment

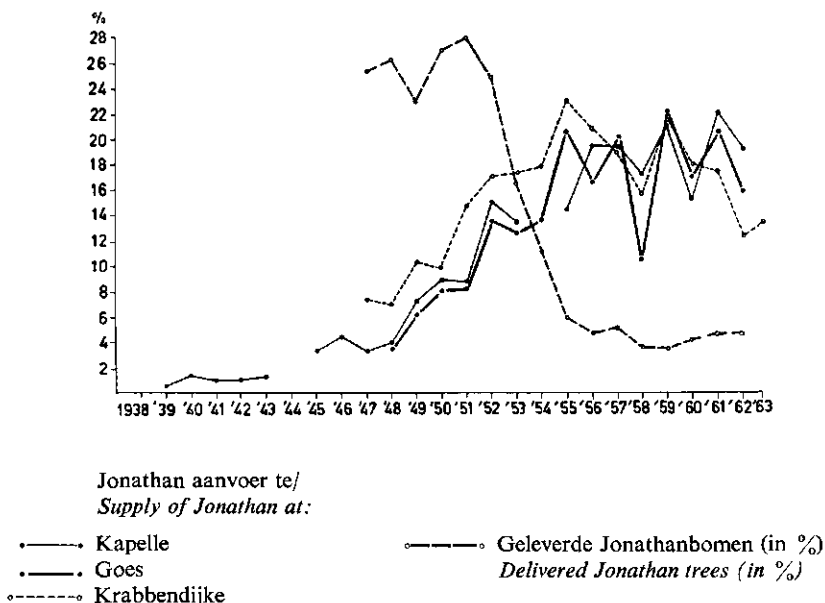


Fig. 1 The share of Jonathan in % in the Dutch apple production

peraturen in februari 1956 sterk in omvang verminderde en bovendien in het voorjaar weinig uitbreiding plaats vond, is sindsdien de appelmeeldauw weer in hevige mate opgetreden. Hieraan hebben opnieuw het ontbreken van strenge winters en gunstige voorjaarscondities (o.a. zeer gunstig in 1959) medegewerkt.

Tenslotte kan het ontstaan van meer virulente stammen van de ziekteverwekker als mogelijke oorzaak voor de uitbreiding van de meeldauwaantasting worden genoemd. Het bestaan van fysiologische rassen van *Podosphaera leucotricha* werd aangetoond door SIEBS (1958), maar dat dergelijke fysiologische rassen met verhoogde pathogeniteit mede verantwoordelijk zijn voor de toename van appelmeeldauw, is niet bewezen.

Hoewel men zich kan indenken, dat ernstige aantasting van de bladeren door appelmeeldauw een nadelige invloed op de vruchtopbrengst kan hebben, was bij de aanvang van het onderzoek onvoldoende bekend over de schadelijke gevolgen van aantasting door appelmeeldauw. Het onderzoek, dat betrekking heeft gehad op de invloed van appelmeeldauw op de appelboom wordt verslagen in hoofdstuk 2.

Het onderzoek, dat in de jaren 1953 tot 1963 werd verricht was echter voornamelijk gericht op het vergaren van meer kennis omtrent de omstandigheden die infectie door de ziekteverwekker in de hand werken met het doel de bestrijding af te stemmen op de infectieperioden van appelmeeldauw.

Nadat in hoofdstuk 3 een overzicht wordt gegeven van de belangrijkste literatuurgegevens over de biologie van appelmeeldauw vindt in hoofdstuk 4 een bespreking plaats van de waarnemingen en het onderzoek over de omstandigheden voor verspreiding en infectie van de conidiën van de ziekteverwekker.

Tevens werd getracht meer inzicht te verkrijgen in de epidemiologie van appelmeeldauw door verschillen in de mate van het optreden van appelmeeldauwaantasting in enige appelteeltgebieden in verband te brengen met klimaatsverschillen tussen die gebieden (hoofdstuk 5).

In hoofdstuk 6 zijn de belangrijkste resultaten van waarnemingen en proeven over de mechanische en chemische bestrijding van appelmeeldauw samengevat. Hierbij is niet gestreefd naar volledige vermelding van de resultaten van alle uitgevoerde proeven. Bij bepaalde paragrafen, met name over de chemische bestrijding, zijn veelal voorbeelden gebruikt, die ook representatief werden geacht voor niet vermelde proeven.

Aansluitend bij de verworven kennis over de biologie zijn in het hoofdstuk over de bestrijding van appelmeeldauw ook waarnemingen en veldproeven beschreven, die gegevens leverden over de tijdvakken, waarin het nodig is bladeren, knoppen en vruchten van de bomen tegen aantasting door appelmeeldauw te beschermen (de paragrafen 6.2 en 6.3).

Zowel volgens een kastoetsmethode (paragraaf 6.5) als in veldproeven (paragraaf 6.6) werd het bestrijdingseffect van anorganische zwavelhoudende fungiciden en van een aantal speciaal voor de bestrijding van *Erisyphaceae* bedoelde fungiciden getoetst. Bovendien wordt in de laatste paragrafen van hoofdstuk 6 aandacht geschonken aan de invloed, die verschillende fungiciden op het gewas kunnen uitoefenen.

## 2 De schadelijke gevolgen van appelmeeldauw

De door appelmeeldauw aangetaste bomen vertonen in vergelijking met 'gezonde' bomen, de volgende typische verschijnselen:

1. Vermindering van de lengtegroei van de langloten en van het aantal bladeren;
2. Verkleining van het assimilerend oppervlak als gevolg van schimmelontwikkeling op de bladeren;
3. Kwaliteitsverlies van de vruchten bij een aantal appelryassen tengevolge van een typische door de schimmel veroorzaakte schilverruwing;
4. Vermindering van de vruchtproductie van de bomen.

Uiteraard zijn enige van de vermelde verschijnselen niet los van elkaar te zien. Het is moeilijk uit te maken welk aandeel de hierboven vermelde factoren ieder voor zich hebben in het totaal van de door de appelmeeldauw veroorzaakte schade.

Bij een analyse daarvan dient men bovendien te bedenken, dat de technische maatregelen die men noodgedwongen moet uitvoeren om al te sterke uitbreiding van de meeldauw tegen te gaan, zoals uitknippen van de overwinterde aantasting (aangetaste knoppen of de daaruit in het voorjaar ontstane aangetaste scheuten), en ook het spuiten van bepaalde bestrijdingsmiddelen eveneens invloed op de opbrengst kunnen hebben.

### 2.1 Invloed op de lengtegroei van langloten en het aantal bladeren aan langloten

Door verschillende instanties werden in de periode 1958–1960 aan het einde van ieder groeiseizoen in veldproeven lengtemetingen van de nieuw gevormde langloten van appel verricht.

Een gedeelte van de resultaten van deze metingen is samengevat in tabel 1.

Uit de gegevens van tabel 1 en van andere proeven genomen door de Plantenziektenkundige Dienst blijkt, dat de langloten aan bomen, die met middelen werden behandeld, die geen of slechts geringe werking tegen appelmeeldauw hadden, vrijwel steeds 10 tot 20% korter waren dan de langloten aan bomen, die regelmatig met middelen met een goede werking tegen appelmeeldauw werden bespoten.

Bij beoordeling van de gegevens van tabel 1 dient men in aanmerking te nemen, dat een eventuele invloed van het bestrijdingsmiddel op de lengtegroei van de langloten niet is te scheiden van het effect van de meeldauwschimmel. Daar het verschil in lengtegroei op bomen met chemische bestrijding van meeldauw in vergelijking met

bomen zonder die bestrijding in gelijke mate waarneembaar was bij toepassing van verschillende typen fungiciden, mag worden verwacht, dat het vermelde verschil in lengtegroei in hoofdzaak werd teweeggebracht door de veel sterkere meeldauw-aantasting op de niet tegen meeldauw behandelde veldjes.

Sinds 1956 is in alle door de P.D. uitgevoerde proeven ter bestrijding van appelmeeldauw het gemiddeld aantal bladeren geteld, dat zich gedurende de zomer op de langloten ontwikkelde. Daarbij werden veldjes, die bespoten waren met middelen die geen of slechts een geringe werking tegen appelmeeldauw hadden, vergeleken met veldjes waarop een effectief werkend meeldauwbestrijdingsmiddel was toegepast (in de meeste gevallen dinocap (Karathane), in een gering aantal gevallen spuitzwavel of

*Tabel 1 Invloed van appelmeeldauw op de groei van langloten van Jonathan, M IX en M XVI*

Proef	Uitgevoerd door	Behandelingen	Gemiddelde lengte van langloten in cm				Percentage reductie in lengte van langloten door weglaten van de meeldauwbestrijding
			Jonathan				
1958 Houten	P.D. + R.T.V.D	sputzwavel + captan	42,8				15
		wettable sulphur + captan om de 8-10 dagen every 8-10 days van / from 1/5-15/8 onbehandeld / untreated (captan)	36,3				
1959 Tull en 't Waal	P.D.	Karathane om de 7 dagen van 20/4-28/7	41,3				20
		onbehandeld (captan)	32,4				
1959 Wilhelminadorp	I.P.O.	Karathane om de 7 dagen van 20/4-21/6	M IX	M XVI			19
		onbehandeld (captan)	50,7	52,5			
<i>trial</i>	<i>carried out by</i>	<i>treatments</i>	<i>mean length of extension shoots in cm</i>		<i>percentage reduction in length of extension shoots by omission of mildew control</i>		

*Table 1 Influence of apple mildew on the growth of extension shoots of Jonathan, M IX and M XVI*

een mengsel van spuitzwavel met captan). Het gemiddelde aantal bladeren werd in het algemeen bepaald aan  $4 \times 100$  langloten. Uit de meeste proeven is gebleken, dat het gemiddeld aantal bladeren per langlot bij bomen met ernstige meeldauwaantasting iets kleiner was dan bij bomen, die met goed werkende middelen waren bespoten. Een dergelijk verschil kon evenwel niet in alle proeven worden vastgesteld.

ROOSJE verkreeg in 1958 overeenkomstige resultaten bij een proef, waar de meeldauwbestrijding tot 30 mei werd uitgevoerd met captan + zwavel (4 bespuitingen) en daarna tot begin augustus met captan + Karathane (8 bespuitingen), terwijl het vergelijkingsobject uitsluitend met captan werd bespoten. Het gemiddeld aantal bladeren aan de langloten was op het 'captan' object 18,6 en op de veldjes waar de bestrijding met tegen appelmeeldauw werkzame middelen werd uitgevoerd 21,6.

De conclusie, dat de hiervoor vermelde verschillen in hoofdzaak moeten worden toegeschreven aan de verschillen in meeldauwaantasting en niet aan een directe invloed van de toegepaste middelen op de groei van de plant, vindt nog steun in een serie andere proeven die in 1959 werden uitgevoerd. In deze proeven trad, zowel in de objecten waar Karathane tegen meeldauw in combinatie met thiram tegen schurft werd toegepast als op de veldjes, die uitsluitend met thiram waren behandeld, een sterke meeldauwaantasting op, doordat tijdens de bloei enige belangrijke infecties 'gemist' werden. Bij deze sterke, ongeveer gelijke aantasting op de veldjes met en zonder Karathane-bespuiting werd op enige waarnemingsdata een gelijk gemiddeld aantal bladeren op de langloten vastgesteld.

## 2.2 Beïnvloeding van de relatie groei-vruchtbaarheid door meeldauwaantasting

Bij het sinds 1950 in ons land verrichte onderzoek naar de mogelijkheden ter bestrijding van appelmeeldauw, is het nimmer gelukt de in de knoppen overwinterende aantasting in de winter of kort na het uitlopen van de knoppen met bespuitingen in voldoende mate te bestrijden, zonder al te ongunstige nevenwerking op de boom te veroorzaken (zie ook par. 6.1.2). Het gevolg is, dat wanneer de aangetaste knoppen gedurende een strenge winter niet doodvriezen, in het voorjaar kort na het uitlopen sterke infectiebronnen van de meeldauw op de bomen aanwezig zijn.

Bij het onderzoek naar de bestrijding is eveneens duidelijk gebleken, dat wanneer men genoemde infectiebronnen op de boom laat, de bladaantasting in de zomer zelfs door talrijke bespuitingen vaak onvoldoende wordt tegengegaan. Dit heeft tot de overtuiging geleid, dat men om bij een sterke 'meeldauwdruk' een voldoende effectieve bestrijding te verkrijgen, de overwinterde aantasting tijdig — dit is voordat nieuwe infecties mogelijk zijn — moet verwijderen. Bovendien moet het jonge nog niet aangetaste blad door veelvuldige bespuitingen voorbehoedend worden beschermd. Over het aandeel dat het 'uitknippen' van de aangetaste scheuten op het totaal van het bestrijdingseffect heeft, worden gedetailleerde gegevens vermeld in par. 6.1.1.

Wanneer een sterke meeldauwaantasting is opgetreden, moet men — vooral bij jonge bomen —, vaak sterker snoeien dan voor een goede opbouw van de boom gewenst is. Bij oudere bomen speelt dit een geringere rol, maar ook daar moet men soms tengevolge van de ernstige aantasting rigoureuzer snoeien dan uit fruitteeltkundig oogpunt aan te bevelen is. Het wegsnoeien van aangetaste scheuten en knoppen maakt, dat vaak 'vruchthout' wordt weggesnoeid dat behouden had moeten blijven. De invloed van het knippen als zodanig op de produktie is uiteraard van ras tot ras verschillend. Bij een ras als Cox's Orange Pippin zal het soms nodige maar in feite te ingrijpende knippen de vruchtbaarheid vrij spoedig in ongunstige zin beïnvloeden en bij rassen, waarbij de bloei in belangrijke mate op éénjarig hout voorkomt, zoals bij Jonathan, kan de vruchtopbrengst door het knippen zelfs al dadelijk dalen.

De in telerskringen wel geuite mening, dat bij percelen die een relatief te sterke groei vertonen en dientengevolge te laat vruchtbaar worden een matige meeldauwaantasting, vooral in de periode van de grootste lengtegroei, niet ongunstig zou zijn, moet mede op grond van het hierna in par. 2.3 en 2.4 vermelde, worden tegengesproken.

### 2.3 Invloed van de meeldauwaantasting op de kwaliteit van de vruchten

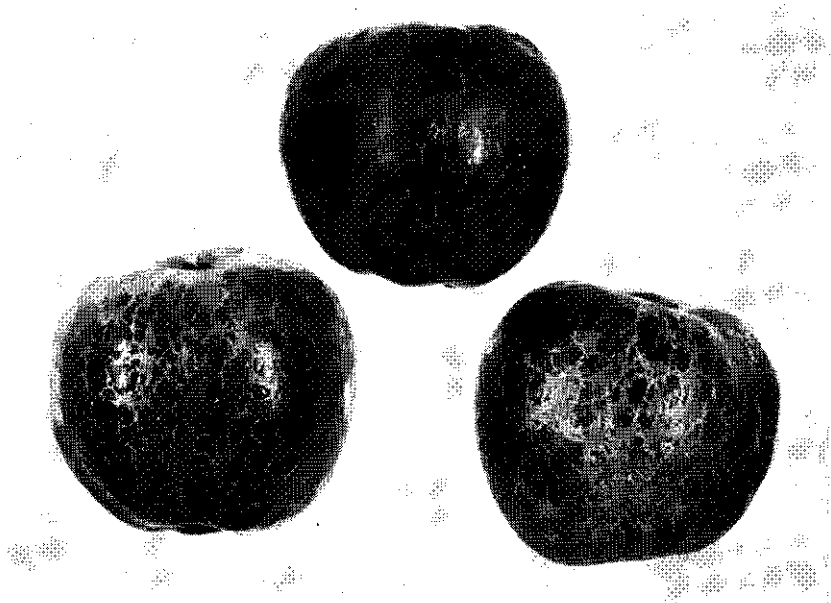
In de literatuur werd reeds lang geleden vermeld dat de appelmeeldauw bij enige appellassen een typische, meestal netvormige verruwing van de schil kan veroorzaken (CUNNINGHAM, 1923; SPRAGUE, 1955). Eerst in 1958 gelukte het in Nederland in een aantal proeven met Jonathan om met zekerheid vast te stellen, dat er een verband bestaat tussen de sterkte van de meeldauwaantasting en een netvormige verruwing van de vruchtschil, die in de loop van de zomer zichtbaar wordt (zie afb. 2). ZOBRIST en BOHNEN (1963) hebben anatomisch aangetoond, dat de netvormige verruwing door meeldauwaantasting kan ontstaan.

Daar vruchten met deze verruwing bij de verkoop een lagere prijs opbrengen, leidt dit verschijnsel vaak tot een niet onbelangrijke schade.

De relatief late ontdekking van de invloed van de meeldauwaantasting op het uiterlijk van de vruchten vindt zijn oorzaak in de omstandigheid dat in Nederland vele oorzaken aanleiding geven tot het ontstaan van vaak ernstige schilverruwing, onder andere wisselende temperaturen in en kort na de bloei, terwijl verscheidene bestrijdingsmiddelen, vooral wanneer ze worden toegepast in de zgn. 'gevoelige' periode van de boom kort na de bloei, een dergelijke reeds aanwezige verruwing vaak in ernstige mate kunnen doen toenemen (BESEMER, 1956; ROOSJE, 1961a).

In 1958 werd in een proef te Wilhelminadorp op Jonathan, waar de meeldauwbestrijding tot 30 mei werd uitgevoerd met spuitzwavel + captan en daarna met dinocap (Karathane) + captan een duidelijk verschil in het aantal vruchten met netvormige verruwing vastgesteld (tabel 2) tussen de vruchten uit de objecten die met een effectief meeldauwbestrijdingsmiddel waren behandeld en die uit de objecten waarin de meeldauw niet werd bestreden.

Afb. 2 Netvormige verruwingen op de vruchtschil van Jonathan, veroorzaakt door appelmeeldauw



P.D.

Fig. 2 Weblike russeting on the fruit skin of Jonathan, caused by apple mildew

Tabel 2 Verband tussen meeldauwbestrijding en netvormige verruwing bij Jonathan. Proef 1958 te Wilhelminadorp (I.P.O.)

Object	Fungiciden	Periode van bespuiting	% Vruchten met netvormige verruwing	
			Jonathan op M IX	Jonathan op M XVI
1	4 × spuitzwavel + captan, 4 × wettable sulphur + captan	1/5-13/8	5,7	9,3
2	8 × 0,12% Karathane wp + captan 10 × captan	1/5-2/8	18,0	27,2
<i>treatment</i>	<i>fungicides</i>	<i>period of control</i>	<i>Jonathan on M IX</i>	<i>Jonathan on M XVI</i>
			<i>% fruits with weblike russeting</i>	

Table 2 Relation between mildew control and weblike russeting of Jonathan. Trial 1958 at Wilhelminadorp (I.P.O.)

Een overeenkomstig resultaat lieten vier proeven zien, eveneens in 1958 uitgevoerd op het ras Jonathan. Deze proeven zijn in de districten Roermond, Terneuzen en

Utrecht van de Plantenziektenkundige Dienst uitgevoerd, respectievelijk onder leiding van A. VAN SOEST, B. VAN DE BOSPOORT en M. A. VAN DE WAAL. De bestrijding van de appelmeeldauw werd onder andere uitgevoerd met de middelen Karathane en spuitzwavel, gecombineerd met captan als schurftbestrijdingsmiddel. In twee van deze proeven (tabel 3 en 4) is ook het effect van enige andere typen middelen tegen

Tabel 3 Verband tussen meeldauwbestrijding en netvormige verruwing bij Jonathan. Proef 1958 te Gronsveld (P.D. district Roermond). 7 bespuitingen tegen meeldauw tussen 8 mei en 1 augustus

Object	Fungiciden	Spuitconcentratie	Meeldauwaantasting op de bladeren. % aangetaste bladeren op verschillende niveau's van de langloten		% Vruchten met netvormige verruwing
			18/6 (blad 1 tot 9)	16/7 (blad 9 tot 16)	
1	onbehandeld / untreated		70	91	53
2	captan 83%	0,15-0,12	69	89	47
3	captan + zwavel / sulphur	0,5 -0,4	55**	51**	28**
4	Karathane + captan 83%	0,1 0,15-0,12	46**	45**	17**
5	tecoram	0,25-0,2	60*	83	38
6	thiram 80%	0,2 -0,125	64	82	40
7	ziram (8/5-30/6)	0,20-0,125			
	thiram (30/6-1/8)	0,15-0,125	79	96	57
8	Phaltan	0,25	70	92	45

treatment	fungicides	spray concentration	mildew infestation of the leaves, % leaves attacked in different levels of the extension shoots		% fruits with weblike russetting
			18/6 (leaf 1 to 9)	16/7 (leaf 9 to 16)	

\*\* verschil met onbehandeld en met object 2 (captan) statistisch zeer betrouwbaar (99%)  
difference with untreated and with treatment 2 (captan) highly significant (99%)

\* verschil met onbehandeld statistisch betrouwbaar (95%)  
difference with untreated significant (95%)

Tabel 3 Relation between mildew control and weblike russetting on Jonathan apples. Trial 1958 at Gronsveld (P.D. district Roermond). 7 sprays against apple mildew between 8th May and 1st August

meeldauw nagegaan nl. van dithiocarbamaten en daaraan verwante verbindingen te weten tecoram = bis-(dimethyl-dithiocarbamoyl)-ethyleen-bisdithiocarbamaat en thiram en van het aan captan verwante Phaltan (N-trichloormethylthioftaalimide). De werking van laatstgenoemde middelen was aanzienlijk minder goed dan van de eerstgenoemde middelencombinatie. In overeenstemming hiermede was het relatief grotere aantal vruchten met netvormige schilverruwing in de desbetreffende objecten.

In één van de in 1958 uitgevoerde proeven werd een duidelijke aanwijzing verkregen



Tabel 4 Verband tussen meeldauwbestrijding en netvormige verruwing bij Jonathan. Proef 1958 te Biervliet (P.D. district Terneuzen). 9 bespuitingen gericht tegen meeldauw tussen 1 mei en 31 juli

Object	Fungiciden	Spuitconcentratie	Meeldauwaantasting op de bladeren. % aangetaste bladeren op verschillende niveau's van de langloten		% vruchten met netvormige verruwing
			13/6 (blad 1 tot 8)	18/7 (blad 6 tot 15)	
1	captan	0,25-0,2	43,4	85	11
2	captan + zwavel / sulphur (SM 55)	0,5 -0,4	19,5**	20**	2,4*
3	Karathane + captan	0,12 0,25-0,2	11,9**	22**	3,8*
4	spuitzwavel wetttable sulphur	0,75-0,5-0,4	8,7**	14**	2,8*

treatment	fungicides	spray concentration	mildew infestation of the leaves. % leaves attacked in different levels of extension shoots		% fruits with weblike russetting
			13/6 (leaf 1 to 8)	18/7 (leaf 6 to 15)	

\*\* verschil met object 1 statistisch zeer betrouwbaar (99%)

difference with treatment 1 highly significant (99%)

\* verschil met object 1 statistisch betrouwbaar (95%)

difference with treatment 1 significant (95%)

Table 4 Relation between mildew control and weblike russetting of Jonathan apples. Trial 1958 at Biervliet (P.D. district Terneuzen). 9 sprays against apple mildew between 1st May and 31st July

Tabel 5 Verband tussen meeldauwbestrijding en netvormige verruwing bij Jonathan vruchten. Proef 1958 te Houten (P.D. district Utrecht)

Object	Fungiciden	Periode van bespuitingen	Aantal bespuitingen	% vruchten met netvormige verruwingen
1	spuitzwavel + captan wetttable sulphur	2/5-5/8	10	8,2
2	captan	2/5-5/8	10	24,7
3	spuitzwavel + captan wetttable sulphur	15/6-5/8	6	29,6
4	captan	15/6-5/8	6	31,6

treatment	fungicides	period of control	number of sprays	% fruits with weblike russetting
-----------	------------	-------------------	------------------	----------------------------------

Table 5 Relation between mildew control and weblike russetting on Jonathan fruits. Trial 1958 at Houten (P.D. district Utrecht)

ten aanzien van de periode waarin de netvormige beschadiging door de appelmeeldauw wordt teweeggebracht (tabel 5). De in tabel 5 weergegeven resultaten duiden er namelijk op dat de beschadiging van de vruchten in ieder geval vóór 15 juni werd veroorzaakt. In 1959 en 1960 zijn proeven genomen om de desbetreffende periode, nauwkeuriger te bepalen (zie par. 6.3). Uit deze proeven en uit enige andere proeven, die in 1959, 1960 en 1961 werden uitgevoerd, bleek opnieuw, dat bij het ras Jonathan met betrekking tot de 'netvormige' verruwing van de vruchten, grote verschillen optreden tussen objecten bespoten met een redelijk tot goed werkend middel en die behandeld met middelen, die weinig of geen effect tegen meeldauw hebben.

## 2.4 Invloed op de vruchtopbrengst

Uit proeven van MÜLLER (1957) is gebleken, dat in een eerste jaar, waarin de meeldauwbestrijding met verschillende intensiteit op de proefveldjes wordt uitgevoerd er in het algemeen geen verband was te leggen tussen de grootte van de vruchtopbrengst en de meeldauwaantasting.

In tabel 6 zijn voor drie veldproeven, die in 1958 in Nederland op Jonathan werden uitgevoerd, de opbrengsten gegeven van bomen, waarop geen meeldauwbestrijding had plaats gevonden naast die van bomen, waarop meeldauwbestrijding wel werd uitgevoerd. In de proef te Houten werd deze bestrijding met een in de fabriek bereid mengsel van spuitzwavel + captan (0,5-0,4% SM55) uitgevoerd, in de proef te Numansdorp met dinocap (0,12% Karathane) en in die te Wilhelminadorp tot 30

Tabel 6 Opbrengstgegevens in 1958 van 3 proeven op Jonathan met en zonder meeldauwbestrijding in 1958

Proef	Jonathan op onderstam	Aantal bespuitingen tegen appelmeeldauw	Gemiddelde opbrengst in kg per boom (12-16 bomen per object)
Houten (P.D.)	M I	10	56,6
		0	65,6
Numansdorp (UITTERLINDEN, 1960)	M IV	8	49
		0	49
Wilhelminadorp (I.P.O.)	M IX	12	24,5
		0	19,5
	M XVI	12	47,5
		0	43,5
<i>trial</i>	<i>Jonathan on rootstock</i>	<i>number of sprays against apple mildew</i>	<i>mean yield in kg per tree (12-16 trees per treatment)</i>

Table 6 Yield data in 1958 of 3 trials on Jonathan with and without mildew control in 1958

Tabel 7 Appelmeeledauwbestrijding en vruchtopbrengst bij Cox's Orange Pippin. Proef 1958 te Krabbendijke (P.D. district Goes.)

Object	Fungiciden	Meeldauwaantasting op de bladeren % aangetaste bladeren op verschillende niveaus van de langloten (gemiddelden van 5 × 500 bladeren)			% door meeldauw aangetaste eindknoppen (gemiddelden van 5 × 300 langloten)	Opbrengst in kg	Relatieve opbrengst, object 1 = 100
		10/6 (blad 1-5)	1/7 (blad 8-14)	3/8 (blad 21-24)			
1	captan	47,1	83,1	92,6	16,3	559,6	100
2	thiram	27,7	39,8	76,8	8,9	514,8	92
3	captan + Karathane	6,3	10,6	37,1	2,8	632,3	113
4	captan + spuitzwavel wetable sulphur	4,8	8,0	32,5	3,1	543,2	97
5	thiram + Karathane	4,2	3,9	36,2	3,0	483,6	86
6	thiram + spuitzwavel wetable sulphur	7,3	9,0	29,8	3,7	466,6	83

treatment	fungicides	spray concentration in %	10/6 (leaf 1-5) 1/7 (leaf 8-14) 3/8 (leaf 21-24)		% terminal buds of extension shoots attacked by mildew	yield in kg	relative yield, treatment 1 = 100
			mildew infestation of the leaves. % leaves attacked in different levels of extension shoots (means of 5 × 500 leaves)				

Table 7 Apple mildew control and fruit yield of Cox's Orange Pippin. Trial 1958 at Krabbendijke (P.D. district Goes.)

mei met spuitzwavel + captan (0,5% SM55, viermaal toegepast) en na 30 mei met dinocap (0,12% Karathane). Waar Karathane werd toegepast is daarnaast voor de bestrijding van schurft captan gebruikt. Op de vergelijkingsobjecten, die niet tegen meeldauw werden behandeld, werd wel de schurftbestrijding met captan uitgevoerd. In alle gevallen kwam op de bomen, die alleen met captan werden behandeld, ernstige meeldauwaantasting op de bladeren en scheuten voor; op de tegen meeldauw behandelde bomen was de aantasting tot een laag niveau teruggedrongen.

Uit tabel 6 blijkt, dat in de proef te Houten op de niet tegen meeldauw behandelde veldjes een hogere opbrengst werd verkregen dan op de wel behandelde. Te Wilhelminadorp deed zich juist het omgekeerde voor, terwijl in de proef te Numansdorp geen verschil in opbrengst tussen de wel en de niet tegen meeldauw behandelde bomen viel waar te nemen. Uit deze drie proeven gezamenlijk bleek dus geen duidelijk verband tussen de meeldauwbestrijdingsmaatregelen in een bepaald jaar en de grootte van de opbrengst in datzelfde jaar.

Uit deze proeven mag echter niet worden geconcludeerd dat er geen verband zou bestaan tussen de grootte van de opbrengst en de mate van meeldauwaantasting, om-

*Afb. 3 Gezonde (links) en door appelmeeldauw aangetaste (rechts) bloemtros van Jonathan ten tijde van het rose knopstadium*



Min. Landb. en Viss.

*Fig. 3 Healthy (left) and mildewed (right) blossom of Jonathan at pink bud stage*

dat enige voor de bestrijding van appelmeeldauw toegepaste fungiciden zoals spuitzwavel en Karathane onder bepaalde omstandigheden een ongunstige invloed op de opbrengst kunnen hebben. Deze invloed van spuitzwavel en Karathane op de opbrengst in het jaar van toepassing wordt gedemonstreerd door de resultaten van een eveneens in 1958 uitgevoerde proef op Cox's Orange Pippin (tabel 7). In deze proef lijkt de goede meeldauwwerking van Karathane in de combinatie captan + Karathane tot een hogere opbrengst te hebben geleid (vergelijk object 1 en 3), terwijl de combinatie captan + spuitzwavel ondanks goede meeldauwwerking geen opbrengstverschil met het object captan-alleen heeft gegeven (vergelijk object 1 en 4); hetzelfde geldt voor vergelijking van de objecten 2 (thiram) en 6 (thiram + spuitzwavel). Blijkbaar heeft Cox's Orange Pippin in deze proef ongunstig op spuitzwavel gereageerd. Uit een vergelijking van de objecten 2 (thiram), 5 (thiram + Karathane) en 3 (captan + Karathane) kan voorts worden afgeleid, dat in deze proef thiram zowel alleen als gemengd met Karathane eveneens een ongunstige invloed op de opbrengst heeft gehad.

Uit deze proef als geheel blijkt wel, dat de invloed van bepaalde fungiciden op de opbrengst in het jaar van toepassing de invloed van de mate van meeldauwbestrijding op de opbrengst in hetzelfde jaar kan overschaduwen.

Opbrengstbepalingen in meerjarige proeven op Cox's Orange Pippin, Jonathan en Golden Delicious, die vanaf 1959 met verschillende meeldauwbestrijdingsmiddelen werden uitgevoerd, gaven evenmin in het eerste jaar een invloed van de meeldauwbestrijding op de grootte van de oogst te zien in vergelijking met objecten, waarin middelen werden toegepast, die geen of een te verwaarlozen effect tegen appelmeeldauw hadden.

Uit de literatuur zijn echter verschillende gevallen bekend, waar in het jaar na een sterke meeldauwaantasting een ernstige oogstreductie ten gevolge van de meeldauwaantasting in het voorafgaande jaar optrad.

MÜLLER (1957) stelde in 1953 in Duitsland een opbrengstvermindering van 63% vast op bomen van het ras Krügers Dickstiel, die in 1952 geen behandeling tegen appelmeeldauw kregen in vergelijking met bomen, waarop in 1952 wel meeldauwbestrijding plaats vond. Bomen, die in 1952 en 1953 niet en in 1954 wel werden bespoten, gaven in 1954 een opbrengstreductie van 84% in vergelijking met bomen, waarop de appelmeeldauw gedurende de drie genoemde jaren redelijk werd bestreden. CSORBA en FEHÉRVÁRI (1956) stelden na een hevige meeldauwaantasting op Jonathan in 1954 in het volgende jaar opbrengstreducties vast van 43%, 51% en 57% op bomen, die in 1954 niet tegen meeldauw werden behandeld. AERTS en SOENEN (1962) verkregen in 1961 bij Jonathan van bomen, die zowel in 1960 als 1961 7-maal tegen appelmeeldauw werden bespoten een meeropbrengst van 28% vergeleken met bomen, die geen behandeling tegen meeldauw ontvingen.

Ook in Nederland werden in proeven frappante gegevens verkregen ten aanzien van de invloed van meeldauwbestrijding op de opbrengst in het volgende jaar. UITTERLINDEN (1960) en ROOSJE (1961b) voerden in 1958/1959 proeven uit op Jonathan, waarbij in 1959 oogstreducties ten gevolge van meeldauwaantasting in 1958 van respectievelijk 45% en 70% werden vastgesteld. Overeenkomstige gegevens zijn ver-

kregen in een tweetal proeven op Jonathan, die door de Plantenziektenkundige Dienst in de provincie Utrecht en in Zeeuws Vlaanderen in 1959/1960 werden uitgevoerd (IMMIKHUIZEN en VAN DE WAAL, 1961). In de ene proef werd 30% opbrengstvermindering vastgesteld bij bomen, die in het voorgaande seizoen niet tegen meeldauw waren behandeld, vergeleken met die, welke in het voorgaande seizoen 15-maal met 0,06% Karathane waren bespoten. In de tweede proef bedroeg de opbrengstvermindering onder soortgelijke omstandigheden zelfs 75% (zie tabel 25).

In het kader van een proefplekkenonderzoek in percelen Jonathan op M XVI in Zeeland werd tenslotte door VAN DER BOON en BUTIJN (1961) over een reeks van vier jaren op percelen met belangrijke meeldauwaantasting een daling van de vrucht-opbrengst van 18% vastgesteld ten opzichte van de opbrengst op percelen zonder meeldauwaantasting.

### 3 Overzicht van de literatuur over de biologie van appelmeeldauw

De schimmel *Podosphaera leucotricha* (ELL. et EVERH.) SALM., die appelmeeldauw veroorzaakt, behoort tot de klasse der Ascomyceten, familie *Erysiphaceae* of echte meeldauwzwammen.

De echte meeldauwzwammen zijn obligate parasieten, hetgeen wil zeggen, dat zij uitsluitend kunnen leven ten koste van levende plantedelen. Het mycelium van de *Erysiphaceae* leeft voornamelijk buiten op de waardplanten. Het onttrekt zijn voedsel aan de waardplant door middel van zuigorganen (haustoriën), die bij de veroorzaker van appelmeeldauw op bladeren slechts in de epidermiscellen worden gevormd. ZOBRIST en BOHNEN (1963) toonden bij de aantasting van vruchten door appelmeeldauw aan, dat de schimmel door de epidermis dringt en nog tot vier cellagen onder de epidermis haustoriën vormt.

*Podosphaera leucotricha* overwintert als mycelium in de knoppen van appel. Hoewel FOULDS (1957) en BLUMER en SCHNEIDER (1949) van mening waren, dat *Podosphaera leucotricha* niet in de knoppen van peer zou kunnen overwinteren bleek in 1961 en 1962 uit eigen waarnemingen duidelijk, dat overwintering in pereknoppen eveneens voorkomt, al moet worden erkend, dat dit veel minder plaats vindt dan in de knoppen van bepaalde apperassen.

WOODWARD (1927) heeft zich als eerste uitvoerig met het onderzoek naar de wijze van overwintering van het mycelium in de knoppen bezig gehouden. Lange tijd heeft de mening bestaan, dat het mycelium in de knoppen zich alleen tussen en op de knop-schubben zou bevinden.

Volgens FISCHER (1956) is het mycelium, dat zich tussen en buiten op de knop-schubben bevindt, van geen betekenis voor de overwinteringskans van de schimmel omdat het, evenals het zich op de twijgen bevindende mycelium, afsterft. Naast FISCHER (1956) heeft ook BURCHILL (1958) overtuigend aangetoond, dat het mycelium ook tot in het binnenste van de knoppen kan doordringen, zelfs tot aan het embryonale weefsel. Het dermatogeen kan volgens FISCHER (1956) niet worden aangetast, maar de op het oudere dermatogeen gevormde haren worden wel aangetast. Rond het vegetatiepunt kunnen kluwen mycelium voorkomen.

Een gedeelte van de aangetaste knoppen sterft af; een ander gedeelte loopt echter in het voorjaar uit en daarbij treedt het mycelium zowel bij gemengde knoppen als bij bladknoppen weer naar buiten.

Het mycelium van *Podosphaera leucotricha* kan twee soorten sporen vormen: ascosporen en conidiën.

### 3.1 Peritheciën en ascosporen

De ascosporen worden gevormd bij een geslachtelijk voortplantingsproces; daarbij ontstaan peritheciën, die elk één ascus met 6 tot 8 ééncellige ascosporen bevatten.

De bolvormige peritheciën met een diameter van 80 tot 160  $\mu$  worden in de loop van de zomer gevormd (LAUBERT, 1908; HERVERT, 1954). Volgens WOODWARD (1927) begint de vorming in mei en eindigt in juli-augustus. FISCHER (1956) en AERTS en SOENEN (1955) namen peritheciën in grotere aantallen vanaf einde juni waar. Zij bevinden zich op het mycelium, waaraan zij met enige korte uitsteeksels vastgehaakt zitten. Ook in Nederland zijn de peritheciën soms in groot aantal te vinden op het mycelium, dat de twijgen en de hoofdnerf en grote zijnerven van de bladeren bedekt, terwijl bij meeldauwaantasting bij peren eveneens dikwijls vele peritheciën op de vruchten worden gevormd. ERIKSSON (1909), LÜSTNER (1923) en BLUMER en SCHNEIDER (1949) hebben het voorkomen van peritheciën op perevruchten al eerder vermeld. Zelfs in de gesloten knoppen van appel kunnen peritheciën ontstaan (FISCHER, 1956; STALDER, 1955).

Hoewel NEGER (1901) meende, dat de peritheciën van *Podosphaera* ten gevolge van een verschil in sterkte van de celwand aan boven- en onderzijde losraken van het mycelium en zich daarna door de wind laten verspreiden, vond WOODWARD (1927) dat de peritheciën gewoonlijk stevig vastgehecht waren aan het mycelium. YOSSEFOVITCH (1929) nam waar, dat alleen de mechanische werking van sterke regenval de peritheciën van het mycelium losscheurt.

De factoren, die invloed uitoefenen op de vorming van peritheciën van *Podosphaera leucotricha* zijn niet voldoende bekend en de meningen over de betekenis dezer factoren zijn daardoor tegenstrijdig. De rol die de ascosporen in de levenscyclus spelen is evenmin duidelijk.

NEGER (1901) meende, dat de *temperatuur* geen invloed heeft op de peritheciën-vorming. Volgens FOEX (1919), GAUDINEAU (1951) en ZOBRIST en FRÖHLICH (1952) zou warmte de vorming van peritheciën daarentegen bevorderen. In tegenstelling daarmee deelde GOLLMICK (1950) mee, dat de peritheciën meer aan de schaduwzijde van de twijgen alsook van de boom dan aan de zonzijde ontstaan. Dit kan behalve op het vermijden van hogere temperatuur ook wijzen op een grotere *vochtbehoefte*.

FOEX (1919), WOODWARD (1927), GOLLMICK (1950), GAUDINEAU (1951) en ZOBRIST en FRÖHLICH (1952) waren echter van mening, dat de vorming van peritheciën door langdurige droogte zou worden bevorderd en volgens NEGER (1901) en LAIBACH (1930) zou het vochtgehalte van de lucht geen invloed op de ontwikkeling van peritheciën uitoefenen. FISCHER (1956) vond geen aanwijzingen voor de geldigheid van de opvatting, dat warme droge zomers de vorming van peritheciën zouden begunstigen.

Ook over de invloed van de *leeftijd van de plantedelen* op de vorming van peritheciën lopen de meningen uiteen. AERTS en SOENEN (1952) vonden de meeste peritheciën aan de basis van de éénjarige loten. Volgens NEGER (1901) en LAIBACH (1930) zou de ontwikkeling van peritheciën op jonge plantedelen onderdrukt worden, terwijl



WOODWARD (1927) juist overvloedige peritheciënvorming op jonge snelgroeïende waterloten vaststelde.

FISCHER (1956) vermeldt, dat de peritheciën steeds op die delen van de scheuten ontstaan, die het laatst uitgerijpt zijn, namelijk het bovenste deel van de langloten en meer naar beneden (20–25 cm onder de eindknop), meestal alleen in de buurt van de knoppen.

Een zware infectie in een vroeg stadium, waardoor een dikke myceliumlaag ontstaat, zou van doorslaggevende invloed op de peritheciënvorming zijn (WOODWARD, 1927; LAIBACH, 1930; GOLLMICK, 1950; AERTS en SOENEN, 1952; FISCHER, 1956).

SALMON (1900) vond peritheciën steeds op waardplanten, die in minder goede conditie waren.

In de literatuur is er herhaaldelijk op gewezen, dat de ascosporen zich in de peritheciën niet volledig ontwikkelen. WOODWARD (1927) kon in hangende druppels maar zelden uitstoting van ascosporen waarnemen. Verder hebben FISCHER (1918), BERWITH (1936), STOLL (1941), GOLLMICK (1950) en FISCHER (1956) steeds vergeefs getracht kieming van ascosporen of kunstmatige infectie met ascosporen tot stand te brengen. FISCHER (1956) meent, dat de abortie van de ascosporen een gevolg is van uitdroging van de peritheciën, hetgeen plaats heeft doordat na de verkurking van de scheut de haustoriën, vervolgens het mycelium en ook de peritheciën van voedsel verstoken worden. In verband hiermee is het opmerkelijk, dat de asci in peritheciën, die in knoppen worden gevormd, een hoger percentage ascosporen voortbrengen dan die uitwendig op de scheut ontstaan.

Hoewel het tot nu toe aan niemand gelukt is infectie met ascosporen van *Podospheera leucotricha* tot stand te brengen, menen BLUMER en LÜTHI (1949) evenals ZOBRIST en FRÖHLICH (1952) toch aan de ascosporen een zekere betekenis te moeten toekennen in verband met de sterke toename van de appelmeeldauw (zie ook Inleiding).

### 3.2 De conidiën

De vorming van conidiëndragers en conidiën begint reeds in de nog gesloten knoppen (BURCHILL, 1958), zodat bij het uitlopen van aangetaste knoppen tegelijk met het zichtbaar wordende mycelium ook conidiën voorhanden zijn. De bladeren en bloemen van de uitlopende aangetaste knoppen worden misvormd.

Deze in het nieuwe groeiseizoen eerst zichtbaar wordende aantasting wordt in het algemeen 'primaire aantasting' genoemd, ter onderscheiding van de later door conidiën-infecties ontstaande 'secundaire aantasting' op bladeren, scheuten en vruchten.

De eerste infectie op een voordien nog niet aangetaste boom zal zijn oorsprong vinden in een conidiën-infectie, zodat eigenlijk, zoals ook FISCHER (1956) meent, de zgn. 'primaire aantasting' secundair is. Hij stelde voor om in plaats van 'primaire aantasting' en 'secundaire aantasting' respectievelijk de termen 'chronische aantasting' en 'acute aantasting' te gebruiken.

In een vergadering van de 'Werkgroep voor appelmeeldauwonderzoek' werd overeengekomen in plaats van 'primaire' en 'secondaire' aantasting in het vervolg in Nederland te spreken van 'overwinterde aantasting' en 'nieuwe aantasting'. In deze publicatie zullen deze termen van nu af aan worden gebruikt.

### 3.2.1 Vorming en verspreiding van conidiën

Over de vorming van conidiën onder verschillende omstandigheden zijn vooral door HAMMARLUND (1925) uitvoerige waarnemingen verricht. De kleurloze ovale conidiën ontstaan in ketens op loodrecht op het bladoppervlak staande conidiëndragers (conidiophoren).

HAMMARLUND (1925) kon vaststellen dat een conidiëndrager slechts gedurende vijf tot zes dagen conidiën voortbrengt. In lucht met een relatieve vochtigheid van 37 tot 56%, werden gemiddeld 13,1 conidiën per conidiëndrager gevormd, in vochtiger lucht (relatieve vochtigheid 79 tot 97%) ontstonden per conidiëndrager gemiddeld slechts 8,2 sporen. HAMMARLUND (1925) bepaalde ook hoeveel conidiën op een bepaald moment op een conidiëndrager aanwezig waren. Hij vond daarbij op bladeren in vochtige lucht gemiddeld 7,4 conidiën per drager tegen gemiddeld 6,2 conidiën per drager op bladeren uit droge lucht. Zowel HAMMARLUND (1925) als FOEX (1926) toonden aan, dat de conidiën in droge lucht vanaf de conidiëndragers worden weggeslingerd.

Volgens AERTS en SOENEN (1952, 1955) zouden de meeste conidiën worden voortgebracht in mei en juni. Na juni neemt de hoeveelheid gevormde conidiën af, terwijl de sporenvorming in het algemeen in augustus opnieuw toeneemt zij het in geringere mate (AERTS en SOENEN, 1955). Ook FISCHER (1956) vermeldde dat de maximale sporenvlucht plaats vindt in de periode van de bloei tot ongeveer 1 maand daarna, dwz. eveneens in mei en juni.

VOGLER (1957) constateerde dat reeds sterk sporulerende nieuwe infecties op de blijkbaar zeer vatbare kroonbladen van de bloesem voorkwamen, nog voordat nieuwe infecties op loofbladeren zichtbaar waren. Zij meent dat dikwijls alle kroonbladen door de eerste nieuwe infectie worden aangetast. Dit zou erop wijzen dat de conidiënvlucht nog tijdens de bloeiperiode een hoogtepunt bereikt. Het optreden van infectie op de kroonbladen is ook door ZOBRIST en BOHNEN (1963) aangetoond.

FISCHER (1956) kwam door waarnemingen tot de conclusie, dat conidiën van appelmeeldauw slechts over een zeer geringe afstand van zo ongeveer 3,5 meter door de wind worden verspreid. Ook voor echte meeldauw op Gouden Regen (*Laburnum vulgare* GRISEB.) kon hij geen overgang van aangetaste struiken op 10 tot 60 meter verder staande gezonde struiken vaststellen.

Samengevat kan dus gezegd worden, dat lage luchtvochtigheden gunstig zijn voor de vorming en de verspreiding van de conidiën van *Podosphaera leucotricha*.

### 3.2.2 Behoud van kiem- en infectievermogen van conidiën

WOODWARD (1927) toonde aan, dat de conidiën na 54 uur in ijs te zijn bewaard, op blad als substraat bij 10°C normaal kiemden. Ook werd de kieming niet belemmerd

door een verblijf van 12 uur bij 8°C. BERWITH (1936) kon conidiën, die 14 dagen bij 1°C waren bewaard nog tot ontkiemen brengen, maar bij 13°C was het kiemvermogen al binnen 24 uur verloren gegaan.

STOLL (1941) vond, dat conidiën die los van de dragers bij 2°C werden bewaard na 6 dagen nog kiemkrachtig waren. Bij bewaring bij 4°C, 10°C, 20°C en 27°C bleef de kiemkracht respectievelijk 3, 2, 1 en  $\frac{1}{2}$  dag behouden; bij 30°C zelfs maar enkele uren. In hetzelfde artikel vermeldde STOLL (1941), dat de conidiën hun kiemkracht bij 93% relatieve luchtvochtigheid reeds na 15 minuten hadden verloren. FISCHER (1956) deelde als voorlopig resultaat van zijn proeven mee, dat conidiën bij 4°C en 90% relatieve vochtigheid na 14 dagen nog zeer kiemkrachtig waren, terwijl ze na 8 dagen bewaring bij 25°C en 50–60% relatieve vochtigheid niet meer kiemden.

Tenslotte stelde VOGLER (1957) vast, dat conidiën los van de dragers hun infectievermogen bij kamertemperatuur (17–20°C) ongeveer 5 dagen behielden, terwijl bij –1°C tot +4°C bewaarde conidiën na 16 dagen nog tot infectie in staat waren.

### 3.2.3 Kieming van en infectie door conidiën

De conidiën kunnen onder daarvoor gunstige omstandigheden ontkiemen en infectie veroorzaken op bladeren, scheuten, vruchten en waarschijnlijk ook knoppen. Deze laatsten kunnen behalve direct door conidiën (KOSWIG, 1958a) ook worden aangestast door mycelium, dat vanaf een blad via de bladsteel tussen de aanvankelijk nog niet gesloten knopschubben van de knoppen groeit. Terwijl FISCHER (1956) en BURCHILL (1958) van mening waren, dat de knopinfectie voornamelijk plaats had door 'loophyfen' vanaf het bladmoes via de bladsteel, kwam KOSWIG (1958a) tot de tegenovergestelde conclusie, nl. dat de knoppen in hoofdzaak direct door conidiën zouden worden geïnfecteerd.

In de literatuur lopen de meningen zeer uiteen over de omstandigheden, waaronder *kieming en infectie* van conidiën plaats heeft.

*Luchtvochtigheid.* SALMON (1900) merkte reeds op, dat de conidiën in droge lucht nog snel kiemden. FISCHER (1918, 1920) schreef de snelle kieming in een droog klimaat toe aan geregeld optreden van dauw, waar de invloed van irrigatie van de boomgaarden nog bijkomt. Ook FOEX (1925) nam in droge perioden een gunstige invloed van begieting van de boom met water op de kieming van conidiën waar. WOODWARD (1927) vermeldde, dat water nadelig is voor de kieming, maar dat dauw zeer gunstig werkt. Ook volgens BERWITH (1936) kiemden conidiën op objectglasjes zowel als op bladeren alleen goed bij meer dan 90% luchtvochtigheid terwijl geen vrij water aanwezig was. STOLL (1941) meende, dat de sporen in droge lucht nog voldoende vocht vanuit het blad krijgen toegevoerd ten gevolge van de verdamping door het blad. AERTS en SOENEN (1955) konden aanvankelijk geen invloed van de relatieve luchtvochtigheid op het tot stand komen van infectie vaststellen, maar later kenden AERTS (1961) en AERTS en SOENEN (1962) voor infectie wel betekenis toe aan hoge luchtvochtigheid. FISCHER (1956) vermeldde, dat voor kieming van de conidiën de lucht geheel of bijna geheel met waterdamp verzadigd moet zijn.

*Wind.* Volgens STOLL (1941) heeft de snelheid van de luchtstroom over de te infecteren bladeren grote invloed op het tot stand komen van infectie.

Hij vond, dat bij een 'windsnelheid' van 4 mm/sec. al geen infectie meer optrad als de relatieve luchtvochtigheid 93% bedroeg, terwijl in stilstaande lucht zelfs bij maar 66% relatieve vochtigheid nog infectie optrad.

Volgens STOLL wordt dus het effect van een voor infectie gunstige hoge luchtvochtigheid dicht boven het bladoppervlak beïnvloed door de windsnelheid.

*Temperatuur.* WOODWARD (1927) vond dat bij temperaturen beneden 10°C de kieming uitblijft. De conidiën kiemden op bladeren het snelst bij 15°C; bij deze temperatuur was na zeven uren het begin van de vorming van een kiembuis waar te nemen. Na 21 uren waren de kiembuizen, van de bij 20°C kiemende conidiën, die bij deze temperatuur meer dan zeven uur nodig hadden om te kiemen, echter langer dan van de bij 15°C kiemende conidiën. Bij 33°C was geen kieming meer mogelijk.

BERWITH (1936) nam in zijn proeven met conidiën op objectglasjes optimale kieming van de sporen waar bij temperaturen van 19 tot 22°C; beneden 6°C en boven 25°C werd geen kieming verkregen. Op objectglasjes kiemden onder optimale omstandigheden slechts 4% tot 5% van de sporen. Voor de kieming van conidiën op bladeren stelde BERWITH (1936) een temperatuurtraject van 10° tot 28°C vast.

Volgens proeven van STOLL (1941) zou het temperatuurbereik voor kieming tussen circa 5°C en 33°C liggen met een maximale kieming van ongeveer 60% bij temperaturen van 20–25°C. FISCHER (1956) verkreeg vrijwel overeenstemmende resultaten.

Wat de invloed van de temperatuur op het tot stand komen van infectie betreft deelde BERWITH (1936) mee, dat bij temperaturen tussen 13° en 25°C infectie was te bereiken.

AERTS en SOENEN (1955) konden in kassen alleen bij temperaturen boven 20°C infecties teweeg brengen. Zij waren ook de eersten, die onder natuurlijke omstandigheden resultaten van kunstmatige infecties beschreven. Ook in het laatste geval slaagde de infectie alleen bij temperaturen boven 20°C. Daarentegen heeft MÜLLER (1957) zowel uit waarnemingen als uit inoculatieproeven onder veldomstandigheden kunnen afleiden dat ook infectie mogelijk moet zijn wanneer de maximumtemperatuur niet hoger dan 18,5°C komt.

Volgens STOLL (1941) zou in direct zonlicht slechts zelden infectie tot stand komen omdat de temperatuur dan te hoog oploopt.

*Licht.* HAMMARLUND (1925) stelde vast, dat conidiën, die verzameld werden van in het donker staande planten, niet kiemden, terwijl van de conidiën, die afkomstig waren van aan het zonlicht blootgestelde planten 86% kiemde.

Volgens WOODWARD (1927) zou voor de kieming van kiemkrachtige conidiën geen licht nodig zijn, maar FISCHER (1956) constateerde toch betere kieming in het licht dan in het donker.

*Conditie waardplant.* Allereerst is de leeftijd van het te infecteren waardplantweefsel

Afb. 4 Middelbare fout in procenten van het aantal gave conidiën in verschillende aantallen monsters uit eenzelfde conidiën-suspensie van tien bladschijfjes

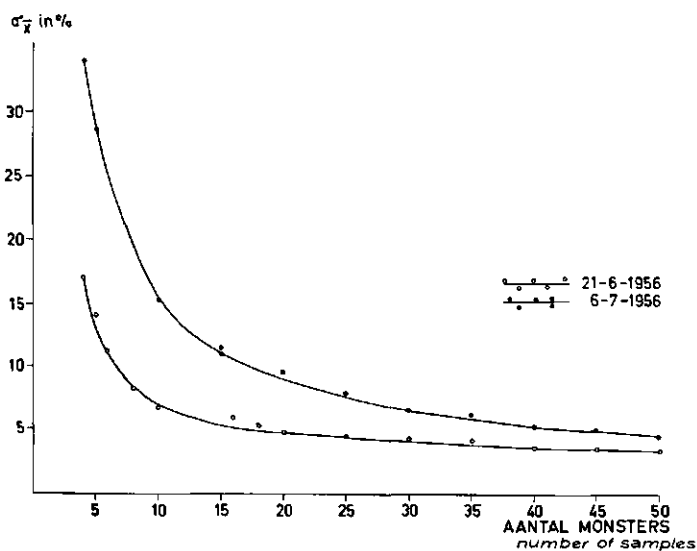


Fig. 4 Mean error in per cents of the number of undamaged conidia in varying numbers of samples from one conidia suspension of ten leaf discs

Afb. 5 Middelbare fout van het gemiddelde van tellingen in een aantal conidiënsuspensies, elk verkregen van één bladschijfje, 26 juni 1956

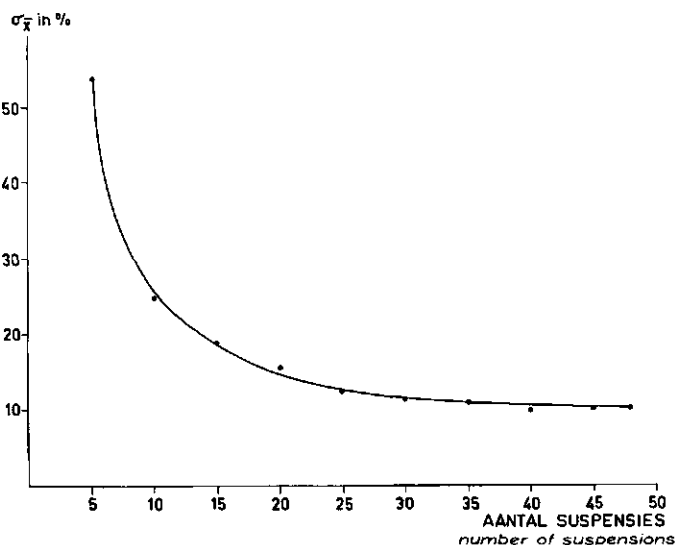


Fig. 5 Mean error of the average of counts in a number of conidia suspensions each obtained from one leaf disc, 26th June 1956

een later door hen beschreven methode bepaald (AERTS en SOENEN, 1955). Mede op grond van hun bevindingen is ook in Nederland in de jaren 1954 t/m 1957 getracht een indruk van de conidiënproductie te verkrijgen. Daartoe zijn in die jaren van ongeveer eind april tot begin september vrijwel dagelijks in één of twee boomgaarden in de omgeving van Wageningen een aantal blaadjes van door meeldauw aangetaste appelbomen verzameld en onderzocht.

In 1954 en 1955 vond dit uitsluitend plaats in de proefboomgaard 'De Lange Ossekampen' van de N.V. Albatros Superfosfaatfabrieken te Wageningen, in 1956 en 1957 ook in de boomgaard 'Nudenoord' te Wageningen. In 'De Lange Ossekampen' diende het ras Jonathan als proefobject, in 'Nudenoord' vooral Signe Tillisch, eveneens zwaar door meeldauw aangetast, en ook Jonathan.

Voor de bepaling van het aantal conidiën, dat op een bepaald moment aanwezig was op de bladeren met overwinterde meeldauwaantasting is een enigszins andere methode toegepast dan AERTS en SOENEN (1955) beschreven. Met een appelboor werden uit een bekend aantal bladeren op de plaats waar zich de meeste zichtbare meeldauw bevond, stukjes ter grootte van 1,7 cm<sup>3</sup> geponst. Deze stukjes werden afzonderlijk in 10 ml water of in veelvoud van 10 tezamen bijv. in 30 ml of 60 ml water gedurende 20 minuten in een schudmachine (circa 40 omwentelingen per minuut) geschud. Daarna werd de suspensie door zeven gescheiden van de bladdelen en met water tot het oorspronkelijke volume van 10, 30 of 60 ml aangevuld. De concentratie van de sporensuspensie werd bepaald door het aantal sporen in 3,2 mm<sup>3</sup> suspensie met een Fuchs-Rosenthal telkamer te tellen en daarna het gemiddelde van vier van deze tellingen te berekenen.

Om na te gaan of een monster van tien ponsstukjes als representatief kan gelden dan wel te klein is, werden op 23 mei 1955 in 30 ml water suspensies gemaakt van 10, 20, 30, 40 en 50 ponsstukjes. Het aantal sporen in de suspensie van 20 en 30 ponsstukjes per 30 ml water was respectievelijk ongeveer tweemaal en driemaal zo groot als bij 10 ponsjes per 30 ml. Bij de suspensie uit 40 en 50 ponsjes per 30 ml water, bedroeg het aantal sporen daarentegen slechts tweemaal dat van de suspensie uit 10 ponsstukjes per 30 ml. Dit wijst erop, dat een aantal van 40 of 50 ponsjes per 30 ml te groot is, waardoor of het schudden wordt bemoeilijkt en de sporen niet in suspensie komen of een deel van de sporen tijdens het afgieten van de suspensie tussen de bladdelen achterblijft.

Op 31 mei 1955 werd deze bepaling herhaald met dit verschil, dat de 30, 40, 50 ponsstukjes in plaats van in 30 ml nu in 60 ml werden geschud. Opnieuw bleek, dat bij de monsters met grotere aantallen ponsstukjes per 30 ml of 60 ml water relatief minder sporen werden gevonden dan wanneer 10 of 20 ponsstukjes per 30 ml water worden gebruikt. Naar aanleiding hiervan werd besloten in 1956 en volgende jaren steeds uit te gaan van 10 ponsstukjes blad per 30 ml water.

Op 21 juni en 6 juli 1956 is nagegaan hoeveel tellingen per sporensuspensie zouden moeten worden verricht om een betrouwbaar beeld van de dichtheid van die sporensuspensie te verkrijgen.

Afb. 6 Productie van conidiën van appelmeeldauw op Jonathan in 1955 in relatie tot de datum, weersfactoren en bespuitingen. Boonggaard Lange Ossekampen, Wageningen

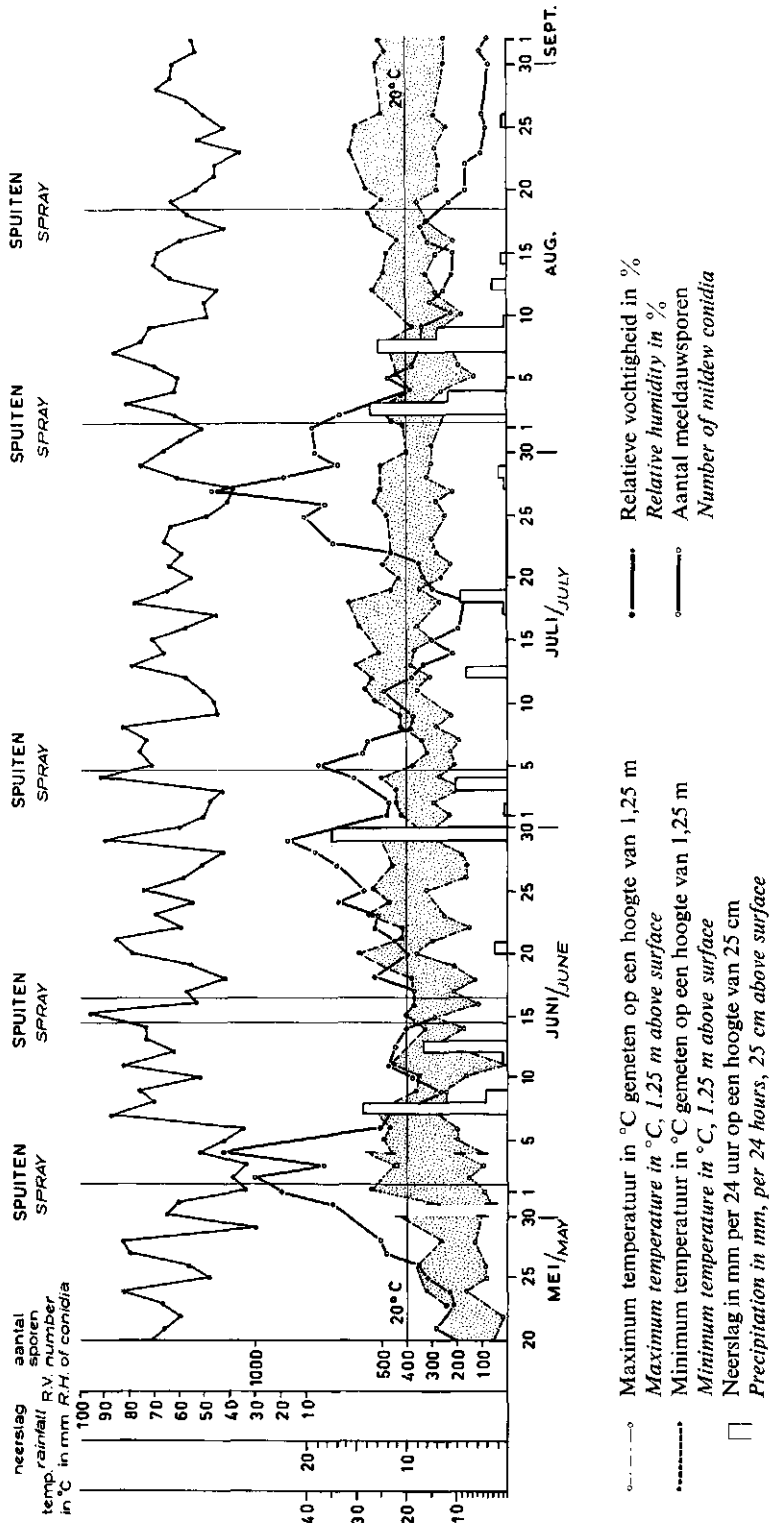


Fig. 6 Production of apple mildew conidia on Jonathan in 1955 in relation to the date, weather factors and sprays. Orchard Lange Ossekampen, Wageningen

Daarbij werden 50 tellingen aan één bepaalde sporensuspensie verricht en wiskundig verwerkt, en de middelbare fout voor verschillende aantallen tellingen berekend. Het resultaat van deze tellingen is verwerkt in afb. 4.

Uit afb. 4 blijkt, dat pas bij 15 of meer tellingen aan één suspensie een redelijk betrouwbare indruk werd verkregen van de hoeveelheid conidiën, die in een uit 10 ponsstukjes gemaakte sporensuspensie aanwezig was. Daar een dergelijk aantal tellingen in verband met de benodigde tijd niet was uit te voeren, werden slechts vier tellingen per suspensie verricht in het besef, dat deze niet meer dan een vage indruk van de sporenvorming kunnen geven.

Op 26 juni 1956 werd nog vastgesteld, dat men per monsterdatum eigenlijk minstens 30 bladponsstukjes, ieder afzonderlijk geschud in 10 ml water, zou moeten nemen om de op het gekozen moment aanwezige hoeveelheid conidiën met enige zekerheid te kunnen bepalen (zie afb. 5).

In verband met beperkingen in de tijdsbesteding werd in 1956 besloten de hieronder volgende methode als standaardmethode voor het bepalen van de conidiënproductie aan te houden in het besef dat daarmee geringe fluctuaties in de conidiënproductie niet met enige betrouwbaarheid kunnen worden aangewezen.

#### 4.1.2 Standaardmethode

Per boomgaard werd van 10 bladeren met ernstige aantasting van overwinterde meeldauw een stukje van 1,7 cm<sup>2</sup> met een appelboor uitgeponst op de plaats in het blad waar zich de meeste zichtbare meeldauw bevond. De ponsstukjes werden ter plaatse in een buis met 30 ml water gedaan. In het laboratorium werd de buis 20 minuten lang geschud in een schudmachine (circa 40 omwentelingen per minuut) teneinde de sporen van de bladeren los te maken. De inhoud van de buis werd vervolgens door een trechter afgezeefd in een maatglas en het volumen tot 30 ml aangevuld.

De concentratie van de sporensuspensie werd bepaald door het aantal sporen in 3,2 mm<sup>3</sup> suspensie te tellen met een Fuchs-Rosenthal telkamer en van vier tellingen het gemiddelde te nemen.

Deze standaardmethode kent behalve het reeds genoemde bezwaar, dat de gemiddelde conidiënhoeveelheid van slechts 4 in plaats van minstens 15 tellingen per suspensie werd berekend, nog een aantal grote bezwaren. Deze zijn:

1. De gedurende een heel seizoen voor de dagelijkse tellingen benodigde hoeveelheid blad met overwinterde aantasting is te groot om in één boomgaard van één ras te kunnen verzamelen;
2. Het verzamelde bladmateriaal geeft een niet representatief beeld van de op een bepaald moment aanwezige hoeveelheid conidiën, omdat bewust steeds ernstig aangetast blad voor de bepalingen wordt gebruikt. De van nieuwe aantasting afkomstige conidiën blijven in het begin van het seizoen buiten beschouwing;
3. Men kan met het verzamelen van het blad pas beginnen als het blad zover ontplooid is, dat men voor het nemen van ponsstukjes geschikte bladeren heeft. Dan is de conidiënproductie echter reeds in volle gang;



4. De methode levert etmaalgegevens op, terwijl men voor het correleren met meteorologische gegevens eigenlijk over gegevens van elk uur zou moeten beschikken.

Daar de meeste van de genoemde bezwaren van de standaardmethode ook eigen zijn aan de door AERTS en SOENEN toegepaste methode, zal hun methode vermoedelijk evenmin volledig betrouwbare gegevens kunnen opleveren.

#### 4.1.3 Resultaten en conclusies

Ondanks de grote gebreken van de bovenbeschreven methode werden de bepalingen van de hoeveelheden aanwezige conidiën jaarlijks in een grafiek met meteorologische gegevens samengebracht.

De waarnemingen in 1955 (afb. 6) kunnen ter illustratie dienen.

1. Verscheidene malen werd een daling van het aantal conidiën geconstateerd na regen (zie 9 juni, 1 juli, 13 juli, 29 juli, 4 augustus en 10 augustus) en na bepaalde bespuitingen (15 juni, 2 augustus, 19 augustus). Toevallig werd juist op 8 juni, 30 juni en 3 augustus geen monster genomen. Merkwaardigerwijze trad de daling na een bespuiting in twee gevallen pas een dag later op (zie 3 juni en 6 juli);

2. In het algemeen werd een hogere produktie van conidiën geconstateerd bij temperaturen boven 20°C (30 mei tot 8 juni; 19 juni tot 29 juni; 22 juli tot 3 augustus). Boven 30°C verminderde het sporenaantal weer, waarschijnlijk door sterfte van de conidiën;

3. Een uitzondering op het onder 2 genoemde vormt de periode van omstreeks 9 juli tot 22 juli. Toen bleek tijdens een warme periode de conidiënproduktie laag te zijn. Dit is niet goed verklaarbaar, tenzij men aanneemt dat er òf als het ware een natuurlijke ouderdom of uitputting van de schimmel bestaat òf de sporenproduktie van het overwinterde mycelium in die periode tot een eind kwam, terwijl die van de nieuwe infecties nog niet goed op gang was;

4. Er waren drie hoofdtoppen nl.: op 4 juni, op 29 juni en op 27 juli (de hoogste);

5. Na 1 augustus werd een blijvende daling in de conidiënproduktie geconstateerd;

6. Er was geen verband te constateren met de relatieve luchtvochtigheid, die echter niet in de boomgaard zelf werd opgenomen.

Op grond van de waarnemingen in de jaren 1954 t/m 1957 konden de volgende meer algemene conclusies over de sporenproduktie van appelmeeldauw worden getrokken:

1. de conidiënproduktie blijkt eerder verband te houden met het verloop van de maximumtemperaturen dan met het verloop van de minimumtemperaturen. Alleen bij te hoog oplopende maximumtemperaturen (boven ca. 30°C) daalde de conidiënproduktie;

2. hevige regenval veroorzaakte een daling in de conidiënproduktie gedurende enige dagen daarna. Bespuitingen hadden over het algemeen hetzelfde effect. Droge perioden waren gunstig voor de conidiënontwikkeling;

3. de conidiënproductie was over het algemeen groot in mei en juni. Gedurende de maand juli trad gewoonlijk een tijdelijke vermindering in produktie op, waarna een vrij kortstondige toename van de produktie plaats vond. Daarna daalde de produktie geleidelijk tot eind augustus;

4. er kon geen duidelijk verband gelegd worden tussen de conidiënproductie en de factoren 'aantal minuten zonneshijn per 24 uur' en relatieve luchtvochtigheid.

Deze bevindingen stemmen over het algemeen goed overeen met gegevens in de literatuur over de invloed van verscheidene meteorologische factoren op de vorming van conidiën (zie par. 3.2.1).

#### 4.2 Waarnemingen over de verspreiding van conidiën van appelmeeldauw

In het proefveld 'Katse Veer' (zie par. 4.4) werd de verspreiding van conidiën nagegaan. De afstand tussen de buitenzijde van de infectiebron en de proefbomen A bedroeg 1,2 meter, tussen de buitenzijde van de infectiebron en de bomen G + H was de afstand 6,9 meter.

Uit tabel 8 blijkt, dat in het proefveld 'Katse Veer' op 1,2 meter afstand van de infectiebron gerekend over 1956 t/m 1959 bijna tweemaal zoveel bladeren door meeldauw werden aangetast als op 6,9 meter afstand van de infectiebron. Dit is begrijpelijk, omdat de dichtheid van het inoculum met toenemende afstand tot de infectiebron zal afnemen. Uit tabel 8 blijkt ook, dat de conidiën een afstand van 6,9 meter gemakkelijk kunnen afleggen.

*Tabel 8 Aantallen bladeren met nieuwe meeldauwaantasting bij bomen op 1,2 meter en 6,9 meter afstand van infectiebron. Proefveld 'Katse Veer'*

Jaar waarnemingen	Aantal aangetaste bladeren op 1,2 meter afstand van infectiebron (A)	Aantal aangetaste bladeren op 6,9 meter afstand van infectiebron $\left(\frac{G + H}{2}\right)$
1956	373	111
1957	597	242
1958	498	318
1959	623	399
1956 t/m 1959	2091	1070
<i>year of observations</i>	<i>number of leaves attacked at 1.2 metre distance from infection source (A)</i>	<i>number of leaves attacked at 6.9 meter distance from infection source <math>\left(\frac{G + H}{2}\right)</math></i>

*Table 8 Numbers of leaves with new mildew lesions on trees at 1.2 meter and 6.9 meter distance from infection source. Experimental field 'Katse Veer'*

*Afb. 7 Hirst-sporevanger opgesteld in Jonathan boomgaard*



Min. Landb. en Viss.

*Fig. 7 Hirst spore trap in Jonathan orchard*

In 1960 werden op 30 maart, dwz. lang voordat nieuwe infectie mogelijk was, zes opgepote driejarige boompjes Jonathan zonder overwinterde aantasting op ongeveer 1000 meter afstand van de dichtstbijzijnde appel- of pereboom opgesteld. Op 19 juli 1960, toen deze boompjes voor de eerste maal werden gecontroleerd, waren daarop reeds vrij veel nieuwe aantastingen aanwezig. Dit geeft de aanwijzing, dat de conidiën op tenminste 1000 meter afstand van hun oorsprong nog infectie kunnen veroorzaken.

Met behulp van een Hirst-sporenvanger (HIRST, 1952) werd in 1958 en 1959 te Wageningen en in 1958 t/m 1960 te Wilhelminadorp getracht een indruk te verkrijgen van de variaties in de verspreiding van conidiën in een etmaal en gedurende het gehele groeiseizoen.

Bij de Hirst-sporenvanger (afb. 7) wordt lucht door een spleet ( $14 \times 2$  mm) langs een met kleefstof bedekt objectglas gezogen in een hoeveelheid van 9 tot 11 liter per minuut. Het objectglas wordt door een uurwerk met een snelheid van 2 mm per uur langs de spleet bewogen.

Te Wageningen werd de lucht voor de Hirst-sporenvanger aangezogen door een membraancompressor met elektromotor, die voor continu gebruik echter ongeschikt bleken. Te Wilhelminadorp werd aanvankelijk een membraancompressor met 2-tact benzinemotor gebruikt en later een centrifugaalpomp met 4-tact benzinemotor (cilinderinhoud 412 cc.). Ook deze door de fabrikant van de Hirst-sporenvanger aanbevolen membraancompressor en beide motoren bleken geheel ongeschikt voor continu gebruik. Te Wilhelminadorp werd tenslotte zonder dat verdere storingen optraden een Edwards vacuumpomp met compressor (type RB 4) en continu olie-druppelaar gebruikt, terwijl de energie werd geleverd door een 1/3 PK elektromotor (1425 omw./minuut).

In 1960 was de Hirst-sporenvanger te Wilhelminadorp van 3 mei tot 3 september opgesteld in een perceel Jonathan midden in een tegen appelmeeldauw niet behandeld veldje van zes bomen. De aantallen gevangen of op de objectglasjes herkende conidiën van appelmeeldauw waren te gering om duidelijke variaties in de verspreiding van conidiën te kunnen vaststellen. Daar een voldoende grote infectiebron op de bomen rond de Hirst-sporenvanger aanwezig was, blijft dit negatieve resultaat onverklaard.

#### 4.3 Waarnemingen in boomgaarden over het optreden van infectie

In 1955 hebben verschillende instanties op in totaal zeven plaatsen in het land waarnemingen verricht over het optreden van appelmeeldauwinfecties. Van vier plaatsen (de Bilt, Klaaswaal, Lunteren en Wilhelminadorp) waren de waarnemingen bruikbaar voor verdere bewerking. De waarnemingen te de Bilt werden uitgevoerd door Post, die te Klaaswaal en Lunteren door respectievelijk de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst te Barendrecht en Zutphen, terwijl de waarnemingen te Wilhelminadorp

door ROOSJE werden verricht. Uit de verzamelde gegevens kon geen duidelijk verband tussen het aantal nieuw aangetaste bladeren en de temperatuur in een voorgaande periode worden gevonden.

Wel werd daarentegen de indruk verkregen, dat ongeveer vijf dagen vóór een top in de aantasting een periode van hoge relatieve luchtvochtigheid (bij metingen te 9, 12 en 15 uur GMT een relatieve vochtigheid boven 80%) was voorgekomen, terwijl veelal ongeveer 10 dagen vóór een top in de aantasting een periode met lage relatieve luchtvochtigheid (bij metingen te 9, 12 en 15 uur GMT een relatieve vochtigheid lager dan 65%) was opgetreden.

Aangezien de opvattingen in de literatuur over de duur van de incubatietijd (zie par. 3.2.4) enigszins uiteenliepen, was op grond van de eigen waarnemingen niet te bepalen of lage dan wel hoge relatieve luchtvochtigheid gunstig voor infectie door conidiën van appelmeeldauw was.

In dit stadium van het onderzoek werd reeds sterk behoefte gevoeld aan nadere gegevens over de duur van de incubatietijd (zie ook par. 4.6.4).

Veldwaarnemingen over het verschijnen van nieuwe meeldauwvlekken werden in 1956 te Wilhelminadorp voortgezet. Vanaf 24 mei, de datum waarop de eerste meeldauwvlekken werden gevonden, tot 15 augustus werd het verschijnen van nieuwe meeldauwvlekken op de bladeren van 50 gemerkte langloten van Jonathan nagegaan.

In het tijdvak 24 mei–15 augustus werd 43 keer een controle uitgevoerd. Bij elke controle werden nieuwe aantastingen gevonden. Van de 520 bladeren, die tussen 24 mei en 7 juli op de gemerkte langloten werden gevormd werd 94% uiteindelijk door appelmeeldauw aangetast. Tijdens de gehele periode 24 mei–7 juli waren er bladeren te vinden, waarop reeds vijf tot zeven dagen na hun verschijning nieuwe meeldauwvlekken zichtbaar werden. Dit wijst behalve op een incubatietijd van vijf tot zeven dagen op een ruime variatie van voor infectie geschikte weersomstandigheden. Blijkbaar is ook in het tijdvak van 7 juni–29 juni infectie mogelijk geweest, ondanks het feit, dat de maximumtemperaturen in deze periode varieerden van 13°C tot 17°C (slechts op 3 dagen boven 15°C). Dit is in tegenspraak met de opvatting van AERTS en SOENEN (1955), dat infectie alleen bij temperaturen van 20°C en hoger mogelijk zou zijn.

#### 4.4 Waarnemingen over het optreden van infectie in het proefveld 'Katse Veer'

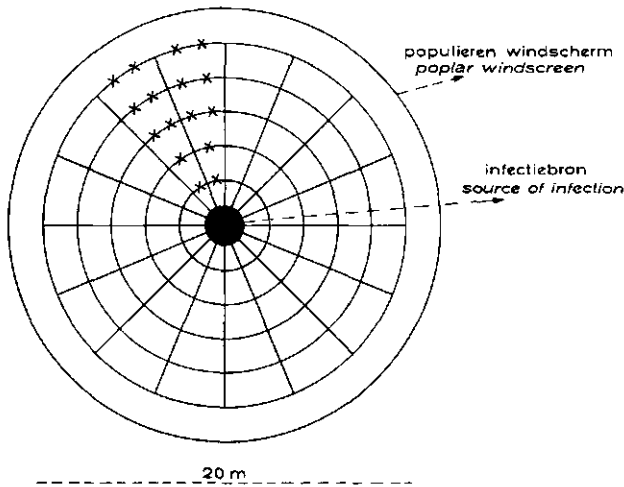
Bij het onderzoek naar de samenhang tussen het weer en het optreden van valse meeldauw bij uien (*Peronospora destructor* (BERK.) CASP.) heeft een cirkelvormig proefveld met een infectiebron in het centrum waardevolle gegevens verschaft over het verband tussen het weer en het optreden van infectie (VAN DOORN, 1959).

Een dergelijk proefveld heeft het voordeel, dat men naderhand de infectieperioden kan trachten vast te stellen als de windrichting in een bepaalde periode benevens de incubatietijd bekend is, terwijl men er op moet kunnen rekenen, dat de infectie geheel of in hoofdzaak veroorzaakt wordt door kort tevoren verspreide sporen.

#### 4.4.1 Opzet van proefveld 'Katse Veer'

Op 15-16 maart 1956 werden op vijf concentrische cirkels in totaal 128 tweejarige bomen Jonathan op M IX geplant.

Ze werden zo geplant, dat het perceel kon worden verdeeld in zestien gelijkwaardige sectoren met elk acht bomen. De straal van de buitenste cirkel was 8 meter en van de binnenste cirkel 2,5 meter. In het centrum van het perceel werden binnen een straal van 1,2 meter enige ongeveer vijfjarige bomen Jonathan als infectiebron geplant (afb. 8). Vanaf 1957 werd de infectiebron in het centrum versterkt door daarin ook afgesneden aangetaste langloten van Jonathan te plaatsen, waarvan de helft steeds

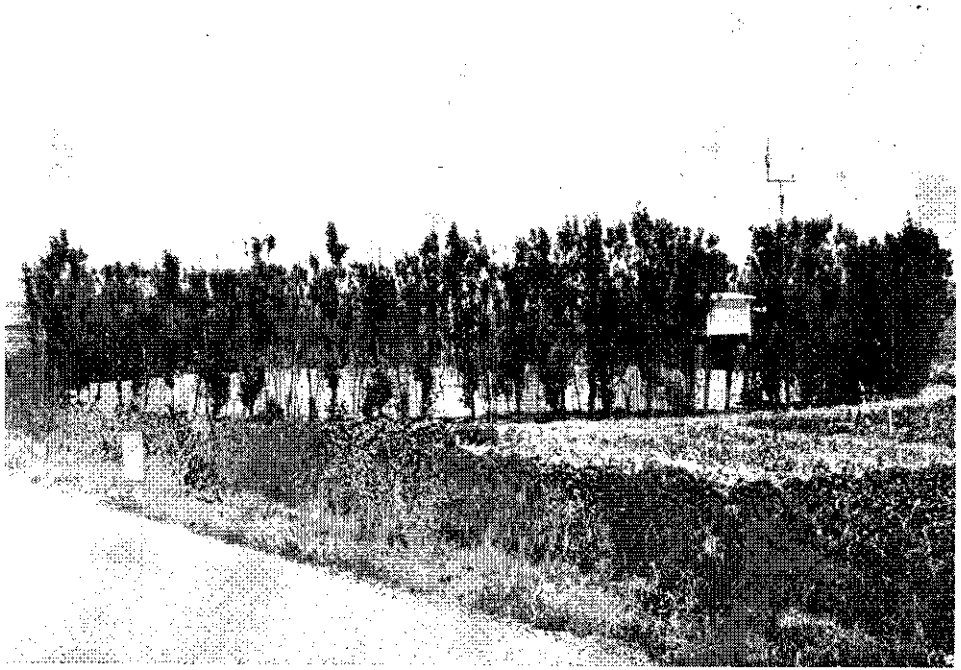


Afb. 8 Plattegrond van proefveld 'Katse Veer'

Fig. 8 Plan of experimental field 'Katse Veer'

om de twee tot drie dagen werd vervangen. De bomen op de vijf concentrische cirkels geplant waren afkomstig uit het noorden van het land (Friesland), waar toen weinig appelmeeldauw voorkwam. Overigens werd er door insnoeien en controle voor gewaakt, dat zich op de bomen buiten de infectiebron geen overwinterde aantasting bevond.

Teneinde te bereiken, dat nieuwe infectie op bomen in de sectoren zoveel mogelijk zou worden veroorzaakt door conidiën uit het zieke centrum diende het proefveld op een ten opzichte van boomgaarden geïsoleerde plaats te worden aangelegd, waar bovendien de wind van alle zijden ongehinderd moest kunnen toetreden. Het proefveld werd aangelegd in 'de Wilhelminapolder' bij het toenmalige 'Katse Veer'. De dichtstbijzijnde boomgaard bevond zich op een afstand van 1 km ten oosten van het proefveld. Om windbeschadiging van de proefbomen te vermijden werd het proefperceel omgeven door een betrekkelijk dicht populieren windscherm van drie meter hoogte. De straal van dit in een cirkel geplante windscherm was tien meter (zie ook afb. 9).



I.P.O.

Fig. 9 Circular experimental field 'Katse Veer'

In 1957 werd op 21 januari en op 30 oktober respectievelijk bij een onbebladerd en een bebladerd windscherm vastgesteld, dat een licht poeder zich bij vrij krachtige wind vanuit het centrum van het proefveld over drie tot vier sectoren kon uitspreiden. Door het K.N.M.I. te de Bilt werd aan de zuidzijde van het windscherm een weerhut geplaatst, inhoudende thermograaf, hygrograaf, twee kwikthermometers voor droge en natte bol en een Six-minimum-maximum thermometer. Voorts werd vanaf 6 juli 1956 een zelfregistrerende windrichtingmeter opgesteld (afb. 10). De meteorologische waarnemingen werden in 1958 en 1959 eenvoudigheidshalve verricht in de boomgaard van het Proefstation voor de Fruitteelt op circa 1500 meter afstand van het proefveld.

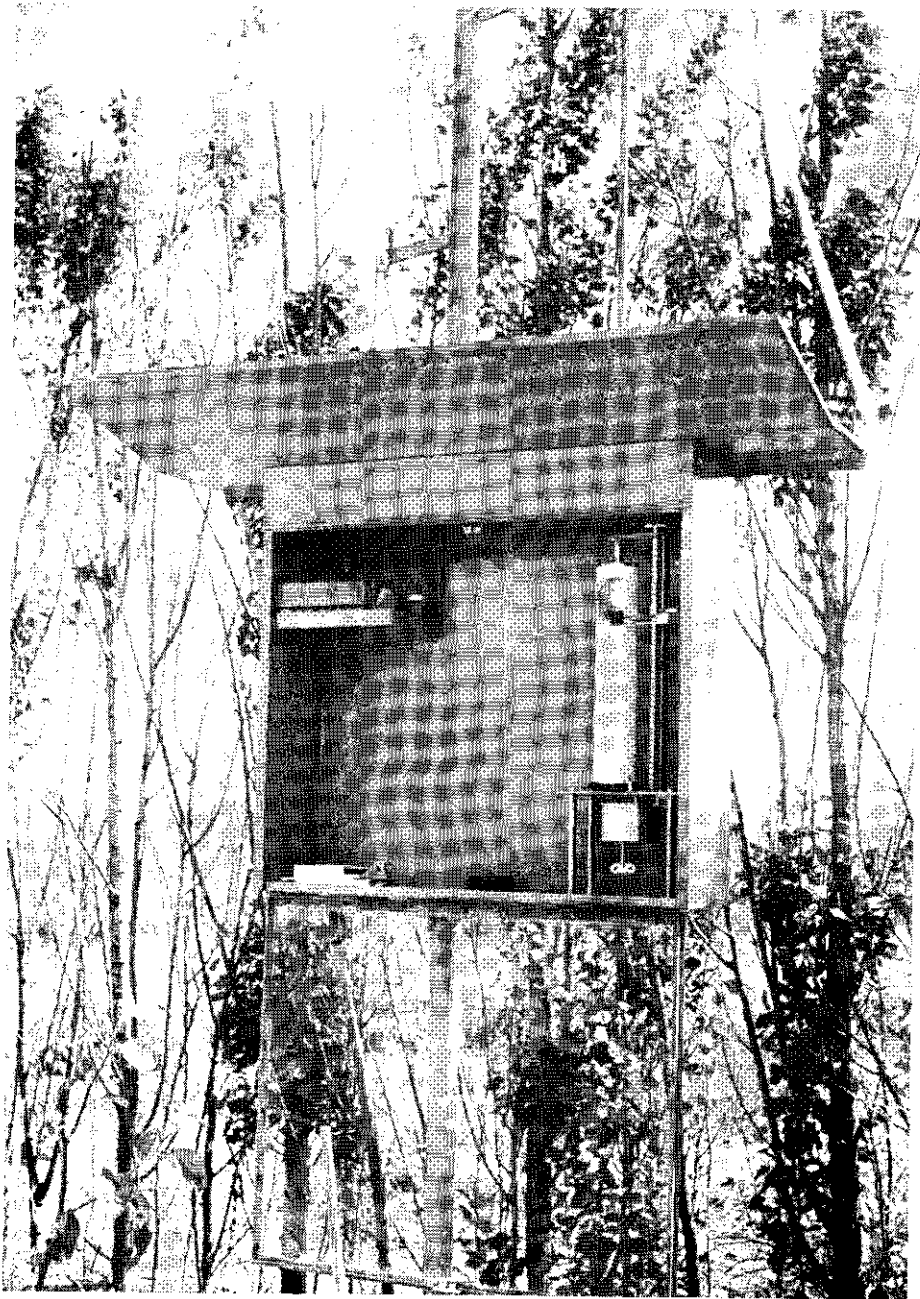
#### 4.4.2 Resultaten van waarnemingen in het proefveld 'Katse Veer'

Waarnemingen over het optreden van nieuwe infecties vonden in het proefveld 'Katse Veer' plaats in vier seizoenen, 1956 t/m 1959.

Met de waarnemingen werd begonnen zodra de eerste nieuwe meeldauwvlekken in het proefveld verschenen. Vanaf die datum werd er naar gestreefd zoveel mogelijk elke werkdag alle aanwezige bladeren te controleren op nieuwe meeldauwaantasting. De aantallen aangetaste bladeren werden per boom geteld en direct na de telling verwijderd.

In tabel 9 is een overzicht gegeven van de resultaten der tellingen.

*Afb. 10 Registratie van windrichting bij het proefveld 'Katse Veer'*



I.P.O

*Fig. 10 Registration of wind direction near the experimental field 'Katse Veer'*



Afb. 12 Waarnemingen over het verband tussen het weer en het optreden van appelmeeldauw in het proefveld 'Katsse Veer' in 1959

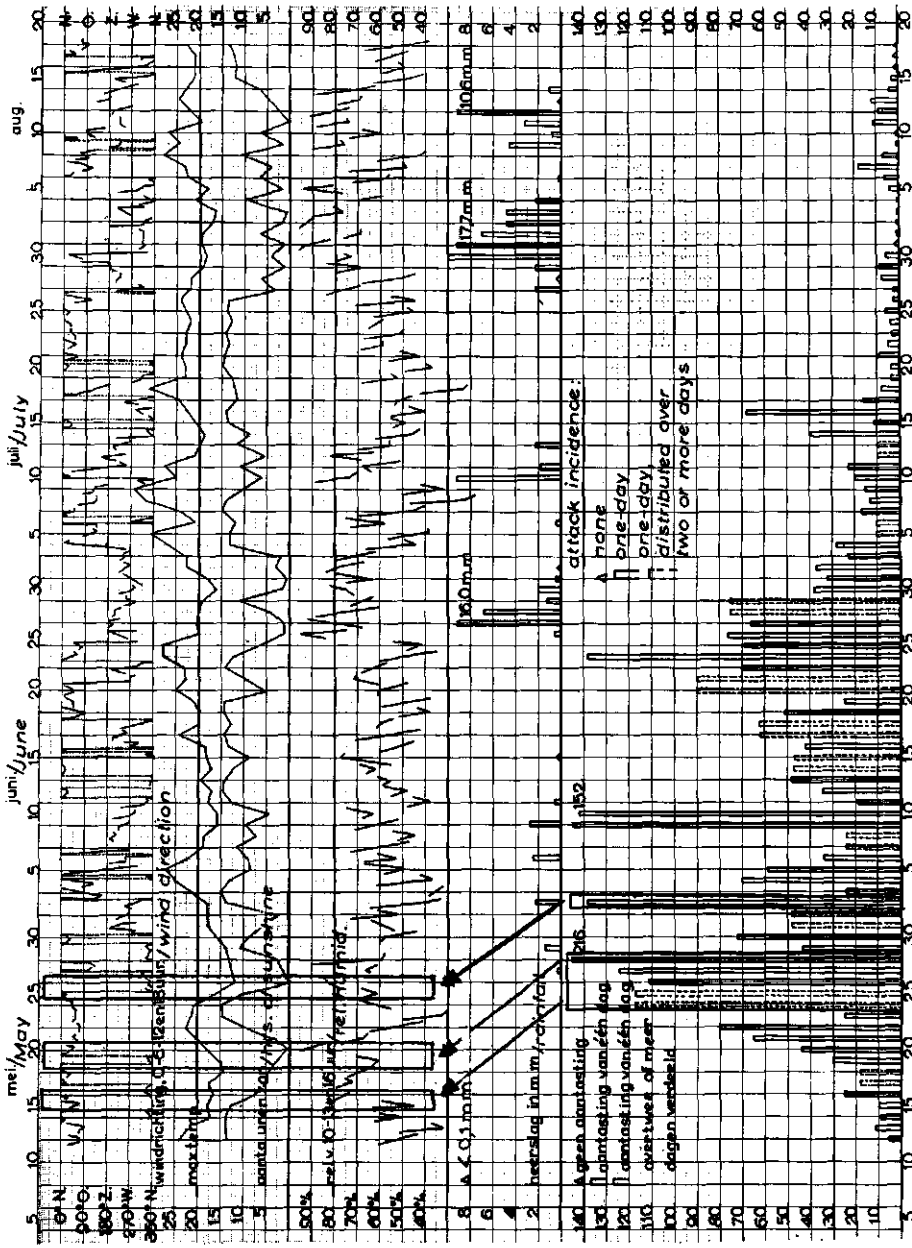


Fig. 12 Observations on the relation between the weather conditions and the occurrence of apple mildew in the experimental field 'Katsse Veer'

voorkomen of wel infectie onder uiteenlopende omstandigheden mogelijk is. Er zijn meer aanwijzingen, die pleiten voor het voorkomen van infectie onder uiteenlopende omstandigheden dan voor grote variabiliteit van de incubatietijd (zie ook par. 4.6.4). Voor het optreden van veel infectieperiodes pleit ook, dat dikwijls bijna alle bladeren (behalve de oudste) aan de langloten min of meer zijn aangetast. Daar elk blad slechts drie tot zes dagen na ontplooiing vatbaar voor infectie is (AERTS en SOENEN, 1962, en eigen waarnemingen) moeten wel regelmatig infecties optreden wil men kunnen verklaren, dat vrijwel alle bladeren aantasting vertonen.

Ook na perioden, waarin de maximumtemperatuur lager was dan 20°C bijv. 7-29 juni 1956, 18-29 juni 1958, 25 mei-2 juni 1959, 7-16 juni 1959, verscheen op de bladeren nieuwe meeldauwaantasting. Gezien het feit, dat de incubatietijd minder sterk varieert (zie par. 4.6.4) dan de duur van deze perioden met temperaturen beneden 20°C, moet ook bij temperaturen lager dan 20°C infectie zijn opgetreden. Dit is dus in tegenspraak met de bevindingen van AERTS en SOENEN (1955), volgens welke alleen bij temperaturen boven 20°C infectie zou optreden. Zie ook par. 4.6.3.1.

Hoewel in het proefveld 'Katse Veer' vrijwel elke dag nieuw aangetaste bladeren werden gevonden vallen in het verloop van de aantasting toch bepaalde toppen waar te nemen (zie afb. 12). De als toppen aangemerkte data zijn in de laatste kolom van tabel 9 vermeld.

Op grond van boomgaardwaarnemingen in 1955 en 1956 en van literatuurgegevens (par. 3.2.1. en 3.2.3) werd de volgende werkhypothese opgesteld: 'Vorming en verspreiding van conidiën geschiedt voornamelijk bij lage relatieve luchtvochtigheid (droog zonnig weer), de infectie vindt vooral plaats bij hoge relatieve luchtvochtigheid'. Met lage relatieve vochtigheid wordt bedoeld, dat de relatieve vochtigheid te 9, 12 en 15 uur GMT 70% of lager is (in 1956 is hiervoor 65% aangehouden), terwijl onder

Tabel 9 Tellingen van nieuwe meeldauwaantasting. Proefveld 'Katse Veer'

Jaar	Periode van tellingen	Aantal dagen in de periode van tellingen	Aantal teldata	Aantal dagen waarop nieuwe meeldauw werd gevonden	Toppen in aantasting op de data
1956	24/5-31/8	100	83	82	29/6, 12-15/7, 27/7, 17-18/8
1957	17/5- 5/9	112	93	92	18-19/6, 23-26/7
1958	19/5-22/8	96	79	79	29-31/5, 7/6, 17-21/6, 26/6
1959	12/5-18/8	99	83	80	24-28/5, 2/6, 9-10/6, 24/6, 16/7
<i>year</i>	<i>period of counts</i>	<i>number of days in the period of counts</i>	<i>number of count days</i>	<i>number of days on which new mildew lesions were found</i>	<i>peaks of attack on the dates</i>

Table 9 Counts of new mildew attack. Experimental field 'Katse Veer'

Tabel 10 Toetsing van de werkhypothese over het optreden van infectie door conidiën van appelmeeldauw aan de 'toppen' in aantasting in het proefveld 'Katse Veer'

Jaar	Data top in aantasting	Aantasting moet veroorzaakt zijn bij windrichting*	Periode lage r.v.	Overwegende windrichting tijdens periode lage r.v.	Periode hoge r.v.	Incubatieperiode zou hebben bedragen in dagen
1956	29/6	N-W <sup>1</sup>	20-22/6	N	23/6	6
	12-15/7	N-Z	6-7/7	W-ZW	8 - 9/6	3-7
	27/7	NO-NW <sup>1</sup>	11/7	N-O	15-16/7	11-12
	17-18/8	ZW	8-9/8	van W naar O	11/8	6-7
1957	18-19/6	N-O	8-9/6	Z-NW	10/6	8-9
	23-26/7	ZW <sup>1</sup>	14/7	ZW	15/7	8-11
		{	17/7	W-Z	18/7	5-8
1958	29-31/5	W-Z <sup>1</sup>	17/5	W	18/5	11-13
	7/6	ZO-ZW <sup>1</sup>	29/5	ZZO-OZO	30/5	7
	17-21/6	variërend	10-11/6	O-NO	?	?
	26/6	variërend <sup>1</sup>	19/6	van N-ZW	20/6	6
1959	24-28/5	O (24-26/5)	14-15/5	N	16/5	8 t.o.v. 24/5
		NNO (28/5) <sup>1</sup>	18-19/5	N	20/5	8 t.o.v. 28/5
	2/6	N <sup>1</sup>	24-25/5	N	26/5	7
	9-10/6	W	30-31/5	N en Z	?	?
	24/6	N <sup>1</sup>	11-13/6	N	14/6	10
	16/7	ZW	4-5/7	N en ZO	?	?
<i>year</i>	<i>dates of peaks of attack</i>	<i>attack had to be caused during wind direction*</i>	<i>period of low RH</i>	<i>prevailing wind direction during period of low RH</i>	<i>period of high RH</i>	<i>incubation period amounted in days</i>

\* Gezien de plaats in het proefveld, waar de meeste nieuw aangetaste bladeren werden aangetroffen op de data van de toppen in aantasting  
*According to the place in the experimental field, where the larger part of the newly attacked leaves was found on the dates of the peaks of attack*

<sup>1)</sup> Voor verklaring zie tekst hieronder

Table 10 Check of the working hypothesis on the occurrence of infection by conidia of apple mildew to the peaks of attack. Experimental field 'Katse Veer'

hoge relatieve vochtigheid wordt verstaan dat deze te 9, 12 en 15 uur GMT 80% of meer bedroeg.

Deze werkhypothese werd getoetst aan de toppen van aantasting, die bij de waarnemingen van 1956 t/m 1959 in het proefveld 'Katse Veer' werden vastgesteld (tabel 10).

Bij beschouwing van tabel 10 blijkt, dat van de vijftien waargenomen toppen in aantasting (die als zodanig in 1956 t/m 1959 werden aangemerkt) er negen (in tabel 10 gemerkt met <sup>1)</sup> gezien de windrichting zijn terug te voeren op sterke verspreiding van sporen tijdens een periode met lage relatieve vochtigheid. In weer acht van deze negen gevallen volgde op de periode van lage relatieve vochtigheid binnen twee dagen een periode met hoge relatieve vochtigheid.

In het negende geval (27 juli 1956) duurde het vier dagen voordat een periode met hoge relatieve vochtigheid volgde op de periode met lage relatieve vochtigheid.

De eerder vermelde werkhypothese over het bestaan van een verband tussen de weersomstandigheden en het optreden van infectie wordt enigszins verzwakt door de variatie in de incubatietijd van zes tot elf dagen, maar het is niet uitgesloten, dat de incubatietijd vooral onder natuurlijke omstandigheden als in het proefveld 'Katse Veer' inderdaad van zes tot elf dagen kan variëren (zie ook par. 4.6.4).

In de opzet van het proefveld 'Katse Veer' zal ook rekening moeten worden gehouden met de mogelijkheid, dat reeds sporen verspreid kunnen zijn vanuit ergens in de sectoren voorkomende meeldauwvlekken, voordat deze werden verwijderd. Het is begrijpelijk, dat dan geen duidelijk verband meer te vinden is tussen de windrichting en de verspreiding vanaf de centrale infectiebron. Mogelijk heeft deze 'menginfectie' zich voorgedaan in de zes gevallen, waar geen verband kan worden gelegd tussen de windrichting tijdens de periode van hoge relatieve vochtigheid en de sectoren van het proefveld waar de aantasting werd aangetroffen.

In drie van deze zes gevallen (toppen 12-15/7/1956, 17-18/8/1956, 18-19/6/1957) kwam toch nog duidelijk een opeenvolging van een periode van lage relatieve vochtigheid en een periode van hoge relatieve vochtigheid voor, waarbij de incubatietijd gerekend vanaf de periode met hoge relatieve vochtigheid zes tot negen dagen zou hebben bedragen.

Dientengevolge blijkt slechts in drie van de in totaal vijftien gevallen (toppen 17-21/6/1958, 9-10/6/1959 en 16/7/1959), zes tot tien dagen vóór de top in aantasting

*Tabel 11 Proefveld 'Katse Veer'. Relatieve betekenis van de toppen in aantasting en de aantasting op de overige data*

Jaar	Waarnemings- periode	Aantal toppen in aantasting (zie tabel 10)	A	B	B : A
			Totaal aantal aangetaste bladeren tijdens toppen in aantasting	Totaal aantal aangetaste bladeren op overige data	
1956	24/5-31/8	4	346	1025	3,0
1957	17/5- 5/9	2	593	1943	3,3
1958	19/5-22/8	4	991	1770	1,8
1959	12/5-18/8	5	1324	3127	2,4
<i>year</i>	<i>period of observations</i>	<i>number of peaks of attack (see Table 10)</i>	<i>A total number of leaves found attacked during peaks of attack</i>	<i>B total number of leaves found attacked the other days</i>	<i>ratio B : A</i>

*Table 11 Experimental field 'Katse Veer'. Relative importance of the peaks of attack and the attack on other days*

geen duidelijke opeenvolging van een periode met lage relatieve vochtigheid en een periode met hoge relatieve vochtigheid te zijn voorgekomen.

Bovenvermelde gegevens van het proefveld 'Katse Veer' vormen een aanwijzing, dat de meest gunstige omstandigheden voor het ontstaan van nieuwe aantasting overeenstemmen met de voorwaarden in bovenvermelde werkhypothese vervat.

De relatieve betekenis van de toppen in aantasting en van de op de overige data verschenen nieuwe aantasting is af te leiden uit tabel 11.

Uit tabel 11 blijkt, dat buiten de toppen in aantasting 1,8 tot 3,3 keer zoveel aangetaste bladeren als tijdens de toppen zijn gevonden. Dit lijkt niet hoopvol voor de ontwikkeling van een bestrijdingsprogramma, dat gebaseerd is op de volgens de werkhypothese aan te geven infectieperioden. Desondanks werd in veldproeven onderzocht in hoeverre voldoende bestrijding van appelmeeldauw zou kunnen worden bereikt door bespuitingen, die op bepaalde weersomstandigheden waren gericht (zie par. 4.5).

#### 4.5 Veldproeven over de bestrijding van appelmeeldauw door bespuitingen gericht naar bepaalde weersomstandigheden

In 1958, 1959 en 1961 is in veldproeven nagegaan of bij de bestrijding van appelmeeldauw voldoende resultaat te bereiken zou zijn door bespuitingen, die uitgevoerd werden in verband met bepaalde voor infectie kritieke weersomstandigheden. Daarbij was het in de eerste plaats de bedoeling om de weersomstandigheden als vervat in bovenvermelde werkhypothese (zie p. 41) te toetsen op hun bruikbaarheid ter vaststelling van de geschikte bespuitingstijdstippen, maar daarnaast werd eveneens onderzocht of bij de in België door AERTS (1961) en AERTS en SOENEN (1955, 1962) voor infectie kritiek geachte weersgesteldheid ook in Nederlandse boomgaarden de meeste meeldauwaantasting zou ontstaan.

##### 4.5.1 Proeven in 1958

In 1958 werden op het appelras Jonathan drie proeven met in principe dezelfde objecten opgezet en uitgevoerd. De proeven werden genomen te Houten door M. A. VAN DE WAAL (Plantenziektenkundige Dienst), te Numansdorp door L. UITTERLINDEN (Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst Barendrecht) en te Wilhelminadorp door G. S. ROOSJE (Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek).

In deze drie veldproeven werden de volgende objecten opgenomen:

1. bespuitingen om de acht tot tien dagen uitgevoerd;
2. bespuitingen uitgevoerd onmiddellijk nadat onderstaande combinatie van weersgesteldheden zich had voorgedaan:  
'Tenminste één droge dag (relatieve vochtigheid te 9, 12 en 15 uur GMT lager dan 70%), direct gevolgd door één vochtige dag (relatieve vochtigheid te 9, 12 en 15 uur GMT hoger dan 80%);

3. bespuitingen uitgevoerd onmiddellijk nadat de temperatuur tot 20°C steeg of zodra men met zekerheid kon aannemen, dat de temperatuur in het volgende etmaal boven 20°C zou komen;

4. geen bespuiting uitgevoerd met tegen appelmeeldauw werkzame middelen.

Voor het bepalen van de weersgesteldheid voor de onder 2 en 3 genoemde behandelingen in de proeven te Houten en Numansdorp droegen respectievelijk de waarnemingsstations te De Bilt en Zestienhoven van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut zorg; voor de proef te Wilhelminadorp werden de spuittijdstippen ter plaatse vastgesteld.

In de objecten 2 en 3 werd met een preventieve werking van acht dagen rekening gehouden, zodat binnen dat aantal dagen na een vorige bespuiting niet opnieuw werd gespoten.

De bespuitingen vonden in de proef te Houten plaats met 0,5% SM 55 (spuitzwavel + captan), te Numansdorp met dinocap (0,12% Karathane wp) en te Wilhelminadorp met 0,5% SM 55 (vóór 30 mei) en 0,12% Karathane (na 30 mei).

Bespuitingen tegen appelschurft (*Venturia inaequalis* (CKE) WINT.) werden, ook in object 4, uitgevoerd met captan.

De tellingen van de meeldauwaantasting op de bladeren werden verricht aan bladeren in opeenvolgende niveaus aan de langloten, als regel 500 bladeren per veldje. Van elk object kwamen 4 veldjes voor, zodat per object 2000 bladeren werden beoordeeld.

De uitvoering en de resultaten van tellingen van de meeldauwaantasting op de bladeren zijn samengevat in tabel 13. In deze tabel valt op, dat de voor object 2 kenmerkende weersgesteldheid zich op 20/6, 2/7 en 16-18/7 blijktbaar in alle drie in verschillende delen van het land gelegen proeven heeft voorgedaan.

Uit de resultaten van de tellingen (tabel 13 laatste kolom) blijkt, dat in alle drie proeven de minste bladaantasting is opgetreden in object 1, waarbij dus zoveel mogelijk om de acht tot tien dagen een bespuiting werd uitgevoerd. Daarop volgde object 3, waarin bespuitingen in verband met het bereiken van maximumtemperaturen van 20°C werden gegeven. Gezien het feit, dat in object 3 slechts één tot twee bespuitingen minder werden uitgevoerd dan in object 1, kan men zeker niet concluderen dat bespuitingen uitgevoerd zodra de temperatuur tot 20°C oploopt aanbeveling verdienen boven regelmatige toepassing om de acht tot tien dagen.

Het resultaat van de bespuitingen in object 2, verricht aan de hand van de in de werkhypothese omschreven weersgesteldheid, was in alle drie proeven geheel onvoldoende. De besparing in het aantal bespuitingen ging hier gepaard met een sterke toename van de aantasting.

Het falen van de bespuitingen in object 2 zou te wijten kunnen zijn aan het feit, dat de bespuitingen plaats vonden na 15.00 uur GMT op de voor infectie kriebek beschouwde 'vochtige dag'. In feite zal de vochtigheidsgraad van de lucht, die voor infectie als gunstig werd aangenomen, belangrijk eerder worden bereikt, namelijk reeds in de avonduren van de 'droge dag'. Mogelijk was dus reeds infectie opgetreden in de periode tussen de avond van de 'droge dag' en 15.00 uur GMT op de 'vochtige

Tabel 12 *Yeldproeven 1959 over bestrijding van appelmeeldauw op verschillende tijdstippen*

Plaats van proef	Object nummer	Bespuitingen met Karathane wp		Gemiddeld* percentage aangetaste bladeren	Percentage vruchten met netvormige vruchtverruwing bij pluk	Percentage aangetaste eindknoppen van éénjarige langloten, winter 1959-1960
		aantal	data			
Tull en 't Waal	1	15	20/4, 27/4, 5/5, 12/5, 19/5, 26/5, 1/6, 8/6, 15/6, 22/6, 29/6, 6/7, 13/7, 20/7, 28/7	33	30	26
	2	29	20/4, 24/4, 27/4, 1/5, 5/5, 8/5, 12/5, 15/5, 19/5, 22/5, 26/5, 29/5, 1/6, 4/6, 7/6, 11/6, 15/6, 18/6, 22/6, 25/6, 29/6, 2/7, 6/7, 10/7, 13/7, 16/7, 20/7, 23/7, 28/7	12	16	9
	3	13	20/4, 29/4, 8/5, 15/5, 22/5, 30/5, 8/6, 15/6, 22/6, 4/7, 11/7, 18/7, 25/7	29	29	43
Wilhelmindorp	4	3	27/4, 20/5, 30/6	63	39	93
	5	0		69	48	95
	1	14	20/4, 27/4, 4/5, 11/5, 19/5, 26/5, 2/6, 9/6, 16/6, 23/6, 30/6, 7/7, 14/7, 21/7	20	18	10
	2	34	20/4, 24/4, 27/4, 29/4, 2/5, 5/5, 8/5, 11/5, 14/5, 16/5, 19/5, 22/5, 25/5, 28/5, 30/5, 2/6, 5/6, 8/6, 11/6, 13/6, 16/6, 19/6, 22/6, 25/6, 27/6, 30/6, 3/7, 6/7, 9/7, 11/7, 13/7, 16/7, 18/7, 21/7	1	18	5
	3	12	20/4, 1/5, 8/5, 15/5, 22/5, 29/5, 5/6, 12/6, 19/6, 4/7, 11/7, 18/7	22	27	17
site of experiment	4	3	16/5, 26/5, 26/6	55	30	58
	5	0		65	30	61
			sprays with Karathane wp	mean percentage of leaves attacked	percentage of fruits with weblike russetting at picking	percentage of terminal buds of current season's extension shoots attacked by mildew, winter 1959-1960

\* Te Tull en 't Waal gemiddelde van 6 tellingen (1/5, 18/5, 31/5, 14/6, 28/6, 13/7), te Wilhelmindorp gemiddelde van 3 tellingen (13/5, 10-15/6, 16-17/7). At Tull en 't Waal mean of 6 counts (1/5, 18/5, 31/5, 14/6, 28/6, 13/7), at Wilhelmindorp mean of 3 counts (13/5, 10-15/6, 16-17/7)

Tabel 12 *Field experiments 1959 on the control of apple mildew on different spray dates*

Tabel 13 Veldproeven 1958 over de bestrijding van appelmeeldauw op verschillende tijdstippen

Plaats van proef	Object-nummer	Bespuitingen		Tellingen van bladaantasting		Gemiddelde percentage aangetaste bladeren
		aantal	data	aantal	data	
Houten	1	10	1/5, 13/5, 23/5, 7/6, 15/6, 24/6, 7/7, 15/7, 26/7, 5/8	8	31/5, 17/6, 27/6, 10/7, 21/7, 4/8, 12/8, 21/8	24
	2	5	6/5, 20/6, 2/7, 17/7, 26/7			67
	3	8	1/5, 30/5, 7/6, 15/6, 8/7, 19/7, 29/7, 9/8			39
	4	0				80
Numansdorp	1	7	19/5, 27/5, 5/6, 14/6, 24/6, 5/7, 18/7	5	13/6, 19/6, 28/6, 3/7, 11/7	15
	2	3	20/6, 2/7, 18/7			71
	3	6	29/5, 7/6, 15/6, 28/6, 8/7, 18/7			26
	4	0				99
Wilhelminadorp	1	12	1/5, 9/5, 19/5, 30/5, 6/6, 16/6, 25/6, 4/7, 15/7, 24/7, 2/8, 13/8	5	24/5, 11/6, 1/7, 18/7, 29/8	14
	2	5	30/5, 20/6, 2/7, 16/7, 4/8			50
	3	10	2/5, 9/5, 6/6, 14/6, 28/6, 8/7, 18/7, 29/7, 5/8, 18/8			27
	4	0				80
<i>site of experiment</i>	<i>treatment number</i>	<i>number</i>	<i>dates</i> <i>sprays</i>	<i>number</i>	<i>dates</i> <i>counts of leaf infestation</i>	<i>mean</i> <i>percentage</i> <i>of leaves</i> <i>attacked</i>

Table 13 Field experiments 1958 on the control of apple mildew at different spray dates

dag' dus vóórdat een bespuiting werd uitgevoerd met SM 55 (spuitzwavel + captan) of Karathane.

Daar het onwaarschijnlijk lijkt, dat deze middelen onder veldomstandigheden een belangrijke curatieve werking uitoefenen (zie par. 6.5.4) zouden de tot stand gekomen infecties door de bespuitingen niet of niet geheel zijn bestreden.

Daarom werd in de veldproeven in 1959 een gewijzigde opzet gevolgd.

#### 4.5.2 Proeven in 1959

In 1959 werden op het appelras Jonathan twee soortgelijke proeven opgezet. De proef te Tull en't Waal werd uitgevoerd door de Plantenziektenkundige Dienst onder

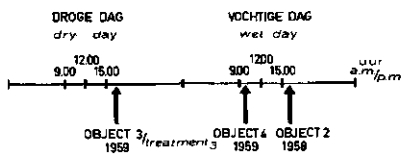


leiding van M. A. VAN DE WAAL en de proef te Wilhelminadorp door G. S. ROOSJE (Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek).

De objecten in deze veldproeven waren de volgende:

1. bespuitingen om de acht tot tien dagen;
2. bespuitingen om de drie tot vier dagen;
3. bespuitingen zo spoedig mogelijk na vaststelling van een droge dag (relatieve vochtigheid te 9, 12 en 15 uur GMT lager dan 70%);
4. bespuitingen in de morgenuren, zo spoedig mogelijk nadat kon worden verwacht, dat op afgelopen droge dag (relatieve vochtigheid te 9, 12 en 15 uur GMT lager dan 70%) een vochtige dag (relatieve vochtigheid te 9, 12 en 15 uur GMT hoger dan 80%) zou volgen; en
5. geen bespuitingen uitgevoerd met tegen meeldauw werkzame middelen.

De tijdstippen voor bespuitingen in object 3 en 4 van de proeven van 1959 zijn ter vergelijking met die in object 2 van de proeven 1958 schematisch aangeduid in afb. 13.



Afb. 13 Schematische weergave van spuittijdstippen van enige objecten uit veldproeven 1958 en 1959

Fig. 13 Scheme of spray times of some treatments from field trials 1958 and 1959

In de objecten 3 en 4 werd met een beschermende werking van zeven dagen rekening gehouden, zodat binnen dat aantal dagen na een vorige bespuiting niet opnieuw een bespuiting plaats vond.

In de proef te Tull en't Waal werden de bespuitingen in de objecten 1, 3 en 4 met 0,06% Karathane (dinocap) uitgevoerd en in object 2 met 0,05% Karathane. In de proef te Wilhelminadorp werden de objecten 1 t/m 4 steeds met 0,06% Karathane behandeld.

Voor de bestrijding van appelschurft werd evenals in 1958 captan gebruikt. Tellingen van de meeldauwaantasting op de bladeren vonden plaats aan 500 bladeren per veldje. In de proef te Tull en 't Waal kwamen de objecten in viervoud voor, in die te Wilhelminadorp in drievoud.

De uitvoering en de resultaten van tellingen van de meeldauwaantasting op de bladeren zijn samengevat in tabel 12.

Uit tabel 12 blijkt, dat het effect van de bespuitingen in object 3 in beide proeven vrijwel gelijk was aan dat van object 1. Dit is gezien het geringe verschil in het aantal bespuitingen wel verklaarbaar.

Het geringe verschil tussen object 1 en object 3 wat betreft het aantal bespuitingen is te wijten aan de uitzonderlijk droge zomer van 1959, waardoor de in object 3 omschreven weersgesteldheid vaak voorkwam.

Op het zeer goede bestrijdingsresultaat van object 2 wordt later (zie par. 6.4) nader ingegaan. Hier kan reeds worden opgemerkt, dat een zo groot aantal bespuitingen als dat in object 2 in de praktijk onuitvoerbaar is.

Het resultaat van de bespuitingen in object 4, die gebaseerd waren op de in de werkhypothese omschreven weersgesteldheid, was in beide proeven geheel onvoldoende.

Uit de resultaten van de bovenbesproken proeven 1958 en 1959 kan de conclusie worden getrokken, dat bespuitingen met regelmatige korte tussenpozen aanbeveling verdienen boven bespuitingen, die aangepast zijn aan de in de werkhypothese omschreven weersgesteldheid.

De onbruikbaarheid van de werkhypothese als basis voor een bespuitingsschema, dat zich richt naar infectieperioden van appelmeeldauw, betekent niet dat de in de werkhypothese omschreven weersgesteldheid niet gunstig zou zijn voor infectie. De op p. 44 geuite veronderstelling, dat de werkhypothese een onvoldoende basis zou vormen voor bespuitingen, die in verband met de in de werkhypothese omschreven weersgesteldheid worden gegeven, wordt bewaarheid door de resultaten van de veldproeven 1958 en 1959.

#### 4.5.3 Proef in 1961

Hoewel de hoop op de mogelijkheid een spuitschema op te kunnen stellen dat aangepast was aan infectieperioden, na de hiervoor besproken proeven was opgegeven, bleef de aandacht gericht op een door het 'Opzoekingsstation van Gorssem' (België) geleide waarschuwingdienst voor appelmeeldauw (AERTS, 1961). Eén van de belangrijkste criteria voor het uitgeven van een waarschuwing voor gevaarlijke infectieperioden van appelmeeldauw is volgens deze auteur het bereiken van temperaturen boven 20°C. Hoewel eerder in Nederland werd aangetoond, dat ook bij lagere temperaturen dan 20°C infectie mogelijk is (par. 4.3, 4.4, 4.6.3), werd het van groot belang geacht, na te gaan of de Belgische criteria voor het optreden van ernstige aantasting ook in Nederland zouden gelden. Daartoe werd in 1961 een veldproef uitgevoerd, met een object waarin bespuitingen volgens de Belgische criteria plaats vonden.

De aangehouden Belgische criteria waren:

1. maximumtemperatuur boven 20°C stijgend;
2. relatieve vochtigheid in daarop volgende nacht hoog (boven 90% stijgend);
3. voldoende inoculum aanwezig. Van 20 april-6 juni werd getracht volgens een methode van AERTS en SOENEN (1955) een curve van de conidiën-productie op te stellen maar daarna wegens tijdgebrek niet meer.

De proef werd uitgevoerd te Ovezande (Z) op de rassen Jonathan en Golden Delicious. Twee objecten van de proef komen thans aan de orde nl.:

- object 1. Bespuitingen om de ongeveer tien dagen;
- object 5. Bespuitingen gericht naar Belgische criteria voor het optreden van ernstige aantasting.

Tabel 14 Resultaten van veldproef 1961 over bespuitingen om de 10 dagen en bespuitingen gericht naar Belgische criteria voor infectie

Object nummer	Tijdstippen bespuitingen met 0,1 % Karathane wp	Aantasting bladeren				Golden Delicious telling 6-7/7 % aangetast blad W* % aangetast blad W*	Aantasting langloten Jonathan telling 10/8	Aantasting eindknoppen van éénjarige langloten Jonathan telling 2/1/1962	
		Jonathan telling 29-30/5 % aangetast blad W*	Jonathan telling 28/7-7/8 % aangetast blad W*	Golden Delicious telling 6-7/7 % aangetast blad W*					
1	Om de 10 dagen / Every 10 days	41	58	66	12	11	7%	39%	
5	Volgens Belgische criteria According to Belgian criteria	87	73	103	32	44	21%	64%	
<i>treatment number</i>	<i>system of spraying with 0.1 % Karathane wp</i>	<i>% leaves attacked</i> count 29-30/5	<i>% leaves attacked</i> count 28/7-7/8	<i>% leaves attacked</i> count 28/7-7/8	<i>% leaves attacked</i> count 6-7/7	<i>% leaves attacked</i> W*	<i>attack of extension shoots</i> Jonathan count 10/8	<i>attack of terminal bud of extension shoots</i> Jonathan count 2/1/1962	
		Jonathan		Golden Delicious					
		<i>attack of leaves</i>							

\* W = waardingscijfer = 1/10 (% aangetast blad × % bedekking bladonderzijde van aangetast blad)  
 W = rating = 1/10 (% leaves attacked × % coverage of undersurface of infected leaves)

Table 14 Results of field experiment 1961 concerning spraying every 10 days and spraying according to Belgian criteria for infection

Afb. 14 Spuittijdstippen in object 5 van veldproef 1961 in verband met Belgische criteria voor infectie door appelmeeldauw

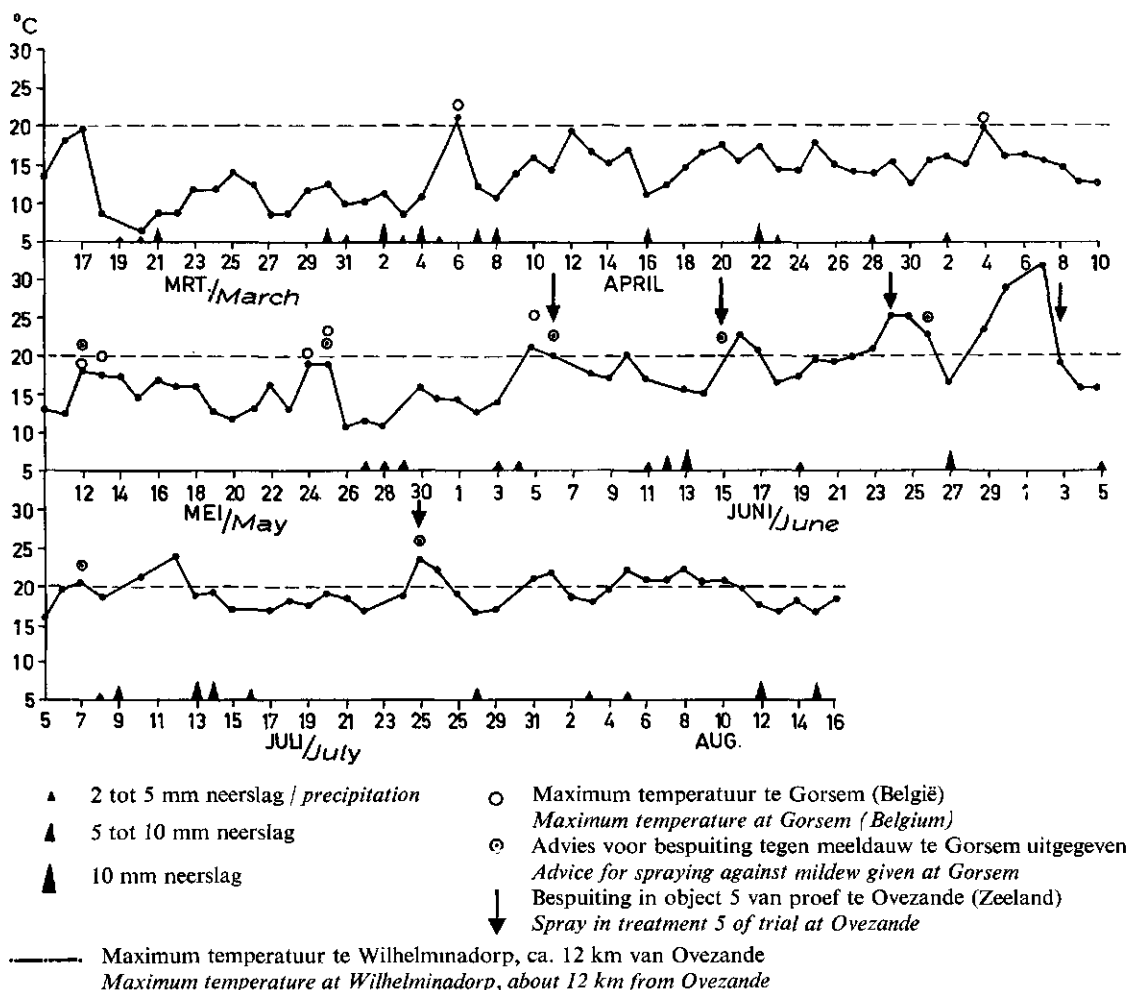


Fig. 14 Spray times in treatment 5 of field trial 1961 in relation to Belgian criteria for infection by apple mildew

De bespuitingen vonden in beide objecten plaats met 0,1% Karathane wp (dinocap) + 0,25%–0,2% captan (Orthocide 50). De objecten kwamen op Jonathan in drievoud en op Golden Delicious in tweevoud voor.

In object 1 werden op Jonathan in totaal elf bespuitingen uitgevoerd (18/4, 28/4, 12/5, 1/6, 12/6, 22/6, 3/7, 14/7, 24/7, 3/8) en op Golden Delicious tien bespuitingen (data als Jonathan behalve 3/8).

In object 5 vonden op beide rassen vijf bespuitingen plaats (6/6, 15/6, 24/6, 3/7, 25/7).

In afb. 14 zijn verdere gegevens betreffende deze proef vastgelegd.

Daaruit blijkt, dat de maximumtemperatuur zowel in Wilhelminadorp als in Gorsem reeds op 6 april boven 20°C steeg, maar toch werd op beide plaatsen in dit geval geen

met overwinterde aantasting in bekersglasjes afgeklopt en daarin bij kamertemperatuur bewaard gedurende 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 en 16 dagen, dus zonder contact met de waardplant.

Vervolgens werden opgepotte onderstammen MM 111 met de bewaarde conidiën geïnoculeerd door eerst de bladeren met een de Vilbiss atomizer nr. 15 licht te bevochtigen en dan met een penseeltje de conidiën vanuit het bekersglas op de te inoculeren bladeren over te brengen.

De proeven hebben de indruk gevestigd, dat conidiën zonder contact met de waardplant hun infectievermogen hoogstens tot ongeveer zes dagen na het losmaken van de conidiëndragers kunnen behouden.

In drie van de vijf proeven bleef het infectievermogen van de conidiën slechts ongeveer twee dagen bewaard. Deze periode van twee tot zes dagen voor het behoud van het infectievermogen stemt vrij goed overeen met de bevindingen van STOLL (1941) en VOGLER (1957), zie ook par. 3.2.2.

Over de duur van het potentiële infectievermogen van uitgeknipte aantasting werden in 1959 en 1960 gegevens verzameld.

In 1959 werden op opgepotte boompjes Golden Delicious en op afgesneden scheuten Golden Delicious op drie data (29/5, 20/8, 28/8) inoculaties uitgevoerd met conidiën, die afkomstig waren van  $\frac{1}{2}$  uur, 24 uur, 48 uur of 72 uur tevoren uitgesnoeide scheuten van Jonathan. De voor de inoculatie gebruikte scheuten werden buiten op de grond bewaard tot kort voor de inoculatie. In elke proef werd als vergelijkingsobject een aantal boompjes of scheuten niet geïnoculeerd. De proeven mislukten ten gevolge van spontane infectie.

Op 18/9/1959 en 29/9/1959 verrichtte A. K. MINKS te Wilhelminadorp inoculaties op losse bladeren van de onderstam M II. De conidiën waren afkomstig van  $\frac{1}{2}$  uur, 24 uur, 48 uur of 72 uur tevoren uitgesnoeide scheuten Jonathan. Op de bladeren van alle objecten werd door het microscoop myceliumgroei als gevolg van de inoculatie waargenomen, en acht dagen na de inoculatie nieuwe sporulatie.

Op 29/9 werden de bladeren geïnoculeerd met conidiën, die afkomstig waren van 2, 3, 4, 5, 6, 7 en 9 dagen tevoren uitgesnoeide scheuten Jonathan. Ook in deze proef werd bij alle objecten myceliumgroei vastgesteld en 7 dagen na de inoculatie tevens nieuwe sporulatie.

In 1960 werd dit onderzoek zowel te Winchester (Virginia, U.S.A.) als te Wilhelminadorp voortgezet. Op 10/6 lukte het te Winchester om infectie tot stand te brengen met conidiën, die afkomstig waren van scheuten, die gedurende 45 uur (gem. temperatuur 16,7°C, gem. relatieve vochtigheid 64%) buiten op gras waren bewaard.

Te Wilhelminadorp werden opgepotte onderstammen MM 111 op 21/4, 29/4, 27/5, 17/6, 8/7, 29/7 geïnoculeerd met conidiën, die afkomstig waren van tussen 0 en 15 dagen tevoren uitgesnoeide scheuten. De resultaten waren nogal wisselend, maar de proeven vestigden toch de indruk, dat conidiën afkomstig van twee tot acht dagen tevoren uitgeknipte scheuten nog infectie kunnen veroorzaken.

Samenvattend kan men dus zeggen, dat conidiën onder de omstandigheden van de hier beschreven proeven hun infectievermogen hoogstens zes dagen behielden, terwijl

op uitgeknipte en op de grond liggende scheuten onder bepaalde omstandigheden acht dagen na het uitknippen nog conidiën voorkomen, die tot infectie in staat zijn.

In het onderzoek is niet aangetoond, dat de conidiën van de op de grond liggende uitgeknipte scheuten naar infecteerbare delen van de bomen worden vervoerd, maar dit is wel aannemelijk.

Het op de grond laten liggen van uitgeknipte aangetaste scheuten zal voor de praktijk dus alleen gevaarlijk kunnen zijn als het uitknippen plaats vindt binnen één week vóór het tijdstip van de eerste nieuwe infectie, dat wil zeggen binnen een week vóór het rose knopstadium van Jonathan (zie par. 6.2). Bij eerder uitknippen zullen de uitgeknipte scheuten ten tijde van de eerste nieuwe infectie geen gevaar meer opleveren, bij later uitknippen zal er al nieuwe infectie zijn geweest, waardoor al spoedig de sporenverspreiding vanaf de nieuwe aantasting zo groot zal worden, dat enige conidiën meer het extra werk, dat aan het verzamelen van de uitgeknipte scheuten is verbonden, niet rechtvaardigen. Elders (par. 6.1.1) wordt er op gewezen, dat het uitknippen van overwinterde aantasting zoveel mogelijk vóór het bereiken van het rose knopstadium van Jonathan moet plaats hebben.

#### 4.6.3 Invloed van weersfactoren op infectie

##### 4.6.3.1 *Temperatuur en luchtvochtigheid*

*Laboratoriumproeven met losse bladeren en scheuten.* In 1960 werd door ROOSJE het kiemverloop van conidiën gevolgd door afdrukken van het bladoppervlak in cello-tape. Daarbij bleek, dat vele conidiën bij 18°–25°C reeds 8½ uur na inoculatie van losse bladeren appressoria tegen de cuticula of tegen bladharen hadden gevormd en dat de kiemhyfe van een aantal conidiën reeds was binnengedrongen en een haustorium had gevormd.

In 1957 voerde POST met succes inoculaties uit op afgesneden scheuttoppen, die zich bevonden in exsiccatoren, waarin een laagje water (dus bij een relatieve vochtigheid van ongeveer 98%). In 1958 heeft hij inoculaties bij verschillende relatieve vochtigheidsgraden uitgevoerd met behulp van series exsiccatoren waarin verzadigde oplossingen van de volgende zouten: Ca Cl<sub>2</sub>, Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na Cl, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> en KNO<sub>3</sub>. Hiermee werd een relatieve vochtigheid van resp. 48%, 69%, 82%, 84% en 90% verkregen.

Elke inoculatieproef bestond uit zes objecten, te weten vijf geïnoculeerde objecten bij vijf verschillende luchtvochtigheden, waaronder steeds één object met een relatieve vochtigheid van ongeveer 98% (water) en een zesde niet geïnoculeerd vergelijkings-object bij een relatieve vochtigheid van circa 98%. De afgesneden scheuttoppen (10–12 cm) met twee tot drie jonge bladeren werden in groepjes van drie in flesjes met water + Chrysal geplaatst, waarbij de hals van de flesjes met kleefband werd afgesloten om ongewenste verdamping tegen te gaan.

De scheuttoppen bleven gedurende de gehele incubatietijd in de exsiccatoren.

Het bleek dat de inoculaties bij alle getoetste luchtvochtigheden infectie door conidiën tot gevolg hadden. Zelfs bij een relatieve vochtigheid, die voortdurend ongeveer

Table 16 Inoculatieproeven te Wilhelmindorp in 1960. Inoculatie met conidiën afkomstig van Jonathan, M II en MM III. Geïnculeerd materiaal: M II of MM III.

Datum proef	Conditie tijdens eerste deel incubatietijd			Duur incubatietijd in dagen	Aantal scheuten	Aantal aangetaste bladeren met aantal meeldauwvlekken		Aantal meeldauwvlekken per scheut
	standplaats	tijdsduur op standplaats in dagen	temperatuur* (°C)			r.v.* %	bladeren	
22/4		5	20	8½	113	467	1174	10,4
28/4	} klimaatcel climate room	5	15	10½	102	482	2416	23,7
4/5		4½	10	12½	93	45	88	0,9
14/5		5	20	42	6	89	162	4,7
19/5		5	15	10½	90	281	1191	13,2
2/6		5	20	6	24	100	371	15,4
8/6		4½	20	11½	22	71	248	11,3
10/6	buiten / outdoors	5	gem. 13,6	10	96	382	2527	26,3
			average					
29/6		1½	20	9½	27	77	297	11,0
1/7		4	20	9	19	40	110	5,8
7/7	} klimaatcel	1½	20	8½	27	59	176	6,5
15/7		4	20	8	15	43	184	12,3
29/7		5	11	10	78	259	1220	15,6
29/7	buiten	5	gem. 15,5	10	13	27	142	10,9
16/8	buiten	¾	gem. 13,9	8¾	28	100	416	14,8
20/8	klimaatcel	5	20	9	3	5	14	4,7
20/8	buiten	11	gem. 16,9	15	10	36	1068	106,8
14/9	klimaatcel	4½	15	9½	15	43	379	25,3
14/9	buiten	4½	gem. 15,0	8½	13	72	797	61,3
date experiment	habitat	duration in days	temperature* °C	duration incubation period in days	number of shoots	leaves number of leaves attacked with lesions	lesions number of mildew lesions per shoot	
		conditions during first part of incubation period						

\* Indien niet anders vermeld constante temperatuur en luchtvochtigheid  
When not mentioned otherwise: At constant temperature and RH

Table 16 Inoculation experiments at Wilhelmindorp in 1960. Inoculation with conidia collected from Jonathan, M II and MM III. Inoculated plants: M II or MM III.

Tabel 17 Inoculatieproeven te Winchester (Virginia, U.S.A.), in 1960. Inoculatie met conidiën afkomstig van Jonathan of Ben Davis. Geïnculeerd materiaal: appelzaailingen

Categorie	Datum proef	Conditie gedurende eerste 48 uur van incubatieperiode		Aantal proef-scheuten	Aantal aangetaste bladeren met meeldauwvlekken	
		Temperatuur (°C) Gem. (max.-min.)	r.v. % Gem. (max.-min.)		bladeren	vlekken
I temp. <20°C r.v./RH >80%	27/4	constant 14,8	constant 98	8	geen / none	
	3/5	constant 12,8	constant 98	9	52	410
	24/5	constant 12,8	constant 98	4	38	688
	27/5	constant 12,2	constant 98	3	24	621
	31/5	14,4(18,4-12,2)	constant 98	3	12	84
	1/6	constant 13,3	constant 98	3	28	511
II temp. <20°C r.v./RH <80%	27/4	11,7(18,9- 5,6)	56(98-36)	6	5	25
	27/4	12,8(20,0- 4,4)	58(99-24)	8	6	9
	3/5	14,4(22,2- 4,4)	58(98-29)	5	32	310
	9/5	10,0(15,6- 5,0)	67(99-34)	4	30	628
	24/5	18,3(24,4-13,3)	76(98-32)	4	39	576
	8/6	16,7(23,3- 8,9)	62(99-38)	4	zeer veel / many	
	9/6	17,2(23,3- 8,9)	62(98-35)	2	14	488
	9/6	16,2(23,3- 8,9)	65(98-35)	2	17	543
	III temp. ≥20°C r.v./RH >80%	9/5	constant 20,0	constant 98	4	29
4/6		22,2(28,9-16,7)	84(99-52)	2	14	139
13/6		32,8(34,4-31,7)	88(99-70)	2	6	40
IV temp. ≥20°C r.v./RH <80%	27/5	± 20	± 75	3	30	671
	31/5	21,1(27,2-12,8)	57(98-32)	3	24	333
	1/6	20,6(27,2-12,8)	73(98-32)	2	15	214
	9/6	constant 32,2	62(68-60)	2	3	3
	13/6	33,9(34,4-31,7)	70(99-60)	2	geen / none	
<i>category</i>	<i>date</i>	<i>temperature (°C)</i>	<i>RH %</i>	<i>number of</i>	<i>leaves</i>	<i>lesions</i>
	<i>experiment</i>	<i>mean (max-min)</i>	<i>mean (max-min)</i>	<i>shoots in</i>	<i>number of leaves</i>	<i>attacked with</i>
		<i>conditions during the first 48 hrs</i>		<i>the</i>	<i>number of mildew</i>	
		<i>of incubation period</i>		<i>experiment</i>	<i>lesions</i>	

Tabel 17 Inoculation experiments at Winchester (Virginia, U.S.A.) in 1960. Inoculation with conidia collected from Jonathan or Ben Davis. Inoculated plants: apple seedlings

Daarentegen is de lichte aantasting bij categorie III in de proef van 13/6 en het ontbreken van aantasting bij categorie IV in de proeven van 9/6 en van 13/6, zeer waarschijnlijk het gevolg van de hoge temperaturen van gemiddeld 32,8°C en 33,9°C en constant 32,2°C. Deze verklaring vindt steun in de literatuur (zie par. 3.2.3), volgens welke de maximumtemperatuur voor kieming van conidiën van appelmeeldauw ongeveer 33°C zou bedragen (WOODWARD, 1927), terwijl SPRAGUE (1953) ook heeft vermeld, dat hoge temperaturen remmend op de infectie werken.



dan in Nederland voor Jonathan gebruikelijk is. Volgens GROVES (1960) was de meeldauwaantasting in 1955 t/m 1957 ernstiger, maar nadien zou de aantasting in hevigheid zijn afgenomen door betere bestrijdingsmaatregelen.

Niettegenstaande de appelmeeldauw in Nederland intensiever werd bestreden dan in oostelijk Amerika kreeg men toch een slechter resultaat bij de bestrijding dan in oost-Amerika. Dit doet veronderstellen dat er hier te lande factoren zijn, die de appelmeeldauw een betere kans geven dan in oost-Amerika.

In west-Amerika en Canada komt de meeldauwaantasting op Jonathan in zeer hevige mate voor, ernstiger zelfs dan in Nederland. De graad van aantasting in west-Amerika wordt nog verhoogd doordat de temperaturen in dat gebied al spoedig zo hoog kunnen oplopen dat anorganische zwavelhoudende fungiciden en dinocap vanwege gevaar voor fytotoxiciteit niet meer kunnen worden toegepast. Bovendien komen door het ontbreken van regen de symptomen van de aantasting beter te voorschijn. De omstandigheden voor de infectie en de ontwikkeling van appelmeeldauw moeten echter in west-Amerika en Canada wel zeer gunstig zijn. In dit gebied is Jonathan onder andere ten gevolge van de ernstige meeldauwaantasting min of meer in discredit geraakt.

Een fel contrast met west-Amerika vormt voor wat betreft de aantasting van Jonathan door appelmeeldauw het gebied in midden-Amerika. Hier is Jonathan één van de meest geteelde rassen. In Michigan bestaat 26% van de appelbomen uit Jonathan, terwijl in geheel Amerika 8,5% van de gemiddelde appeloogst over 1953–1957 Jonathans waren (BRUSH, 1958). Ondanks de concentratie van Jonathan in midden-Amerika komt daar zeer weinig appelmeeldauw voor. Blijkbaar zijn in midden-Amerika factoren aanwezig, die het optreden van appelmeeldauw sterk beperken.

## 5.2 Analyse van de mogelijke oorzaken voor verschillen in aantasting door appelmeeldauw in Nederland en oost-, midden- en west-Amerika en Canada

### 5.2.1 Minimumtemperatuur in de winter

De door appelmeeldauw aangetaste knoppen zijn gevoelig voor strenge vorst (SPRAGUE, 1953, 1955; FISCHER, 1956; BLUMER, 1956; AERTS en SOENEN, 1962). De infectiebron kan daardoor in belangrijke mate worden gereduceerd.

Uit tabel 21 blijkt duidelijk, dat in oost-Amerika in het algemeen vaker strenge vorst (temperaturen lager dan  $-10^{\circ}\text{C}$ ) voorkomt dan in Nederland, behalve in de voor Nederlandse begrippen zeer strenge winter 1955–1956. Het uitvriezen van appelmeeldauw, zoals dat in Nederland in de winter 1955–1956 optrad, mag men veelvuldiger verwachten in oost-Amerika dan in Nederland. Toch kan deze factor het voorkomen van een geringere aantasting in oost-Amerika in vergelijking met Nederland niet verklaren, wanneer men ook west-Amerika en Canada in beschouwing neemt. De winters in west-Amerika en Canada zijn volgens tabel 21 namelijk ongeveer even streng als in oost-Amerika, terwijl toch in het westen in ernstiger mate appelmeeldauw optreedt dan in het oosten.

Tabel 21 Aantal dagen in de periode 1 oktober–15 maart met minimumtemperaturen tussen 0°C en –10°C, –10°C en –20°C en tussen –20°C en –25°C in verschillende appelteeltgebieden

Seizoen en temperatuur- categorie	Aantal dagen met minimumtemperatuur volgens bepaalde categorie					
	westen U.S.A. Wenatchee	Canada (B.C.) Summerland	midden U.S.A. Urbana	oosten U.S.A. Winchester	Nederland Wilhelminadorp De Bilt	
1955–1956						
0°C tot –10°C	—	—	—	75	—	53
–10°C tot –20°C	—	—	—	5	—	15
–20°C tot –25°C	—	—	—	0	—	1
1956–1957						
0°C tot –10°C	—	—	—	48	—	45
–10°C tot –20°C	—	—	—	6	—	0
–20°C tot –25°C	—	—	—	0	—	0
1957–1958						
0°C tot –10°C	99	91	76	62	—	49
–10°C tot –20°C	0	0	23	9	—	3
–20°C tot –25°C	0	0	3	0	—	0
1958–1959						
0°C tot –10°C	(59)*	79	66(44)*	68	34	54
–10°C tot –20°C	( 7)*	14	35(21)*	11	0	0
–20°C tot –25°C	( 0)*	3	3( 2)*	0	0	0
1959–1960						
0°C tot –10°C	(60)*	98	81(40)*	84	28	46
–10°C tot –20°C	(10)*	15	30(25)*	7	0	0
–20°C tot –25°C	( 0)*	0	0	0	0	0
<i>season and category of temperatures</i>	<i>Wenatchee west U.S.A.</i>	<i>Summerland Canada (B.C.)</i>	<i>Urbana middle U.S.A.</i>	<i>Winchester east U.S.A.</i>	<i>Wilhelminadorp De Bilt The Netherlands</i>	
	<i>number of days with minimum temperature in category</i>					

\* Cijfers tussen haakjes hebben betrekking op de periode 1 januari–15 maart  
*Figures between brackets concern the period 1st January–15th March*

Table 21 Number of days in the period 1st October–15th March with minimum temperatures between 0°C and –10°C, –10°C and –20°C and between –20°C and –25°C in different apple growing areas

Hoewel volgens SPRAGUE (1955) in west-Amerika in bepaalde jaren belangrijke reductie van de infectiebron optreedt, vormt de vorst daar, gezien de zeer ernstige aantasting, toch geen beletsel voor de ontwikkeling van appelmeeldauw. De verschillen in aantasting tussen oost- en west-Amerika kunnen dus niet door verschillen in de overwinteringsmogelijkheden worden verklaard.

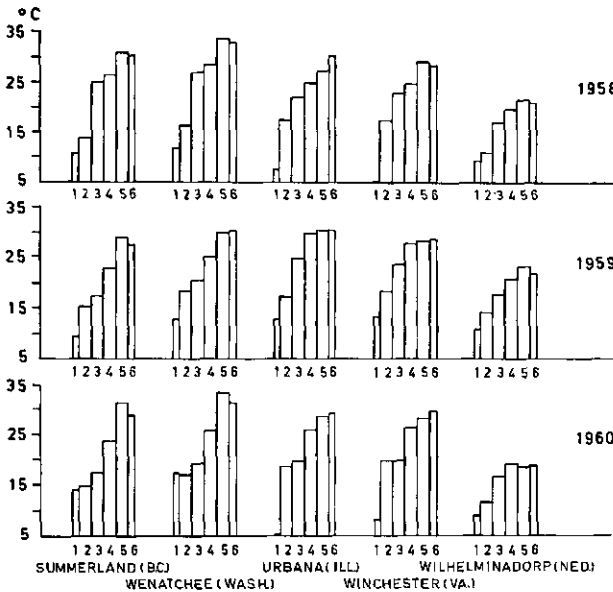
Uit tabel 21 valt verder af te leiden, dat de minimumtemperaturen in midden-Amerika over het algemeen lager zijn dan in het westen en oosten. De lichte aantasting in midden-Amerika zou hiermee geheel of ten dele kunnen worden verklaard. Het verschil in wintertemperaturen blijkt nog duidelijker uit de opgave van het United States Department of Agriculture (1936) van de gemiddelde laagste temperatuur over twintig jaren.

Deze gemiddelde laagste temperatuur was voor:

- oost-Amerika (Winchester, Virginia) : tussen  $-18^{\circ}$  en  $-23^{\circ}\text{C}$
- west-Amerika (Wenatchee, Washington) : tussen  $-18^{\circ}$  en  $-23^{\circ}\text{C}$
- midden-Amerika (Urbana, Illinois) :  $-23^{\circ}\text{C}$
- midden-Amerika (Sturgeon Bay, Wisconsin): tussen  $-23^{\circ}$  en  $-29^{\circ}\text{C}$
- midden-Amerika (East Lansing, Michigan) : tussen  $-23^{\circ}$  en  $-29^{\circ}\text{C}$

De bovenstaande gegevens duiden erop, dat het voor het in sterke mate uitvriezen van appelmeeldauw noodzakelijk is dat de temperatuur tot beneden  $-23^{\circ}\text{C}$  daalt. De Nederlandse ervaringen uit de winter 1955–1956, toen de minimumtemperatuur in De Bilt op 1 dag in februari lager dan  $-20^{\circ}\text{C}$  was, duiden er eveneens op, dat bij  $-20^{\circ}\text{C}$  nog niet alle door meeldauw aangetaste knoppen bevroren. Deze waarneming is in overeenstemming met die van HERVERT (1960), die vaststelde dat bij temperaturen tot  $-20^{\circ}\text{C}$  in januari/februari 86% van de door meeldauw aangetaste knoppen werd gedood.

BÖMEKE (1963) was van mening dat de overwinterende meeldauw in Noord-Duitsland bij temperaturen van  $-16^{\circ}\text{C}$  tot  $-17^{\circ}\text{C}$  in de late herfst of het begin van de winter reeds belangrijk zou worden gereduceerd. Exacte gegevens ter ondersteuning van deze veronderstelling werden evenwel niet vermeld.



Afb. 16 Gemiddelde maximumtemperatuur van 15 maart–15 augustus in de jaren 1958, 1959 en 1960

Fig. 16 Mean maximum temperature from 15th March–15th August in the years 1958, 1959 en 1960

- 1 = 15 maart–31 maart / 15 March–31 March
- 2 = april / April
- 3 = mei / May

- 4 = juni / June
- 5 = juli / July
- 6 = 1 augustus–15 augustus / 1 August–15 August

### 5.2.2. Temperaturen tijdens het groeiseizoen

*Maximumtemperatuur.* Uit afb. 16 blijkt duidelijk, dat de maximumtemperaturen in de zomer (juli-augustus) in het westen (Wenatchee en Summerland), in het oosten (Winchester) en in het midden (Urbana) niet wezenlijk verschillen. De maximumtemperaturen blijven in de zomer in Nederland (Wilhelminadorp) echter aanzienlijk lager dan in de vier in afb. 16 vermelde Amerikaanse- en Canadese gebieden.

Daar zowel in Nederland als in het westen van Amerika ernstige appelmeeldauwaantasting voorkomt, moet de veelvuldig geuite theorie dat de hoge temperaturen in de zomer verantwoordelijk zijn voor de ernstige meeldauwaantasting in west-Amerika en Canada worden verworpen. Deze theorie zou ogenschijnlijk reeds verworpen zijn door de resultaten van onderzoek volgens welke bij temperaturen boven 33°C geen infectie meer tot stand komt. Daarmee werd echter nog niet aangetoond, dat de ontwikkeling van de eenmaal aanwezige aantasting bij maximumtemperaturen van 33°C ernstig wordt belemmerd, omdat niet bewezen is dat ook de vorming van mycelium en conidiën wordt verhinderd, terwijl de temperatuur bovendien een belangrijk deel van het etmaal lager dan 33°C zal zijn.

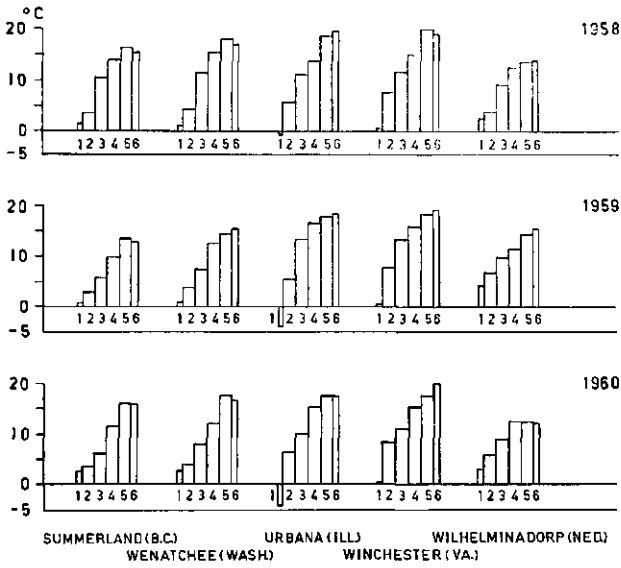
Bij vergelijking van de in afb. 16 gegeven maximumtemperaturen in het begin van het groeiseizoen (april-mei) krijgt men echter de indruk dat in de meeldauwarmedebieden (zie Urbana en Winchester) vooral in 1958 en 1960 een zeer snelle stijging van de maximumtemperatuur van maart tot mei optrad. Het feit, dat dit in 1958 ook in het meeldauwrijke westen (Summerland en Wenatchee) plaats vond, maakt conclusies op grond van de gegevens van drie jaren waardeloos.

Dat de gemiddelde maximumtemperaturen in het midden (Urbana) en het oosten (Winchester) in 1958 t/m 1960 verrassend overeenstemden, terwijl toch tussen deze twee gebieden verschillen in de mate van meeldauwaantasting voorkomen, moet wellicht worden toegeschreven aan de overheersende invloed van de lage wintertemperaturen (zie par. 5.2.1).

*Minimumtemperatuur.* Bij beschouwing van de in afb. 17 voor 1958 t/m 1960 uitgezette gemiddelde minimumtemperaturen valt op, dat deze in het westen (Summerland en Wenatchee) in het algemeen meer overeenstemmen met die van Nederland (Wilhelminadorp) dan met die in oost-Amerika (Winchester) en midden-Amerika (Urbana).

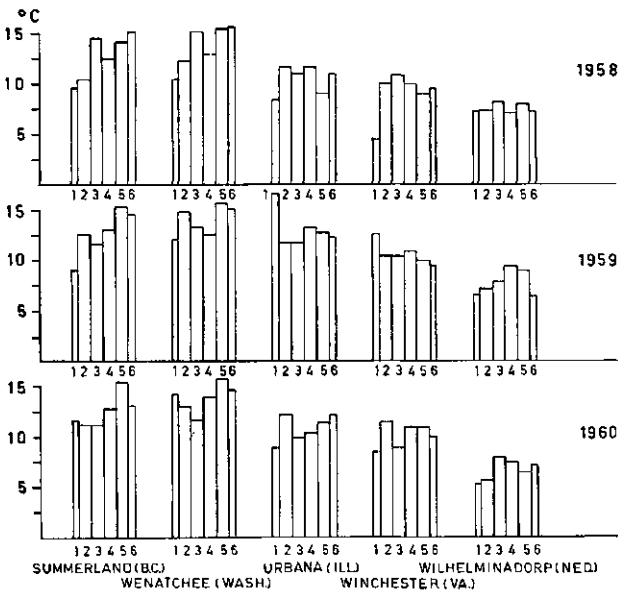
In west-Amerika en Canada en in Nederland waren de minimumtemperaturen in 1958 t/m 1960 zowel in het voorjaar als in de zomer lager dan in oost- en midden-Amerika. Gezien de ernstige meeldauwaantasting in west-Amerika en Canada en in Nederland en de geringe meeldauwaantasting in oost- en midden-Amerika geeft afb. 17 een aanwijzing, dat betrekkelijk lage minimumtemperaturen gunstig zijn voor de ontwikkeling van appelmeeldauw.

*Verskil tussen maximumtemperatuur en minimumtemperatuur.* Uit afb. 18 blijkt, dat de verschillen in het optreden van appelmeeldauw in de in afb. 18 aangegeven gebieden niet in verband te brengen zijn met de grootte van het verschil tussen maximumtemperatuur en minimumtemperatuur. Laatstbedoeld verschil is weliswaar voor de



Afb. 17 Gemiddelde minimumtemperatuur van 15 maart–15 augustus in de jaren 1958, 1959 en 1960. Zie voor legenda afb. 16

Fig. 17 Mean minimum temperature from 15th March–15th August in the years 1958, 1959 and 1960. For legend see Fig. 16



Afb. 18 Verschil tussen maximumtemperatuur en gemiddelde minimumtemperatuur van 15 maart–15 augustus in de jaren 1958, 1959 en 1960. Zie voor legenda afb. 16

Fig. 18 Difference between mean maximum temperature and mean minimum temperature from 15th March–15th August in the years 1958, 1959 and 1960. For legend see Fig. 16

beide meeldauwarme gebieden (zie Urbana en Winchester) betrekkelijk overeenkomstig, maar dat is zeer zeker niet het geval voor de gebieden met sterke meeldauwaantasting (zie Summerland, Wenatchee en Wilhelminadorp). In Nederland blijkt de schommeling tussen dag- en nachttemperatuur veel kleiner dan in de overige gebieden, hetgeen verband zal houden met de bufferende invloed van het Noordzeewater.

Afb. 19 Gemiddelde minimum relatieve luchtvochtigheid van 15 maart–15 augustus in de jaren 1958, 1959 en 1960. Zie voor legenda afb. 16

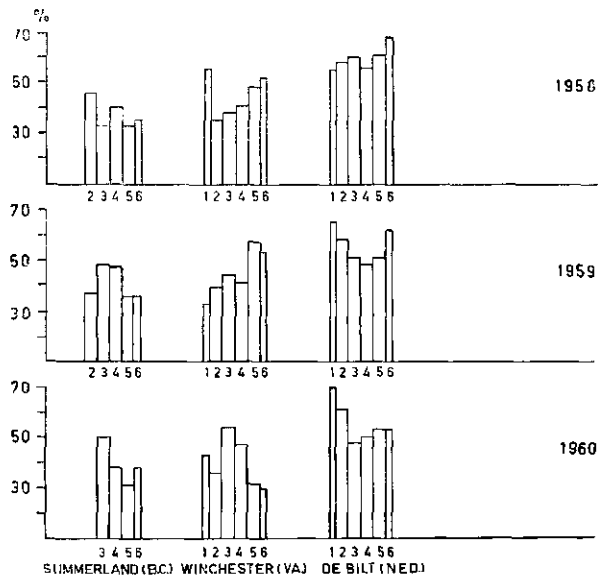


Fig. 19 Mean minimum relative humidity from 15th March–15th August in the years 1958, 1959 en 1960. For legend see Fig. 16

### 5.2.3 Relatieve luchtvochtigheid tijdens het groeiseizoen

*Minimum relatieve luchtvochtigheid.* Afb. 19 toont overtuigend aan, dat de gemiddelde minimum relatieve luchtvochtigheid in het algemeen in Nederland (De Bilt) hoger is dan in het westen (Summerland) en het oosten (Winchester), terwijl deze in de laatstgenoemde gebieden veel overeenkomst vertoont. De minimum relatieve vochtigheid in de voor Nederland uitzonderlijk warme en droge zomer 1959 was echter ongeveer even hoog als die van Summerland en Winchester. Het zal uit afb. 19 duidelijk worden dat de waarde van de minimum relatieve vochtigheid geen verklaring kan geven voor de verschillen in het optreden van meeldauw in de betrokken gebieden.

Het is niet bekend, waar de metingen van de relatieve vochtigheid te Summerland werden verricht. Waarschijnlijk zijn het gegevens uit een weerhut, die *niet* in een boomgaard stond. Indien dit juist is, leidt het geen twijfel, dat de gegevens van afb. 19, voor zover het Summerland betreft, geen juiste weergave van de relatieve vochtigheid in de boomgaarden zullen zijn. Door de regelmatige irrigatie in de boomgaarden in west-Amerika en Canada zal de relatieve vochtigheid in de boomgaarden dikwijls hoger zijn dan de instrumenten in een weerhut buiten een boomgaard aangeven.

*Maximum relatieve luchtvochtigheid 's nachts.* Over de maximum relatieve luchtvochtigheid 's nachts (20.00 uur–08.00 uur) konden slechts onvolledige gegevens worden verkregen. Een vergelijking van de maximum relatieve vochtigheid over de perioden 15 maart–15 augustus in 1958 t/m 1960 in oost-Amerika (Winchester, Virginia) en Nederland (Wilhelminadorp) toonde echter aan, dat de maximum relatieve vochtigheid in Nederland slechts een zwakke neiging vertoont tot iets hogere waarden te stijgen dan in oost-Amerika.

Door de regelmatige irrigatie in de boomgaarden in west-Amerika en Canada mag men verwachten, dat de relatieve vochtigheid daar 's nachts dikwijls hoog zal zijn.

#### 5.2.4 Neerslag tijdens het groeiseizoen

Uit tabel 22 en afb. 20 kan worden afgeleid, dat de hoeveelheid neerslag in de periode van 15 maart tot 15 augustus in west-Amerika en Canada (Wenatchee en Summerland) zeer gering is.

Deze is weliswaar in Nederland (Wilhelminadorp) aanmerkelijk groter, maar toch zeer klein vergeleken met de hoeveelheden neerslag, die in dezelfde periode in oost-Amerika (Winchester) en midden-Amerika (Urbana) vallen. In dit opzicht vertoont dus het meeldauwrijke westelijk Amerikaans-Canadese fruitteeltgebied meer overeenkomst met het eveneens meeldauwrijke Nederland dan met het meeldauwrijke oost-Amerika en het meeldauwarme midden-Amerika. De grote hoeveelheid neerslag zou dus inderdaad een belemmering voor het ontstaan van sterke meeldauwaantasting betekenen. Het verschil in het optreden van meeldauw tussen oost- en midden-Amerika is echter niet te verklaren uit verschillen in de neerslaghoeveelheid.

Men kan zich afvragen of de frequentie van de neerslag of de duur van de neerslag

Tabel 22 *Hoeveelheid neerslag en aantal dagen met neerslag in de periode 15 maart–15 augustus in 1958, 1959 en 1960*

Waarnemingspost te	Neerslaggegevens			
	a = aantal mm neerslag	1958	1959	1960
	b = aantal dagen met neerslag			
Wenatchee (Washington)	a	100,1	31,8	70,7
	b	35	41	38
	a : b	2,9	0,8	1,9
Summerland (Br. Columbia)	a	129,6	83,4	68,4
	b	35	35	26
	a : b	3,7	2,4	2,6
Winchester (Virginia)	a	634,7	481,3	447,8
	b	85	56	73
	a : b	7,5	8,6	6,1
Urbana (Illinois)	a	662,1	345,4	463,8
	b	77	66	74
	a : b	8,6	5,2	6,3
Wilhelminadorp (Nederland)	a	259,5	248,9	233,8
	b	73	71	85
	a : b	3,6	3,5	2,7
<i>observation post</i>	<i>rainfall data</i>	1958	1959	1960
	a = number of mm rainfall			
	b = number of days with rainfall			

Table 22 *Amount of rainfall and number of days on which rainfall occurred in the period 15th March–15th August in 1958, 1959 and 1960*

Afb. 20 Hoeveelheid neerslag van 15 maart–15 augustus in de jaren 1958, 1959 en 1960. Zie voor legenda afb. 16

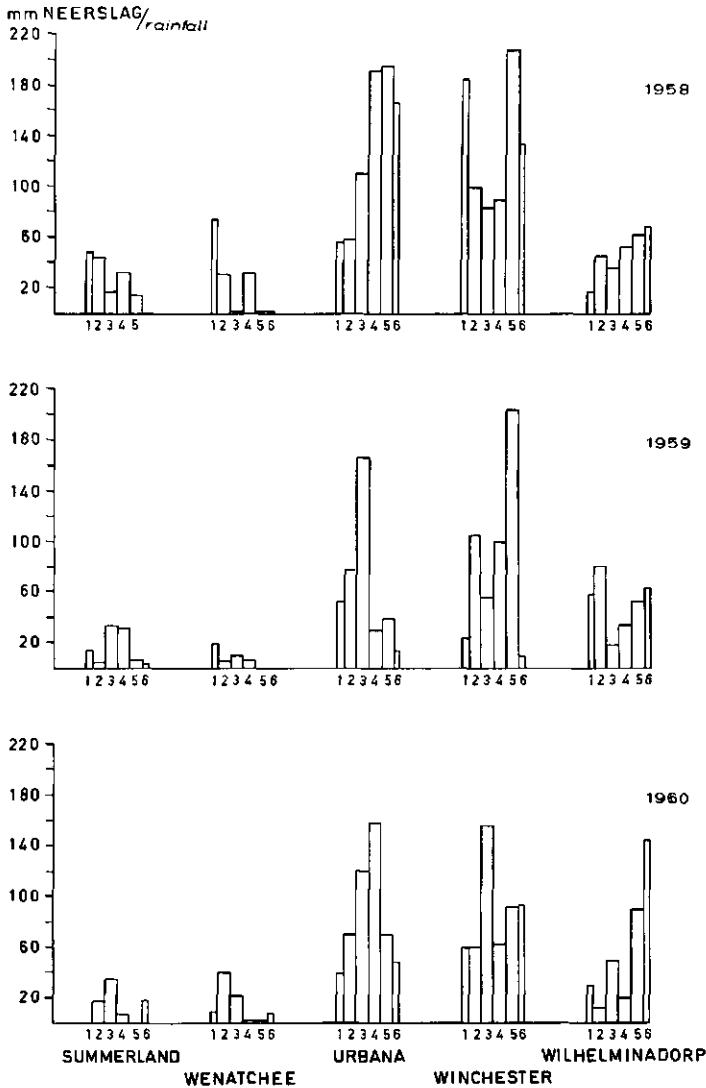


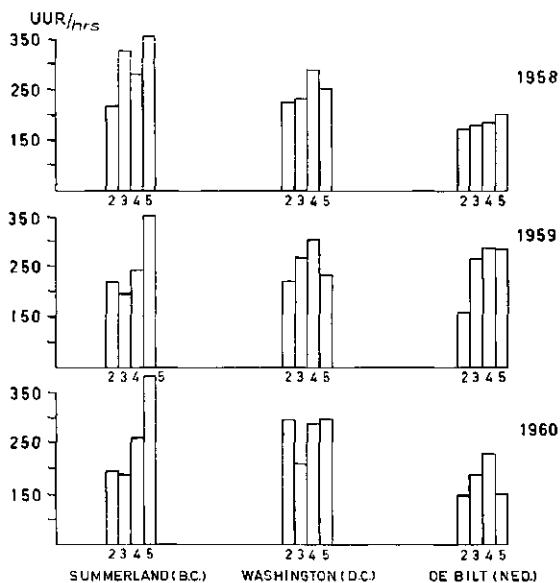
Fig. 20 Rainfall from 15th March–15th August in the years 1958, 1959 and 1960. For legend see Fig. 16

van grotere invloed op de meeldauwontwikkeling zou kunnen zijn dan de hoeveelheid neerslag. Uit tabel 22 blijkt, dat het aantal dagen met neerslag in het groeiseizoen in oost-Amerika (Winchester) en midden-Amerika (Urbana) van dezelfde grootte orde is als het aantal dagen met neerslag in Nederland (Wilhelminadorp), maar dat in west-Amerika en Canada (Wenatchee en Summerland) veel minder dagen met



neerslag voorkomen. De verschillen in meeldauwaantasting tussen de verschillende gebieden laten zich echter niet alléén verklaren met verschillen in het aantal regendagen.

Blijkens tabel 22 zijn de gemiddeld per neerslagdag gemeten hoeveelheden neerslag in de gebieden met sterke meeldauwaantasting (Wenatchee, Summerland, Wilhelminadorp) in het algemeen van dezelfde orde en aanzienlijk kleiner dan in de gebieden met weinig meeldauwaantasting (Urbana, Winchester). Waarschijnlijk oefenen dus vooral hevige regenbuien een meeldauwbelemmerende invloed uit.



*Afb. 21 Aantal uren zonneshijin in april, mei, juni en juli in de jaren 1958, 1959, en 1960. Zie voor legenda afb. 16*

*Fig. 21 Hours of sunshine in April, May, June and July in the years 1958, 1959 and 1969. For legend see Fig. 16*

### 5.2.5 Duur van de zonneshijin tijdens het groeiseizoen

Uit afb. 21 blijkt, dat het aantal uren zonneshijin in het westen (Summerland) en het oosten (Washington, D.C.) niet belangrijk verschilt, zodat het aantal zonne-uren dus geen oorzaak kan zijn van het optreden van verschillen in meeldauwaantasting tussen deze gebieden. De hoeveelheid zonneshijin is in normale voorjaren - voorzomers (1958, 1960) in Nederland (Wilhelminadorp) aanmerkelijk kleiner dan in Summerland of Washington (D.C.), maar gezien het ontbreken van verschillen in de hoeveelheid zonneshijin tussen Summerland en Washington (D.C.) kan men hieraan geen conclusies verbinden. Men mag mijns inziens dan ook geen direct verband leggen tussen de voor Nederland abnormaal grote hoeveelheid zonneshijin in 1959 en de sterke ontwikkeling van meeldauw in dat jaar in Nederland.

## 5.3 Discussie over de analyse

Bij de bespreking van de afzonderlijke klimaatscomponenten is geen aandacht geschonken aan de invloed van mogelijke verschillen in het tijdstip van de bloei. Uit

Tabel 23 Tijdstip van het begin van de bloei van Jonathan

Teeltgebied	Plaats van waarneming	1956	1957	1958	1959	1960
oost-U.S.A.	Winchester (Virg.)	26/4	24/4	27/4	18/4	23/4
midden-U.S.A.	Urbana (Ill.)	—	—	6/5	2/5	2/5
Nederland	Wilhelminadorp (Ned.)	9/5	15/4	6/5	20/4	24/4
<i>area</i>	<i>place of observation</i>	1956	1957	1958	1959	1960

Table 23 Date of beginning of blossoming of Jonathan

tabel 23 blijkt, dat de bloeitijdverschillen tussen oost-Amerika, midden-Amerika en Nederland niet karakteristiek zijn, vooral niet wanneer men bedenkt, dat 1957 in Nederland een abnormaal vroege bloei liet zien. Het begin van de appelbloei ligt in het westen (Wenatchee) tussen 20 april en 10 mei, hetgeen volgens tabel 23 ongeveer gelijk met het begin van de bloei in Nederland is. Uitzonderlijk laat begint de bloei in het gebied bij Sturgeon Bay (Wisconsin), waar de volle bloei rond einde mei valt.

Uit de voorgaande beschouwingen van de afzonderlijke klimaatsfactoren is naar voren gekomen, dat *ongunstig* voor het optreden van appelmeeldauw zouden zijn:

1. zeer lage temperaturen ( $-23^{\circ}\text{C}$  en lager) in de winter;
2. betrekkelijk hoge nachtelijke temperaturen in het voorjaar;
3. grote hoeveelheid neerslag, met name zware regenbuien, tijdens het groeiseizoen.

Verder is gebleken, dat de zeer lage wintertemperaturen in midden-Amerika waarschijnlijk van doorslaggevende betekenis zijn voor het zeer geringe optreden van meeldauw in dit gebied. Afgezien van deze factor stemt het klimaat van het midden-amerikaanse gebied vrij sterk overeen met het oosten, waar toch wat meer aantasting voorkomt.

Het meest verrassende van de analyse is, dat het klimaat in het westen (Wenatchee en Summerland) in het voorjaar veel meer overeenstemming vertoont met dat van Nederland dan met dat van midden- en oost-Amerika. De dikwijls verkondigde mening, dat de warme zomers in west-Amerika en Canada verantwoordelijk zouden zijn voor de ernstige meeldauwaantasting kan geen stand houden, wanneer men hierbij het oog heeft op gunstige omstandigheden voor infectie door meeldauwsporen. De aantasting ontstaat voornamelijk, vóórdat het zeer warm wordt. Trouwens de hoge temperaturen werken belemmerend op de infectie (SPRAGUE, 1953), zoals ook uit het eigen onderzoek bleek (zie par. 4.6.3.1.) De hoge temperaturen en geringe neerslag in de zomer zijn in west-Amerika en Canada waarschijnlijk wel aanleiding tot een versterking van het aantastingsbeeld. De schimmel gaat voort met mycelium- en conidiënproductie, waardoor de bomen een wit uiterlijk krijgen, terwijl de aangetaste bladeren onder invloed van genoemde weersfactoren nog meer krullen en verdrogen.

Het is bekend (zie par. 3.2.1), dat de vorming en verspreiding van conidiën het over-

vloedigst plaats heeft bij betrekkelijk hoge temperatuur en afwezigheid van vrij water. Men mag aannemen, dat aan deze voorwaarden het beste wordt voldaan tijdens perioden van zonneschijn. Er bleek in de analyse echter geen direct verband tussen de hoeveelheid zonneschijn en de mate van meeldauwaantasting. Dit zou er op kunnen wijzen, dat de primair belangrijke factoren voor sterke meeldauwaantasting diegene zijn, die gunstige omstandigheden voor infectie door de conidiën scheppen.

De analyse heeft slechts betrekking gehad op de periode tot 15 augustus. Het is evenwel aannemelijk, dat ook het klimaat na 1 augustus nog belangrijke invloed kan hebben op de epidemiologie van appelmeeldauw. Verschillen in nieuwe groei van de bomen in de nazomer kunnen verschillen in de mate van aantasting van eindknoppen van langloten opleveren, waardoor verschillen in beschikbare sporenhoeveelheden het volgende voorjaar het aantastingsbeeld kunnen beïnvloeden.

## 6 Onderzoek over de bestrijding van appelmeeldauw

Het is algemeen bekend, dat *Podosphaera leucotricha* overwintert in de knoppen van appel (WOODWARD, 1927; FISCHER, 1956; BURCHILL, 1958). In hsk. 3 werd medegedeeld, dat ROOSJE heeft waargenomen, dat genoemde schimmel ook in knoppen van peer kan overwinteren, zij het in veel mindere mate dan bij appel. Bij de overwintering op appel zijn van ras tot ras overigens nog duidelijke verschillen waarneembaar. De overwintering vindt het meest plaats op Jonathan, terwijl vooral op Golden Delicious relatief weinig meeldauw overwintert.

Het ligt voor de hand, dat zowel in het buitenland als in eigen land pogingen zijn gedaan de ziekteverwekker tijdens de fase van de overwintering te bestrijden (zie par. 6.1). Onder bestrijding van dit stadium van aantasting vallen ook nog de maatregelen ter vernietiging van de infectiebron kort nadat deze zichtbaar wordt, dat is kort na het ontluiken van de knoppen van appel en peer.

De tweede mogelijkheid ter beperking van appelmeeldauw-aantasting is het verhinderen van nieuwe infecties door conidiën. Onderzoek in Nederland over de mogelijkheid nieuwe infecties te verhinderen richtte zich op bescherming van zowel bladeren en knoppen (zie par. 6.2) als vruchten (zie par. 6.3). Voorts is de meest gewenste frequentie van bespuitingen ter vermindering van bladaantasting onderwerp van studie geweest (zie par. 6.4). Uiteraard werd ook onderzoek verricht over het effect van verschillende fungiciden tegen appelmeeldauw, zowel in kasproeven (zie par. 6.5) als in veldproeven (par. 6.6).

### 6.1 Maatregelen ter vermindering van de overwinterende aantasting

De maatregelen ter vermindering van de overwinterende aantasting (afb. 23) kunnen bestaan uit het verwijderen van aangetaste knoppen tijdens de snoei in de winter of kort na het uitlopen van de aangetaste knoppen (par. 6.1.1). Om een maximaal rendement van het verwijderen van overwinterende aantasting te verkrijgen moet het uitknippen uiteraard gebeuren voordat nieuwe infecties door conidiën kunnen optreden (zie ook par. 6.2). Daar het uitknippen van aangetaste knoppen en aangetaste scheuten veel arbeid vraagt en het bovendien bijna onmogelijk is alle aangetaste knoppen te verwijderen is zowel in het buitenland als in ons land ook getracht de infectiebron door bespuitingen uit te schakelen (par. 6.1.2).

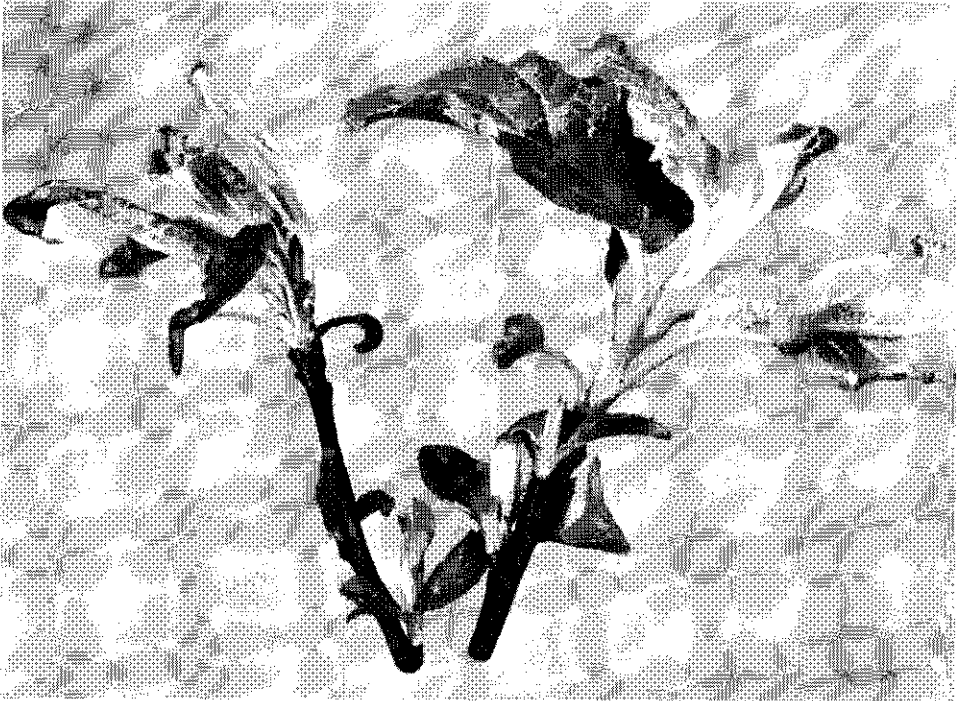
*Afb. 23 Links een gezonde eindknop aan een langlot van Jonathan, rechts een door appelmeeldauw misvormde eindknop van een langlot van Jonathan*



Min. Landb. en Viss.

*Fig. 23 Left a healthy terminal bud of an extension shoot of Jonathan, right a terminal bud of an extension shoot of Jonathan distorted by apple mildew*

Afb. 24 Jonge appelscheuten (Jonathan), rechts gezond, links aangetast door overwinterde appelmeeldauw.



Min. Landb. en Viss.

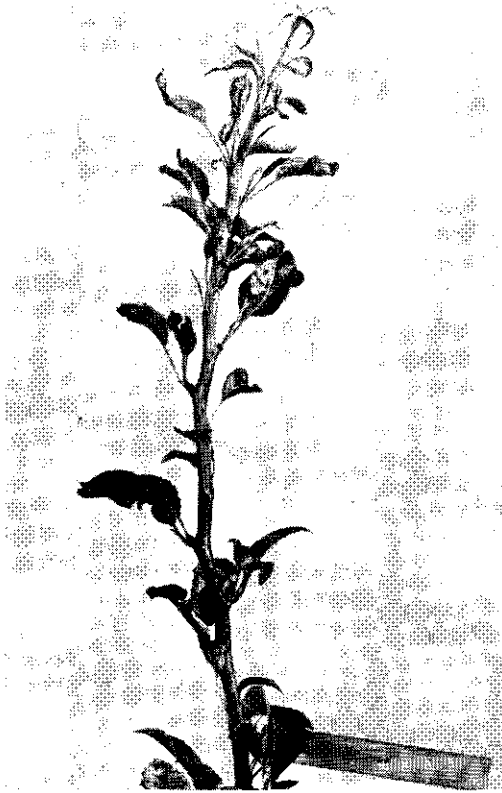
Fig. 24 Young apple shoots (Jonathan), right healthy, left damaged by overwintered apple mildew

#### 6.1.1 Mechanische verwijdering van de infectiebron

Een belangrijk deel van de door appelmeeldauw aangetaste eindknoppen van langloten is reeds in de late herfst te herkennen aan misvormingen (afb. 23). Deze misvormde knoppen kunnen tijdens de snoei in de winter worden verwijderd.

De knoppen, die slechts licht zijn aangetast, behoeven niet misvormd te zijn (BURCHILL, 1958; KOSWIG, 1958a) en ontsnappen derhalve aan de aandacht bij het verwijderen van aangetaste knoppen, als alleen op misvormde knoppen wordt gelet. Daar bij het zeer vatbare ras Jonathan veelal toch een hoog percentage van de eindknoppen van langloten misvormd is, zijn vele fruittelers er veiligheidshalve toe overgegaan alle langloten tijdens de winter in te snoeien. De vrees, dat daardoor te veel nieuwe scheuten zouden ontstaan bleek althans in een proef op Cox's Orange Pippin in Engeland niet gerechtvaardigd (BAKER, 1961b). Het 'toppen' van alle langloten werd bij ernstige aantasting behalve door BAKER (1961a) ook door BURCHILL (1960) aanbevolen.

KOSWIG (1958a, 1959) toonde bij Jonathan aan dat de eindknop van langloten procentueel veel sterker is aangetast dan de eerste zijknop onder de eindknop. De



P.D.

Fig. 25 Current season's growth of pear (*Charneux = Légipont*), damaged by overwintered apple mildew.

eerste zijknop onder de eindknop was weer aanzienlijk vaker aangetast dan de tweede zijknop, terwijl de aantasting van de tweede tot de tiende zijknop percentsgewijze vrijwel gelijk was. Uit deze waarnemingen volgt dat het geen zin heeft de langloten bij de wintersnoei in verband met meeldauwbestrijding verder in te snoeien dan tot de tweede zijknop onder de eindknop. BAKER (1961a) toonde nog aan, dat het verwijderen van de witte door meeldauw overwoekerde overjarige scheutgedeelten weinig of geen betekenis had voor het verkleinen van de infectiebron. Daar de ziekteverwekker behalve in de knoppen van langloten ook in de knoppen van kortloten kan overwinteren zal het 'toppen' van alle langloten de infectiebron nimmer volledig uitroeien.

Er is uit de praktijk een beperkt aantal voorbeelden bekend, waarbij het zorgvuldig en vroegtijdig verwijderen van aangetaste knoppen en scheuten ertoe leidde, dat de meeldauwaantasting op de bomen uiterst gering was, zelfs wanneer gedurende voorjaar en zomer geen meeldauwbestrijdingsmiddelen werden toegepast. Een dergelijk succes van het verwijderen van overwinterende aantasting is echter alleen mogelijk

als betrekkelijk weinig knoppen zijn aangetast en het betrokken perceel min of meer geïsoleerd ligt ten opzichte van andere boomgaarden, waar sterkere meeldauwaantasting voorkomt.

Wanneer na de winter echter een hoog 'aantastingsniveau' aanwezig is, dat wil zeggen dat op de bomen een groot aantal nog levende knoppen voorkomt waarin het overwinterde mycelium nog vitaal aanwezig is, bleek het vrijwel onmogelijk door uitknippen alleen de meeldauwaantasting op de bladeren en de eindknoppen van de nieuw gevormde scheuten tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. Ook bleek het bij een hoge graad van aantasting in het vroege voorjaar moeilijk het uitbreken van nieuwe meeldauwaantasting merkbaar te verminderen door uitsluitend bespuitingen met meeldauwbestrijdingsmiddelen uit te voeren.

De invloed van het verwijderen van aangetaste knoppen bleek het duidelijkst wanneer in de voorzomer middelen werden toegepast, die geen of slechts een matig effect tegen appelmeeldauw hebben. In 1957 werd te Utrecht een proef gemonen, (ANONYMUS, 1958), waarvan de resultaten in tabel 24 zijn vermeld. Uit deze tabel 24 blijkt, dat het 'toppen' tot een vermindering van de nieuwe aantasting van bladeren en knoppen heeft geleid.

In een tweede in 1959/1960 onder leiding van VAN DE BOSPOORT (Plantenziektenkundige Dienst) te Hontenisse uitgevoerde proef werd nagegaan, welk aandeel het uitknippen van overwinterde aantasting en het spuiten met bestrijdingsmiddelen in de meeldauwbestrijding hebben. In deze proef werden waarnemingen verricht over de aantasting op de bladeren in de zomer van 1959, de aantasting van de eindknoppen in de winter van 1959/1960 en over de opbrengst in 1960. Vanaf 3 juni 1959 werd bij iedere bespuiting op een vast aantal (minstens 100) gemerkte scheuten per veldje het aantal ontvouwde bladeren bepaald; enige malen gedurende de zomer werd

*Tabel 24 Invloed van verwijderen van overwinterende aantasting tijdens wintersnoei op meeldauwaantasting in het volgende seizoen. Proef op fruitteeltproefbedrijf N.F.O. te Utrecht, 1957*

Object	Bespuitingen in groeiseizoen met	% aangetaste bladeren augustus	% misvormde eindknoppen van langloten december 1957
'getopt' tijdens snoei	captan	35	29
'tipped' during pruning	tecoram	13	14
niet 'getopt' tijdens snoei	captan	48	37
not 'tipped' during pruning	tecoram	22	37
<i>treatment</i>	<i>sprays during growing season with</i>	<i>% mildewed leaves August</i>	<i>% distorted terminal buds of extension shoots December 1957</i>

*Table 24 Influence of removal of overwintering mildew during pruning in winter on mildew infestation next season. Trial in experimental orchard N.F.O. at Utrecht, 1957*



Vele waarnemingen in proeven en in de praktijk leidden tot de conclusie, dat het bij een sterke 'infectiedruk' van doorslaggevende betekenis is, de bestrijding van de appelmeeldauw vooral in het begin van het seizoen intensief uit te voeren.

Bij gelijke intensiteit van bestrijding neemt de aantasting bij het voortschrijden van het seizoen sterker toe naarmate de aantasting op de in het begin van het seizoen aanwezige bladeren hoger is.

Een duidelijke illustratie hiervan levert de in par. 6.1.1 besproken proef te Hontennisse (tabel 25, objecten 3 en 4). In deze proef was een klein verschil in bladaantasting op 27 mei twee maanden later veranderd in een groot verschil in bladaantasting tengevolge van een verschil in 'infectiedruk' door het al of niet verwijderen van overwinterende aantasting.

De groei van één- en tweejarige appelbomen in de boomkwekerij, gaat in het algemeen nog veel langer door dan de groei van oudere bomen, die reeds in produktie zijn. Uit waarnemingen aan dergelijke jonge bomen in boomkwekerijen is gebleken, dat de laat (eind september) gevormde bladeren daar vaak nog door appelmeeldauw worden aangetast, tenzij eerder veelvuldig en langdurig herfstregens optreden. Het is dan ook begrijpelijk, dat de laatst gevormde bladeren en de eindknoppen van langloten aan bomen van produktiepercelen eveneens nog sterk kunnen worden aangetast.

Volgens KOSWIG (1958b) zou de aantasting van eindknoppen van langloten voor een groot deel reeds zijn oorsprong vinden in aantasting van de vegetatiekegel tussen begin mei en half juni. In een veldproef in 1958 te Wilhelminadorp op Lombartscalville werd na twaalf bespuitingen met SM 55 (spuitzwavel + captan), uitgevoerd tussen 1 mei en 14 augustus, gemiddeld 20,3% van de eindknoppen van langloten door meeldauw misvormd, terwijl dit percentage na zeven tussen 1 mei en 25 juni uitgevoerde bespuitingen met SM 55 20,5 bedroeg en bij het onbehandelde object 43,2. Dit zou erop wijzen, dat er in dit geval tussen 25 juni en 14 augustus geen aantasting van eindknoppen aan langloten meer tot stand is gekomen. In Nederland zijn vanaf 1959 door verschillende instanties veldproeven genomen, waaruit kan worden afgeleid of bespuitingen na juni al dan niet nog belangrijke invloed hebben op de hoeveelheid aangetaste eindknoppen van langloten. De gegevens van vier proeven zijn vermeld in tabel 28.

Uit proef 1 van deze tabel blijkt, dat in de periode tussen 23 juni en 21 juli nog een belangrijke hoeveelheid eindknoppen van langloten werd aangetast. In proef 2 kwam tussen 8 juni en 18 augustus eveneens nog aantasting van eindknoppen voor. In proef 4 was de aantasting van eindknoppen van langloten tussen 8 juni en 27 juli veel belangrijker dan vóór 8 juni. Daarentegen bleek in proef 3 tussen 16 juni en 14 juli geen eindknopaantasting van betekenis te zijn opgetreden. De proeven tonen echter in het algemeen aan, dat de conclusie van KOSWIG, dat na eind juni geen directe eindknopaantasting van betekenis zou voorkomen, voor de omstandigheden in Nederland geen bevestiging vindt. Nederlandse ervaringen wijzen er duidelijk op, dat directe aantasting van eindknoppen van langloten kan voortgaan totdat de groei van de langloten is beëindigd. Dit stemt overeen met de bevindingen van BURCHILL (1958), die bovendien nog vermeldt dat de eindknoppen nog korte tijd na afsluiting van de

Tabel 29 Betekenis van bespuitingen aan het einde van de groeiperiode. Veldproef op Jonathan uitgevoerd in 1962 te Zaamslag door p.d. district Terneuzen

Object no.	Bespuitingen met 0,1% Karathane wp	% bladaantasting op 11/9 op bovenste 6 bladeren van langloten gemiddelden van 4 × 500 bladeren			Relatieve bladbedekking*	% misvormde eindknoppen van langloten gemiddelde van 4 × 500 knoppen
		L(licht)	M(atig)	Z(waar)		
1	7-maal van 10/5-9/7 7-times from 10/5-9/7	22,5	6,3	1,3	89,3	157
2	9-maal van 10/5-27/7 9-times from 10/5-27/7	15,9	3,9	0,9	59,7	97
3	11-maal van 10/5-16/8 11-times from 10/5-16/8	7,9	1,7	0,05	24,8	37
4	13-maal van 10/5-10/9 13-times from 10/5-10/9	6,6	1,8	0,00	22,0	48
treatment no.	sprays with 0,1% Karathane wp	light % of upper 6 leaves of extension shoots which were mildewed on 11/9. means of 4 × 500 leaves	moderate	severe	relative coverage of the leaves with mildew	% distorted terminal buds of extension shoots means of 4 × 500 buds

\* De aantasting op de onderzijde van de bladeren werd gewaardeerd en in drie rubrieken ingedeeld, namelijk L (licht aangetast): ca. 1/10 van bladoppervlak bedekt, M (matig aangetast): ca. 1/4 van bladoppervlak aangetast en Z: 1/2 of meer van bladoppervlak aangetast. De relatieve bedekking wordt verkregen door de aantallen in de rubrieken L, M en Z te vermenigvuldigen met respectievelijk 1/10, 1/4 en 1/2

\* The mildew attack on the under leaf surface was evaluated and classified into three categories, viz. L (light attack): approx. 1/10 of under leaf surface covered with mildew, M (moderate attack): approx. 1/4 of under leaf surface covered and Z (severe attack): 1/2 or more of under leaf surface covered. The relative coverage has been obtained by multiplication of the numbers of leaves belonging to categories L, M and Z with 1/10, 1/4 and 1/2 respectively

Table 29 Importance of sprays at the end of the growing period. Field trial on Jonathan, carried out at Zaamslag in 1960 by p.d. district Terneuzen

groei kunnen worden aangetast. Dat Kosswig tot de uitspraak kwam, dat na eind juni geen directe aantasting van eindknoppen van langloten meer zou optreden kan te wijten zijn aan een verschil in de ontwikkeling van het gewas. Mogelijk heeft Kosswig zijn waarnemingen verricht aan bomen, waarop de langloten hun groei reeds omstreeks eind juni hadden beëindigd.

Een vergelijking van de aantasting van eindknoppen van langloten en die van kortloten was mogelijk in een veldproef, waarvan de resultaten in tabel 27 zijn vermeld. Hieruit blijkt, dat de aantasting van eindknoppen van kortloten sterker werd vanaf 29 april d.i. vanaf het begin van de bloei (vergelijk object 5 en 6), terwijl zoals te verwachten was nog geen toename van de aantasting van eindknoppen van langloten optrad, wanneer op 29 april geen bespuiting tegen appelmeeldauw plaats had.

Over het economisch rendement van de bespuitingen, die tegen het einde van de groeiperiode worden uitgevoerd bestaat in de praktijk geen eenstemmigheid. Met het oog hierop werden in 1962 nog enige proeven genomen om de betekenis van late

bespuitingen na te gaan. Eén van deze proeven is samengevat in tabel 29. Het blijkt, dat de late bespuitingen tot omstreeks begin augustus nog tot een vermindering van de bladaantasting van de laatstgevormde bladeren en van de eindknoppen van langloten hebben geleid.

Een tweede proef die in hetzelfde jaar in de omgeving van 's-Hertogenbosch werd uitgevoerd, leverde een soortgelijk resultaat op. In beide proeven trad pas laat meeldauwaantasting op en deze bleef op een laag niveau. De gevonden verschillen in aantasting tussen de verschillende objecten hadden in 1962 geen invloed op de kwaliteit en kwantiteit van de oogst. Het is gezien de lichte aantasting ook niet te verwachten, dat de verschillen in aantasting invloed zullen hebben op de omvang van de opbrengst in 1963.

Het lijkt in deze proeven of men het rendement van de laatste bespuitingen moet afwegen tegen de benodigde tijd en de kosten voor het verwijderen van overwinterende aantasting in de winter 1962/1963 en het grotere risico, dat in het voorjaar toch een te groot aantal aangetaste scheuten aan de aandacht ontsnapt.

De hiervoor vermelde proeven gaven dus, mede als gevolg van de geringe en laat opgetreden aantasting, geen antwoord op de vraag wanneer de bespuitingen tegen meeldauw zonder risico kunnen worden beëindigd. Het is nog niet duidelijk of dit reeds kan wanneer ongeveer 50% van de eindknoppen van de langloten gesloten zijn of dat men moet wachten tot bijv. 80% van de scheuten de groei heeft afgesloten of zelfs tot ook de laatste knop gesloten is.

### 6.3 Tijdvak van bespuitingen ter vermindering van vruchtaantasting

In par. 2.3 werd vermeld, dat uit een in 1958 in Nederland uitgevoerde proef reeds kon worden afgeleid, dat bij Jonathan netvormige verruwingen van de vruchtschil ontstonden door een meeldauwaantasting vóór 15 juni.

In 1959 en 1960 werden meer proeven uitgevoerd om het tijdvak waarin de bedoelde meeldauwaantasting op de vruchten van appel tot stand komt nader te bepalen. De gegevens betreffende deze proeven en de waarnemingen over de vruchtverruwing zijn samengevat in tabel 27 en tabel 28.

Uit proef 1 van tabel 28 moet geconcludeerd worden dat vooral de bespuitingen vóór 11 mei, dat is vóór het einde van de bloei, invloed hadden op het verhinderen van netvormige verruwingen. In proef 2 van tabel 28 hadden de bespuitingen vóór 12 mei in dit opzicht eveneens het meeste effect, terwijl in proef 3 van tabel 28 ook tussen 13 mei en 2 juni nog enige vruchtverruwing moet zijn ontstaan. Proef 4 van tabel 28 is wat moeilijker te interpreteren, maar in elk geval ontstond tussen 5 mei en 8 juni nog vruchtverruwing.

De in tabel 27 vermelde proef toonde aan, dat bescherming tegen meeldauwinfectie vooral in de periode van 29 april tot 9 mei, dat was in dit geval de gehele bloeiperiode van grote betekenis is geweest ter voorkoming van netvormige verruwingen.

Uit al deze proeven gezamenlijk blijkt, dat bespuitingen in het rose knopstadium nog weinig bijdragen ter voorkoming van de door meeldauw teweeggebrachte netvormige verruwingen van de vruchtschil bij appels.

De initiale aantasting van de jonge vrucht, die later in deze verruwing resulteert lijkt dus plaats te vinden gedurende de bloei en korte tijd daarna in de periode van kroonbladval en vruchtzetting. In geen van de proeven werd, nadat de vrucht een diameter van 2 cm had bereikt, nog toename van dit type verruwing geconstateerd.

#### 6.4 De meest gewenste frequentie van bespuitingen ter vermindering van meeldauwaantasting

Hierboven werd aangetoond, dat de periode waarin infecties van bladeren door conidiën van appelmeeldauw kunnen optreden zich uitstrekt van het rose knopstadium van de gemengde knoppen van appel totdat geen jonge bladeren meer op de bomen aanwezig zijn. Tevens werd naar voren gebracht, dat in deze periode zeer veel infecties kunnen voorkomen, waardoor bij preventieve bestrijding voor een constante bedekking van de infecteerbare delen met een werkzaam fungicide moet worden gezorgd.

Hoewel in proeven met kunstmatige infecties op appelzaailingen en -onderstammen enige fungiciden duidelijk curatief werkzaam waren (zie par. 6.5.3) bleek deze curatieve werking bij toepassing van dezelfde fungiciden onder praktijkomstandigheden van ondergeschikte betekenis te zijn (zie par. 6.5.4).

Gedurende regen heeft enige herverdeling van de toegediende fungiciden plaats vanaf oudere bespoten bladeren naar diegenen die na de bespuiting zijn ontplooid. Deze herverdeling blijkt echter niet zodanig te zijn dat op alle jonge bladeren voldoende van het fungicide terecht komt wanneer om de zeven tot tien dagen een bespuiting wordt uitgevoerd. Bovendien heeft in een periode, dat het niet regent, geen herverdeling van fungiciden plaats, maar kan wel infectie door conidiën van appelmeeldauw optreden. Het is dan ook niet mogelijk gebleken de bladaantasting met een dergelijke frequentie van bespuitingen volledig te verhinderen. In vrijwel alle proeven, waarbij om de zeven tot tien dagen een bespuiting plaats vond, bleek nog op 10% tot 15% van de bladeren meeldauwaantasting voor te komen.

In de op blz. 48 beschreven veldproeven (zie ook tabel 12) werd het effect van wekelijkse bespuitingen met dinocap (0,06% Karathane wp) vergeleken met dat van bespuitingen met 0,05% tot 0,06% Karathane om de twee tot vier dagen. In de daar vermelde proef te Wilhelminadorp werd met bespuitingen om de twee tot vier dagen vrijwel alle aantasting op de bladeren verhinderd; in de proef te Tull en 't Waal werd na bespuitingen met 0,05% Karathane om de drie tot vier dagen nog 12% van de bladeren door meeldauw aangetast. In beide proeven was het effect van de tweemaal per week uitgevoerde bespuitingen duidelijk beter dan die van een wekelijkse bespuiting.

Uiteraard kan de fruitteeltpraktijk een dergelijke vrijwel volmaakte meeldauwbestrijding niet verwezenlijken, omdat het opvoeren van de frequentie van de be-

spuitingen tot bijvoorbeeld tweemaal per week onoverkomelijke bezwaren met zich brengt, vooral met betrekking tot de benodigde arbeid.

In de afgelopen drie tot vier jaren heeft in Nedeland op vele intensief bedreven fruit-bedrijven een wekelijkse bespuiting tegen appelmeeldauw algemeen ingang gevonden, althans gedurende de periode van de sterkste bladontwikkeling (eind april tot begin juli). Afhankelijk van de groeiomstandigheden en de omvang van de meeldauw-infectie worden wekelijkse bespuitingen daarna voortgezet dan wel gewijzigd in een behandeling om de acht tot tien dagen, totdat vrijwel alle eindknoppen op de gedurende het seizoen gevormde langloten gesloten zijn (begin augustus).

De steeds verder doorgevoerde mechanisatie en de ontwikkeling van de 'automatische' nevel- en snelspuiten, die door één man bediend kunnen worden vanaf de trekker, heeft de toepassing van een dergelijke spuitfrequentie binnen het bereik van vele telers gebracht.

Vóór genoemde periode werden voor de meeldauwbestrijding officieel aanbevolen en door de praktijk algemeen uitgevoerd, bespuitingen met Karathane in 0,1-0,12% of spuitzwavel ca. 0,5% om de tien à twaalf dagen. Na 1958 werden ook vele proeven uitgevoerd met Karathane en spuitzwavel, in lagere doseringen doch frequenter toegepast.

*Tabel 30 Vergelijking van het effect van bespuitingen om de 7 dagen met 0,1% Acracid (binapacryl) en dat van 0,2% Acracid om de 10 tot 12 dagen. Veldproef op Jonathan, uitgevoerd in 1961 te te Numansdorp. (P.D. district Rotterdam)*

Object	Aantal bespuitingen tussen 28/4 en 14/8	% bladaantasting (gemiddelde van 4 × 300 bladeren)				Relatieve bedekking*	
		10/6 (blad 1 tot 7)		17/8 (blad 14-22)		10/6	17/8
		L(licht)	L(licht)	M(atig)	Z(waar)		
Acracid 0,1% (wekelijks / <i>weekly</i> )	16	20,7	30,1	9,5	0,8	24,5	69,1
Acracid 0,2% (om de 10 dagen, later om de 10 à 12 dagen <i>every 10 days, later every 10 to 12 days</i> )	10	29,3	39,6	12,4	3,8	35,1	107,3
<i>treatment</i>	<i>number of sprays from 28/4 to 14/8</i>	<i>light 10/6 (leaf 1 to 7)</i>	<i>light moderate severe 17/8 (leaf 14-22)</i>			<i>10/6 17/8 relative coverage*</i>	
<i>% leaves with mildew (means of 4 × 300 leaves)</i>							

\* Voor verklaring relatieve bedekking zie tabel 29  
*For explanation relative coverage see Table 29*

*Table 30 Comparison of the effect of weekly application of 0.1% Acracid (binapacryl) and the effect of 0.2% Acracid, applied every 10 to 12 days. Field trial on Jonathan, carried out in 1961 at Numansdorp. (P.D. district Rotterdam)*

Achteraf gezien blijkt een directe statistisch betrouwbare vergelijking van hiervoor genoemde schema's voor meeldauwbestrijding met intervallen van resp. zeven en tien tot twaalf dagen niet beschikbaar te zijn in proeven, die door officiële instanties werden uitgevoerd.

De vele waarnemingen, die zowel in proeven als in de praktijk verricht werden in gevallen waarbij resp. Karathane 0,12% om de tien à twaalf dagen werd toegepast en Karathane 0,06% wekelijks, gaven echter sterke aanwijzingen dat in het algemeen met wekelijkse Karathane bespuitingen in een lage dosis een beter effect wordt bereikt dan met een hogere dosis toegepast om de tien à twaalf dagen.

Deze ervaring vormt in principe een bevestiging van de resultaten van drie proeven, die reeds in 1957 door GROVES, WAMPLER en LYONS (1958) in de Verenigde Staten van Noord-Amerika werden uitgevoerd. Volgens één van hun proeven was het effect van 0,03% Karathane om de zeven dagen gespoten gelijk aan dat van Karathane in een dosering tussen 0,09% en 0,12% om de veertien dagen. In een tweede proef van deze auteurs gaf een bespuiting met 0,03% Karathane om de zeven dagen ongeveer eenzelfde resultaat als een met 0,09% Karathane om de veertien dagen, terwijl in de derde proef 0,03% Karathane om de zeven dagen gespoten zelfs een beter effect had dan 0,12% Karathane dat om de veertien dagen werd verspoten. Ook HAMMARLUND (1959) constateerde dat wekelijkse toepassing van 0,05% Karathane effectiever was dan 0,1% Karathane om de twee weken.

Tabel 31 Vergelijking van het effect van bespuitingen om de 7 tot 10 dagen met 0,1% Acricid (binapacryl) en dat van 0,15% Acricid om de 10 tot 12 dagen. Veldproef op Jonathan uitgevoerd in 1962 te Rhoon (P.D. district Rotterdam).

Object	Aantal bespuitingen tussen	% bladaantasting (gemiddelde van 4 × 300 bladeren)						Relatieve bedekking*	
		1/8 (blad 10-15)			28/8 (blad 16-18)			1/8	28/8
		L(licht)	M(atig)	Z(waar)	L(licht)	M(atig)	Z(waar)		
Acricid 0,1% wekelijks / weekly	18	8,9	3,0	0,8	5,4	2,2	0,5	24,7	16,0
Acricid 0,15% om de 10-12 dagen/ every 10-12 days	12	10,4	3,8	2,3	5,1	2,5	1,0	38,0	19,6
<i>treatment</i>	<i>number of sprays from</i>	<i>light moderate severe</i> 1/8 (leaf 10-15)			<i>light moderate severe</i> 28/8 (leaf 16-18)			<i>relative coverage*</i> 1/8 28/8	
	8/5 to 11/9	% leaves with mildew (mean of 4 × 300 leaves)							

\* Voor verklaring relatieve bedekking zie tabel 29  
For explanation relative coverage see Table 29

Table 31 Comparison of the effect of weekly application of 0.1% Acricid (binapacryl) and the effect of 0.15% Acricid, applied every 10 to 12 days. Field trial on Jonathan, carried out in 1962 at Rhoon (P.D. district Rotterdam).

Proefnemingen en praktijktoepassingen met een ander meeldauwbestrijdingsmiddel in Nederland, namelijk een middel op basis van binapacryl (merknaam Acricid) voerden tot een overeenkomstig resultaat. Ook bij dit middel blijkt onder praktijkcondities de werking in hoofdzaak een preventieve te zijn. Zowel in 1961 als in 1962 werden sterke aanwijzingen verkregen, dat ook voor het verkrijgen van een maximaal effect van Acricid een hoge frequentie van de bespuitingen van doorslaggevende betekenis is (zie tabel 30 en tabel 31).

Door wekelijkse bespuitingen met 0,1 % Acricid verkrijgt men in vele gevallen een betere bestrijding van appelmeeldauw dan met bespuitingen om de tien tot maximaal twaalf dagen met 0,15 % tot 0,2 % Acricid. Dit bleek zelfs het geval wanneer met laatstgenoemde frequentie in totaal meer actieve stof op de boom werd gebracht dan met de wekelijkse bespuitingen (zie tabel 30).

## 6.5 Toetsing van fungiciden in kasproeven

KOOPMANS (1959) toonde aan, dat de invloed van chemische verbindingen op de turgescentie van conidiën van *Erysiphaceae* in het laboratorium kan worden getoetst. Hoewel KOOPMANS bij *Erysiphe graminis* verband tussen deze invloed en de conidiënklemming kon vaststellen, blijft toch het bezwaar van elke toetsing op objectglasjes bestaan, dat onder omstandigheden wordt gewerkt, die ver van de praktijk afwijken.

Hier staat tegenover dat toetsingen in veldproeven veel tijd, arbeid en geld kosten, en bovendien slechts een zeer beperkt aantal fungiciden per proef kan worden onderzocht. Dergelijke bezwaren werden ook reeds geuit bij de toetsing van fungiciden tegen appelschurft (ROOSJE, 1959). De basis voor een toetsmethode voor de fungicide werking van chemische preparaten tegen appelmeeldauw die goed reproduceerbaar is en snel resultaten afwerpt, werd gelegd door KIRBY en FRICK (1960, 1963).

Hiervan werd een dankbaar gebruik gemaakt te Wilhelminadorp bij de verdere ontwikkeling van een toetsmethode.

### 6.5.1 Materiaal en methode

*Plantmateriaal.* In 1960 en 1961 werden éénjarige appel-onderstammen M II en MM 111 gebruikt en in 1962 tweejarige onderstammen MM 111.

Zoals reeds eerder (zie par. 4.6.1) werd opgemerkt, leveren éénjarige onderstammen MM 111 snel goed groeiende en dus goed infecteerbare scheuten op (afb. 26). De bladeren van MM 111 zijn bovendien steviger en breder dan van M II, terwijl zich aan éénjarige onderstammen vooral in het voorjaar sneller scheuten ontwikkelden dan aan tweejarige.

De onderstammen werden in maart opgepot in bloempotten (buitendiameter boven 14 cm, onder 11 cm; hoogte 20 cm) en direct daarna ingesnoeid tot 8 à 12 cm. Een klein deel van de onderstammen (enige honderden) werd voor gebruik in april en een deel van mei na het oppotten in een kas of aanvankelijk nog buiten geplaatst. Het grootste deel werd na het oppotten en insnoeien in een koelcel bij 1 tot 3°C geplaatst,



Min. Landb. en Viss.

*Fig. 26 Rearing apple rootstocks MM 111 in a greenhouse for inoculation experiments with apple mildew*



*Afb. 29 Onderste gedeelte van geopende infectietoren*



Min. Landb. en Viss.

*Fig. 29 Lower part of opened infection tower*

bespaard; het nadeel is, dat de later opgepote onderstammen iets trager en onregelmatiger uitlopen.

Deze werkwijze, waarbij het plantmateriaal tot enige weken vóór het uitvoeren van de inoculatieproeven in rust blijft, maakt het mogelijk om minstens van april tot in september over goed groeiende planten van ongeveer gelijke hoedanigheid te beschikken, terwijl de periode, waarin het plantmateriaal moet worden behoed voor spontane meeldauwinfectie zo kort mogelijk is.

Tijdens de opkweek in de kas werd het plantmateriaal dagelijks op spontane meeldauwinfectie gecontroleerd. Eventuele aantasting werd verwijderd, terwijl zo nodig bespuitingen met 0,1 % Karathane wp werden uitgevoerd, uiteraard niet binnen 7 dagen vóór de aanvang van inoculatieproeven.

*Inoculatie.* Voor de inoculatie werd gebruik gemaakt van een infectietoren (afb. 28 en 29); deze bestond uit een gesloten metalen cilinder van 100 cm diameter en 130 cm hoogte, waarvan de bovenste helft kon worden afgenomen. In het midden van de cilinder bevond zich een verticale metalen pijp (diameter van 9 cm), waarvan het open bovineinde zich 85 cm boven de bodem van de cilinder bevond. Van onderen af

Afb. 30 Resultaat 10 dagen na inoculatie met appelmeeldauw-conidiën in infectietoren. Links: 24 uur vóór inoculatie bespoten met water; rechts: 24 uur voor inoculatie bespoten met 0,0025% Karathane wp (= 6,25 dpm actieve stof)



Min. Landb. en Viss.

Fig. 30 Results 10 days after inoculation with apple mildew conidia in infection tower. Left: 24 hours before inoculation sprayed with water; right: 24 hours before inoculation sprayed with 0.0025% Karathane wp (= 6.25 ppm active ingredient)

werden conidiën van appelmeeldauw in de pijp geblazen, met behulp van een luchtstroom die eerst over ernstig door appelmeeldauw aangetaste scheuten was gestreken.

Tabel 32 Toetsing in kasproeven van de preventieve werking van fungiciden tegen appelmeeldauw

Datum proef	Object	Bespuiting 24 uur vóór inoculatie			Aantal behandelde scheuten	Meeldauwaantasting		Aantal meeldauwvlekken in % van geïnoculeerde met water bespoten object
		fungicide	concentratie spuitvloeistof in %	concentratie werkzame stof in dpm		x aangedaste bladeren met y meeldauwvlekken	x aangedaste bladeren met y meeldauwvlekken	
7/6/1962	1	Karathane wp	0,0025	6,25	14	5	6	0,5
	2	Karathane wp	0,00025	0,625	14	70	432	33,2
	3	Karathane wp	0,000025	0,0625	14	102	1095	84,0
	4	water	—	—	14	92	1303	100
	5	water, geen/no inoculatie	—	—	7	16	26	4,0*
29/5/1962	1	Karathane wp	0,0025	6,25	12	13	31	3,3
	2	Karathane wp	0,00075	1,875	12	46	275	29,0
	3	Karathane wp	0,00025	0,625	12	56	383	40,4
	4	water	—	—	12	83	948	100
	5	water, geen inoculatie	—	—	6	26	88	18,6*
6/7/1962	1	Karathane wp	0,0025	6,25	10	11	20	1,6
	2	Karathane wp	0,00075	1,875	10	33	86	7,1
	3	Acricid (binapacryl)	0,00075	1,875	10	26	71	5,8
	4	Morestan (oxythiochinox**)	0,00075	1,875	10	43	200	16,4
	5	water	—	—	10	70	1219	100
6	water, geen inoculatie	—	—	7	18	32	3,8*	
date of experiment	treatment no.	fungicide	spray dosage in %	active ingredient in ppm	number of experimental shoots	x mildewed leaves with y mildew lesions	y number of mildew lesions in % of inoculated and water sprayed treatment	mildew infestation

\* Bij de bepaling van dit percentage is rekening gehouden met het geringere aantal scheuten in dit object  
 The difference in the number of shoots has been allowed for

\*\* oxythioquinox

Table 32 Greenhouse evaluation of the protective action of fungicides against apple mildew

De luchtstroom werd opgewekt door een ventilator, die werd aangedreven door een kleine electromotor (220 V, 82 Watt) met regelweerstand (regelbaar van 0-6000 omw./minuut). Langs de bodem van de cilinder zijn enige kleine openingen gemaakt zodat de ingeblazen lucht daaruit kan ontsnappen.

Het inoculum bestond in het begin van elk seizoen uit van buiten afkomstige overwinterde meeldauwaantasting op Jonathan, later werden in het algemeen aangetaste scheuten van onbehandelde objecten van voorgaande proeven gebruikt.

In de infectietoren daalden de conidiën neer op het op de bodem van de infectietoren opgestelde plantmateriaal. Er was plaats voor 32 opgepotte onderstammen. De uitgevoerde proeven bestonden uit vier of vijf te inoculeren objecten met elk respectievelijk acht of zes planten per object en een object van vier planten ter controle op spontane aantasting.

In het algemeen verbleven de te inoculeren planten tot een uur na het inblazen van de conidiën in de infectietoren. Daarna werden de behandelde boompjes gedurende een of meer dagen op een plaats gezet, waar zo min mogelijk kans op spontane meeldauwaantasting bestond. In 1960 en 1961 werd hiervoor de op p. 54 genoemde klimaatcel gebruikt; in 1962 werden de planten na de inoculatie enige dagen in een schuur geplaatst. Gedurende de rest van de incubatietijd, die bij de proeven in totaal steeds zes tot zeven dagen bedroeg, stonden ze in een geconditioneerde kas (22°C en 70-80% relatieve vochtigheid).

*Waardering aantasting.* Dank zij de gevolgde inoculatiemethode ontstonden op de planten in het algemeen van elkaar gescheiden meeldauwvlekken op de bovenzijde van de bladeren (afb. 30). De aangetaste bladeren en de daarop aanwezige meeldauwvlekken werden geteld, waarna de aantasting in % van het geïnoculeerde en met water bespoten object werd uitgedrukt.

De tellingen vonden negen tot tien dagen na de inoculatie plaats. De meeldauwvlekken zijn dan zeer goed zichtbaar en toch nog goed van elkaar gescheiden. Bij langer wachten vloeien de vlekken meer ineens, terwijl de tellingsresultaten verstoord kunnen worden door onderlinge herinfecties.

Hoewel de telling bij ernstige aantasting met voldoende nauwkeurigheid was uit te voeren, zal ook het indelen van de aantasting in aantastingsklassen, zoals onder andere TORGESON en LINDBERG (1961) deden, schattingsfouten opleveren, die niet kleiner zullen zijn dan de fouten die bij de directe telling van de vlekken worden gemaakt.

Bij het toetsen van de fungicide werking van nieuwe chemische preparaten bleken de verschillen in aantasting in het algemeen zo groot, dat men de aantasting in die gevallen sneller en toch duidelijk zal kunnen vastleggen door gebruik te maken van aantastingsklassen dan door telling van alle meeldauwvlekken.

### 6.5.2 Toetsing van de preventieve werking

In 1960 werd in vier inoculatieproeven tussen 13 juli en 10 augustus de preventieve

Tabel 33 Resultaten van de toetsingen in kasproeven van de preventieve werking van fungiciden tegen appelmeeldauw in 1961-1962. Inoculaties steeds 24 uur na de bespuiting

Fungicide	Concentratie in dpm	Aantal meeldauwvlekken in % van de werkzame stof geïnoculeerde en met water bespoten objecten (elk cijfer betreft één toetsing)
dinocap (Karathane wp)	62,5-60	0-0-0-0,4-0,4
22,5% 2-(1-methylheptyl)-	15	0-2-0
4,6 dinitrofenyl crotonaat en	6,25	4-2-3-1-3-0,5-7-7-13-2-2-5-3-2-1-0,1-
2,5% dinitrocarylfenol	1,875	2-1-2-17-1-0,2-0-1-1-1-0,2-0
	0,625	29-7-51
	0,0625	40-33-83
		84
dinocap (Karathane vloeibaar / liquid)	6,25	0,7
binapacryl (Acricid wp)	125	0,9-0
25% 2-(sec. butyl)-	100	0-2
4,6-dinitrofenyl 3',3'-dimethylacrylaat	25	0,7
	12,5	2
	6,25	3-0,2-0,6
	1,875	6-10-7
	0,625	91-45
oxythiochinox (Morestan wp)	31,25	4-0
25% S.S.-6-methylchinoxalinediyl	25	4
-(2,3)-dithiocarbonaat	6,25	0,7-19-0-0,9-3
	1,875	16-37
Wepsyn 155 WP	6,25	7-52
25% 3-fenyl-5-amino-1,2,4 triazolyl-		
(1)-N, N'-tetramethyl diamidofosfonaat		
spuitzwavel / wettable sulphur (Thiovit)	800	0
	100	0,5-1
captan		
50% N-trichloormethylthiotetra-	100	107
hydroftaalimide		
Phaltan	1000	18-30
50% N-trichloormethylthioftaalimide	250	66
	62,5	64
thiram	1000	78
80% tetramethylthiuramdisulfide		
6-azauracil	100	54
	25	100
polybuteen 75% em. conc.	12500	102
(Indopol H 300)	625	98-98
	62,5	95
	6,25	88
No. 88		
25% wp formulering / formulation 1	15	258-157
25% wp formulering / formulation 2	15	110-93
25% vloeibaar / liquid	15	170-108
No. 90	4000	23
	1000	18

No. 94				
formulering / formulation 1		12,5	1	
formulering / formulation 1		6,25	30-11	
formulering / formulation 2		6,25	54-44	
No. 97		25	0,6-1	
		12,5	11-2-13	
		6,25	24-27	
No. 98		31,25	0,1	
		15,625	0,8	
		12,5	58	
No. 100				
	formulering / formulation	1	62,5	9
			6,25	87
		2	62,5	21
			6,25	94
		3	62,5	32
			6,25	138-88
		4	6,25	84
No. 104		6,25	74	
	<i>fungicide</i>	<i>dosage active ingredient in ppm</i>	<i>number of mildew lesions in % of the inoculated and water sprayed treatment (each figure refers to one test)</i>	

Table 33 Results of greenhouse evaluations of the protective action of fungicides against apple mildew in 1961-1962. Inoculations 24 hrs after spraying

werking van twee nieuwe verbindingen vergeleken met die van dinocap = Karathane (22,5% dinitro-(1-methylheptyl) fenylcrotonaat en 2,5% dinitro caprylphenol).

In 1961 zijn tussen 27 april en 21 september twaalf inoculatieproeven uitgevoerd, waarin de preventieve werking van dinocap = Karathane, spuitzwavel, binapacryl = Acrigid (25% 2-(sec. butyl)-4,6-dinitrofenyl-3',3'-dimethylacrylaat), oxythiochinox = Morestan (25% S.S.-6-methyl chinoxaline diyl-(2,3)-dithiocarbonaat), Wepsyn 155 WP (25% 3-fenyl-5-amino-1,2,4 triazolyl-(1)-NN'-tetramethyl diamidofosfonaat) en twee preparaten onder nummer (88 en 90) onderling werd vergeleken.

In 1962 vonden tussen 24 april en 21 september totaal 26 proeven plaats, waarin behalve dinocap, binapacryl, oxythiochinox, captan, Phaltan, thiram, 6-azauracil en een polybuteen nog vijf preparaten onder nummer (94,97,98,100,104) werden getoetst. Enige van de preparaten onder nummer werden in verschillende formuleringen beproefd.

In tabel 32 zijn de opzet en de resultaten van drie proeven volledig vermeld, terwijl in tabel 33 de eindresultaten van alle in 1961 en 1962 uitgevoerde proeven zijn samengevat. In alle proeven vonden de bespuitingen 24 uur vóór de inoculatie plaats. Als vergelijkingsobject diende steeds dinocap (Karathane wp).

Volgens TORGESON en LINDBERG (1961) zou de nog juist afdoende werkzame concentratie van Karathane tussen 20 en 100 dpm liggen. Deze auteurs vermelden niet of de opgegeven doseringen betrekking hebben op het geformuleerde produkt of op actieve stof. Uit correspondentie tussen KIRBY en TORGESON is echter gebleken, dat de door

Table 34 Toetsing in kasproeven van de curatieve werking van fungiciden tegen appelmeeldauw

Datum proef	Object	Bespuiting				Meeldauwaantasting			
		fungicide	concentratie spuitvloeistof in %	concentratie werkzame stof in dpm	tijd tussen inoculatie en bespuiting in uren	Aantal behandelde scheuten	x aangetaste bladeren met y meeldauwvlekken		Aantal meeldauwvlekken in % van geïnoculeerde en met water bespoten object
							x	y	
2/7/1962	1	Karathane wp	0,025	62,5	48	12	geen aantasting / no mildew		0,0
	2	Karathane wp	0,025	62,5	72	12	1	5	0,2
	3	Karathane wp	0,025	62,5	92	12	3	10	0,4
	4	water	—	—	92	12	80	2573	100
	5	water, geen / no inoculatie	—	—	—	6	26	99	7,7*
28/5/1962	1	Karathane wp	0,025	62,5	48	14	7	18	1,9
	2	Karathane wp	0,0075	18,75	48	14	37	191	20,3
	3	Karathane wp	0,0025	6,25	48	14	62	434	46,2
	4	water	—	—	48	14	81	940	100
	5	water, geen inoculatie	—	—	—	7	30	139	29,6*
13/6/1962	1	Karathane wp	0,025	62,5	48	10	geen aantasting / no mildew		0,0
	2	Morestan (oxythiochinox)	0,025	62,5	48	10	''	''	0,0
	3	no. 98	0,025	62,5	48	10	''	''	0,0
	4	water	—	—	48	10	82	1784	100
	5	water, geen inoculatie	—	—	—	7	27	57	4,5*
date of experiment no.	treatment no.	fungicide	spray dosage in %	active ingredient in ppm	hours from inoculation to spray	number of experimental shoots	x	y	number of mildew lesions in % of inoculated and water sprayed treatment
							x mildewed leaves with y mildew lesions		mildew infestation

\* Bij de berekening van dit percentage is rekening gehouden met het geringere aantal scheuten in dit object  
The difference in the number of shoots has been allowed for

Table 34 Greenhouse evaluation of the curative action of fungicides against apple mildew

TORGESON en LINDBERG vermelde doseringen de actieve stof betreffen. Oorspronkelijk maakten KIRBY en FRICK (1958) melding van een goede preventieve werking van Karathane in een concentratie van 250 dpm werkzame stof. Later werd ook met Karathane in 25 dpm actieve stof een vrijwel afdoende bescherming bereikt (KIRBY en FRICK, 1963).

Uit tabel 32 en 33 blijkt, dat de nog juist voldoende werkzame concentratie actieve stof van Karathane in eigen proeven tussen 6,25 en 62,5 dpm lag (zie ook afb. 30). Het effect van 6,25 dpm actieve stof Karathane was nog juist acceptabel, maar van 0,625 dpm actieve stof was het effect geheel onvoldoende.

Ten aanzien van tabel 32 (proef 29 mei 1962) kan nog worden opgemerkt, dat blijkens de aantasting op de niet geïnoculeerde scheuten (object 5) vrij veel spontane infectie kort vóór of kort na de inoculatie moet zijn opgetreden.

Voor een beoordeling van de fungicide activiteit van de overige objecten is dit niet zeer storend, omdat de spontane aantasting zichtbaar door de bespuiting in het standaardobject (object 1) wel is opgevangen. Er bestaat echter ten aanzien van de fungicide werking in de objecten 1 t/m 3 geen zekerheid of de werking alleen preventief dan wel gedeeltelijk curatief was, omdat niet bekend was of de spontane infectie vóór of na de bespuiting is opgetreden.

Uit tabel 33 valt te concluderen, dat Karathane, Acricid en Morestan, allen in een concentratie van 6,25 dpm werkzame stof ongeveer even werkzaam waren. In een concentratie van 1,875 dpm scheen Acricid iets meer effectief dan Karathane en Morestan. De ernstige aantasting na de toepassing van Wepsyn 155 WP in een concentratie van 6,25 dpm werkzame stof is ontstaan bij een toetsing laat in het seizoen, namelijk op 17 oktober. Uit veldproeven is bekend, dat Wepsyn 155 WP het beste effect heeft onder omstandigheden waarbij de planten goed groeien.

Het experimentele preparaat 6-azauracil toont onvoldoende effect tegen appelmeeldauw. Dit zou verband kunnen houden met de typische werking van dit preparaat (DEKKER, 1962). Het heeft namelijk alleen invloed op die delen van de ziekteverwekker, die zich in de planten bevinden. De polybuteen verbinding had in deze kastoetsing zelfs in hoge concentratie geen effect op appelmeeldauw.

Geen van de zeven preparaten onder nummer bereikte het niveau van bestrijding met Karathane, wanneer deze preparaten evenals Karathane in een concentratie van 6,25 dpm werkzame stof werden toegepast. Verdere toetsing van de preparaten 94, 97 en 98 lijkt echter gerechtvaardigd omdat deze preparaten in een wat hogere dosering wel in staat waren een voldoende bestrijding te geven.

### 6.5.3 Toetsing van de curatieve werking

KIRBY en FRICK (1960) maakten melding van een goede curatieve werking tegen appelmeeldauw van DNOP (2,4-dinitro-6-sec.-octylfenol) in 50 dpm. Ook n-dodecylguanidine-acetaat, de werkzame stof van het schurftbestrijdingsmiddel-dodine (Melprex) bleek verrassend effectief te zijn.

Tijdens onderzoek over de biologie van appelmeeldauw, dat ROOSJE in 1960 te Winchester (Virginia, U.S.A.) heeft uitgevoerd, werd in een aantal gevallen dinocap



Tabel 35 Resultaten van de toetsingen in kasproeven van de curatieve werking van fungiciden tegen appelmeeldauw in 1961-1962

Fungicide*	Concentratie werkzame stof in dpm	Tijd tussen inoculatie en bespuiting in uren	Aantal meeldauwvlekken in % van de geïnoculeerde en met water bespoten objecten (elk cijfer betreft één toetsing)	
dinocap (Karathane wp)	150	24	2-3-0-0,3-0	
	75		1-0	
	25		3-10	
	15		7	
	150	48	0-0,5	
	75		0-2	
	62,5		0,1-2-0-0	
	25		28-2-2	
	18,75		20	
	6,25		59-46	
	62,5		72	0,2
62,5	92	0,4		
binapacryl (Acracid wp)	62,5	48	26-0,1	
	42,5		1	
	18,75		2	
	6,25		8	
oxythiochinox (Morestan wp)	12,5	24	0	
	62,5	48	0	
	12,5		0	
Wepsyn 155 WP	125	24	2-5-0	
	125	48	0-0,3	
	20		30-13	
spuitzwavel / wettable sulphur (Thiovit)	2900	24	1	
	320		7	
	320		48	10
No. 88		24		
	wp formulering / formulation 1		25	79
	wp formulering / formulation 2 vloeibaar / liquid		25	89
No. 90	4000	24	84	
	1000		33-12	
	500		50-30	
	100		41	
No. 98	250	48	36	
	125		0,1	
			0	
<i>fungicide*</i>	<i>dosage active ingredient in ppm</i>	<i>hours from inoculation to spray</i>	<i>number of mildew lesions in % of the inoculated and water sprayed treatment (each figure refers to one test)</i>	

\* Voor chemische samenstelling zie tabel 33  
Chemical composition see Table 33

Table 35 Results of greenhouse evaluations of the curative action of fungicides against apple mildew in 1961-1962

(Karathane) toegepast om spontane infectie vanaf 24 tot 48 uur na de inoculatie uit te sluiten. Daarbij bleek toevallig, dat Karathane onder de omstandigheden van deze proeven een belangrijke curatieve werking bezit. In voortgezette proeven te Winchester bleek, dat 0,06% Karathane (= 150 dpm actieve stof) zelfs 86½ uur na inoculatie nog afdoende curatief werkte, terwijl eenzelfde effect werd vastgesteld bij 0,2% spuitzwavel (95%-ig) dat 23 uur na inoculatie was toegepast.

Ook proeven, die in 1960 te Wilhelminadorp werden uitgevoerd bewezen, dat Karathane en spuitzwavel bij toetsing op in een kas opgekweekte en daarna geïnoculeerde appel-onderstammen curatieve werking op appelmeeldauwinfectie uitoefenden.

In 1961 werden te Wilhelminadorp tussen 15 april en 19 september veertien inoculatieproeven uitgevoerd, waarbij naast Karathane en spuitzwavel ook binapacryl = Acracid, oxythiochinox = Morestan, Wepsyn 155 WP en twee preparaten onder nummer (nr. 88 en 90) op curatieve werking tegen appelmeeldauw werden getoetst.

In 1962 werden op soortgelijke wijze als in 1961 tussen 17 april en 6 augustus in totaal vijf proeven uitgevoerd, waarin de curatieve werking van Karathane, Acracid, Morestan en preparaat nummer 98 werd onderzocht.

In tabel 34 zijn de opzet en de resultaten van een drietal van deze proeven volledig vermeld, terwijl in tabel 35 de eindresultaten van alle in 1961 en 1962 uitgevoerde proeven zijn samengevat.

Uit deze tabellen blijkt, dat de nog juist afdoende curatief werkzame concentratie Karathane tussen 62,5 dpm en 25 dmp actieve stof ligt, wanneer de bespuiting 48 uur na inoculatie plaats heeft.

Ook bleek 62,5 dpm actieve stof Karathane 72 uur en zelfs 92 uur na inoculatie nog afdoende curatief werkzaam.

Uit tabel 35 kan verder worden afgeleid, dat Acracid, Morestan en Wepsyn 155 WP in concentraties van dezelfde orde als die van Karathane ongeveer even goed curatief werkzaam zijn als Karathane. Het is voorts van belang te constateren, dat de preparaten nr. 88 en nr. 90, die in de toetsing op preventieve werking reeds faalden (zie par. 6.5.2) eveneens te kort zijn geschoten bij de toetsingen op curatieve werking.

#### 6.5.4 Verband tussen de werking in kasproeven en die in veldproeven

Uit de in par. 6.5.2 beschreven kasproeven is gebleken, dat preparaat nr. 88 in een concentratie van 15 dpm werkzame stof geen preventieve werking tegen appelmeeldauw bezat, terwijl dinocap (Karathane wp) in 6,25 dpm werkzame stof reeds afdoende preventief werkte.

Voorts bleek (zie par. 6.5.3) nr. 88 in een concentratie van 25 dpm actieve stof 24 uur na inoculatie toegepast geheel onvoldoende curatief werkzaam te zijn, terwijl 25 dpm dinocap onder dezelfde omstandigheden een goede curatieve werking had.

Preparaat nr. 88 werd in 1961 ook in een veldproef op Jonathan en Golden Delicious vergeleken met Karathane. Op Jonathan zijn tussen 18 april en 3 augustus in totaal 11 bespuitingen uitgevoerd en op Golden Delicious tussen 18 april en 25 juli 10.

Tabel 36 *Vergelijking van de werking van dinocap (Karathane wp) en preparaat no 88 tegen appelmeeldauw. Veldproef 1961 te Ovezande (I.P.O.-Wilhelminadorp) Cijfers bij Jonathan gemiddelden van 3 veldjes, bij Golden Delicious van 2 veldjes.*

Object	Jonathan											
	telling 29-30/5	% door meeldauw aangetast blad	waardering- cijfer*	% door meeldauw aangetast blad	waardering- cijfer *	telling 10/8	% langloten met meeldauw op internodiën	telling 2/1 1962	% misvormde eindknoppen van langloten	Golden Delicious telling 6-7/7	% door meeldauw aangetast blad	waardering- cijfer*
0,1% Karathane wp	41	360	58	660	7	39	12	110				
0,1% no 88 25% wp en vloeibaar liquid	65	880	93	1490	17	69	52	510				
onbehandeld tot 6 juni daarna 0,1% Karathane untreated till 6th June afterwards	87	1920	84	1302	21	64	32	436				
treatment	% mildewed dis. rating* leaves		% mildewed dis. rating* leaves		% extension shoots with mildew on internodes		% distorted terminal buds of extension shoots		% mildewed dis. rating* leaves		Golden Delicious	
	count 29-30/5		count 31/7-7/8		count 10/8		count 2/1 1962					

\* Waarderingcijfer = % door meeldauw aangetaste bladeren × % bedekking door meeldauw van onderzijde van aangetaste blad  
Disease rating = % mildewed leaves × % coverage by mildew of under surface of the mildewed leaves

Table 36 *Comparison of the effect of dinocap (Karathane wp) and chemical no 88 on apple mildew. Field trial 1961 at Ovezande (I.P.O.-Wilhelminadorp) Figures means of 3 replicates (Jonathan) or 2 replicates (Golden Delicious)*

De resultaten van deze veldproef zijn in tabel 36 samengevat. Uit deze tabel blijkt, dat preparaat nr. 88 ook onder veldomstandigheden vergeleken met Karathane onvolgende tegen appelmeeldauw werkzaam is. De resultaten van nr. 88 in de kasproeven stemmen dus goed overeen met die van de veldproef.

De fungiciden dinocap, binapacryl en oxythiochinox bezitten allen een goede werking tegen appelmeeldauw; de resultaten van kas- (par. 6.5.2, 6.5.3)- en veldproeven (par. 6.6) stemmen ook bij deze fungiciden in het algemeen goed overeen.

In hoeverre de goede werking van deze middelen onder veldomstandigheden berust op preventieve dan wel curatieve werking valt niet uit de veldproeven af te leiden. Uit het onderzoek over de biologie (zie hst. 4) is duidelijk gebleken, dat zeer vaak infectie door conidiën optreedt en dat meestal geen duidelijk gescheiden infectieperioden voorkomen. Het is daardoor onmogelijk vast te stellen in welke mate een bespuiting curatief effect heeft gehad tegen infecties, die vóór de desbetreffende bespuiting optraden. Indien echter ook onder veldomstandigheden een dergelijke goede curatieve werking van bijv. dinocap zou bestaan als uit de kasproeven bleek, zou men mogen verwachten, dat wekelijkse toepassing van dinocap een 100% bestrijdingsresultaat zou opleveren, omdat bij wekelijkse toepassing op ongeveer 3 dagen preventieve en 3 à 4 dagen curatieve werking zou mogen worden gerekend.

Uit de proeven van tabel 12 is gebleken, dat een vrijwel absolute bescherming van de bladeren slechts met bespuitingen om de twee tot drie dagen is te bereiken. Dit wijst erop, dat althans dinocap onder veldomstandigheden geen of slechts weinig curatieve werking uitoefent.

De bovenbesproken kastoetsmethode leent zich vooral goed voor het onderscheiden van de preventieve werking van nieuwe chemische verbindingen tegen appelmeeldauw.

## 6.6 Toetsing van de werking van fungiciden in veldproeven

In veldproeven van de Plantenziektenkundige Dienst, van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek en van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst werden vele gegevens over de werking van een groot aantal fungiciden tegen appelmeeldauw verzameld.

Ook zijn daarbij vele ervaringen over de neveninvloeden van deze fungiciden op de appelbomen opgedaan. Het aantal proeven is te omvangrijk om er volledig verslag over uit te brengen. In onderstaande paragrafen wordt daarom in het kort de karakteristiek van verschillende typen fungiciden ten aanzien van hun invloed op appelmeeldauw en op het gewas gegeven.

### 6.6.1 Spuitzwavel en dinocap (Karathane)

In de eerste jaren van de onder hoofdstuk I beschreven periode van sterke uitbreiding van de appelmeeldauw in ons land (ná 1949) waren voor de bestrijding slechts middelen op basis van anorganische zwavel en van polysulfiden beschikbaar. Laatstgenoemde middelen (o.a. Californische pap en bariumpolysulfide) raakten spoedig op

Table 38 *Vergelijking van het effect van captan en tecoram tegen appelmeeldauw. Proef 1959 op Schouwen (P.D. district Goes)*

Object	Percentage door appelmeeldauw aangetaste bladeren 20/9			Percentage misvormde eindknoppen van langloten 24/10		
	Jonathan	Cox's Orange Pippin	Golden Delicious	Jonathan	Cox's Orange Pippin	Golden Delicious
0,25-0,2% captan	18,0	4,4	6,6	52,8	6,6	9,2
0,25-0,2% tecoram	2,8	0,8	0,4	47,0	2,2	2,8
<i>treatment</i>	<i>Jonathan</i>	<i>Cox's Orange Pippin</i>	<i>Golden Delicious</i>	<i>Jonathan</i>	<i>Cox's Orange Pippin</i>	<i>Golden Delicious</i>
	<i>percentage leaves with apple mildew 20/9</i>			<i>percentage distorted terminal buds of extension shoots 24/10</i>		

Table 38 *Comparison of the effect of captan and tecoram on apple mildew. Trial 1959 on Schouwen (P.D. district Goes)*

Table 39 *Veldproef over de werking van fungiciden tegen appelmeeldauw. Proef 1958 op Jonathan te Kruisland (P.D. district Roosendaal). Bespuitingen van 3/5 tot 17/6 om de 10 dagen, van 17/6 tot 19/9 om de 12-14 dagen. Totaal 11 bespuitingen*

Object	Spuitsconcentratie	Percentage door appelmeeldauw aangetaste bladeren		Percentage misvormde eindknoppen van langloten 13/11
		12/6 (blad 1-9)	3/7 (blad 9-16)	
onbehandeld / untreated	—	71,7	91,7	83,3
captan 83	0,15-0,12	49,9	79,8	85,9
thiram	0,2-0,15-0,125	46,9	79,2	72,2
tecoram	0,25-0,2	37,0	65,3	73,5
ziram (tot 30/6)	0,2-0,15-0,125	54,2	92,8	80,2
dodine	0,18-0,12	24,7	69,2	81,1
Karathane + captan 83	0,12 + 0,15 - 0,12	15,4	53,5	50,9
SM 55 (spuitzwavel + captan) (wetable sulphur + captan)	0,5-0,4	21,5	38,1	50,5
<i>treatment</i>	<i>spray concentration</i>	<i>12/6 (leaf 1-9)</i>	<i>3/7 (leaf 9-16)</i>	<i>13/11 percentage distorted terminal buds of extension shoots</i>
		<i>percentage leaves with apple mildew</i>		

Table 39 *Field trial on the action of fungicides against apple mildew. Trial 1958 on Jonathan at Kruisland (P.D. district Roosendaal). Spray intervals from 3/5 to 17/6 10 days, from 17/6 to 19/9 12-14 days. Total 11 applications*

gevormde langloten waren aangetast door meeldauw. Een proef van de P.D. die in 1959 op Schouwen werd uitgevoerd had een overeenkomstig resultaat. Tussen 25 maart en 4 september werden tien bespuitingen met de fungiciden captan en tecoram uitgevoerd in eenzelfde spuitconcentratie nl. 0,25-0,2%. Uit de gegevens (tabel 38) blijkt, dat zowel het percentage door meeldauw aangetaste bladeren als het percentage aangetaste eindknoppen van de langloten op de met tecoram bespoten veldjes duidelijk geringer was dan bij de met captan bespoten veldjes.

Het effect van tecoram en thiram is echter veel geringer dan dat van dinocap of spuitzwavel; bij zeer geringe infectiedruk is het genoemde effect van enige praktische betekenis, maar wanneer de 'infectiedruk' in de loop van het seizoen sterk toeneemt blijft de werking van de eerstgenoemde middelen zoveel ten achter bij die van dinocap en spuitzwavel, dat het 'aandeel' van deze middelen in het effect tegen meeldauw voor de praktijk van weinig of geen betekenis is. Dit blijkt onder andere duidelijk uit de proeven van de P.D. in 1958 genomen te Kruisland en te Krabbendijke; de resultaten daarvan zijn in tabel 39 en tabel 40 weergegeven.

Tabel 40 Veldproef over de werking van fungiciden tegen appelmeeldauw Proef 1958 op Cox's Orange Pippin te Krabbendijke (P.D. district Goes), 9 bespuitingen tussen 1/5 en 25/7

Object	Spuitconcentratie	Percentage door appelmeeldauw aangetaste bladeren (gemiddelde van 4 × 500 bladeren)		
		10/6 (blad 1-5)	1/7 (blad 3-10)	19/8 (blad 8-14)
captan	0,25-0,2	47,1	83,2	78,7
thiram	0,25-0,2-0,125	27,7	39,8	43,5
Karathane + captan	0,1 + 0,25-0,2	6,3	10,6	6,0
Karathane + thiram	0,1 + 0,25-0,125	4,2	3,9	3,7
SM 55 (spuitzwavel + captan/ wetable sulphur + captan)	0,5-0,4	4,8	8,0	10,0
spuitzwavel + thiram	0,3 + 0,15-0,1	7,3	9,0	11,7
<i>treatments</i>	<i>spray concentration</i>	<i>10/6</i> <i>(leaf 1-5)</i>	<i>1/7</i> <i>(leaf 3-10)</i>	<i>19/8</i> <i>(leaf 8-14)</i>
<i>percentage leaves with apple mildew</i> <i>(means of 4 × 500 leaves)</i>				

Table 40 Field trial on the action of fungicides against apple mildew. Trial 1958 on Cox's Orange Pippin at Krabbendijke (P.D. district Goes), 9 applications from 1/5 to 25/7

In de objecten waarin eenzelfde dosis dinocap gemengd met resp. captan en thiram werd toegepast kwam het betere effect van thiram tegen meeldauw duidelijk uit (zie tabel 40).

worden afgeleid uit twee veldproeven, waarvan de opzet en de resultaten in tabel 41 en tabel 42 zijn weergegeven.

In de ene proef (tabel 41) was het resultaat van de bestrijding met Wepsyn op 30 mei nog vrijwel gelijk aan dat van de middelen Karathane en Acracid. Eind juni was het effect van Wepsyn echter reeds minder goed dan van Karathane. Dit verschil werd in de loop van het seizoen (zie tellingen 24 augustus) steeds groter.

Dat het verschil in werking tussen Wepsyn en Karathane in de tweede proef (tabel 42) later, namelijk pas vanaf omstreeks begin juli, tot uiting kwam, zou het gevolg kunnen zijn van de late en trage ontwikkeling van de appelbomen gedurende het seizoen 1962.

Uit tabel 43 blijkt tenslotte, dat ook de vloeibare formulering van Wepsyn later in het seizoen een minder goed effect heeft.

In 1961 traden in een vrij groot aantal proeven na bespuitingen met Wepsyn 155, omstreeks de bloei op het ras Jonathan zeer duidelijke fytotoxische effecten op hetgeen een slechte kwaliteit van de bladeren tot gevolg had. Er ontstond een soort chlorose op de bespoten bladeren. Dit nadelige effect trad sterker op wanneer Wepsyn ge-

*Tabel 42* *Vergelijking van de werking van dinocap (Karathane wp) en Wepsyn 155 WP tegen appelmeeldauw. Proef 1962 op Jonathan te Sevenum (P.D. district Venlo). 11 bespuitingen om de ca. 10 dagen tussen 11 mei en 7 september. Bespuitingen gecombineerd met 0,15-0,2% captan toegepast*

	Relatieve bedekking* van onderzijde van bladeren (gemiddelden van 4 × 300 bladeren)				Percentage misvormde eindknoppen van langloten (gemiddelden van 4 × 300 eindknoppen)
	20/6 (blad 5-11)	3/7 (blad 6-15)	27/7 (blad 15-20)	21/8 (blad 20-22)	
Karathane 0,1%	8,0	14,7	31,9	37,8	49
Wepsyn 155 0,1%	9,4	27,2	113,5	130,7	95
Karathane 0,1% vanaf/from 19/6	9,5	26,2	139,9	108,7	95
Wepsyn 155 0,1%					
<i>treatment</i>	<i>20/6</i> <i>(leaf 5-11)</i>	<i>3/7</i> <i>(leaf 6-15)</i>	<i>27/7</i> <i>(leaf 15-20)</i>	<i>21/8</i> <i>(leaf 20-22)</i>	<i>3/12</i> <i>percentage</i> <i>distorted</i> <i>terminal</i> <i>buds of</i> <i>terminals</i> <i>(means of</i> <i>4 × 300 buds)</i>
	<i>relative coverage* of under leaf surface</i> <i>(means of 4 × 300 leaves)</i>				

\* Voor verklaring relatieve bedekking zie tabel 29  
For explanation of relative coverage see Table 29

*Table 42* *Comparison of the action of dinocap (Karathane wp) and Wepsyn 155 WP against apple mildew. Trial 1962 on Jonathan at Sevenum (P.D. district Venlo). 11 applications with 10 day intervals from 11th May to 7th September. Mildew fungicides applied in combination with 0.15-0.2% captan*

Tabel 43 *Vergelijking van de werking van vier fungiciden tegen appelmeeldauw. Proef 1962 op Jonathan te Rhoon (P.D. district Rotterdam). 18 respectievelijk 12 bespuitingen met 7- of 10-daagse intervallen tussen 8 mei en 11 september*

Object	Spuitsconcentratie	Frequentie van toepassing in dagen	Relatieve bedekking* van onderzijde van bladeren (gemiddelden van 4 × 300 bladeren)			Aantal misvormde eindknoppen per 1200 langloten 4/12
			11/7 (blad 1-10)	1/8 (blad 10-15)	28/8 (blad 16-18)	
Karathane wp	0,06%	7	18,0	35,1	17,3	33
Acracid wp	0,1%	7	15,9	24,7	16,0	29
Acracid wp	0,15%	10	8,3	38,0	19,6	30
Morestan wp	0,03%	7	21,4	30,3	8,7	16
Wepsyn 155 vloeibaar / liquid	0,15%	10	17,6	64,0	39,8	46
<i>treatment</i>	<i>spray concentration</i>	<i>frequency of application in days</i>	<i>11/7 (leaf 1-10)</i>	<i>1/8 (leaf 10-15)</i>	<i>28/8 (leaf 16-18)</i>	<i>4/12 number of distorted terminal buds per 1200 extension shoots</i>
<i>relative coverage* of under leaf surface (means of 4 × 300 leaves)</i>						

\* Voor verklaring relatieve bedekking zie tabel 29  
For explanation of relative coverage see Table 29

Table 43 *Comparison of the action of four fungicides against apple mildew. Trial 1962 on Jonathan at Rhoon (P.D. district Rotterdam). 18 or 12 sprays respectively at 7- or 10-days' intervals from 8th May to 11th September*

mengd met thiram werd gespoten dan wanneer het gecombineerd werd met captan.

In enkele proeven had dit fytoxische effect invloed op de opbrengst; in andere proeven waarbij de middelen tijdens de bloei waren toegepast was de opbrengst daarentegen duidelijk hoger dan in de objecten die voor, tijdens en na de bloei met Karathane werden behandeld.

In 1962 en 1963 werden in tegenstelling tot in 1961 na toepassing van Wepsyn omstreeks de bloei geen ongunstige effecten op het ras Jonathan waargenomen.

Op het ras Golden Delicious werd in genoemde jaren met Wepsyn 155 WP een bevredigend effect tegen meeldauw verkregen, zonder dat zich fytoxische invloeden vertoonden.

Voor gelijktijdige meeldauw- en schurftbestrijding werden combinaties van Wepsyn met captan, thiram en dithianon getoetst. Met betrekking tot de kwaliteit van het blad en de omvang van de oogst moet van de drie genoemde combinaties aan die van Wepsyn met captan de voorkeur worden gegeven. Die met thiram had in vergelijking met de combinatie met captan vooral op Golden Delicious een ongunstige invloed (zie ook par. 6.6.7).



#### 6.6.5 Oxythiochinox (S, S-6-methyl chinoxalinediyl-(2,3)-dithiocarbonaat), merknaam Morestan

In 1961 en 1962 werd een reeks veldproeven uitgevoerd, waarin het effect van oxythiochinox (Morestan) tegen appelmeeldauw kon worden vergeleken met dat van dinocap (Karathane) en andere meeldauwfungiciden. De resultaten van één van deze proeven zijn vermeld in tabel 43.

Uit deze en nog andere proeven, met overeenkomstige resultaten blijkt, dat met wekelijkse bespuitingen met 0,03% Morestan ongeveer eenzelfde mate van meeldauwbestrijding werd bereikt als met wekelijkse toepassing van 0,06% Karathane. Hier dient nog te worden opgemerkt, dat de meeldauwaantasting in de proef, waar de tabel 43 betrekking op heeft, slechts licht was (alle bladeren voor 1/10 gedeelte door meeldauw bedekt zou een relatieve bedekking van 120 hebben betekend).

Het uiterlijk van de bladeren van Jonathan was zowel in 1961 als in 1962 na toepassing van Karathane of na toepassing van Morestan vrijwel gelijk. Bij enige overdosering van Morestan werd een typisch beschadigingssymptoom geconstateerd, namelijk een paarsverkleuring van de haren aan de onderzijde van de bladeren. Op Golden Delicious werden in een aantal proeven ten aanzien van blad- en vrucht- uiterlijk weinig verschillen gezien tussen met Karathane en met Morestan behandelde veldjes. Op andere proefvelden reageerde het ras Golden Delicious minder gunstig op veelvuldig herhaalde bespuitingen met Morestan dan op die met Karathane of Acracid. Er trad namelijk op genoemde proefvelden een versterkte bladval en vruchtrui op. Bovendien veroorzaakte Morestan in het algemeen wat meer vruchtverruwing dan Karathane. Eén en ander heeft in combinatie met de later (par. 6.6.6) te bespreken invloed van Morestan op de vruchtzetting geleid tot de voorlopige conclusie, dat gebruik van Morestan het beste in het begin van het seizoen kan plaats vinden.

De nadelige invloed van Morestan op Golden Delicious was vooral aanzienlijk bij menging van Morestan met thiram en minder ernstig bij menging van Morestan met captan. Voor gelijktijdige bestrijding van beide ziekten moet dan ook aan laatste combinatie de voorkeur worden gegeven (zie ook par. 6.6.7).

#### 6.6.6 Bloemverbranding en verminderde vruchtzetting tengevolge van toepassing van meeldauwbestrijdingsmiddelen tijdens de bloei

In par. 6.2 werd geconcludeerd, dat het gewenst is met de preventieve bestrijding van appelmeeldauw kort voor de bloei te beginnen en daarna vooral in het begin van het seizoen de bestrijding intensief uit te voeren. Voorts werd in par. 6.4 uiteengezet, dat de bestrijding effectiever is naarmate de intervallen tussen de bespuitingen korter worden genomen. Wekelijkse bespuitingen verdienen de voorkeur boven bespuitingen om de tien dagen. Dit houdt echter in, dat het vrijwel niet te vermijden is dat ook tijdens de bloei een bespuiting met een meeldauwbestrijdingsmiddel moet worden uitgevoerd.

In verband daarmee is het van belang te weten in welke mate meeldauwbestrijdingsmiddelen geopende appelbloesem kunnen beschadigen en wat bij eventuele beschadiging de gevolgen daarvan zijn op de vruchtzetting en vroege vruchtrui.

In proeven en uit praktijkbehandelingen was reeds vóór 1959 bekend geworden dat toepassing van dinocap tijdens de bloei bruinverkleuring van de kroonbladen van appelbloesem tot gevolg had.

In 1959 kon worden vastgesteld, dat dit ook een ongunstig effect op de vruchtzetting uitoefende. Als voorbeeld van deze invloed op de vruchtzetting kunnen de resultaten van de in tabel 44 vermelde proef dienen. Hoewel de in deze tabel gegeven cijfers met uitzondering van die van de maatsortering geen statistisch belangrijke verschillen te zien gaven, was er toch een duidelijke aanwijzing, dat in object D (geen Karathane tijdens de bloei) bij beide rassen de grootste aantallen vruchten voorkwamen. In soortgelijke gevallen bleek het aantal vruchten op de veldjes, die tijdens de bloei met Karathane waren behandeld, 10 tot 20 % lager te zijn dan op de veldjes, die tijdens de bloei geen Karathane ontvingen.

Zowel in 1962 als in 1963 werd in Wilhelminadorp op Cox's Orange Pippin en Golden Delicious nagegaan of er een verband bestaat tussen de mate van kroonbladverbranding door verschillende fungiciden in verschillende doseringen en de mate van vruchtzetting. Teneinde de voor de vruchtzetting kritieke periode tijdens de bloei-periode zoveel mogelijk te treffen werd tijdens de bloei om de drie tot vijf dagen een bespuiting op dezelfde bomen uitgevoerd, waardoor in 1962 totaal zeven bespuitingen tijdens de bloei (12 mei-5 juni) en in 1963 totaal zes bespuitingen tijdens de bloei (10 mei-27 mei) plaats vonden. In het begin van de bloei werden alle bloemtrossen, die op de zeven- tot achtjarige bomen aanwezig waren geteld, terwijl ook bij vijf bomen alle bloemen werden geteld. Het gemiddelde aantal bloemen per bloemtros bedroeg in 1962 bij Cox's Orange Pippin 5,62 en bij Golden Delicious 5,45. Deze cijfers waren in 1963 voor Cox's Orange Pippin en Golden Delicious respectievelijk 5,87 en 5,38.

Na enige bespuitingen werd de mate van kroonbladverbranding door twee of drie waarnemers beoordeeld en in een waarderingscijfer tussen 1 en 10 (1962) of 0 en 10 (1963) uitgedrukt. Na de juni-ruï werden alle nog aan de bomen hangende vruchten geteld.

De verdere opzet en de resultaten van deze in 1962 en 1963 uitgevoerde proeven zijn samengevat in tabel 45. Uit deze tabel blijkt in de eerste plaats, dat de kroonbladen van de bloemen van Golden Delicious in beide jaren gevoeliger waren voor bepaalde meeldauwbestrijdingsmiddelen dan de kroonbladen van de Cox's Orange Pippin bloesem. De waarderingscijfers voor de kroonbladverbranding waren bij Golden Delicious namelijk steeds hoger dan bij Cox's Orange Pippin. Voorts komt in deze tabel tot uiting, dat drie tot vier bespuitingen tijdens de bloei met dinocap (Karathane), bina-pacryl (Acricid) en oxythiochinox (Morestan) zowel in 1962 als in 1963 meer verbranding van kroonbladen veroorzaakten dan een even groot aantal bespuitingen met Wepsyn 155 WP of captan. Dat eerstgenoemde drie middelen dus fytoxischer voor de kroonbladen zijn dan Wepsyn 155 WP blijkt ook nog uit het feit, dat de mate van kroonbladverbranding bij toenemende concentraties van Karathane, Acricid en Morestan toenam, terwijl dit bij Wepsyn 155 WP niet het geval was.

De percentages gezette vruchten tonen bij de twee herhalingen van één object grote

Tabel 44 Invloed van 0,06% Karathane (dinocap) op de vruchtzetting en vruchtopbrengst bij bespuitingen tijdens de bloei. Proef 1959 te Tull en 't Waal (P.D. district Utrecht). De cijfers in de tabel hebben betrekking op 4 x 4 bomen per object

Object	Totaal aantal bespuitingen met Karathane + captan in seizoen 1959	Karathane tijdens bloei	Jonathan		aantal vruchten	opbrengst in kg	aantal vruchten	opbrengst in kg	Golden Delicious					
			aantal vruchten	opbrengst in kg					percentage vruchten in maatsortering					
									>75 mm	75-70 mm	70-65 mm	65-60 mm	60-55 mm	55-50 mm
A	0	—	1564	194,0	1713	175,9	1713	175,9	2,3	23,3	33,3	27,5	11,3	2,3
B	15	+	1261	185,1	1593	185,4	1593	185,4	3,3	41,0	32,0	16,7	6,7	0,3
C	3	+	1213	171,6	1582	173,0	1582	173,0	2,3	34,8	36,1	18,5	7,9	0,4
D	4	—	1854	243,6	1839	187,1	1839	187,1	1,4	24,9	29,4	27,8	14,7	1,8
E	8	+	1615	228,1	1646	189,1	1646	189,1	4,2	40,0	34,9	16,0	5,2	0,3
Kritieke verschillen		99%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,4	6,2	1,3
		95%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,7	4,4	0,9
		90%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,5	3,6	0,7
treatment	total applications of Karathane + captan in season 1959	Karathane during the blossom period	number of fruits	yield in kg	number of fruits	yield in kg	number of fruits	yield in kg	>75 mm	75-70 mm	70-65 mm	65-60 mm	60-55 mm	55-50 mm
			Jonathan		Jonathan		Jonathan		percentage of fruits in grades					

Table 44 Effect of 0.06% Karathane (dinocap) applied during blossoming, on fruit setting and yield. Trial 1959 at Tull en 't Waal (P.D. district Utrecht). The figures in the table refer to 4 x 4 trees per treatment

Tabel 45 Invloed van meeldauwbestrijdingsmiddelen op oppelbloesem bij bespuitingen tijdens de bloei om de 3 tot 5 dagen. Alle bespuitingen gemengd met 0,15% captan 50 uitgevoerd

Fungicide	Proef 1962 te Wilhelmadorp (I.P.O.)				Proef 1963 te Wilhelmadorp (I.P.O.)				
	Spuutconcentratie in %	Cox's Orange Pippin		Golden Delicious		Cox's Orange Pippin		Golden Delicious	
			Kroonbladverbranding na 4 bespuitingen*	% vrucht-zetting** 19/7	Kroonbladverbranding na 4 bespuitingen*	% vrucht-zetting** 19/7	Kroonbladverbranding na 3 bespuitingen*	% vrucht-zetting** 2/7	Kroonbladverbranding na 3 bespuitingen*
Karathane wp (dinocap)	0,06 0,1 0,2 0,4	4,1 4,7 6,2 —	11,1-13,1 15,1-7,1 11,4-10,1 —	6,8 7,8 8,6 —	7,4-10,3 6,2-8,0 4,9-6,6 —	3,0 4,7 6,2 8,0	7,8-9,4 2,8-9,6 9,9-7,9 1,7-1,1	4,5 5,5 7,2 9,0	8,0-15,1 8,4-7,4 3,6-3,5 1,1-1,2
Karathane vloeib. / liquid	0,05	—	—	—	—	3,2	12,6-11,8	5,2	5,2-11,6
Acericid (binapacryl)	0,1 0,17 0,34	4,0 4,2 5,0	16,4-18,9 14,3-7,9 11,1-10,4	6,6 7,3 7,8	9,3-13,5 9,2-8,7 6,0-7,7	2,7 3,0 4,0	8,9-8,8 10,3-10,5 10,1-5,1	4,5 4,7 5,7	7,4-7,0 3,6-9,2 6,2-5,1
Morestan (oxythiochinox)	0,03 0,05 0,1	3,5 3,1 3,7	10,9-13,7 18,8-5,2 14,4-12,9	5,6 5,9 7,3	11,3-9,6 9,1-8,1 7,3-8,5	3,0 4,0 5,2	7,0-5,2 3,5-6,7 4,0-4,2	4,2 5,0 6,5	8,2-4,9 5,8-5,6 4,6-7,7
Wepsyn 155 WP	0,06 0,1 0,2	2,6 2,6 2,6	11,9-13,8 13,8-14,3 13,6-11,1	4,3 4,7 4,4	8,5-10,9 9,8-13,2 9,0-7,7	1,5 1,2 1,2	9,0-9,7 7,2-6,6 9,0-2,9	2,7 2,2 1,7	12,9-13,5 7,5-15,2 16,2-11,0
alleen captan captan only		2,0	20,8-14,1	2,7	8,6-12,6	1,0	6,0-9,1	1,5	13,7-16,1
onbehandeld / untreated		1,2	17,4-14,0	1,4	10,1-12,3	0,0	11,9-6,1	0,2	18,4-14,6
fungicide	spray dosage in %	injury to petals after 4 sprays*	% fruit setting** 19/7	injury to petals after 4 sprays*	% fruit setting** 19/7	injury to petals after 3 sprays*	% fruit setting** 2/7	injury to petals after 3 sprays*	% fruit setting** 2/7
		Cox's Orange Pippin	Golden Delicious	Cox's Orange Pippin	Golden Delicious	Cox's Orange Pippin	Golden Delicious	Cox's Orange Pippin	Golden Delicious
		trial 1962 at Wilhelmadorp (I.P.O.)							
		trial 1963 at Wilhelmadorp (I.P.O.)							

\* 1 = geen bruinverkleuring (1962), 10 = volledig bruin verkleurd  
 0 = geen bruinverkleuring (1963)  
 1 = petals not injured (1962), 10 = petals completely brown  
 0 = petals not injured (1963)

\*\* De 2 cijfers zijn van de herhalingen  
 The two figures refer to the replicates

Tabel 45 Influence of mildew fungicides on apple blossom when applied every 3 to 5 days during the blossom period. All sprays were carried out in combination with 0.15% captan 50

Table 46 *Involed van meeldauwbestrijdingsmiddelen op appelbloesem bij bespuitingen tijdens de bloei. Proef 1961 op Jonathan (op M IV) te Liempde (P.D. district 's-Hertogenbosch). Behandelingen met nevelspuit (200 l/ha in 10-voudige dosering). Begin bloei 18 april*

Object	Spuit-concentratie op 18/4	Kroonblad-* verbranding op 21/4	Totaal aantal telbomen in 4 herhalingen	Aantal gemengde knoppen op 21/4	Aantal vruchten op 11/10	Ruicijfer**	Gemiddeld vruchtgewicht in grammen	Gemiddelde opbrengst per boom in kg
treatment	spray dosage	injury to petals* on 21/4	total number of trees for the counts in 4 replicates	number of fruit buds on 21/4	number of fruits on 11/10	degree of fruit setting**	mean fruit weight in grams	mean yield per tree in kg
Karathane wp (dinocap)	1%	2,1	15	3584	3487	100	150,1	34,9
Wepsyn 155 WP	1%	0,0	15	3370	3970	121	154,1	41,0
Acricid (binapacryl)	2%	0,7	14	3104	3218	107	159,6	36,7

\* 1 = geen bruinverkleuring, 10 = ernstige bruinverkleuring

l = no brown discoloration, 10 = severe brown discoloration

\*\* Ruicijfer = verhouding aantal vruchten bij oogst en aantal beschikbare gemengde knoppen in begin bloei voor object Karathane + captan gesteld op 100. Bij betere zetting dan bij Karathane is ruicijfer dus > 100

degree of fruit setting = ratio number of fruits at harvest and number of fruit buds present at blossoming in treatment Karathane + captan fixed at 100. Figures > 100 mean better fruit setting than with Karathane

Table 46 *Effect of fungicides for mildew control on apple blossom when applied during blossoming. Trial 1961 on Jonathan (on M IV) at Liempde (P.D. district 's-Hertogenbosch). Treatments low volume (200 l/ha in 10 × dosage). Beginning of blossoming: 18th April*

variatie, waarschijnlijk tengevolge van variabiliteit van de proefbomen. In de in 1963 uitgevoerde proef bleken de herhaalde bespuitingen tijdens de bloei met 0,4% Karathane wp zeer duidelijk ( $P < 0,01$ ) fataal voor de vruchtzetting.

Bij Golden Delicious bleek 0,2% Karathane wp bij herhaalde toepassing tijdens de bloei ook nog duidelijk nadelig voor de vruchtzetting, terwijl de vruchtzetting in 1963 na herhaalde toepassing van 0,17% of 0,34% Acracid evenals na 0,03%, 0,05% en 0,1% Morestan bijna significant ( $P < 0,10$ ) minder was dan bij onbehandelde bomen. De cijfers over de vruchtzetting geven de aanwijzing, dat Wepsyn 155 WP bij toepassing tijdens de bloei zelfs in belangrijke overdosering geen nadelige invloed op de vruchtzetting heeft uitgeoefend. Uit de in tabel 45 vermelde proeven is niet statistisch duidelijk gebleken, dat de hier genoemde meeldauwbestrijdingsmiddelen in normale praktijkdosering de vruchtzetting ongunstig beïnvloeden.

De in tabel 45 vermelde gegevens tonen wel aan, dat er een verband bestaat tussen de mate van kroonbladverbranding en een nadelige invloed op de vruchtzetting. Dit verband tussen kroonbladverbranding en verminderde vruchtzetting was ook reeds tot uiting gekomen in vele veldproeven, die in de jaren 1959 t/m 1962 door de Plantenziektenkundige Dienst werden uitgevoerd (zie voorbeelden in tabel 44, 47 en 48). In deze proeven van de p.d. veroorzaakte Karathane in 0,1% vrijwel steeds zeer ernstige kroonbladverbranding, terwijl ook door Karathane in 0,06% nog ernstige verbranding ontstond. Acracid veroorzaakte bij toepassing tijdens de bloei zowel in 0,2% als in 0,15% eveneens ernstige verbranding van de kroonbladen. Wepsyn 155 en Morestan gaven bij toepassing tijdens de bloei daarentegen vrijwel geen kroonbladverbranding te zien. Voor wat betreft Morestan is deze waarneming niet in overeenstemming met

*Tabel 47 Invloed van meeldauwbestrijdingsmiddelen op appelbloesem bij bespuitingen tijdens de bloei. Proef 1961 op Jonathan te Fijnaart (p.d. district Roosendaal). Behandelingen met motorrugnevelsprit (200 l/ha in 10-voudige dosering)*

Object	Spuit-concentratie tijdens bloei	Aantal gemengde knoppen	Aantal vruchten bij de oogst	Ruicijfer*	Gemiddeld vruchtgewicht in grammen	Gemiddelde opbrengst per boom in kg
Karathane wp (dinocap)	1%	5149	4101	100	145	37,2
Acracid (binapacryl)	2%	5670	4714	104	140	41,1
Morestan (oxythiochinox)	0,5%	4461	4953	139	129	39,8
<i>treatment</i>	<i>spray dosage during blossoming</i>	<i>number of fruit buds</i>	<i>number of fruits at harvest</i>	<i>degree of fruit setting*</i>	<i>mean fruit weight in grams</i>	<i>mean yield per tree in kg</i>

\* Voor verklaring ruicijfer zie tabel 46  
For explanation degree of fruit setting see Table 46

*Table 47 Effect of fungicides for mildew control on apple blossom when applied during blossoming. Trial 1961 on Jonathan at Fijnaart (p.d. district Roosendaal). Treatments low volume (200 l/ha in 10 x dosage)*

*Tabel 48 Invloed van meeldauwbestrijdingsmiddelen op appelbloesem bij bespuitingen tijdens de bloei. Proef 1961 op Golden Delicious te Middelburg (P.D. district Goes). Behandelingen met motorrugevelspuit (200 l/ha in 10-voudige dosering)*

Object	Spuit-concentratie tijdens bloei	Bloembeschadiging op 24 april	Aantal gemengde knoppen	Aantal vruchten bij de oogst	Ruicijfer*	Gemiddeld vruchtgewicht in grammen	Gemiddelde opbrengst per boom in kg
treatment	spray dosage during blossoming	injury to blossom on 24th April	number of fruit buds	number of fruits at harvest	degree of fruit setting*	mean fruit weight in grams	mean yield per tree in kg
Karathane wp (dimocap)	1%	licht / light	5777	1293	100	188	15,2
Acricid (binapacryl)	2%	licht / light	5922	1574	119	181	17,8
Acricid (binapacryl)	1%	zeer licht / very light	6271	1644	117	188	19,3
Morestan (oxythiochinox)	0,5%	geen / none	5855	1702	130	185	19,2
Wepsyn 155 WP	1%	geen / none	5470	1510	126	180	17,4

\* Voor verklaring ruicijfer zie tabel 46  
For explanation degree of fruit setting see Table 46

*Tabel 48 Effect of fungicides for mildew control on apple blossom when applied during blossoming. Trial 1961 on Golden Delicious at Middelburg (P.D. district Goes). Treatments low volume (200 l/ha in 10 × dosage)*

de gegevens van één van de hiervoor besproken proeven (zie tabel 45), waarbij het middel echter enige malen achtereen met korte tussenpozen tijdens de bloei werd toegepast. Middelen op basis van spuitzwavel en combinaties van spuitzwavel en captan of thiram gaven geen of slechts zeer geringe 'verbranding' van de kroonbladen.

In een jaar als 1959, waarin bijvoorbeeld Jonathan in het algemeen een rijke bloei en een goede vruchtzetting te zien gaf, had de bloembeschadiging en de geringere vruchtzetting door toepassing van Karathane tijdens de bloei geen economische betekenis. Blijkens tabel 44 resulteerde de geringere zetting niet in een lagere vruchtopbrengst bij de pluk. Het kleinere aantal vruchten werd in deze proef en in andere soortgelijke proeven in 1959 gecompenseerd door het grotere vruchtgewicht van de door Karathane 'gedunde' bomen. De bloembeschadiging door de hierboven genoemde meeldauwbestrijdingsmiddelen zou in jaren met rijke vruchtzetting evenals in gebieden waar de vruchtzetting regelmatig overdadig is te beschouwen zijn als een gewenste chemische bloemdunning, die een besparing op de kosten van het vruchtdunnen met de hand mogelijk maakt. De in tabel 46, 47 en 48 vermelde resultaten van drie meeldauwbestrijdingsproeven van de P.D., die in 1961 werden uitgevoerd, tonen echter aan, dat het verlies door de geringere vruchtzetting door toepassing van bloembeschadigende meeldauwbestrijdingsmiddelen, maar ten dele werd gecompenseerd door de sterkere groei van de overgebleven vruchten. Dit was eveneens in 1962 en 1963 het geval.

*Conclusie.* Uit bovenstaand onderzoek is duidelijk geworden, dat de toepassing van Karathane wp in 0,1 % of in 0,06 % tijdens de bloei kan resulteren in een geringere vruchtzetting vergeleken met die van bomen, die niet met Karathane worden behandeld. In dit opzicht bieden tijdens de bloei uitgevoerde bespuitingen met Wepsyn 155 WP duidelijk minder risico's voor bloemverbranding en verminderde vruchtzetting. Volgens de proeven van de P.D. zou ook Morestan tijdens de bloei veilig kunnen worden toegepast, maar in de proeven te Wilhelminadorp stond Morestan wat de fytoxiciteit aangaat tussen Karathane en Wepsyn 155 in. De relatief ongunstige positie van Morestan in de proeven te Wilhelminadorp in vergelijking met die van de P.D. vindt wellicht zijn verklaring in de frequentie van de toepassing van Morestan tijdens de bloei in de proeven te Wilhelminadorp die groter was dan in de P.D. proeven. Acracid neemt wat deze eigenschap betreft een intermediaire positie in tussen Karathane en Wepsyn 155. De vruchtzetting bleek door 0,2 % Acracid in vrijwel alle proeven wat minder ongunstig te worden beïnvloed dan door Karathane in 0,06 % en 0,1 %.

Het gunstige effect van Wepsyn 155 tijdens de bloei in vergelijking met dat van Karathane en Acracid en de eerder vermelde eigenschap van Wepsyn (zie blz. 119), die aanleiding is dat het middel later in het seizoen in vergelijking met Karathane en Acracid minder effectief tegen meeldauw werkt, leidt tot de conclusie, dat het accent bij het gebruik van Wepsyn 155 op het begin van het seizoen inclusief de bloeiperiode dient te vallen. Het zal bij gebruik van dit middel dus aanbeveling verdienen omstreeks eind juni over te schakelen op middelen zoals Acracid en Karathane.



tecoram, maar toch trad nog meer bladval op dan na bespuitingen met Karathane + captan en spuitzwavel + captan.

De zineb/Karathane bespuitingen hadden bovendien, vergeleken met de combinaties thiram/Karathane en tecoram/Karathane een gunstige invloed met betrekking tot zetting en vroege vruchtrui. De opbrengst kwam daardoor op een gelijk of iets hoger niveau dan die van de veldjes bespoten met captan/Karathane.

Uit het voorgaande blijkt wel duidelijk, dat geen algemeen geldende conclusie is te trekken over de invloed die bespuitingen met combinaties van meeldauw- en schurftbestrijdingsmiddelen op kwantiteit en kwaliteit van de oogst hebben, al werden wel sterke aanwijzingen verkregen dat bepaalde combinaties voor meeldauw- en schurftbestrijding op Golden Delicious de voorkeur verdienen.

## Slotbeschouwing

*Inleiding.* Appelmeeldauw, veroorzaakt door de schimmel *Podosphaera leucotricha* (ELL. et EV.) SALM. was voor de aanvang van het in deze publikatie besproken onderzoek reeds lang bekend, zowel in Nederland als in de meeste appelteeltgebieden elders in de wereld. Hoewel zich in Nederland tussen 1930 en 1940 ook reeds moeilijkheden met de bestrijding van deze ziekte voordeden, lijdt het geen twijfel dat er vóór 1950 nimmer sprake kan zijn geweest van een zo ernstig optreden van appelmeeldauw als in de jaren na 1950 regelmatig is voorgekomen. In de inleiding van deze publikatie werden als voornaamste redenen voor het epidemisch optreden van appelmeeldauw na 1950 genoemd: de sterke uitbreiding van het areaal van het zeer vatbare ras Jonathan, wijzigingen in het gebruik van fungiciden voor de bestrijding van appelschurft en het optreden van een reeks zachte winters en voor de ontwikkeling van meeldauw gunstige voorjaren. Het is niet mogelijk aan te geven welke van deze drie omstandigheden het meest tot het ontstaan van de ernstige meeldauwaantasting heeft bijgedragen. Tevens staat niet vast dat het uitsluitend de genoemde drie omstandigheden zijn die de ontwikkeling van de appelmeeldauw hebben begunstigd.

Ook in andere Europese landen, met name België, Duitsland, Engeland, Hongarije en Zwitserland is een soortgelijke ontwikkeling van de ziekte als in Nederland te constateren geweest.

Onder de drang van de toename van appelmeeldauw werd in de genoemde landen evenals in Nederland onderzoek over appelmeeldauw begonnen of geïntensiveerd. Het onderzoek in Engeland was in sterke mate gericht op de overwintering van de ziekteverwekker. In België stelde men zich ten doel een berichtendienst over appelmeeldauw-infectie te ontwikkelen. In verband hiermede werd onderzoek verricht over de omstandigheden, waaronder infectie door de conidiën van de ziekteverwekker optreedt. Deze berichtendienst zou de voor infectie gunstige perioden melden zodat de fruittelers aan deze perioden aangepaste bespuitingen zouden kunnen uitvoeren.

Het onderzoek over appelmeeldauw kwam in Nederland eigenlijk pas goed op gang in 1954. Het was evenals in België in de eerste plaats gericht op het vergaren van meer kennis over de infectievoorwaarden van de ziekteverwekker met als uiteindelijk doel de bestrijding van appelmeeldauw aan de infectieperioden van appelmeeldauw aan te passen. Hierbij sloot aan het verkrijgen van inzicht in de toepassingsmogelijkheden van verschillende typen fungiciden tegen appelmeeldauw. Daar appelmeeldauw voornamelijk een aantasting van de bladeren betreft, diende duidelijk te worden vastgesteld of appelmeeldauw meer schade veroorzaakte dan alleen een schoonheidsgebrek van het loof. Concrete cijfers over de economische schade zouden nodig zijn om de fruittelers te overtuigen van de noodzaak tot bestrijding.

Doordat zeer veel infectieperioden van appelmeeldauw voorkomen en deze zich juist voordoen als het niet regent dat wil zeggen onder omstandigheden, waarbij geen herverdeling van fungicide van bespoten delen naar nieuw ontwikkelde bladeren plaats heeft, lag het voor de hand te veronderstellen, dat het nodig zou zijn zeer frequent bespuitingen uit te voeren. Inderdaad kon in Nederland worden aangetoond, dat het bestrijdingsresultaat van bespuitingen om de zeven dagen met een relatief lage dosering fungicide beter kan zijn dan dat van bespuitingen om de tien tot twaalf dagen met een dubbele dosering. Zelfs bij wekelijkse bespuitingen wordt nog geen volledige of nagenoeg volledige bestrijding bereikt; de appelmeeldauwaantasting wordt echter vrij zeker tot een economisch onbelangrijk niveau teruggebracht. Dat men de appelmeeldauw vrijwel niet volledig kan bestrijden is niet het gevolg van onvoldoende fungicide werking van de bekende meeldauwbestrijdingsmiddelen, maar het moet worden toegeschreven aan het frequent optreden van infectieperioden van appelmeeldauw. Deze frequente infecties, hebben tot gevolg dat zelfs bij de in de praktijk nog aanvaardbare frequentie van de bespuitingen (dat wil zeggen bij wekelijkse bespuitingen), een aantal bladeren niet voldoende door fungicide wordt beschermd.

Uit het onderzoek is voorts nog gebleken dat het resultaat van de voorbehoedende bespuitingen beter is bij een geringe sporendruk in het begin van het seizoen dan bij een sterkere sporendruk.

Een natuurlijke vermindering van de infectiebron kan zich voordoen in strenge winters. Betoogd werd, dat alleen een belangrijk deel van de door appelmeeldauw aangetaste knoppen zal bevriezen als de temperatuur in de winter tot beneden ongeveer  $-23^{\circ}\text{C}$  daalt. Dit komt in Nederland slechts zeer zelden voor.

Daarom worden hygiënische maatregelen ter reductie van de infectiebron als aanvulling op de bespuitingen aanbevolen. Deze vermindering van infectiebron kan worden bereikt door aangetaste eindknoppen van langloten tijdens de snoei in de winter en de overgebleven overwinterde aantasting in het voorjaar te verwijderen. Laatstgenoemde handeling zal het meest effectief zijn als deze kan gebeuren voordat nieuwe infecties mogelijk zijn, dus in de periode vóór het rose knopstadium.

Gedurende de jaren, waarin het onderzoek over appelmeeldauw in Nederland heeft plaats gehad, hebben we eerst naast de anorganische zwavelhoudende fungiciden, die reeds van oudsher tegen appelmeeldauw effectief zijn gebleken, het nieuwe fungicide dinocap (Karathane) een plaats zien verwerven. Gedurende enige jaren heeft dit fungicide, hoewel niet onfeilbaar, toch een soort monopoliepositie ingenomen, daar gebleken was dat bepaalde apperassen, vooral Cox's Orange Pippin, zo zwavelgevoelig zijn dat de produktie in ongunstige zin door zwavelmiddelen wordt beïnvloed. Sinds enige jaren schijnt het monopolie van dinocap doorbroken, omdat mede uit het hiervoor beschreven onderzoek is gebleken dat ook andere organische fungiciden een met dinocap gelijkwaardige werking tegen appelmeeldauw uitoefenden: o.a. binapacryl (Acricid), oxythiochinox (Morestan).

Nu het sortiment van fungiciden met een ongeveer gelijkwaardige werking tegen appelmeeldauw is uitgebreid gaan, evenals we dat bij de introductie van nieuwe

fungiciden ter bestrijding van appelschurft hebben gezien, de neveneigenschappen mede bepalen aan welk fungicide de voorkeur moet worden gegeven.

De ontwikkeling van nieuwe fungiciden tegen appelmeeldauw schijnt nog niet ten einde. In dit verband mag gewezen worden op de waarde van de in deze publikatie beschreven kastoetsmethode die de mogelijkheid geeft nieuwe verbindingen op snelle wijze op hun activiteit tegen appelmeeldauw te beoordelen. Gebleken is dat met deze kastoetsmethode, die werd afgeleid van de door KIRBY en FRICK (1960, 1963) beschreven methode, resultaten worden bereikt die goede overeenstemming vertonen met de effectiviteit onder veldomstandigheden.

Dank zij de voorlichting aan fruittelers ook ten aanzien van de resultaten van het bovenbeschreven onderzoek, bestaat er thans veel belangstelling voor de bestrijdingsmogelijkheden van appelmeeldauw. Hoewel de bestrijding van appelmeeldauw momenteel van alle ziekten en plagen in de appelteelt het meest kostbaar is, bestaat er ook in de praktijk reeds het bewustzijn dat de kosten ruimschoots worden vergoed door de voordelen van een goede bestrijding van appelmeeldauw.

Het onderzoek over de appelmeeldauw in Nederland beperkt zich thans tot enige waarnemingen en tot de toetsing van de werking van nieuwe typen fungiciden.

appelmeeldauw minimumtemperaturen van  $-23^{\circ}\text{C}$  of lager nodig zijn (tabel 21). Voorts werd geconcludeerd, dat betrekkelijk hoge nachtelijke temperaturen in het voorjaar en een grote hoeveelheid neerslag en vooral zware regenbuien, ongunstig zijn voor het optreden van appelmeeldauwaantasting (tabel 22).

*Onderzoek over de bestrijding van appelmeeldauw.* In veldproeven werd aangetoond, dat het verwijderen van overwinterende aantasting in de winter en nog overgebleven aantasting in het voorjaar zinvolle maatregelen ter bestrijding van appelmeeldauw zijn (tabel 24, 25). Deze maatregelen ter vermindering van de infectiebron moeten evenwel worden gevolgd door voorbehoedende bespuitingen met fungiciden.

Daar uit waarnemingen tussen 1955 en 1963 gebleken is dat de eerste nieuwe infecties op bladeren van Jonathan steeds kort vóór de bloei of tijdens de bloei optreden (tabel 26), moet men tijdens het rose knopstadium met bespuitingen tegen appelmeeldauw beginnen. Daarvóór uitgevoerde bespuitingen dragen niet bij tot de bestrijding van appelmeeldauw (tabel 27). Deze bespuitingen moeten met regelmatige tussenpozen worden herhaald totdat de meeste langloten hun groei hebben beëindigd. De laatste bespuitingen zijn vooral nog van belang voor een beperking van de aantasting van eindknoppen van langloten (tabel 28, 29).

Uit het onderzoek is voorts gebleken, dat netvormige verruwingen van de vruchtschil voorzover die het gevolg zijn van meeldauwaantasting van de vruchten, ontstaan in een periode van enkele weken tijdens en kort na de bloei (tabel 27, 28). Dientengevolge mag de frequentie van de bespuitingen tijdens de bloei niet afnemen.

In veldproeven is aangetoond, dat veelvuldige bespuitingen ter vermindering van meeldauwaantasting noodzakelijk zijn (tabel 13). Sterke aanwijzingen werden verkregen (tabel 30, 31) dat wekelijks bespuitingen met 0,1% Acricid (binapacryl) een beter bestrijdingsresultaat kunnen opleveren dan bespuitingen met 0,15-0,2% Acricid om de tien tot twaalf dagen.

Van een groot aantal fungiciden en preparaten onder nummer werd de preventieve en de curatieve werking tegen appelmeeldauw getoetst volgens een methode, die in eerste instantie is afgeleid van een eerder door KIRBY en FRICK beschreven methode.

De resultaten met de kastoetsmethode (tabel 32 t/m 35) bleken althans wat de preventieve werking betreft goede overeenstemming te vertonen met de resultaten van toetsingen in veldproeven (tabel 36). De kastoetsmethode leent zich zeer goed voor het onderscheiden van de directe fungicide werking van nieuwe chemische verbindingen, maar voor verdere beoordeling van de geschiktheid voor toepassing onder veldomstandigheden blijven veldproeven onontbeerlijk.

Aan de hand van vele in Nederland uitgevoerde veldproeven wordt een karakteristiek van verschillende typen fungiciden ten aanzien van hun effect op appelmeeldauw en op het gewas gegeven.

De werking van 0,12% Karathane wp (dinocap) op appelmeeldauw bleek gelijkwaardig aan die van 0,75%-0,5% spuitzwavel van het type Thiovit (tabel 37). Zowel thiram als tecoram bleken enig effect op appelmeeldauw te bezitten in tegenstelling tot captan (tabel 38, 39, 40).

Wekelijkse bespuitingen met 0,1% Acracid bleken ongeveer even effectief als wekelijkse bespuitingen met 0,06% Karathane (tabel 43). 0,1% Wepsyn 155 WP bleek met tussenpozen van tien dagen toegepast in het begin van het groeiseizoen een tegen appelmeeldauw gelijkwaardige werking te bezitten als 0,1% Karathane met dezelfde frequentie gespoten (tabel 41, 42). Later in het seizoen was Wepsyn 155 WP echter steeds minder effectief dan Karathane.

Met wekelijkse bespuitingen met 0,03% Morestan (oxythiochinox) werd ongeveer eenzelfde niveau van meeldauwbestrijding bereikt als met 0,06% Karathane bij wekelijkse toepassing (tabel 43).

Zowel Karathane als Acracid veroorzaakten bij toepassing tijdens de bloei ernstige bruinverkleuring van de kroonbladen van appelbloemen. Morestan vertoonde deze beschadiging in mindere mate, en Wepsyn 155 in het geheel niet. Een positieve correlatie tussen de mate van genoemde kroonbladverbranding en vermindering van de vruchtzetting werd aangetoond (tabel 45, 46, 48). De verminderde vruchtzetting tengevolge van deze bespuitingen tijdens de bloei bleek in bepaalde gevallen niet (tabel 44), in andere gevallen wel (tabel 46, 47, 48) tot een lagere gewichtsopbrengst bij de oogst te leiden. Op grond van deze gegevens wordt in gevallen van matige bloei of slechte weersomstandigheden tijdens de bloei voor bespuitingen in die periode de voorkeur gegeven aan middelen als Morestan of Wepsyn 155 WP boven Karathane of Acracid.

Tenslotte is bij veldproeven gebleken, dat bij het ras Golden Delicious aan de combinaties captan + organisch meeldauwfungicide en captan + spuitwavel (fabrieksmatig gemengd) de voorkeur moet worden gegeven boven de combinaties thiram + organisch meeldauwfungicide of tecoram + organisch meeldauwfungicide. Laatstgenoemde combinaties bevorderen nl. bij Golden Delicious de kans op voortijdige bladval.

## Discussion

### *Introduction*

Apple mildew in the Netherlands and most apple-growing districts in the world caused by the fungus *Podosphaera leucotricha* (ELL. et EVERH.) SALM. has been known long before the investigation discussed in this publication was started. The control of this disease presented some difficulties in the Netherlands in the period from 1930 to 1940, but there is no doubt that the widespread attack by apple mildew which has occurred regularly since 1950 was quite unprecedented in the preceding years. In the introduction to this publication the following main reasons were adduced for the epidemic incidence of apple mildew since 1950: — the considerable increase of the area of the very susceptible variety Jonathan, changes in the application of fungicides for the control of apple scab, and the occurrence of a series of mild winters followed by the type of spring which favoured mildew development. It is impossible to decide which of the three factors was most responsible for the serious attack by apple mildew, nor is it certain that it is only these three factors that promoted its development.

In other European countries the disease developed in a similar way, especially in Belgium, Germany, Great Britain, Hungary and Switzerland.

Under the stress of the increase in apple mildew, these countries also started or intensified research on the disease. The British investigation was mainly concerned with the fungus perennation. The Belgian aim was to develop a warning service for apple mildew infection, the conditions being investigated which promote infection by the conidia of the fungus. This warning service is said to report the periods at which infection is likely to occur so as to enable fruitgrowers to apply the appropriate sprays.

Actually the Dutch investigation on apple mildew was not properly started until 1954. As in Belgium, its principal aim was to gain a more extensive knowledge of the conditions that promote fungus infection with the ultimate aim of adapting the control of apple mildew to the infection periods. In this same connection our object was to gain an insight into the potential value of various types of fungicides for the control of apple mildew. Mildew mainly affects the leaves, and it was therefore necessary to establish clearly whether it did any real economic damage, apart from spoiling the leaves. Exact figures would be required in order to convince fruitgrowers of the need for control.

### *Economic importance*

When considering the results yielded by our investigation of apple mildew, we may first

of all conclude that apple mildew causes much economic damage, both directly and indirectly. The *direct* damage consists in the occurrence of weblike russetting on the fruit skin of certain apple varieties, including Jonathan. As our results show, the infection of fruitlets which causes russetting takes place within a few weeks, during and shortly after blossoming. Apple mildew may cause a considerable reduction in the assimilating leaf surface, and in this way it causes *indirect* damage to the yield. The decrease in yield was found to be more or less imperceptible in the year in which the serious attack occurred, but in the following year there were yield reductions varying from 30% to 75%.

#### *Requirements for infection and epidemiology*

Observations and research on the infection requirements of the apple mildew fungus showed that conidial infection of leaves may occur at temperatures ranging from about 10°C to 32°C. It is not yet quite clear how the humidity of the atmosphere affects the possibilities of infection. However, we did find indications that a high relative humidity promotes infection.

In the Netherlands the first new mildew lesions appear some time between the third week of April and the third week of May, and observations showed that thereafter new lesions on the leaves appear almost every day. We found that the length of the incubation period was influenced to a great extent by the temperature, so that the regular appearance of new lesions is probable evidence of the regular occurrence of conditions which promote infection.

The Research Station at Gorseme (Belgium) originally gave two conditions for the occurrence of infection: — the presence of a large quantity of conidial inoculum, and maximum temperatures of over 20°C, but later a third point was added: — a relative atmospheric humidity of 90% or over. Observations proved that in the Netherlands maximum production of conidia of apple mildew occurs in May and June. However, only a most time-consuming sampling method would have enabled us to obtain data on the daily variations in the production of conidia. It would have been even better if we had been able to collect data on the flight of the conidia. For this purpose we used a Hirst spore trap, but quite unaccountably the results were unsatisfactory.

The Dutch investigation of the requirements for infection yielded the following results: — a high relative atmospheric humidity promotes infection, and infection is possible at comparatively low temperatures. On the other hand, practical observations show that a serious attack apple mildew mainly occurs in hot and dry summers or in hot and dry regions, because high temperatures and lack of rain promote production and spread of the conidia as well as mycelium development. These results are apparently contradictory, but in reality the fact that the production of conidia is promoted by dry weather does not exclude the fact that the actual infection can only take place at a higher humidity. And during hot and dry periods or in hot and dry regions there is often a high relative humidity and dew formation at night.

#### *Control*

In the north-east of Belgium apple mildew is satisfactorily controlled by the appli-



cation of sprays at times determined by the Research Station at Gorsem (Belgium). For the determination of these times infection criteria are used. Observations and research (including evaluation of the Belgian criteria in field experiments) proved that in the western and central parts of the Netherlands apple mildew can only be satisfactorily controlled by applying protective sprays with the appropriate fungicides at regular short intervals. So there seemed to be no point in starting a warning service for the occurrence of apple mildew infection, except for indicating the time for starting the protective sprays. This starting point is based on the phenology of the fruit trees. During the period from 1955 to 1963 the first new infection in western and central Holland invariably took place shortly before or during the first half of the blossoming period of Jonathan. Accordingly growers are advised to start sprays against apple mildew in the pink bud stage of this variety. During and shortly after blossoming apple mildew may attack both fruits and leaves, so that the intensity of the control measures should not be diminished during this period. On the other hand, the application of certain fungicides, especially dinocap (Karathane) and binapacryl (Acricid), during the blossoming period was sometimes found to cause severe blossom burning, and there are indications that fruit setting may also be affected. Great care should therefore be taken in controlling apple mildew during and shortly after blossoming. When the blossoming is relatively poor or unfavourable conditions for fruit setting occur during this period fungicides as oxythioquinox (Morestan) or Wepsyn 155 WP may be preferred.

The end of the period during which sprays against apple mildew should be applied cannot be marked as clearly as the beginning. It was found that the last sprays applied just before the end of extension growth were still able to reduce the infestation of the terminal buds of the extension shoots. Apple mildew overwinters mainly in these buds, so that prolonged spray applications will reduce the infestation in the next season. This advantage should be weighed against the extra work and cost involved in cutting out the overwintered infestation. However, the value of prolonged spray applications should not be overrated as it will never be possible to protect all terminal buds from infection.

Infection periods of apple mildew occur particularly when there is no rain, which means that the fungicide present on the sprayed parts of the trees does not spread to newly-developed leaves. Moreover, infection periods of apple mildew are very frequent so that it was obvious that frequent spray applications would be required. It was found in fact, that application of a relatively small dose of fungicide at seven day intervals is generally more effective than application of a double dose at ten or twelve day intervals. And even weekly applications do not result in complete or almost complete control, but anyway the infestation will be reduced to a level that is no longer economically important. The fact that it is practically impossible to control apple mildew completely is not due to the inefficiency of the current fungicides, but to the frequency of the infection periods. Even when spraying is done once a week, a number of leaves unfolded after a previous spraying will not be sufficiently protected by fungicide, but it does not seem practicable to increase the frequency of the spray applications still further.

Our investigation also demonstrated the fact that protective sprays are more effective at a lower spore potential than at a higher.

Severe winters may cause a natural decrease of the amount of inoculum, although temperatures should fall as low as  $-23^{\circ}\text{C}$  or lower to kill the mildewed buds in any great numbers, and such low temperatures are very rare in the Netherlands.

Hygienic measures are therefore recommended in order to reduce the source of infection. For that purpose the mildewed terminal buds of the extension shoots should be removed during winter pruning. Moreover, the remaining overwintered infestation should be cut out in spring, preferably before new infections are possible, so in the period before the pink bud stage.

For many years the inorganic sulphur fungicides have been known to be effective against apple mildew, but in the years in which the investigation on apple mildew was carried out in the Netherlands, new developments occurred in this field. First of all the new fungicide dinocap (Karathane) made its appearance, and although not perfect, it did hold a kind of monopoly for some years owing to the fact that certain apple varieties, especially Cox's Orange Pippin, had been found to be so sensitive to sulphur that the yield was adversely affected. For some years now it seems that dinocap's monopoly has been broken because, partly as a result of the investigation described in this publication, other organic fungicides were found to be effective against apple mildew: — binapacryl (Acricid), oxythioquinox (Morestan) and Wepsyn 155 WP.

Since there are a number of fungicides which are about equally effective against apple mildew, other properties than the fungicidal effect will determine the final choice of the fungicide.

It seems that the development of new apple mildew fungicides is still in progress. In this connection we may point out the value of the greenhouse evaluation method described in this publication, which enables to evaluate new compounds quickly for their action against apple mildew. This greenhouse evaluation method was derived from the method described by KIRBY and FRICK (1960, 1963), and its results were found to agree satisfactorily with the fungicidal effect under normal practical conditions.

Thanks to the information given to fruit growers in the Netherlands including the results of the present investigation, they are now very interested in the possibilities of controlling apple mildew. Of all apple diseases and pests, apple mildew is at the moment the most expensive to control, but fruit growers are becoming aware of the fact that the cost is amply compensated by the advantages of a good control of apple mildew.

The investigation of apple mildew in the Netherlands is now confined to some observations, and the evaluation of new types of fungicides.

## Summary

Owing to a combination of several factors, the importance of the disease apple powdery mildew, caused by the fungus *Podosphaera leucotricha* (ELL. et EV.) SALM. has increased considerably in the Netherlands since 1949. These factors include the increase in the area of the most susceptible variety Jonathan (Fig. 1), alterations in the use of fungicides for the control of apple scab, and weather conditions which favoured the epidemic incidence of apple mildew.

### *Economic importance*

It was found that the extension shoots of trees on which apple mildew was not controlled or only insufficiently were 10%–20% shorter than those of trees on which apple mildew had been effectively controlled (Table 1). Moreover, the shorter extension shoots had fewer leaves per shoot.

It was found that apple mildew might be responsible for at least part of the weblike russetting of the fruit skin of apple (Tables 2, 3, 4, 5, 27 and 28).

In general no relationship was found to exist between the intensity of the apple mildew control measures in a given year, and the yield in that year (Table 6). However a serious attack by mildew in a given year could result in yield reductions of 30% till 75% in the following year.

### *Investigation of the biology of apple mildew*

During the period 1954–1957 MEIJNEKE (Plant Protection Service, Wageningen) made observations on the production of conidia.

It was found that most conidia were produced in the months of May and June. Conidia production was optimal at temperatures between 20°C and 30°C. Heavy rainfall and sprays reduced the production of conidia for some days.

Observations carried out in the circular experimental field 'Katse Veer' between 1956 and 1959, proved that the number of conidia which caused an infection was twice as great at 1.2 metres distance from the source of infection than at a distance of 6.9 metres (Table 8). In 1960 indications were obtained that as far as 1000 metres from their origin conidia of apple mildew could still cause infection.

During the same period (1956–1959) the relation between the weather and the occurrence of infection by conidia of *Podosphaera leucotricha* was studied at the experimental field 'Katse Veer'. It was found that from about the middle of May to about the end of August new mildew lesions appeared almost daily (Table 9). This is due to the occurrence of infections under widely differing conditions, including

temperatures of less than 20°C. Moreover, indications were found that a period of high relative humidity preceded by one of low relative humidity, offers the best possibilities for infection by conidia of mildew (Table 10). As regards the emergence of new mildew lesions, there were two to five peaks in every season. But the number of lesions which appeared at other moments was still 1.8 to 3.3 times greater than the total number of lesions which appeared during the peaks (Table 11).

In field trials in 1958, 1959 and 1961 we compared the effect of sprays applied according to the occurrence of certain weather conditions considered critical as regards mildew infection, with the effect of sprays applied at regular intervals. It was found that the results of the latter method were always considerably better than those of the former (Tables 12, 13, 14). We also found that the infection criteria given in Belgium by AERTS (1961) and AERTS and SOENEN (1962) did not apply to Dutch conditions.

Inoculation experiments showed that conidia of apple mildew cannot retain their capacity for infection for more than 6 days after leaving the conidiophores. Under certain conditions shoots which had been cut and had fallen to the ground could still produce viable conidia after 8 days.

Inoculation experiments were carried out on detached leaves, cut-off tops of shoots and on growing shoots of potted apple trees and rootstocks, and like the field observations (experimental field 'Katse Veer') they showed that infection by conidia of apple mildew occur under a wide variety of conditions. Infection was found to occur at temperatures ranging from about 10° C to 32°C, and at relative humidities ranging from 40% up to 98% (Tables 15, 16, 17 and 18). When interpreting these data the special experimental conditions should be taken into account.

In greenhouse experiments an incubation period of six to seven days was regularly found at a temperature of 22°C; at lower temperatures (12° to 15°C) this period amounted to nine to ten days (Tables 18, 19).

*Comparative study of the climates of the Netherlands and of three fruitgrowing areas in the U.S.A. and Canada, in relation to the incidence of apple mildew*

This study is mainly based on data supplied by observation posts in the Netherlands (Wilhelminadorp, De Bilt), the eastern growing area in the U.S.A. (Winchester (Virginia) and Washington D.C.), the western fruit area in the U.S.A. and Canada (Wenatchee (Washington) and Summerland (Br. Columbia)), and the central growing area in the U.S.A. (Urbana (Illinois)).

An analysis was made of the possible causes of differences in mildew infestation in the Netherlands and in the apple-growing areas in the United States and Canada. It was found that temperatures of —23°C or lower are required for all the overwintering mildew to freeze (Table 21). Moreover, it was found that relatively high night temperatures in spring, as well as much rainfall (especially heavy showers), have an adverse effect on the incidence of apple mildew (Table 22).

*Investigation on the control of apple mildew*

Field trials demonstrated that the source of infection may be effectively reduced by

## Literatuur

- AERTS, R. 1961 Journées internationales d'Etudes sur les Avertissements agricoles et la Planification des Traitements phytosanitaires. 1 L'Oidium du pommier. Gepubliceerd door *Parasitica*, Gembloux, 3-5.
- AERTS, R. ET A. SOENEN 1952 L'Oidium du pommier (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) Tome I. Comité Nat. pour l'étude de la culture fruitière, 1-80.
- 1955 L'Oidium du pommier. *Compt. Rend. de Recherches I.R.S.I.A.* 15, 57-111.
- 1962 De witziekte op appel. *Belgische Fruitrevue* 14; 95-96, 116-117, 126-128, 140-141, 150-151. (Tevens in Franse taal: La lutte contre l'oidium du pommier. *Agricultura* 10 (1962) 2 serie: 513-547).
- ANONYMUS 1958 Proeven over meeldauwbestrijding. *Fruiteelt* 48, 277.
- 1959 Jaarboek — 1958. *Verlagen en Mededelingen Plantenziektenk. Dienst* (Wageningen) 133, 102-103.
- 1961 Jaarboek — 1960. *Verlagen en Mededelingen Plantenziektenk. Dienst* (Wageningen) 135, 149.
- BAKER, JUNE V. 1961a Apple mildew: pruning trials in East Anglia. *Exp. Hort.* 6, 48-57.
- 1961b The development of a pruning technique to reduce apple mildew. *Exp. Hort.* 6, 58-61.
- 1961c Winter and spring pruning against apple mildew. *Proc. Brit. Insectic. and Fungic. Conf. Brighton* 1961, vol. 1: 179-183.
- BENNETT, MARGERY AND M.H. MOORE 1963 The relative merits of a DNOC/petroleum spray in the field control of apple mildew. *Rep. E. Malling Res. Sta. for 1962*, 105-108.
- BERWITH, C. E. 1936 Apple powdery mildew. *Phytopathology* 26, 1071-1073.
- BESEMER, A. F. H. 1956 Factoren die van invloed zijn op het ontstaan van 'spuitbeschadigingen'. *Meded. Landbouwh. en Opzoekingsstat. v.d. Staat Gent* 21, 483-496.
- 1961 Ervaringen met nieuwe meeldauwbestrijdingsmiddelen op verschillende gewassen. *Meded. Landbouwh. en Opzoekingsstat. v. d. Staat Gent* 26, 1343-1357.
- BESEMER, A. F. H. EN E. IMMIKHUIZEN 1962 Jaarboek — 1961. *Verlagen en Meded. Plantenziektenk. Dienst* (Wageningen) 136, 141.
- BLUMER, S. 1933 Die Erysiphaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. *Beitr. Kryptogamenflora Schweiz* 7, 1-483.
- 1956 Winterkalte und Apfelmehltau. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* 65, 308-309.
- BLUMER, S. UND E. LÜTHI 1949 Der Apfelmehltau und seine Bekämpfung. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* 58, 23-27.
- BLUMER, S. UND F. SCHNEIDER 1949 Die Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge der Obstbäume. In F. Kobel und H. Spreng: *Neuzeitliche Obstbautechnik und Tafelobstverwertung*, Bern, 234-235.

- BÖMEKE H., 1963 Wichtige Erkenntnisse aus der Forschung des Apfelmehltaues unter besonderer Berücksichtigung des niedereleibischen Obstbaugesbietes während der Jahre 1961 und 1962 sowie ihre Folgerungen für die Praxis. *Mitt. Obstbauversuchs. Alt. Landes* 18, 93-107.
- BOOGERD, D. EN A. J. M. VAN WELY 1959 De samenstelling van het sortiment appelen en peren in 1951-1956. *Meded. Dir. Tuinb.* 22, 626-635.
- BOON, J. VAN DER EN J. BUTIJN 1961 Invloed van bodemfactoren op Jonathan M XVI, onderzocht volgens de proefplekkenmethode. *Meded. Dir. Tuinb.* 24, 44-53.
- BRUSH, R. 1958 Trends in apple production. *Bull. 408 National Apple Institute, Washington (D.C.)*.
- BURCHILL, R. T. 1958 Observations on the mode of perennation of apple mildew. *Ann. Rep. Agr. Hort. Res. St. Long Ashton for 1957*, 114-123.
- 1960 Role of secondary infections in the spread of apple mildew. *J. hort. Sci.* 35, 66-71.
- CSORBA, Z. 1935 Untersuchungen über die Ursachen der Empfänglichkeit oder Widerstandsfähigkeit der Apfelsorten gegen den Apfelmehltau. *Z. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.* 45, 280-296.
- CSORBA, Z. ÉS G. FEHERVÁRI 1956 Almafalisztharmat elleni eredményes védekezés kidolgozása. A Kiserletügyi Közlemények, 169-205.
- CUNNINGHAM, G. H. 1923 Powdery mildew, *Podosphaera leucotricha* (E. and E.) Salm. *N. Zeal. J. Agric.* 26, 344-351.
- DEKKER, J. 1962 Systemic control of powdery mildew by 6-azauracil and some other purine and pyrimidine derivatives. *Meded. Landbouwh. en Opzoekingsstat. v. d. Staat Gent* 27, 1214-1221.
- DIJKE, J. F. VAN 1960 Bepalen de neveninvloeden de waarde van het spuit-schema? *Fruittteelt* 50; 259-261, 263.
- DOORN, A. M. VAN 1959 Onderzoekingen over het optreden en de bestrijding van valse meeldauw (*Peronospora destructor*) bij uien. *T. Pl. ziekten* 65, 193-255.
- ERIKSON, J. 1909 Der Apfelmehltau und seine Bekämpfung. *Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzensch.* 7; 73-77, 96-99
- FISCHER, D. F. 1918 Apple powdery mildew and its control in the arid regions of the pacific north-west. *U.S. Dept. Agric. Bull.* 712, 1-27.
- 1920 Control of apple mildew. *Farmers Bull. U.S.D.A.* 120, 1-14.
- FISCHER, R. 1956 Beobachtungen, Untersuchungen und Versuche an Apfelmehltau. Tätigkeitsbericht Bundesanst. f. Pflanzensch. Wien 1951-1955, 212-244.
- FOEX, E. 1919 Note sur le blanc du pommier. *Bull. soc. pathol. végét.* 6, 81-84.
- 1925 Quelques mots sur les Erysiphacées. *Revue pathol. végét. et d'entomol. agric.* 12, 63-73.
- 1926 Notes sur quelques Erysiphacées. *Bull. trimest. soc. mycol. France* 41, 417-438.
- FOULDS, R. M. 1957 Apple mildew on Comice pears. *Grower and Packer* 48, 579.
- GAUDINEAU, M. 1951 L'Oidium du pommier. *Compt. Rend. Congres pomol. Metz*, 69-73.
- GOLLMICK, F. 1950 Beobachtungen über den Apfelmehltau. *Nachr. Bl. Dtsch. Pflschutzd. N.F.* 4, 205-214.

- GROVES, A. B. 1960 Persoonlijke mededelingen.
- GROVES, A. B., E. L. WAMPLER AND C. B. LYONS 1958 The development of an efficient schedule for the use of Karathane in the control of apple powdery mildew. *Plant Dis. Repr* 42, 252-261.
- HAMMARLUND, C. 1925 Zur Genetik, Biologie und Physiologie einiger Erysiphaceen. *Hereditas* (Lund) 6, 1-126.
- HAMMARLUND, L. 1959 Afprøvning af plantebeskyttelsesmidler 1958. *Tidsskr. Planteavl.* 63, 185-195.
- HERVERT, V. 1954 Neue Beiträge zur Kenntnis der Biologie des Apfelmehltaus (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) und die Möglichkeiten ihrer praktischen Ausnutzung. *Sbornik Ceskoslov. akad. zemed. ved. Series A*, 27; 305-320.
- 1960 Odolnost mycelia padli Jabloňového - *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. knížkým teplotám. *Ces. Mykol.* 14, 187-192.
- HIRST, J. M. 1952 An automatic volumetric spore trap, *Ann. appl. Biol.* 39, 257-265.
- IMMIKHUIZEN, E. EN M. A. VAN DE WAAL 1961 Meeldauwbestrijding en opbrengst. *Fruiteelt* 51, 206 en 217.
- JANCKE, O. 1933 Über den Einfluss der Kalidüngung auf die Anfälligkeit der Apfelbäume gegen Blutlaus, Blattlaus und Mehltau. *Land- u. Forstwirtschaft.* 20, 291-302.
- JANCKE, O. UND L. LANGE 1932 Über die Mehltauempfindlichkeit unserer Apfelsorten. *Gartenbauwissenschaft* 6, 433-435.
- KARNATZ, H. 1957 Mondelinge mededeling aan H. SCHANDER (zie SCHANDER, H. 1958).
- KIRBY, A. H. M. AND E. L. FRICK 1958 'Karathane': the relative importance of the phenolic and unsaturated acid components in toxicity towards certain plant pathogens. *Nature* 182, 1445-1446.
- 1960 A glasshouse method for studying the effects of chemicals on the incidence of powdery mildews. *Meded. Landbouwh. en Opzoekingsstat. v. d. Staat Gent* 25, 1215-1220.
- 1963 Greenhouse evaluation of chemicals for control of powdery mildews. *Ann. appl. Biol.* 50, 51-68.
- KLINKOWSKI, M. 1949 Krankheiten und Schädlinge an Gemüse und Obst. Prakt. Anl. zur Erkennung von Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschäd., Ihre Vorbeuge u. Bekämpfung, Bömer, Berlin 1-123.
- KÖCK, G. 1927 Über das Verhalten der einzelnen Apfelsorten gegenüber dem Apfelmehltau. *Fortschr. d. Landwirtschaft. Wien* 2, 585-586.
- KOOPMANS, M. J. 1959 An in vitro evaluation of the toxicity of chemicals for Erysiphaceae. *Meded. Landbouwh. en Opzoekingsstat. v. d. Staat Gent* 24, 821-827.
- KOSSWIG, W. 1958a Beobachtungen zur Überwinterung des Apfelmehltaus *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. *Höfchen Briefe* 11 (1958) 14-24. (idem Verhandl. IV. Int. Pflanzensch.-Kongr. Hamburg 1957, Bd. 1 : 133-137).
- 1958b Die Bekämpfung des Apfelmehltaus. *Der Obstbau* (Stuttgart) 77, 80-81.
- 1959 Bemerkungen zur Biologie und Bekämpfung des Erregers des Apfelmehltaus *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. *Zeitschr. f. Pflanzenkrankh.* 66, 263-272.

- LAIBACH, F. 1930 Über die Bedingungen der Perithezienbildung bei den Erysiphaceen. *Jb. wiss. Bot.* 72, 106–136.
- LAUBERT, R. 1908 Der echte Mehltau des Apfelbaums, seine Kapsel-früchte und seine Bekämpfung. *Dtsch. landw. Presse* 50, 628–629.
- LONGRÉE, KARLA 1939 The effect of temperature and relative humidity on the powdery mildew of roses. *Mem. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta.* 223, 1–43.
- LÜSTNER, G. 1900–1901 Über einen Mehltaupilz der Birnbäume. Ber. Kgl. Lehranst. Wein-, Obst- u. Gartenbau Geisenheim (Rh.), 129–131.
- 1923 Über das Auftreten des Apfelmehltaues (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) auf Apfelfrüchten. *Nachr. Bl. Dtsch. Pfl. schutzd.* 3, 74–76.
- MOORE, M. H. AND R. T. BURCHILL 1962 Controlling apple mildew. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1961, 122–124.
- MOORE, M. H., MARGERIE BENNETT AND R. T. BURCHILL 1962 Further studies of the influence of oil-emulsion sprays on bud-infections of apple mildew. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1961, 97–100.
- MÜLLER, R. 1957 Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung des Apfelmehltaues *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. Diss. Landwirtschaft. Hochschule Hohenheim, 1–80.
- MUTH, F. 1922 Über das Auftreten des Apfelmehltaues (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm = *Sphaerotheca mali* Burr.) an Birnbäumen. Geisenheimer Mitt., 86–90.
- NEGER, F. W. 1901 Über einige neue Gesichtspunkte zur Frage der praktischen Bekämpfung der schädlichen Mehltaupilze. *Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.* 11, 207–212.
- REED, M. G. 1915 Physiological relations of powdery mildews to their hosts. *Missouri State Bull.* 131, 469–470.
- ROBERTS, MARGARET F., J. T. MARTIN AND O. S. PERIES 1961 Studies on plant cuticle IV The leaf cuticle in relation to invasion by fungi. Ann. Rep. Agr. Hort. Res. Sta. Long Ashton for 1960, 102–110.
- ROOSJE, G. S. 1958 Meeldauw (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) Jaarverslag 1958 Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen: 62–63.
- 1959 Het schurftonderzoek in Nederland van 1955 t/m 1958 II. Een schakel tussen laboratorium- en veldproeven bij de toetsing van fungiciden tegen appleschurft. *Meded. Dir. Tuinb.* 22, 448–453.
- 1961a Over de oorzaak van vruchtverruwing bij Golden Delicious. *Fruitteelt* 51, 531 en 540.
- 1961b The importance of short time intervals between sprays against apple powdery mildew. *Proc. Brit. Insectic. and Fungic. Conf. vol. 1*, 185–196.
- SALMON, E. S. 1900 A monograph on the Erysiphaceae. *Mem. Torrey bot. club* 9, 1–259.
- SCHAFFNIT, E. UND A. VOLK 1930 Beiträge zur Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Kulturpflanzen, ihren Parasiten und der Umwelt. II. Mitt. Über den Einfluss der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. *Phytopathol. Z.* 1, 535–574.
- SCHANDER, H. 1958 Untersuchungen zur Entwicklung von Frühselektionsmethoden für die Apfelzüchtung. II Über Frühselektion auf Resistenz gegen Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha* Salm.), über die Anfälligkeit von Apfel-



- sorten und über die Vererbung der Anfälligkeit, *Züchter* 28, 105–132.
- SIEBS, E. 1958 Ergebnisse zu Problemen des Mehltaus und der Mehltaresistenz des Apfels. *Phytopathol. Z.* 34, 86–102.
- SPRAGUE, R. 1953 Powdery mildew on apples. Yearbook of Agric. U.S.D.A., 667–670.
- 1955 A re-study of apple powdery mildew in eastern Washington. *Bull. Wash. Agr. Exp. St.* 560, 1–36.
- STALDER, L. 1955 Beobachtungen über das Verhalten von *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. in Apfelknospen. *Phytopathol. Z.* 23, 341–344.
- STOLL, K. 1938 Der Apfelmehltau. *Forschungsdienst* 5, 513–519.
- 1941 Untersuchungen über den Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. *Forschungsdienst* 11, 59–70.
- TORGESON, D. C. AND C. G. LINDBERG 1961 A greenhouse method for evaluation of chemicals to control apple powdery mildew. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 21, 33–34.
- UITTERLINDEN, L. 1960 Welk schade kan een aantasting van appelmeeldauw veroorzaken? *Fruittelt* 50, 183.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1936 Atlas of Agriculture.
- VOGLER, HANNELORE 1957 Infektionsversuche mit dem Erreger des Apfelmehltaues (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) und Beobachtungen über das natürliche Auftreten der Krankheit an Malusarten und -sorten. Diss. Friedrich-Schiller Universität, Jena, 1957. Neubearbeitet durch H. WARTENBERG: Studien am Apfelmehltau *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. mit Berücksichtigung einer normergisch-plasmatischen Abwehrreaktion. *Phytopathol. Z.* 39, 16–64.
- WAUGH, NORA M. 1960 The effect of dinitro-ortho-cresol on apple buds in relation to the control of mildew. Ann. Rep. Agr. Hort. Res. St. Long Ashton for 1959, 115–117.
- WEILLE, G. A. DE 1961 L'influence de la radiation ultra-violette proche sur le pouvoir germinatif des conidies de *Peronospora arborescens*. *T. Pl. ziekten* 67, 317–322.
- WEINHOLD, A. R. 1961 Temperature and moisture requirements for germination of conidia of *Sphaerotheca pannosa* from peach. *Phytopathology* 51, 699–703.
- WENCK, 1920 Widerstandsfähige Sorten gegen Apfelmehltau. *Erfurter Führer im Obst- u. Gartenbau* 21, 261.
- WOODWARD, R. C. 1927 Studies on *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. *Trans. Brit. Myc. Soc.* 12, 173–204.
- YOSSIFOVITCH, M. 1929 Le mécanisme de la séparation des périthèces chez les Erysiphaceae et le rôle des fulcres. *Revue pathol. végét. et d'entom. agric.* 16, 132–140.
- ZIMMERMAN, A. 1924 Sammelreferate über die Beziehungen zwischen Parasit und Wirtspflanzen. I Die Erysiphaceen. *Zentr. Bl. Bakter. Abt. II* 63, 106–124.
- ZOBRIST, L. UND K. BOHNEN 1963 *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. als Ursache von Fruchthautberostungen auf Äpfeln. *Phytopathol. Z.* 48, 292–297.
- ZORBRIST, L. UND H. FRÖHLICH 1952 10 Jahre Versuche zur Bekämpfung des Apfelmehltaus (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) *Phytopathol. Z.* 19, 431–440.