

V118/V189



BIBLIOTHEEK
PPO sector AGV
Postbus 430
8200 AK Lelystad
0320 291111

Landbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond

Maatregelen tegen de verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij

Resultaten van onderzoek 1990-1994

ir. A. Evenhuis (PAGV)
ing. B. Verdam (IPO-DLO)

ipo-dlo



verslag nr. 189

PROEFSTATION



LELYSTAD

maart 1995

342910

Eerste druk, 600 exemplaren, prijs f 25,—

Meerdere exemplaren zijn verkrijgbaar door f 25,— per exemplaar te storten of over te maken op postrekening nr. 2249700 t.n.v. PAGV, postbus 430, 8200 AK Lelystad, onder vermelding van 'Verslag nr. 189'.

© 1995 Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Het PAGV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruikmaking van de gegevens uit deze uitgave.

Het PAGV en de ROC's (Regionale Onderzoek Centra) verrichten het praktijkgerichte onderzoek voor de sectoren akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Het onderzoek wordt gefinancierd door het Landbouwschap (50%) en door het Ministerie van LNV (50%).



Prinsevinckenpark 19, 2585 HK Den Haag, tel. 070-3526666



landbouw, natuurbeheer
en visserij

Postbus 20401, 2500 EK Den Haag, tel. 070-3793911

Maatregelen tegen de verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij

Resultaten van onderzoek 1990-1994

Possibilities to control anthracnose of caraway in order to
increase yield stability

ir. A. Evenhuis (PAGV)
ing. B. Verdam (IPO-DLO)

verslag nr. 189
maart 1995

ipo-dlo



Binnenhaven 12, postbus 9060, 6700 GW Wageningen
tel. 08370-76000, fax 08370-10113

PROEFSTATION
agv
O
LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 03200-91111, fax 03200-30479

JSN serie: 57053



INHOUD

SAMENVATTING	7
SUMMARY	9
1. INLEIDING	11
1.1 Teelt van karwij	12
1.2 Ziekten en plagen	13
2. BESCHRIJVING VAN <i>MYCOCENTROSPORA ACERINA</i>	15
2.1 Taxonomie en morfologie	15
2.2 Isolatie, en groei van <i>M. acerina</i> op kunstmatig medium	17
2.2.1 Isolatie van <i>M. acerina</i> ten behoeve van het onderzoek	17
2.3 Symptoom van verbruining op karwij	18
2.3.1 Materiaal en methoden	18
2.3.2 Resultaten en discussie	19
2.4 Levenswijze van <i>Mycocentrospora acerina</i>	20
3. OPZET VAN HET ONDERZOEK	23
4. ONTWIKKELING VAN DE VERBRUININGSZIEKTE EN SCHADE IN KARWIJ	26
4.1 Inleiding	26
4.2 Materiaal en methoden	26
4.3 Resultaten	29
4.4 Discussie	37
5. VERSPREIDING VAN CONIDIEN VAN <i>M. ACERINA</i>	40
5.1 Inleiding	40
5.2 Materiaal en methoden	40
5.3 Resultaten	42

5.4	Discussie	45
6.	INVLOED VAN STANDDICHTHEID OP VERBRUINING	47
6.1	Inleiding	47
6.2	Materiaal en methoden	47
6.3	Resultaten	49
6.4	Discussie	51
7.	EFFECT VAN STIKSTOF OP VERBRUINING	54
7.1	Inleiding	54
7.2	Materiaal en methoden	54
7.3	Resultaten	55
7.4	Discussie	59
8.	INFECTIE VAN ZAAIZAAD DOOR <i>M. ACERINA</i>	62
8.1	Inleiding	62
8.2	Materiaal en methoden	62
8.3	Resultaten	64
8.4	Discussie	67
9.	EFFECT VAN ZAAIZAADONTSMETTING OP VERBRUI- NING	69
9.1	Inleiding	69
9.2	Methode en resultaten	70
9.3	Discussie	81
10.	GEWASBESPUITING TER BESTRIJDING VAN VERBRUI- NING	82
10.1	Inleiding	82
10.2	Materiaal en methoden	82
10.3	Resultaten	84
10.4	Discussie	86

11.	ROL VAN DEKVRUCHTEN EN ONKRUIDEN IN DE INOCULUMOPBOUW VAN <i>M. ACERINA</i>	89
11.1	Inleiding	89
11.2	Materiaal en methoden	89
11.3	Resultaten	91
11.4	Discussie	95
12.	GEWASRESTEN ALS INOCULUMBRON VAN <i>M. ACERINA</i>	97
12.1	Inleiding	97
12.2	Materiaal en methoden	97
12.3	Resultaten	100
12.4	Discussie	102
13.	ISOLATIE VAN <i>M. ACERINA</i> UIT DE GROND	104
13.1	Inleiding	104
13.2	Materiaal en methoden	104
13.3	Resultaten	107
13.4	Discussie	109
14.	ONTWIKKELING VAN EEN BIOTOETS TER BEPALING VAN <i>M. ACERINA</i> IN DE GROND	112
14.1	Inleiding	112
14.2	Materiaal en methoden	112
14.3	Resultaten	113
14.4	Discussie	115
15.	SELECTIE OP RESISTENTIE TEGEN VERBRUINING MET EEN ZAILINGTOETS	117
15.1	Inleiding	117
15.2	Materiaal en methoden	117
15.3	Resultaten	119
15.4	Discussie	124

16.	EFFECT VAN WORTELBESCHADIGING OP VERBRUI- NINGSZIEKTE	126
16.1	Inleiding	126
16.2	Materiaal en methoden	126
16.3	Resultaten	127
16.4	Discussie	128
17.	DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN VOOR VERDER ON- DERZOEK	129
18.	OMGAAN MET DE VERBRUININGSZIEKTE IN DE PRAK- TIJK	136
19.	LITERATUUR	147
Bijlage 1.	Ziektes en plagen beschreven op karwij	154
Bijlage 2.	Synoniemen van <i>Mycocentrospora acerina</i>	157
Bijlage 3.	Enkele waardplanten van <i>Mycocentrospora acerina</i>	158
Bijlage 4.	Een decimale code ter bepaling van het ontwikkelingssta- dium van zomer- en winterkarwij	161
Bijlage 5.	Maandelijks neerslag in de periode april 1990 - juni 1994	166

SAMENVATTING

In jaren met hoge neerslagcijfers kan de opbrengst van karwij sterk gereduceerd worden. Dit wordt mede veroorzaakt door het optreden van de verbruiningsziekte. Om een verdere teeltoptimalisatie mogelijk te maken, is in 1990 een onderzoek gestart naar de beperking c.q. bestrijding van deze ziekte, veroorzaakt door *Myco-centrospora acerina*. De ecologie van het pathogeen was niet of nauwelijks bekend. Een praktische bestrijdingswijze ontbrak eveneens. Doel van het project was om op basis van de opgedane kennis omtrent de schimmel maatregelen te genereren waardoor de schade als gevolg van de verbruiningsziekte beperkt kan worden.

De belangrijkste inoculumbron is de grond. Isolatie van de schimmel uit de grond is gelukt. Dit opent de mogelijkheid om de besmettingsgraad van de grond te bepalen, waardoor een goede perceelskeuze met betrekking tot het verbruiningsrisico beter mogelijk wordt. Dit lijkt het best te kunnen via directe bepaling van de schimmel in de grond. Voorspelling via een biotoets vraagt verder onderzoek.

Daarnaast werd vastgesteld dat zaaizaad besmet kan zijn met *M. acerina*. Een toets is ontwikkeld om de mate van zaadbesmetting aan te tonen. Dit geeft de mogelijkheid om in de toekomst uit te gaan van gezond zaaizaad.

Inoculum van buiten het veld lijkt een geringe rol te spelen, omdat conidiën van *M. acerina* zich slechts over een beperkte afstand (maximaal 4-9 m.) verspreiden.

De resultaten van zaaizaadontsmetting geven voldoende aanleiding voor verder onderzoek ter voorbereiding van toelatingen.

Enkele gewassen en akkeronkruiden bleken vatbaar voor *M. acerina*. De bijdrage aan de inoculumopbouw in het veld lijkt beperkt. In karwijstro kunnen chlamydo-sporen gevormd worden. Na de oogst blijven deze op het land en vormen een inoculumreservoir voor een volgende karwijteelt.

Inzet van antagonisten (onder andere *Trichoderma spp.*) biedt perspectief om de inoculumopbouw in de herfst te beperken. Dit zal echter nog verder ontwikkeld en getoetst moeten worden.

In het veld bleek dat de schimmel in ernstige mate voorkwam in gewassen met een dichte stand. Middels vermindering van de zaaizaadhoeveelheid, een niet te nauwe

rijenafstand en een beperkte stikstofgift kon de schade door de ziekte beperkt worden.

Tussen verschillende karwij-herkomsten lijkt genetische variatie voor resistentie tegen verbruining aanwezig te zijn. Ten behoeve van de veredeling is door het PAGV een resistentietoets ontwikkeld. Deze toets kan met enkele geringe aanpassingen in veredelingsprogramma's opgenomen worden.

De verbruiningsziekte geeft problemen als tijdens de generatieve periode van karwij zich langdurige periodes met regenval voordoen. Tot op heden kan de ziekte niet curatief bestreden worden. De maatregelen die genomen kunnen worden zijn gericht op een vermindering van het risico op schade door de ziekte.

Met een reeks van maatregelen kan dit risico beperkt worden. Uitgangspunten hierbij zijn:

- 1) Een gezonde beginsituatie (gezond zaaizaad, perceelskeuze) waardoor de inoculumopbouw in de herfst beperkt wordt.
- 2) Het beïnvloeden van het microklimaat in het gewas door teeltmaatregelen (vermindering zaadhoeveelheid, beperking stikstofgift en niet te nauwe rijenafstand), waardoor de start van de epidemie in het voorjaar vertraagd wordt. Het is noodzakelijk dat legering van het gewas wordt voorkomen.
- 3) Zaadontsmetting kan de eerste infectie van karwij vertragen maar is nog niet toegelaten. Volvelds behandelingen tegen *Sclerotinia* hebben soms een nevenwerking op verbruining, maar het resultaat is vaak onzeker.

SUMMARY

Yield stability is partly determined by the prevalence of *Mycocentrospora acerina*. To improve caraway cultivation a research on control of anthracnose was started in 1990. The ecology of the pathogen was hardly known. No disease control measures were available to farmers. The aim of this study was to develop control measures to reduce yield loss due to anthracnose.

The soil is probably the most important inoculum source. Isolation of the fungus from the soil is shown to be possible. A technique was therefore developed to determine the inoculum potential in the soil. In future, fields with *M. acerina* infestation may consequently be avoided. Direct isolation of the fungus from the soil seems to be more reliable than using a bioassay. Predictions on anthracnose using a bioassay requires further investigation.

Research revealed that *M. acerina* is seed-borne. A seed test was developed to determine whether a seed lot is infested. This enables the use of healthy seed lots in the future.

The fungus disperses only over a short distance. Therefore inoculum sources from outside a caraway field only play a minor role in the infection process.

Several crops and weeds are susceptible to *M. acerina*. However they do not seem to contribute much to the inoculum potential. Chlamydospore chains are formed in caraway straw. These remain on the field after harvest. It forms part of the inoculum source for caraway grown in the future.

Antagonists like *Trichoderma* spp. could reduce the build-up of inoculum in autumn. This method must be developed and checked for its agricultural value.

Preliminary results of seed treatments of caraway under greenhouse conditions are worthwhile to continue research.

M. acerina was prevalent in the field in dense crop canopies. Reduction of sowing rate, widening of row spacing and reduction of nitrogen application diminished disease severity. Lodging of the crop should be avoided under all circumstances, because lodging favours anthracnose in caraway.

A method was developed to screen seedlings for resistance to anthracnose. The

level of resistance in a caraway population can thereby be increased. Genetic diversity for resistance against anthracnose seems present in different caraway populations.

Problems with anthracnose in caraway occur after long periods of rainfall. The disease can not be prevented by a single crop protection measure. However a number of measures decrease the prevalence of *M. acerina*. Starting points for reduction of the risk of yield loss due to this pathogen are therefore: 1) A disease free start to delay the build-up of inoculum (disease free seeds, choice of an uncontaminated field) 2) Slowing down the epidemic in spring by taking measures to reduce leaf wetness duration in a crop (reduction of sowing rate, wide row spacing and reduction of nitrogen fertilization). Lodging of the crop has to be avoided. 3) Seed dressing can retard the first infection of seedlings, but is not legally permitted in the Netherlands. Applying fungicides against white mould sometimes also reduces anthracnose in caraway, though results are not guaranteed.

1. INLEIDING

De oogstzekerheid van karwij hangt in belangrijke mate af van het optreden van de verbruiningsziekte. Om verdere teeltoptimalisatie mogelijk te maken is in 1990 een onderzoek naar de beperking c.q. bestrijding van deze ziekte gestart. Dit onderzoek vormde een onderdeel van het Nationaal Karwij-onderzoekprogramma uitgevoerd in de periode 1990-1994. Hierin werd door diverse instituten gewerkt aan vrijwel de hele produktiekolom, van primaire produktie van de grondstof tot produktontwikkeling. De doelstellingen hiervan waren toepassingen te ontwikkelen voor etherische olie van karwij en in het plantaardige produktieproces een hogere en stabiele carvonproduktie te bevorderen.

Traditioneel wordt karwijzaad toegepast als specerij, in of op brood, in conserven en vleeswaren. Tevens wordt de etherische olie gebruikt als geur- en smaakstof. Een belangrijke nieuwe toepassing is het gebruik van carvon bij de kiemremming van aardappelen in de bewaring. Daarnaast kan carvon ook dienen als grondstof voor de ontwikkeling van nieuwe geur- en smaakstoffen en voor de farmaceutische industrie.

Een hogere carvonproduktie kan gerealiseerd worden door hogere oliegehaltes in het zaad en hogere zaadopbrengsten van karwij. Om een verhoging van de zaadopbrengst te realiseren, is het nodig het optreden van de verbruiningsziekte te beperken. Van het pathogeen, *Mycocentrospora acerina*, was aan het begin van het verbruiningsonderzoek weinig bekend. Gestart werd met een literatuuronderzoek naar de biologie van deze schimmel (Evenhuis, 1991a). Op basis hiervan werd een onderzoekprogramma samengesteld en uitgevoerd. Medio 1992 werd de onderzoekcapaciteit met twee dagen per week uitgebreid door een bijdrage van het IPO-DLO. Dit werk werd uitgevoerd door ing. B. Verdam.

Het onderzoekprogramma was breed van opzet, omdat nog weinig bekend was van het pathosysteem. Veldproeven werden uitgevoerd op het PAGV, ROC-Ebelsheerd, en de proefboerderijen Droevendaal in Wageningen, de Schuilenburg in Lienden, de Bouwing in Randwijk en op praktijkpercelen van de heren Bosker en Hamster beide in Nieuwolda. Kasproeven werden uitgevoerd op het PAGV en IPO-DLO te Wagenin-

gen. Mevrouw Folkers van het van Hall Instituut te Groningen heeft het onderzoek naar de isolatie van *M. acerina* uit de grond uitgevoerd. De ontwikkeling van een resistentie-toets is gedaan in samenwerking met het CPRO-DLO.

Uitgangspunt van het onderzoek is het voorkomen van schade door vermindering van het optreden van de schimmel. Een goede kennis van de schimmel en het gewas is hiervoor noodzakelijk. De ontwikkeling van de ziekte in het gewas wordt gevolgd. De wijze van overleving en de primaire inoculumbronnen worden bepaald. In het veld wordt een aantal teeltmaatregelen beproefd op hun effect tegen de verbruiningsziekte. In de kas worden proeven uitgevoerd gericht op de ontwikkeling van toetsmethoden om vooraf het ziekterisico van een perceel te voorspellen.

Waarnemingen in het veld en kasproeven geven aanvullende informatie omtrent het genoemde pathosysteem. Dit moet leiden tot het aangeven van maatregelen ter beheersing van het optreden van de verbruiningsziekte in karwij.

De eerste hoofdstukken geven een beschrijving van het pathogeen en de problematiek. Vervolgens worden de effecten behandeld van een aantal teeltmaatregelen op verbruining. Ten slotte wordt de huidige situatie met betrekking tot verbruining beschreven. Suggesties voor verder onderzoek worden aangegeven. In 1992 is het PAGV gestart met verder teeltonderzoek.

1.1 Teelt van karwij

De teelt van karwij is een specialisme dat voornamelijk op de zwaardere kleigronden in Groningen en Zeeland bedreven wordt. Karwij (*Carum carvi*) is een schermbloemige plantesoort (Umbelliferae) die voor het zaad geteeld wordt. Het gewas is van oorsprong tweejarig. Door het CPRO-DLO is eenjarige karwij geselecteerd geschikt voor zaadteelt in Nederland (Toxopeus & Lubberts, 1994). Deze zomerkarwij wordt op beperkte schaal praktijkmatig geteeld.

Het karwij-areaal is in het verleden aan grote schommelingen onderhevig geweest; van enkele hectares tot bijna 6000 hectare in 1958 (Bernelot Moens et al., 1973). Dit werd veroorzaakt door de grote prijsverschillen die er van jaar tot jaar optraden. De laatste jaren is het areaal gestaag teruggelopen tot ongeveer 125 hectare in 1993.

De verwachting is echter dat met de introductie van nieuwe toepassingsmogelijkheden van carvon, een bestanddeel van de karwij-olie, de vraag naar karwij weer zal toenemen.

Winterkarwij wordt in het eerste jaar onder dekvrucht geteeld. Hiervoor wordt een vroeg ruimend gewas gekozen, zoals erwten, zaadspinazie, blauwmaanzaad of granen. De karwij-oogst vindt plaats in het tweede teeltjaar. Indien er voldoende planten in het vegetatieve stadium gebleven zijn, kan in het derde teeltjaar een tweede oogst plaats vinden. Dit betekent dan vaak wel dat er in het eerste oogstjaar toegegeven is op de opbrengst.

De opbrengsten verschillen sterk van jaar tot jaar. De gemiddelde opbrengst in de laatste tien jaar is ongeveer 1500 kg per hectare (KWIN, 1992). Uitschieters van 500 en 3000 kg komen voor. Een deel van die opbrengstvariatie kan mogelijk toegeschreven worden aan de instraling van licht tijdens en na de bloei (Toxopeus & Bouwmeester, 1993). Daarnaast speelt het optreden van ziekten en plagen een belangrijke rol bij de opbrengstbepaling.

Een uitgebreide beschrijving van de karwijteelt is te vinden in de PAGV-uitgave "Teelt van karwij" (Wander, 1994).

1.2 Ziekten en plagen

Onder Nederlandse omstandigheden zijn de verbruiningsziekte (*Mycocentrospora acerina*) en de rattekeutelziekte (*Sclerotinia sclerotiorum*) de belangrijkste ziektes in karwij. De karwijluis (*Pemphigus passeki*) wordt algemeen gezien als het belangrijkste plaagorganisme. *Septoria carvi* wordt ook in verband gebracht met verbruiningsziekte. Deze schimmel werd gedurende het onderzoek echter slechts sporadisch aangetroffen en veroorzaakt waarschijnlijk weinig problemen. De verbruiningsziekte kan al in de herfst in het gewas aanwezig zijn, maar doet dan relatief weinig schade. Aanwijzingen voor de stagnatie van wortelgroei zijn echter wel gevonden (pers. meded. Vreeke). In het voorjaar worden de schermen aangetast en dit leidt tot verminderde zaadzetting en daarmee oogstverliezen (Bernelot Moens et al., 1973). In het veld werd regelmatig aantasting gevonden door *Rhizoctonia solani*. Schim-

melmanchetten waren meestal al tijdens de bloei aanwezig. *Fusarium spp.*, *Verticillium spp.* en *Phoma spp.* of *Ascochyta spp.* werden vaak in het afstervend gewas aangetroffen. In hoeverre de genoemde schimmels daadwerkelijk schade veroorzaken is niet duidelijk.

In samenwerking met het IPO-DLO werd vastgesteld dat karwij vatbaar is voor de wortelknobbelaaltjes *Meloïdogyne hapla* en *M. chitwoodi*. De mate van vatbaarheid kon middels een kasproef niet eenduidig vastgesteld worden.

Bijlage 1 geeft een overzicht van pathogenen en plaagorganismen beschreven op karwij.

2. BESCHRIJVING VAN *MYCOCENTROSPORA ACERINA*

Karwij wordt op meerdere plaatsen in de wereld geteeld. Produktiegebieden zijn onder andere de voormalige D.D.R., Finland, Hongarije, Polen en Rusland. De meeste van deze streken hebben een landklimaat waar *M. acerina* nauwelijks problemen kan veroorzaken. In onderzoek in de D.D.R. in de periode 1976-1980 bleek de relatieve bijdrage van *M. acerina* aan opbrengstverliezen in karwij slechts 0.6% te bedragen (Plescher & Herold, 1983). Nederland kent een zeeklimaat, waarin lange periodes van koel en vochtig weer regelmatig voorkomen. In deze perioden kan de verbruiningsziekte van karwij zich snel uitbreiden en een behoorlijke schade veroorzaken.

In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van de biologie van *M. acerina* beschreven in de literatuur en aangevuld met eigen waarnemingen.

2.1 Taxonomie en morfologie

Een geslachtelijk stadium van *Mycocentrospora acerina* is niet bekend (Neergaard & Newhall, 1951). De schimmel is onder verschillende namen op diverse gewassen beschreven. Een lijst met synoniemen is weergegeven in bijlage 2.

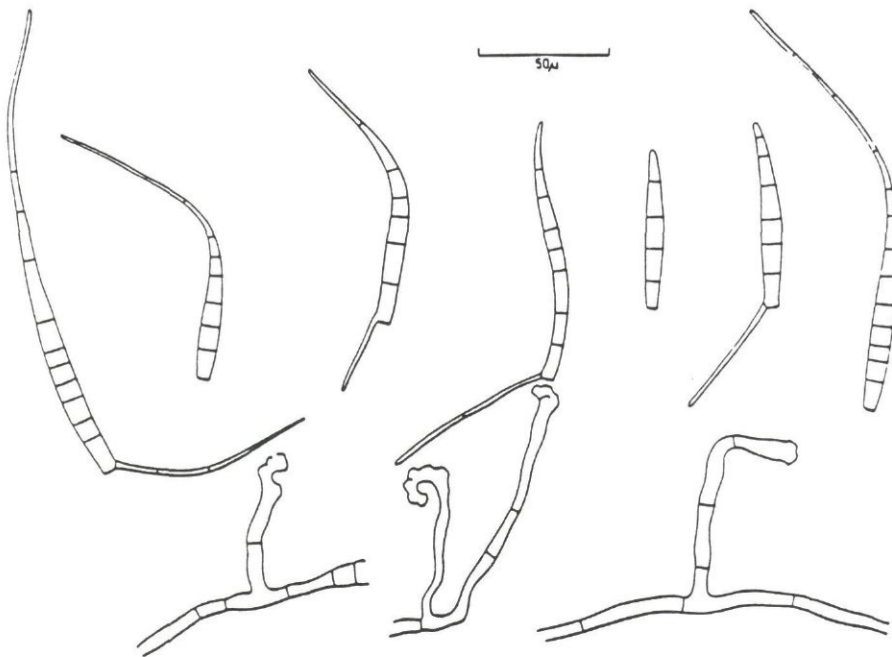
Mycocentrospora acerina komt voor in de gematigde streken van Europa, Noord Amerika, Nieuw Zeeland en Australië (Neergaard & Newhall, 1951; Mercier, 1976). De schimmel veroorzaakt voornamelijk problemen in landen met hoge neerslagcijfers (Klewitz, 1972). In deze gebieden wordt een groot aantal plantesoorten door de schimmel aangetast, zie bijlage 3 en hoofdstuk 11.

Verschillende isolaten blijken morfologisch identiek te zijn (Iqbal & Webster, 1969). Fysiologische specialisatie van de schimmel wordt in de literatuur niet beschreven (Sutton & Gibson, 1977).

Het mycelium is ijl, gesepteerd, vertakt en doorzichtig (hyaline). In het mycelium worden knoopvormig (torulose) gezwollen cellen gevormd. Deze verdikte cellen (chlamydosporen) zijn donkerbruin met een diameter van 17-30 μ (Sutton & Gibson,

1977). Hyfen (schimmeldraden) van *M. acerina* zijn eerst 3 later 6-9 μ breed. Na verloop van tijd verbreden de hyfen zich tot 23-35 μ (Neergaard & Newhall, 1951; Srivastava, 1958).

De conidiën van *M. acerina* zijn hyaline, langgerekt druppelvormig, geleidelijk vernauwend naar een draadvormige apex. De sporen hebben 6-12 septen. Ze zijn 105-210 μ x 6-11 μ groot (Neergaard, 1952). De vorm en de grootte van de sporen varieert met het tijdstip en de waard van isolatie (Viennot-Bourgin, 1955). Bij oudere conidiën ontwikkelen zich één of soms twee aanhangsels uit de basale cel, 30-150 μ x 2-3 μ (Westerdijk & van Luijk, 1924). Het aanhangsel heeft meestal 2 tot 3 septen (Neergaard, 1952). Figuur 1 geeft een tekening van de vorm van de conidiën.



Figuur 1. Conidiën en conidiëndragers van *Mycocentrospora acerina* (Sutton & Gibson, 1977).

2.2 Isolatie, en groei van *M. acerina* op kunstmatig medium

Isolatie van *M. acerina* is uit alle plantedelen mogelijk. De minimum temperatuur waarbij de schimmel nog groeit werd door Newhall (1944) in vitro bepaald op 0°C. Channon (1965) en Gündel (1976) maakten melding van overleving van *M. acerina* bij temperaturen van respectievelijk -0.7°C en -3°C. De optimum temperatuur voor groei van *M. acerina* ligt ongeveer bij 17°C (Newhall, 1944). Soms wordt een optimum temperatuurbereik genoemd van 17 tot 21°C (Gündel, 1976) of zelfs van 18.5°C tot 21.5°C (Channon, 1965). De maximum temperatuur voor groei van de schimmel werd vastgesteld op 27°C (Gündel, 1976). Newhall (1944) vond dat schimmelgroei stopt bij 31°C. Neergaard & Newhall (1951) vonden geen groei meer bij 30°C. Bij deze temperatuur werd de schimmel in 6-7 dagen gedood (Srivastava, 1958).

De schimmel sporuleert matig op de diverse voedingsmedia (Westerdijk & van Luijk, 1924; Neergaard & Newhall, 1951; Channon, 1966). In een temperatuurtraject van 5-25°C kan *M. acerina* sporuleren (Gündel, 1976). Sporulatie van aangetast weefsel (Storey & Wilcox, 1953) of van mycelium in agar (Channon, 1965; Carter, 1978) kan gestimuleerd worden door deze in water te incuberen. Op deze wijze worden conidiën binnen twee dagen bij kamertemperatuur in grote hoeveelheden geproduceerd (Neergaard & Newhall, 1951).

UV-licht heeft, bij een piek-emissie van 370 nm, een positief effect op sporulatie van *M. acerina* (Srivastava, 1958; Channon, 1965; Iqbal & Webster, 1969 en Rintelen & Klewitz, 1976). Gündel (1976) noemt een korte periode 3-60 seconden, afhankelijk van de lichtintensiteit, noodzakelijk voor sporulatie. Hiermee in tegenstelling vond Constantinescu (1978) dat grote aantallen conidiën werden gevormd in continu donker.

2.2.1 Isolatie van *M. acerina* ten behoeve van het onderzoek

Voor het onderzoek was het essentieel om *M. acerina* te kunnen kweken op kunstmatig medium. Hiervoor moest de schimmel eerst geïsoleerd worden uit zieke planten. Hiervoor werden geïnfecteerde karwij-delen uitgelegd op wateragar (WA) of op sucroseagar (SuA). De hieruit gegroeide kolonies werden overgezet op een nieuw SuA-medium. Aan de hand van sporulatie van de kolonies werd de identiteit

van de schimmel vastgesteld. In de proeven werd gebruik gemaakt van vijf isolaten van *M. acerina*:

G1Siii : *M. acerina* geïsoleerd van schermsteeltjes verzameld in een karwijperceel in Nieuwolda (14-5-1990).

G1Sv : idem

G1Wvii : *M. acerina* isolatie van karwijwortel afkomstig uit perceel in Nieuwolda (14-5-1990).

G2WKi : isolatie van *M. acerina* uit een karwijwortel, Nieuwolda (1-6-1990).

W3Stv : *M. acerina* isolatie van karwijstengel, Wageningen (25-6-1990)

BeJo : isolatie van peen, ter beschikking gesteld door BeJo zaden.

Het BeJo-isolaat werd slechts gebruikt om aan te tonen dat er geen verschillen waren tussen de isolaten.

M. acerina werd aangehouden door de schimmel te laten groeien op Aardappel Glucose Agar (AGA) of Sucrose Agar (SuA). Om verlies van pathogeniteit te voorkomen werden de isolaten een aantal malen op karwijplantjes geïnoculeerd. Daarna werden ze weer uit deze plantjes geïsoleerd.

Alle isolaten bleken karwij goed te kunnen infecteren. Ook andere gewassen werden met succes geïnfecteerd, zie hoofdstuk 11.

2.3 Symptoom van verbruining op karwij

Om herkenning van verbruining in karwij te vereenvoudigen moeten de symptomen goed beschreven worden.

2.3.1 Materiaal en methoden

In het veld en in de kas werden karwijplanten geïnoculeerd. De ontwikkeling van de verbruiningsziekte werd intensief gevolgd. De symptoomvorming werd beschreven. Hierbij werden ook nagegaan of uiterlijk gezonde platen niet toch geïnfecteerd waren door *M. acerina*.

2.3.2 Resultaten en discussie

De symptomen van de verbruiningsziekte verschillen niet voor zomer- en winterkarwij. Omdat de vegetatieve fase van zomerkarwij korter is en in een andere periode valt dan die van winterkarwij zullen de symptomen op de verschillende plantedelen bij beide gewassen niet even vaak optreden.

M. acerina zonder symptoomexpressie:

In de winter werd *M. acerina* symptoomloos op karwijblad aangetroffen. Dit doet vermoeden dat de schimmel op diverse andere gewassen ook zonder symptoomexpressie kan voorkomen.

Symptoomexpressie op hypocotyl, bladstelen en blad:

Het hypocotyl van karwij-zaailingen wordt als het ware ingesnoerd. Ze krijgt een donkerbruine tot zwarte kleur. Met het blote oog is vaak een wittige waas te zien, veroorzaakt door mycelium en conidiën van *M. acerina*. De donkere kleur wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de gevormde chlamydosporen. De kiemplant sterft af. Dit verschijnsel kan aangeduid worden met de term "damping-off".

De schimmel vormt rood-bruine bladvlekken. Deze zijn vaak omgeven door een niet scherp begrensde donkere zone. Het geheel geeft daardoor een wat waterige indruk. In het veld zijn de lesies vaak wat scherper begrensd dan in de kas. Dit heeft mogelijk te maken met het feit dat in de kas altijd een hoge relatieve luchtvochtigheid gehandhaafd werd. In het veld worden vochtige periodes afgewisseld met droge periodes. Verwarring met andere schimmels kan in dit stadium niet worden uitgesloten.

De schimmel veroorzaakt in de herfst vaak een bruinkleuring van de jonge planten. De schade aan het jonge gewas is echter meestal gering (Bernelot Moens, et al., 1973). De onderste bladeren zijn dikwijls verdord (PD, 1964).

Symptoomexpressie op de stengel, schermen en zaden

Op de stengel worden scherp begrensde lesies gevormd. Deze zijn donkerbruin van kleur tot zwart, met een paarse gloed. Soms is er een wittig overtrek te zien veroorzaakt door mycelium en conidiën die gevormd worden op de lesie. De aantasting

kan zich rondom de stengel uitbreiden. Bij grote aantallen lesies op de bloemstengel verdroogt deze en kan afbreken. Afbeelding 1 laat een typische lesie veroorzaakt door *M. acerina* op karwij zien.

Schermaantasting is moeilijk waarneembaar. De schermen trekken zich samen. De zaden lijken enigszins ruw. De bruine kleur van gezond zaad is verdwenen en heeft plaats gemaakt voor een donkerbruine tot zwarte kleur.

Symptoomexpressie op de wortel

Bij beschadiging treedt in de wortel een roodverkleuring op. Deze wordt vaak, ten onrechte, aangezien voor verbruining. Wel is het zo dat verbruining vaak ontstaat op plekken waar de wortel beschadigd is. Een relatie tussen het optreden van de wollige karwijluis en verbruining werd niet gevonden. De symptomen op de wortel worden gekenmerkt door een donker bruine kleur, zie afbeelding 2. Na inoculatie wordt eerst een kleine lesie zichtbaar. Deze is onregelmatig van vorm, donkerbruin en begint vaak in de buurt van een beschadiging of zijwortel. Na verloop van tijd groeit de lesie uit tot een ovale donker roodbruine plek in en op het weefsel. Uiteindelijk wordt de hele wortel gekoloniseerd. De lesie wordt donkerder tot bijna zwart waarschijnlijk door de vorming van chlamydosporen in het weefsel. Bij ernstige aantasting sterft de plant af.

Symptomen op andere gewassen

De symptomen van *M. acerina* op andere gewassen variëren van kleine roestbruine vlekken op sla (Griffin & Simkin, 1977), zwartige ingezonken lesies bij selderij (Truscott, 1944) en peen (Srivastava, 1958) tot "damping-off" verschijnselen bij primula (Neergaard, 1952) en anemoon (O'Neil, 1985).

2.4 Levenswijze van *Mycocentrospora acerina*

In de literatuur is over de levenswijze van *M. acerina* nog weinig bekend. In deze paragraaf staat een kort overzicht van de levenscyclus van *M. acerina* zoals die bekend is van waarnemingen op verschillende gewassen.

Inoculumbronnen

De belangrijkste inoculumbron is waarschijnlijk de grond. Daarnaast spelen andere waardplanten en besmet zaaizaad mogelijk een rol.

De eerste infectie van karwij vindt waarschijnlijk plaats vanuit de grond. Wortels van peen-zaailingen stimuleren kieming en gerichte groei van *M. acerina* over een afstand van 2 mm. Contact tussen waardplant en schimmel berust echter voornamelijk op toevallige groei van een wortel in de buurt van chlamydosporen. Groei van schimmelhyfen door de grond in afwezigheid van de waardplant werd niet waargenomen (Wall & Lewis, 1980c).

Tijdens teelthandelingen of bij regenbuien komen de chlamydosporen aan de oppervlakte en kunnen dan onder vochtige omstandigheden conidiën vormen welke zorg dragen voor de verspreiding van de schimmel (Wall & Lewis, 1980c). Hierdoor kunnen bovengrondse plantedelen geïnfecteerd worden.

Westerdijk en van Luijk (1924) suggereerden dat karwijzaad besmet kan zijn met *M. acerina*. Dit kan dan een zieke plant opleveren, die als inoculumbron voor zijn omgeving kan dienen.

Infectie van blad en stengel

Kieming van de conidiën vindt meestal 3 uur na depositie plaats. Het kiemoptimum is 20°C, met een minimum van 4°C en een maximum van 25°C. Meestal worden 2 tot 5 kiembuizen per spore gevormd (Gündel, 1976). Kiemende conidiën vormen appressoria. Het appressorium vormt een penetratie-"peg" waarmee de onderliggende cel geopenetreerd kan worden. Penetratie kan zowel via beschadigingen als door de cuticula plaats vinden. De hyfen groeien zowel inter- als intra-cellulair. Op enkele millimeters van de top van de schimmeldraden (front) worden de chlamydosporen gevormd. Tijdens de kolonisatie wordt het weefsel gemacereerd. De eerste vijf weken in de bewaring bleken selderij planten de kieming van chlamydosporen te remmen (Day et al., 1972).

Sporulatie en verspreiding van M. acerina

Onder vochtige omstandigheden kan de schimmel massaal sporuleren op geïnfecteerd blad of op stengellesies. Vooral in vochtige grond bij nat weer en temperaturen

onder 18°C kunnen bij de teelt van een vatbaar gewas ernstige problemen verwacht worden (Newhall, 1946). Sporenvluichten gemeten met de sporenvanger van Hearst, op 15 cm hoogte, geven aan dat de sporendichtheid in de lucht 's nachts 3 à 4 maal zo hoog is dan overdag (ca. 10-30 conidiën per 400 l lucht per uur). Vooral tijdens regenbuien neemt het aantal conidiën in de lucht sterk toe. Regengval en luchtwervelingen spelen een rol bij de verticale verspreiding van de schimmel op het veld (Rintelen & Klewitz, 1976). In peen lijkt sporulatie nauwelijks bij te dragen aan de verspreiding van de ziekte in het veld (Hermansen, 1992a).

In het najaar werd massaal infectie van en sporulatie op afstervend blad waargenomen, zie hoofdstuk 5. In de generatieve fase van karwij treedt infectie van de stengels op bij het schieten van de planten. Deze infectie zou het gevolg zijn van sporen welke lange tijd in de bodem overleefd hebben (Plescher & Herold, 1983).

De conidiën verliezen het infectieuze vermogen als ze ingedroogd zijn (Neergaard & Newhall, 1951).

Overleving van de schimmel

Van conidiën die in de grond spoelen kunnen voornamelijk de middelste cellen chlamydosporen vormen. De eindcellen verliezen hun vitaliteit. Na acht dagen heeft ongeveer 60% van de conidiën chlamydosporen gevormd. Na 20 weken bleken deze chlamydosporen nog te kunnen kiemen en in staat een plant te infecteren. Chlamydosporen kunnen door (regen)water eenvoudig naar de oppervlakte gebracht worden (Wall & Lewis, 1978b).

Twee jaar na de teelt van peen blijkt de vitaliteit van chlamydosporen uit de grond nog nauwelijks verminderd. In de grond blijven chlamydosporen in rust, waarschijnlijk als gevolg van algemene fungistasis (Wall & Lewis, 1980c).

De rol van vatbare onkruiden in de overleving en verspreiding van *M. acerina* is niet bekend. Niettemin wordt in een rotatie met peen aangeraden in jaren dat niet-waardplanten geteeld worden het onkruid goed te bestrijden (Hermansen, 1992b).

3. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Op basis van de kennis in de literatuur over de levenswijze van de schimmel werd een onderzoekprogramma samengesteld. Dit was gericht op het invullen van leemten betreffende het inzicht in de levenscyclus van *M. acerina*. Op basis van de gegenereerde kennis zijn mogelijkheden voor beperking en bestrijding van verbruiningsziekte in karwij ontwikkeld en getoetst. Van belang hierbij is hoe de infectie tot stand komt en hoe de inoculumopbouw in de herfst en de epidemie in het voorjaar vertraagd kunnen worden. Uiteindelijk moeten de verschillende mogelijkheden voor de gewasbescherming gecombineerd worden zodat een voor de praktijk relevante oplossing voor de problemen met verbruiningsziekte in karwij bereikt wordt.

Onderzoek naar inoculumbronnen

Het is belangrijk te weten in welke mate verschillende inoculumbronnen een rol spelen in de levenscyclus van *M. acerina*. Om schade door de verbruiningsziekte te beperken moet de bijdrage van de diverse inoculumbronnen zoveel mogelijk beperkt worden. Hoe langer infectie van een gewas uitgesteld kan worden, des te minder schade mag verwacht worden. Het spreekt voor zich dat daarbij de meeste aandacht aan de belangrijkste inoculumbron gegeven moet worden.

Het effect van grondbesmetting op infectie van karwij wordt onderzocht in kas- en veldproeven. Omdat grondbesmetting als een van de belangrijkste inoculumbronnen beschouwd wordt, is onderzocht of grondbesmetting gekwantificeerd kan worden. Hierbij werden twee uitgangspunten genomen, namelijk directe isolatie van de schimmel uit de grond (hoofdstuk 13) of aantonen van een besmetting via een biotoets (hoofdstuk 14). Beide moeten leiden tot een voorspelling van het risico op verbruining bij de teelt op het betreffende perceel.

De rol van besmet zaaizaad komt aan de orde in hoofdstuk 8. Om zaaizaad te controleren op besmetting moest een zaadtoets ontwikkeld worden.

Inoculum kan mogelijk afkomstig zijn van waardplanten buiten het veld. De infectie moet dan komen van conidiën die komen aanwaaien. De afstand waarover sporen verspreid kunnen worden, is onderzocht (hoofdstuk 5).

Onderzoek naar uitbreiding van de ziekte

Naast het verhinderen van infectie kan ook geprobeerd worden de uitbreiding van de ziekte te beperken. Daarvoor is het nodig te weten onder welke omstandigheden *M. acerina* zich kan uitbreiden. De relatie tussen het optreden van de verbruiningsziekte, de weersomstandigheden en de zaadopbrengst van karwij wordt beschreven in hoofdstuk 4. De omstandigheden waaronder de schimmel sporuleert zijn onderzocht (hoofdstuk 5).

De eerste infectie vindt waarschijnlijk plaats in de wortel. Mogelijk wordt infectie gestimuleerd doordat de wollige karwijluis beschadigingen veroorzaakt waardoor de schimmel makkelijker de wortel kan penetreren. De rol van beschadiging van de wortel op infectie door *M. acerina* is onderzocht (hoofdstuk 16).

M. acerina is een vochtminnende schimmel. Maatregelen gericht op het verkorten van de periodes dat het gewas nat is, hebben wellicht een remming van de uitbreiding van de verbruiningsziekte tot gevolg. Het niveau van de stikstofgift, de rijenafstand en de hoeveelheid zaaizaad bepalen voor een groot deel het plantbestand en de gewasstructuur van karwij. Het effect van de rijenafstand en de zaadhoeveelheid worden onderzocht in veldproeven (hoofdstuk 6). Het effect van het variëren van de stikstofgift wordt beschreven in hoofdstuk 7.

Een andere mogelijkheid om de ziekte-ontwikkeling te beperken, is mogelijk de inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Het effect van zaaizaadontsmetting werd onderzocht in laboratorium-, kas- en veldproeven (hoofdstuk 9). Proeven met gewasbespuiting tijdens verschillende fasen van de gewasontwikkeling zijn uitgevoerd (hoofdstuk 10).

De keuze van de dekvrucht kan mogelijk ook van belang zijn bij de uitbreiding van de verbruiningsziekte. Van een aantal dekvruchten is bekend dat ze vatbaar zijn voor *M. acerina*. Het effect van de dekvruchten op verbruiningsziekte in karwij is onderzocht in veldproeven (hoofdstuk 11).

Teelt van (partieel) resistente rassen zou het optreden van verbruining in karwij kunnen beperken. Onderzoek naar het resistentieniveau tegen verbruining in karwij is niet gedaan. Het ontwikkelen van een toets voor veredeling op resistentie wordt beschreven in hoofdstuk 15.

Onderzoek naar overleving van de schimmel

De overleving van de schimmel in perioden tussen karwijteelten kan mogelijk ook beïnvloed worden. Waardplanten, zoals een aantal onkruiden, en geïnfecteerde gewasresten kunnen mogelijk een rol spelen bij de overleving. In kas- en veldproeven werd hiernaar onderzoek gedaan (hoofdstuk 12). Vruchtwisseling kan bij de overleving een belangrijke rol spelen. Dit werd niet in het onderzoek opgenomen. Enerzijds vanwege de grote waardplantenreeks van de schimmel en anderzijds vanwege de langdurige overleving van chlamydosporen in de grond (Wall & Lewis, 1980c). Bij peen leek vruchtwisseling een beperkte rol te spelen (Hermansen, 1992b).

4. ONTWIKKELING VAN DE VERBRUININGSZIEKTE EN SCHADE IN KARWIJ

4.1 Inleiding

Mycocentrospora acerina veroorzaakt opbrengstverliezen in de teelt van karwij. Tot nu toe ontbreekt een economische schadedrempel voor verbruining in karwij. Is deze bekend dan kan de effectiviteit van diverse teelt- en gewasbeschermingsmaatregelen in relatie tot hun ingreep in de teelt beter beoordeeld worden. Daarvoor is het van belang te weten met welke snelheid de ziekte zich in een gewas kan uitbreiden. Weersomstandigheden en het ontwikkelingsstadium van het gewas spelen hierbij een belangrijke rol. Kennis van de relatie tussen deze factoren is nodig om het effect van bestrijdingsmogelijkheden aan te kunnen geven.

In drie veldproeven in Lelystad is nagegaan wat het effect van het moment van infectie (inoculatie) is op de ontwikkeling van de verbruiningsziekte. Daarnaast werden van 20 proeven in het verbruinings-onderzoek de opbrengst, de ziekte-waarnemingen en de weersomstandigheden aan elkaar gerelateerd.

4.2 Materiaal en methoden

In drie proeven werd het effect van het moment van besmetting van karwij op de ontwikkeling van de verbruiningsziekte onderzocht. De proeven werden aangelegd in vier blokken. Per blok werd in principe één onbesmet veldje aangelegd (t1). Daarnaast werden veldjes besmet in de vroege herfst (t2), in de late herfst (t3), in het vroege voorjaar (t4), bij begin bloei (t5) en bij eind bloei (t6). De veldjes werden van elkaar geïsoleerd door een strook zomergerst of zomertarwe van 3 meter om onderlinge besmetting te voorkomen. Tabel 1 geeft de algemene proefveldgegevens.

Tabel 1. Algemene proefveldgegevens.

oogstjaar	1991	1992	1993
proefnummer	2316	2496	3070
ras	*	Bleija	Bleija
dekvrucht	tarwe	zomergerst	zomergerst
zaaidatum	voorjaar 1990	18/3	9/3
zaadhoeveelheid [kg/ha]	10	7,5	7,5
inoculatie t2	17/10	4/11	1/10
t3	-	17/12	25/11
t4	8/4	24/3	3/5
t5	27/5	3/6	-
t6	19/6	-	-
ziektewaarneming	10/7	29/6	30/6
oogstdatum	17/7 ^{**} , 26/7 ^{***}	1/7	13/7
oogstwijze	Hege	maaidorser	maaidorser
bruto veld [m ²]	36	36	36
netto veld [m ²]	18	18	18

* Per blok werd een ander karwijras ingezaaid. Dit waren respectievelijk Volhouden^{**}, Mansholt's^{**} en Bleija^{***}.

Een aantal keren kon niet op het gewenste tijdstip geïnoculeerd worden vanwege vorst (91; t3) of perioden met aanhoudend droog weer (92; t6 & 93; t5). In 1991 is inoculatie op t4 met een lage dosering overgedaan. Vanwege deze uitgevallen inoculaties is besloten de gegevens te verwerken door per blok, de veldjes die in hetzelfde seizoen besmet waren samen te nemen. Hierdoor werd het aantal tijdstippen teruggebracht tot drie; namelijk najaarsbesmetting, voorjaarsbesmetting en de onbesmette controle. De gegevens werden verwerkt met variantie- en regressie-analyses.

Inoculatiemethode

M. acerina werd gedurende drie weken gekweekt op aardappel-glucose-agar. De agarplaten met de schimmel werden vervolgens met een blender in een geringe

hoeveelheid water vermalen. De ontstane suspensie werd over kaasdoek gehaald. In het veld werd het inoculum met water op de gewenste sporendichtheid gebracht.

Op verschillende tijdstippen werden karwijveldjes geïnoculeerd met *M. acerina*. De veldjes werden bespoten met een chlamydosporensuspensie van 10^4 sporen per ml. Over een veld (36 m^2) werd 2.5 liter vloeistof verspoten in 2 minuten bij een druk van 2.4 atmosfeer. Inoculatie geschiedde altijd op een regenachtige dag.

Waarnemingen

Bijlage 4 geeft een tabel met decimale codes voor de ontwikkelingsstadia voor winterkarwij. Deze is gebaseerd op een decimale code voor granen (Zadoks et al., 1974) en voor kruiden (Pank, pers. meded.).

Gedurende het seizoen werd de ontwikkeling en de aantasting van karwij bepaald. Per veldje werden minimaal tien planten meegenomen naar het laboratorium en onderzocht op verbruining. Het percentage planten met bladinfecties werd bepaald door van elke plant een bladstukje op vochtig filtreerpapier uit te leggen in een petrischaal. Deze werden gedurende twee dagen geïncubeerd bij 18°C . Vervolgens werd met behulp van een microscoop bepaald of de voor *M. acerina* typische conidiën gevormd waren. Deze werkwijze werd de filtreerpapier methode genoemd.

De wortelaantasting werd bepaald door per veldje minimaal tien wortels te beoordelen op verbruining. De mate van aantasting werd ingedeeld in vijf klassen: 0: geen aantasting, 1: 1-10% van de wortel aangetast, 2: 10-30% aantasting, 3: 30-70% aantasting en 4: 70-100% aantasting. Hieruit werd een index berekend, door het aantal planten per klasse te vermenigvuldigen met de bijbehorende waarde en bij elkaar op te tellen. Vervolgens werd dit getal gedeeld door het aantal beoordeelde wortels.

In 1991 werd de standdichtheid bepaald door het aantal planten per 0.25 m^2 te tellen. In 1992 en 1993 werd per veldje 5×2 meter rijlengte geteld.

Twee tot vier weken voor de oogst werd de mate van verbruining in karwij in het veld bepaald. Hiervoor werden 5 maal 25 planten per veldje beoordeeld op de mate van stengelaantasting. De mate van stengelaantasting wordt gedefinieerd als het percentage van de hoofdstengel dat zichtbaar geïnfecteerd is met *M. acerina*.

Relatie tussen verbruining, neerslag en opbrengst

Van twintig proeven, beschreven in de diverse hoofdstukken, werd het gemiddelde aantastingsniveau van de stengels door *M. acerina* bepaald. De mate van aantasting werd bepaald als het gemiddelde percentage stengelaantasting door de verbruiningsziekte. Deze gegevens werden gecorreleerd met neerslagcijfers in verschillende fasen in de ontwikkeling van zomer- en winterkarwij. Bijlage 5 geeft de relevante neerslagcijfers in de jaren 1991 tot en met 1994. Gebruikt zijn de gegevens afkomstig van het dichtst bij de proeven gelegen weerstation van het KNMI.

In deze twintig proeven werd tevens de opbrengst bepaald. De opbrengst werd omgerekend naar een relatieve opbrengst. Als 100%-niveau werd genomen het gemiddelde van de behandeling die het minst aangetast werd door verbruiningsziekte. De relatieve opbrengst per proef werd uitgezet tegen de mate van aantasting.

4.3 Resultaten

De jaartallen genoemd bij de resultaten en de discussie zijn die van het oogstjaar. De vegetatieve fase van het gewas is een jaar eerder.

Effect van inoculatie-tijdstip op verbruining

Als de inoculatie aansloeg dan was binnen een week infectie van het blad zichtbaar. De verdere verspreiding van de schimmel was afhankelijk van de weersomstandigheden.

De in 1991 gebruikte rassen bleken weinig te verschillen in ontwikkeling en het optreden van de verbruiningsziekte. Bij de verwerking van de resultaten werden de gegevens van de verschillende rassen gezamenlijk geanalyseerd.

Tabel 2 geeft enkele gewasparameters voor de drie proeven uitgesplitst naar inoculatie in de herfst, in het voorjaar en de controle.

Tabel 2. De standdichtheid bij de oogst, de worteldiameter in de herfst, het percentage door *M. acerina* geïnfecteerde planten, de mate van stengelaantasting en de zaadopbrengst, in drie proeven uitgesplitst naar inoculatie in de herfst in het voorjaar en de controle.

proef	inoculatie	plant- aantal [m ⁻²]	wortel- diameter [mm]	zieke planten [%]	stengel- aantasting [%]	zaad- opbrengst [kg/ha]
PAGV	controle	119	8,3	13	2,1	2407
2316	herfst	132	7,9	51	11,1	2164
1991	voorjaar	114	8,2	22	2,1	2259
PAGV	controle	106	7,5	15	0,6	2396
2496	herfst	118	7,5	22	0,8	2306
1992	voorjaar	114	7,2	22	0,8	2352
PAGV	controle	68	9,5	42	1,8	2322
3070	herfst	72	9,2	37	1,7	2265
1993	voorjaar	66	9,1	40	1,4	2257
LSD (0,05)		18	1,4	11	1,6	272

Het percentage geïnfecteerde planten en de mate van aantasting bleken in 1991 significant groter bij inoculatie in de herfst. Inoculatie in het voorjaar had geen betrouwbaar effect op de aantasting. Dit geeft aan dat om aantasting van winterkarwij in het voorjaar te krijgen de schimmel in de herfst al aanwezig moet zijn. Het effect van het inoculatie-tijdstip op opbrengst was net niet significant. In 1991 was sprake van een natte juni-maand; dit kan enigszins in de opbrengst teruggevonden worden. De andere twee voorjaren waren droog en ongunstig voor *M. acerina*. In 1992 en 1993 was er geen effect van het moment van infectie op aantasting en opbrengst. De standdichtheid werd in de drie proefjaren niet beïnvloed door het optreden van de verbruiningsziekte. Wel waren er sterke jaarverschillen.

De wortels voldeden qua dikte in de drie jaren in de herfst ruim aan de gewenste 6 mm dikte om het volgende jaar in bloei te kunnen komen. In de proefjaren werd geen effect van de verbruiningsziekte op de worteldikte in de herfst gevonden.

Het tijdstip van inoculatie had geen significante invloed op het aantal stengels en

schermen per vierkante meter.

Epidemie

De verbruiningsziekte kon ook gevonden worden in niet geïnoculeerde velden. In de proef in 1993 werd de schimmel al in het najaar in elk veld aangetroffen. Hierdoor ging het effect van de controle en de voorjaarsinoculatie grotendeels verloren. Het verloop van het percentage planten met infectie van het blad in de tijd staat in tabel 3.

Tabel 3. Het percentage karwij-planten waarop *M. acerina*, met de filtreerpapier-methode, op het blad aangetoond kon worden, uitgesplitst naar de verschillende proeven en inoculatie tijdstippen.

proef	inoculatie	okt.	nov.	dec.	mrt.	begin april	eind april	begin mei	eind mei	half juni
PAGV	controle	0	0	13	6	11	0	14	10	19
2316	herfst	0	0	56	74	80	43	88	72	86
1991	voorjaar	0	1	5	22	19	10	23	16	22
PAGV	controle	0	-	4	26	-	25	-	31	16
2496	herfst	0	-	9	60	-	68	-	65	47
1992	voorjaar	0	-	0	18	-	15	-	44	39
PAGV	controle	43	34	-	55	-	-	-	-	-
3070	herfst	44	30	-	50	-	-	-	-	-
1993	voorjaar	48	51	-	50	-	-	-	-	-

Tussen de bladaantasting in het najaar en de stengelaantasting in het voorjaar werd in de drie proeven geen correlatie gevonden. Wel is het zo dat indien geen bladaantasting in het najaar optrad de stengelaantasting lager uitviel. Bladaantasting in het najaar leidt echter niet noodzakelijk tot stengelaantasting in het voorjaar. Dit hangt van de weersomstandigheden in het voorjaar af. Dit geeft aan dat een voorspelling van het risico op schade door verbruining door bepaling van de bladaantasting in de

herfst nader onderzocht moet worden.

In tien proeven in het onderzoek werden in de herfst wortels opgegraven, zie tabel 4. De mate van wortelaantasting werd uitgedrukt in een index-cijfer.

Tabel 4. De mate van aantasting van karwij-wortels door verbruining in de herfst uitgedrukt in een indexcijfer tussen 0 (geen aantasting) en 4 (zware wortelaantasting) en de stengelaantasting bepaald in juni in verschillende proeven in het onderzoek.

proef	PAGV 3070	PAGV 2496	Dr931	Dr941	EH 707	PAGV 2316	EH 705	EH 699	EH 658	PAGV 3433
ziekte-index wortel	0,01	0,03	0,06	0,06	0,11	0,14	0,22	0,27	0,33	0,34
stengel- aantasting [%]	1,6	0,7	1,8	16,9	3,6	5,0	3,9	2,3	-	3,6

Niet altijd was duidelijk of *M. acerina* verantwoordelijk was voor de wortelaantasting. Het niveau van de aantasting was echter altijd laag, ook in het van nature besmette veld op Droevendaal (Dr931 en Dr941). De wortelaantasting in de herfst vertoont een geringe positieve correlatie met de mate van stengelaantasting in het voorjaar.

De mate van stengelaantasting is meer bepalend of er schade optreedt dan het percentage zieke planten. Dit komt omdat een enkel vlekje op de stengel van weinig belang is. Pas als een lesie groot of stengelomvattend wordt, treedt schade op omdat plantedelen dan boven de infectieplaats afsterven. Tabel 5 geeft het verloop weer van de aantastingsniveaus tijdens de generatieve fase van karwij.

Tabel 5. Ontwikkeling van de mate van stengelaantasting (%) in de loop van het seizoen bij winterkarwij, in diverse proeven.

week		19	20	21	22	23	24	25	26	27
PAGV2316	1991	0,0	-	0,7	-	-	2,8	-	-	10,7
PAGV2496	1992	-	0,2	-	-	0,3	-	-	0,7	0,7
Dr931	1993	-	0,0	0,1	0,5	-	-	-	1,8	-
PAGV3433	1994	0,0	0,0	0,4	0,1	0,8	1,6	2,5	3,6	4,8
Dr941	1994	0,1	-	1,7	-	14,9	17,7	-	24,3	-
Bo943	1994	-	0,2	-	0,8	-	5,0	-	18,6	-

-: geen waarnemingen verricht.

De eerste stengelaantasting treedt meestal op tijdens de volle bloei. Afhankelijk van de weersomstandigheden neemt de aantasting aan het eind van het seizoen sterk toe.

Schaderelatie

In twintig proeven werd de stengelaantasting door *M. acerina* ongeveer vier weken voor de oogst bepaald. Tevens werd de zaadopbrengst bepaald. Tabel 6 geeft een overzicht.

Tabel 6. Overzicht van karwij-proeven waarin het percentage zieke planten (Inc), de stengelaantasting (Sev), het plantbestand, de legering, de gemiddelde opbrengst per proef en de neerslaggegevens in de laatste twee maanden van het jaar en in de bloeimaand bepaald zijn.

proef	jaar	gewas	zieke planten [%]	stengel aantasting [%]	plant- aantal [m ⁻²]	lege- ring [%]	zaad- opbrengst [kg/ha]	neerslag najaar [mm]	bloei [mm]
		*							
EH630	1991	zk	3	0,0	82	0	2363	--	43
EH636	1991	zk	4	0,0	72	0	2094	--	43
EH659	1992	zk	6	0,2	79	0	1313	--	71
PAGV2495	1992	zk	11	0,6	64	0	642	--	83
Dr922	1992	zk	45	5,3	90	26	412	--	46
Dr932	1993	zk	93	15,8	-	-	548	--	155
PAGV3069	1993	zk	92	24,8	86	46	853	--	162
EH690	1993	zk	62	27,1	-	35	697	--	137
PAGV2496	1992	wk	20	0,7	112	0	2351	155	69
PAGV3070	1993	wk	40	1,6	69	0	2281	179	80
Dr931	1993	wk	46	1,8	95	0	1617	171	52
EH699	1993	wk	35	2,3	69	0	2719	179	82
PAGV3434	1994	wk	83	2,6	68	0	1580	203	62
PAGV3433	1994	wk	88	3,6	92	0	1714	203	62
PAGV2316	1991	wk	27	5,0	121	0	2270	186	38
PAGV3311	1994	wk	81	5,2	191	0	1706	203	62
PAGV3071	1993	wk	60	5,8	81	44	1888	179	80
Ln944	1994	wk	92	11,8	73	0	1986	249	87
Dr941	1994	wk	96	16,9	57	50	1014	249	87
Bo943	1994	wk	66	18,6	51	28	1909	249	87

:-: geen gegevens beschikbaar.

--: neerslaggegevens niet relevant, omdat zomerkarwij in deze periode niet op het land staat.

*: zk: zomerkarwij; wk: winterkarwij.

De gemiddelde stengelaantasting in de twintig proeven nam toe naarmate het gewas meer gelegerd was ($r^2 = 58\%$).

De neerslag in het najaar en tijdens de bloei bepalen voor een groot deel het optre-

den van de verbruiningsziekte. De mate van stengelaantasting (severity) van winterkarwij in diverse proeven werd uitgezet tegen de neerslag in het najaar. De verbruiningsziekte trad sterker op naarmate de neerslag in het najaar (november en december) groter was. De relatie kan beschreven worden met formule 1.

$$\text{Formule 1: } \text{severity} = -27,5 + 0,17 * \text{Rnj}; \quad r^2 = 81 \%$$

severity: gemiddelde stengelaantasting [%]

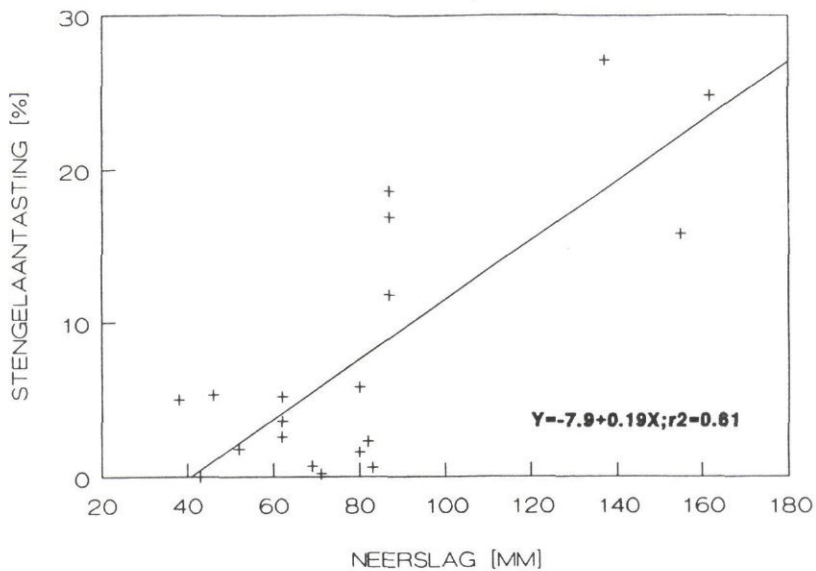
Rnj: neerslag in november en december [mm]

Deze correlatie werd echter voor een groot deel bepaald door waarnemingen in drie proeven.

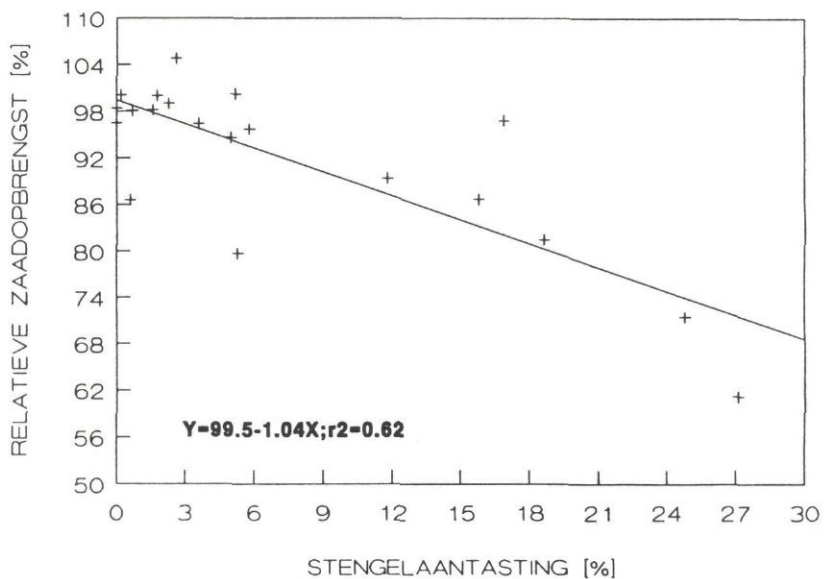
Van zomer- en winterkarwij werd de gemiddelde stengelaantasting uitgezet tegen de neerslag in de bloei- en de afrijpingsmaand. Een positieve correlatie werd gevonden tussen verbruining en neerslag in de bloeimaand, zie figuur 2. Naarmate de neerslag in de bloeimaand groter was nam de stengelaantasting toe. Er was geen correlatie tussen de neerslag in de maand van afrijping en het optreden van verbruining.

Het effect van verbruining op opbrengst werd bepaald door de relatieve opbrengst te berekenen en deze uit te zetten tegen de mate van stengelaantasting. Dit werd gedaan voor twintig proeven met zomer- en winterkarwij beschreven in diverse hoofdstukken, zie figuur 3 en tabel 6.

Naarmate de stengelaantasting van zomer- en winterkarwij toeneemt, daalt de relatieve opbrengst sterk.



Figuur 2. Het effect van neerslag in de bloeimaand op de gemiddelde stengelaantasting van zomer- en winterkarwij, waargenomen in 20 proeven.



Figuur 3. Relatieve opbrengsten in zomer- en winterkarwij als gevolg van het optreden van de verbruiningsziekte, waargenomen in 20 proeven.

4.4 Discussie

In de jaren 1991 tot en met 1993 was sprake van relatief droge voorjaren. De ontwikkeling van de verbruiningsziekte ging hierdoor slechts langzaam. Dit was vooral te merken bij de voorjaarsinoculaties van 1991 en 1992 waar de schimmel nauwelijks aantasting gaf. Schade van betekenis heeft zich in de winterkarwij in de proeven te Lelystad dan ook nauwelijks voorgedaan.

Ondanks het optreden in de herfst had de schimmel geen effect op de standdichtheid en de worteldiameter. Dit geeft aan dat de schimmel in de herfst niet direct schadelijk is voor karwij. Wel vindt in deze periode een opbouw van de ziektedruk plaats. Naarmate de schimmel de ziektedruk in de herfst meer opgebouwd heeft, kan een epidemie sneller verlopen en zal de schade door stengelaantasting groter zijn.

Onder relatief koele en vochtige omstandigheden kunnen stengels makkelijk aangeast worden. Het microklimaat in het gewas zal bij de uitbreiding van de verbruiningsziekte een grote rol spelen. Maatregelen gericht op vertraging van de inoculumopbouw en verslechtering van de omstandigheden voor uitbreiding van de schimmel kunnen een bijdrage leveren om de schade beperkt te houden. In de volgende hoofdstukken komen facetten hiervan aan de orde.

Bemonstering van blad in het najaar om de aantasting in het voorjaar te voorspellen lijkt moeilijk, vanwege de geringe correlatie die gevonden werd in de proeven. Verder onderzoek moet uitwijzen of afwezigheid van bladaantasting in het najaar betekent dat er geen of een te verwaarlozen stengelaantasting in het voorjaar optreedt. In de teelt van peen bleek het voorkomen van *M. acerina* op het blad ten tijde van de oogst in het najaar gecorreleerd ($r^2=0.65$) met het optreden van de ziekte in de bewaring (Hermansen, 1992a).

Wortelaantastingen waargenomen in het najaar in diverse proefvelden waren laag. De correlatie met aantasting in het voorjaar was gering. Beoordeling van de wortelaantasting in de herfst geeft waarschijnlijk geen goed beeld van de mogelijke aantasting van karwij in de generatieve fase.

Bij de gezamenlijke verwerking van de gegevens uit diverse proeven bleek verbruining gestimuleerd te worden door neerslag in het najaar (alleen winterkarwij) en

neerslag in de bloeimaand. De positieve correlatie tussen neerslag in het najaar en aantasting is voornamelijk gebaseerd op drie proefvelden met een hoog aantastingsniveau en hoge neerslagcijfers. Het verband kan verklaard worden doordat in een nat najaar de schimmel meer kans heeft te sporuleren en karwijblad aan te tasten. Hierdoor wordt de ziektedruk opgebouwd. Volgt er dan een voorjaar met een redelijke hoeveelheid neerslag dan kan de epidemie zich snel uitbreiden. Voor het optreden van schade is de neerslag tijdens de bloei waarschijnlijk belangrijker dan neerslag in het najaar. In de onderzochte proeven bleek dat indien de neerslag in de bloeimaand beneden de 80 mm bleef, het aantastingsniveau niet boven de 10% uitsteeg.

Bij gezamenlijke verwerking van de gegevens van proeven bleek opbrengstverlies bij toenemende mate van verbruining waargenomen te worden. De afname van de zaadopbrengst was echter zeer grillig. Schade van meer dan 10% trad pas op als de gemiddelde stengelaantasting vier weken voor de oogst 10% bedroeg (schadedrempel). Voor de praktijk betekent dit dat maatregelen genomen om het optreden van de ziekte te beperken snel effectief kunnen zijn. De spreiding van de relatieve opbrengst is zeer groot. Dit wordt deels veroorzaakt door de verbruining. Andere factoren, zoals de gebruikte dekvrucht, plantbestand en instraling tijdens de bloei, hebben ook invloed op opbrengst. Voor een effectieve gewasbescherming zullen maatregelen genomen moeten worden die gezamenlijk de kans op overschrijding van de schadedrempel minimaliseren.

Conclusies

Stengelaantasting is goed vast te stellen. De wortelaantasting was in de meeste proeven niet ernstig. Zelfs in velden met een behoorlijke natuurlijke infectiedruk bleven de wortels redelijk vrij van de ziekte. Infectie van de wortel lijkt een minder grote rol te spelen bij het ontstaan van schade door de verbruiningsziekte dan stengelaantasting.

Het op basis van wortelaantasting in de herfst voorspellen van problemen met verbruining lijkt moeilijk. Bladaantasting in de herfst lijkt eveneens weinig voorspellende waarde te hebben voor het optreden van stengelaantasting in het voorjaar, maar deze relatie is nog onvoldoende onderzocht.

Het optreden van de verbruiningsziekte in winterkarwij bleek toe te nemen met de neerslag in november en december. Het optreden van de verbruiningsziekte in zomer- en winterkarwij bleek positief gecorreleerd met de neerslag in de maand van de bloei van de karwij. De neerslag tijdens de afrijping had geen effect op verbruining.

Schade door de verbruiningsziekte treedt pas op als de gemiddelde stengelaantasting op vier weken voor de oogst ongeveer op 10% komt. Bij elke 10% meer aantasting neemt de schade met ongeveer 10% toe.

5. VERSPREIDING VAN CONIDIËN VAN *M. ACERINA*

5.1 Inleiding

De uitbreiding van de verbruiningsziekte in het veld wordt waarschijnlijk bepaald door verspreiding van conidiën. Wellicht spelen conidiën ook een rol bij de eerste infectie van een karwijgewas. Kennis van de aantallen en de wijze van verspreiding van de conidiën is van belang om effectief maatregelen tegen de verbruiningsziekte te kunnen ontwikkelen.

Verspreiding van conidiën vindt meestal plaats door wind-, spat- of druijverspreiding. Spatverspreiding treedt op tijdens regenval. Bij druijverspreiding worden de conidiën door waterdruppels meegenomen die langs de stengels van het gewas naar beneden lopen. Een combinatie van spat- gevolgd door windverspreiding is ook mogelijk.

Dit onderzoek beoogt na te gaan op welke manier en over welke afstand de verspreiding van de conidiën van *M. acerina* plaats vindt. Het is noodzakelijk te bepalen in hoeverre de verspreidingsafstand een beperkende factor is, in verband met potentiële inoculumbronnen buiten het veld. Hiertoe zijn proeven gedaan waarbij sporenvangers in het veld gezet zijn om verspreiding van conidiën te meten. In karwijproeven van het PAGV ingezaaid in 1991, 1992 en 1993 werd getracht de mate van sporenvorming en verspreiding vast te stellen. In 1993 werden ook waarnemingen gedaan in een karwijproef op proefboerderij Droevendaal te Wageningen. De proefveldjes werden geïnoculeerd in het najaar enkele maanden na oogst van de dekvruucht. In Wageningen was sprake van een natuurlijke inoculumbron.

5.2 Materiaal en methoden

Drie methoden werden gebruikt om sporenverspreiding vast te stellen:

1) Vangplanten

Op verschillende afstanden van een geïnoculeerd veld werden tien karwijplanten (vangplanten) neergezet die in de kas opgekweekt waren. In totaal werd de proef elf keer op het PAGV uitgevoerd. Drie maal in 1991, drie maal in 1992 en vijf maal in 1993.

Ongeveer zes weken oude vangplanten werden midden in, aan de rand en op 1, 4, 9, 16 en 25 meter afstand van het veld gezet. De planten werden alleen in oostelijke richting gezet, zodat ze bij een overwegend westen wind met de windrichting mee stonden. Hier bleven ze in een periode van regenachtig weer ongeveer twee weken staan. Per plant werd een monster genomen van een mogelijk ziek blad of bladsteel. Middels de filtreerpapiermethode (par. 4.2) werd vastgesteld of de plantedelen inderdaad geïnfecteerd waren door *M. acerina*.

Daarnaast werd bepaald hoe vaak tenminste één vangplant per proef op de verschillende afstanden ziek werd. Dit werd gedaan omdat in principe één zieke plant een nieuwe infectiebron voor zijn omgeving vormt.

2) Rotorod

Voor het vaststellen van eventuele windverspreiding werden in het gewas drie rotorods geplaatst. Rotorods bestaan in principe uit een motor met een houder. Hierin worden staafjes gezet die ingesmeerd zijn met een kleverige substantie (vaseline), waardoor conidiën die er tegen aan komen eraan blijven plakken. Per rotorod werden twee staafjes in een houder gezet. Deze draaiden met een snelheid van 2400 rotaties per minuut. Gedurende een periode van 24 uur werden conidiën ingevangen op de staafjes. Vervolgens werden de staafjes verwisseld. Met behulp van een microscoop (40x) werden de aantallen conidiën geteld. In totaal werden waarnemingen gedaan op 54 verschillende dagen.

3) Sucrose-agar

Spatverspreiding werd bepaald door opvangen van conidiën in petrischalen met sucroseagar (SuA+). Per liter bestond het medium uit 6g sucrose, 15g agar en 200 mg streptomycine (naar Day et al, 1972). De petrischalen met medium werden omgekeerd in een houder op 30 en 70 cm boven de grond geplaatst. In totaal

werden in Lelystad 55 maal (1992, 1993 en 1994) platen in een besmet veld gezet en in Wageningen 48 maal (1993 en 1994). Na één dag werden de platen opgehaald en gedurende 14 dagen bij 12°C geïncubeerd. Vervolgens werd het aantal *M. acerina*-kolonies geteld.

De weersomstandigheden op waarnemingsdagen werden nauwkeurig vastgesteld. Met behulp van regressie-analyses werd de mate van correlatie tussen de verschillende waarnemingen bepaald.

5.3 Resultaten

Met vangplanten, rotorods en SuA+-platen konden redelijke aantallen conidiën aangetoond worden.

Vangplanten

Series waarin midden in de bron niet tenminste 50% van de vangplanten ziek werden, zijn buiten de berekening gehouden. Dit omdat de omstandigheden voor sporenverspreiding kennelijk ongunstig waren. De resultaten met elf series vangplanten op verschillende afstanden van een inoculumbron staan in tabel 7.

Tabel 7. Het percentage door *M. acerina* geïnfecteerde vangplanten op verschillende afstanden van een besmet karwijveld. De incidentie geeft aan het percentage series waarin tenminste één vangplant ziek werd bij de verschillende afstanden (1991, 1992 en 1993).

	afstand tot de besmettingsbron [m]						
	0	0,1	1	4	9	16	25
% zieke vangplanten	90	74	48	16	6	0	0
incidentie	100	100	90	64	31	0	0

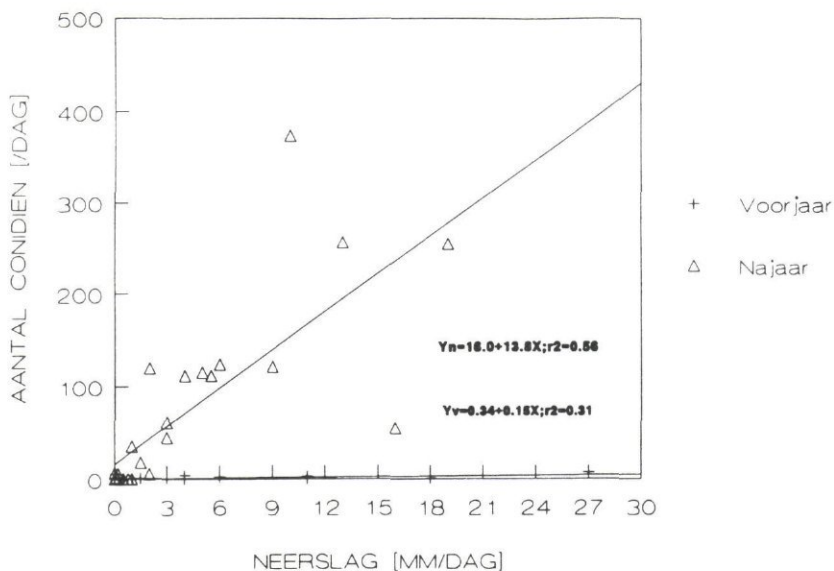
Het percentage geïnfecteerde planten neemt exponentieel af met de afstand tot de bron. De afstand waarover conidiën een succesvolle infectie konden bewerkstelligen bleef in de proeven beperkt. Verschillende malen werden planten op 4 meter van een bron ziek. Alleen in 1993 gebeurde dit ook met enkele planten op 9 meter afstand van de bron. Ongeveer één op de drie keer werd tenminste één plant op 9 meter ziek (incidentie). Zo'n zieke plant kan dan weer dienen als nieuwe verspreidingsbron van de ziekte. Dit is een aanwijzing dat conidiën over deze afstand met een zekere efficiëntie verspreid kunnen worden. Controle planten neergezet op 500 meter afstand van het veld werden niet ziek. Dit geeft aan dat infectie van deze planten uit besmet zaaizaad niet waarschijnlijk is. Directe controle op besmetting van het zaad leverde geen geïnfecteerde zaden op bij een detectie grens van 0.5%.

Rotorod en Sucrose-agar

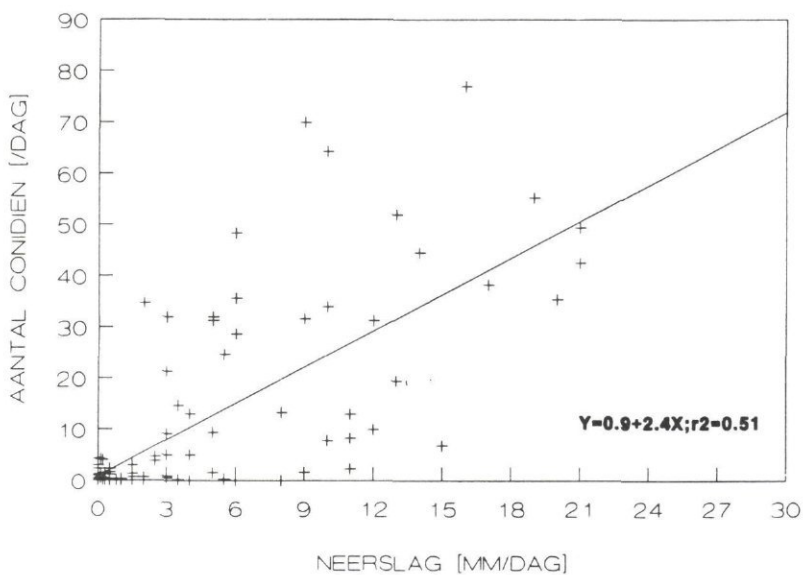
De figuren 4 en 5 geven de resultaten met de rotorods en het SuA+ medium uitgezet tegen de neerslag. Het aantal conidiën waargenomen in het najaar bleek veel groter dan in het voorjaar. Met rotorods buiten het proefveld werden vrijwel geen conidiën gevangen. Dit geeft aan dat verspreiding over grotere afstand weinig voorkomt.

Het aantal conidiën waargenomen met SuA-platen was op 30 cm hoogte ongeveer acht maal zo groot dan op 70 cm hoogte. Dit betekent dat de meeste sporen zich vlak boven het gewas bevinden.

Naast regenval had ook de temperatuur invloed op de sporulatie. Bij stijging van de gemiddelde temperatuur op een dag nam het aantal met rotorods ingevangen conidiën af. Bij een maximum dagtemperatuur beneden 2°C werden geen conidiën meer ingevangen. Voor conidiën ingevangen op SuA+-medium geldt dezelfde invloed van temperatuur op sporulatie. Verspreiding van conidiën treedt op bij temperaturen tussen 5°C en 25°C, mits er sprake is van neerslag.



Figuur 4. Het gemiddeld aantal conidiën ingevangen met rotorods uitgezet tegen de neerslag, uitgesplitst naar voor- en najaar, bepaald in Lelystad.



Figuur 5. Het gemiddeld aantal gevormde kolonies op SuA+ medium na 1 dag in het veld gestaan te hebben, uitgezet tegen de neerslag, bepaald in Lelystad en Wageningen.

5.4 Discussie

De afstand waarover de conidiën van *M. acerina* verspreid werden, beperkte zich tot 9 meter. Dit geeft aan dat de besmetting van karwij zeer waarschijnlijk niet van buiten het perceel komt. In peen bleek de verspreiding van conidiën van *M. acerina* evenmin te leiden tot infectie van een aanliggend gewas (Wall & Lewis, 1980a).

Met de rotorods en op sucrose agar werden conidiën vrijwel niet ingevangen op dagen dat het niet geregend had. Dit geeft aan dat spatverspreiding de belangrijkste manier van sporenverspreiding is. De wind alleen lijkt niet zo'n grote invloed te hebben. In combinatie met regen speelt de wind mogelijk wel een belangrijke rol in verspreiding over afstand. Met de SuA+ platen konden conidiën zowel op 30 als op 70 cm hoogte gevangen worden. Het is dus denkbaar dat regendruppels met conidiën boven het gewas door de wind opgepakt en verspreid worden.

Laat in de herfst werden nog grote aantallen sporen gevangen. De temperatuur was in die periode gedaald tot ongeveer 8°C. In de winter van 1992/1993 werd na een vorstperiode een aanzienlijk geringer aantal conidiën ingevangen dan op grond van de neerslag hoeveelheid verwacht mocht worden. Dit werd mogelijk veroorzaakt doordat de temperatuur naar $\pm 5^\circ\text{C}$ gezakt was, hetgeen de ondergrens voor sporulatie van *M. acerina* is (Gündel, 1976). In 1993 stegen de temperaturen na de vorst weer boven de 5°C, waarna grote aantallen conidiën waargenomen werden. Wellicht werd dit ook veroorzaakt doordat er na de vorst meer afstervend blad was.

De verspreiding in het voorjaar lijkt minder belangrijk dan in de herfst, gezien het aantal ingevangen conidiën. Een trend kon waargenomen worden dat naarmate meer blad afgestorven was meer conidiën ingevangen werden. Dit zou kunnen betekenen dat in de generatieve fase van het gewas, sporenvorming ook pas optreedt als de eerste bladeren afsterven. Dit is het geval als het gewas geschoten is en begint te bloeien. De onderste bladeren krijgen dan geen licht meer. Conidiën gevormd in een geschoten gewas worden waarschijnlijk direct weer door het gewas ingevangen. Ze dragen dus wel bij aan de lokale uitbreiding van de ziekte, maar waarschijnlijk in beperkte mate aan de verdere verspreiding door het veld. De geringere horizontale verspreiding in het voorjaar wordt bevestigd in proeven met zomerkarwij waar de grens tussen geïnoculeerde en niet besmette veldjes zeer scherp te

zien was (hoofdstukken 6 en 7). Stengel- en schermaantasting ontstaat waarschijnlijk door conidiën die naar boven zijn gespat en de plantedelen daar infecteren. Inwendige groei van de schimmel vanaf de grond naar boven door de stengel werd niet waargenomen. Bij de verticale verspreiding van conidiën spelen naast regenval ook luchtwervelingen een rol (Rintelen en Klewitz, 1976).

Conclusies

De wind alleen, lijkt een geringe invloed op conidiënverspreiding van *M. acerina*; planten op meer dan negen meter van een besmette plek werden niet ziek. Voor de praktijk betekent dit dat zieke planten in bermen en buurpercelen weinig of geen bijdrage leveren aan de ziektedruk op een karwijgewas.

De belangrijkste inoculumopbouw vindt in de herfst plaats. Verspreiding vindt in het veld plaats tijdens regenbuien bij temperaturen tussen 2°C en 25°C. In het voorjaar en de zomer speelt sporulatie een minder grote rol. Indien de inoculumopbouw in het najaar verminderd kan worden kan een epidemie in het tweede jaar wellicht vertraagd worden. Deze vermindering kan mogelijk gerealiseerd worden door inzet van chemische middelen (hoofdstuk 10) of via biologische bestrijding van *M. acerina*. De eerste mogelijkheid heeft als nadeel dat eenmalige toediening in het najaar onvoldoende effectief bleek. Daar komt bij dat het uit economische en milieutechnische overwegingen niet aantrekkelijk is. De inzet van antagonisten (onder andere *Trichoderma spp.*) zal eerst nog ontwikkeld en getoetst moeten worden.

6. INVLOED VAN STANDDICHTHEID OP VERBRUINING

6.1 Inleiding

De schimmel *Mycocentrospora acerina* heeft een vochtig microklimaat nodig om zich te kunnen vermeerderen en verspreiden. In een gewas wordt het microklimaat in grote mate bepaald door de gewasstructuur. In dichte zware gewassen kan het langer vochtig blijven hetgeen de kans op infectie kan vergroten.

In 1991 is gebleken dat velden met een hoge standdichtheid ernstig aangetast kunnen worden door de verbruiningsziekte. Op een proefveld van het AB-DLO waren twee zaaidichtheden uitgezaaid. Het veld met de hoogste standdichtheid was duidelijk ernstiger aangetast dan het andere veld. In een zwaar bemest en dicht gezaaid gewas in Wedderveer kwam in hetzelfde jaar een ernstige aantasting van verbruiningsziekte voor. In gewassen in de omgeving viel de aantasting mee. Dit was aanleiding voor een aantal veldproeven om na te gaan in hoeverre door het variëren van de rijenafstand en/of de zaaizaadhoeveelheid de mate van verbruining in karwij te beïnvloeden is.

6.2 Materiaal en methoden

Met zowel zomerkarwij (Karzo) als winterkarwij (Bleija) werden vier proeven uitgevoerd op Ebelsheerd en Droevendaal. In de proeven werd de rijenafstand en de zaaizaadhoeveelheid gevarieerd (tabel 8). De zomerkarwij op Ebelsheerd (1992 & 1993) en Droevendaal (1992) werd voor de helft kunstmatig besmet met *M. acerina*. Deze proeven werden aangelegd als split-plot proeven in vier herhalingen. In 1993 en 1994 werd op Droevendaal niet meer geïnoculeerd omdat de schimmel van nature aanwezig bleek. Deze proeven werden als blokkenproef aangelegd. Inoculatie werd uitgevoerd met een rugspuit, zoals beschreven in hoofdstuk 4.

De proeven met winterkarwij op Ebelsheerd zijn niet gelukt. In 1992 bleven de penen te dun waardoor de planten in 1993 niet gingen bloeien. In de tweede proef

kwam de karwij als een te dun bestand onder de dekvrucht vandaan, waardoor de geplande plantdichtheden niet gerealiseerd werden.

Tabel 8 geeft de algemene proefveldgegevens.

Tabel 8. Algemene proefveldgegevens.

locatie	Ebelsheerd		Droevendaal		Droevendaal	
	Nieuw Beerta		Wageningen		Wageningen	
oogstjaar	1992	1993	1992	1993	1993	1994
proefnummer	EH 659	EH 690	Dr 922	Dr 923	Dr 931	Dr 941
gewas	zomerkarwij		zomerkarwij		winterkarwij	
ras	Karzo		Karzo		Bleija	
dekvrucht	-		-		zomergerst	
zaaizaad [kg/ha]	4 & 8		4 & 8		6 & 12	
rijenafstanden [cm]	12½, 37½ & 50		12, 36 & 48		12, 36 & 48	
zaaidatum	9/4	15/4	22/4	21/4	22/4*	21/4*
inoculatie	24/7	16/6	24/7	-	-	-
ziektewaarneming	20/8	13/8	7/9	25/8	9/6	15/6
oogstdatum	9/9	20/9	12/10	29/10	8/7	19/7
oppervlak veld [m ²]	108	108	90	90	90	90
grondtype	klei		zand		zand	

*: voor winterkarwij geldt een zaaidatum in het jaar voorafgaand aan de oogst.

Ongeveer vier weken voor de oogst werd het aantal besmette planten (incidentie) en de mate van stengelaantasting (severity) bepaald. De karwij werd van stam gedorst. Per veldje werd na drogen en schonen de opbrengst bepaald. De resultaten werden verwerkt met variantie-analyses.

Op Droevendaal werd in 1992 de zomerkarwij en in 1993 de winterkarwij berekend. Hierdoor werden betere omstandigheden voor *M. acerina* gecreëerd. In de andere proefjaren maakte voldoende regenval dit niet noodzakelijk.

Op Droevendaal werd de bladnatperiode gemeten met "de Wit"-bladnatschrijvers. De perioden waarin gemeten kon worden, waren beperkt. De apparatuur bleek nogal

gevoelig voor technische mankementen.

6.3 Resultaten

In de vier proeven op Droevendaal werd de karwij ernstig aangetast door verbruining. Inoculatie bleek overbodig omdat een natuurlijke besmettingsbron aanwezig was. Op Ebelsheerd werd de karwij ernstig aangetast indien geïnoculeerd werd. Op beide locaties kwam de schimmel significant vaker voor in de geïnoculeerde veldjes dan in de onbesmette veldjes. Tabel 9 geeft het effect van de verschillende rijenafstanden en zaaizaadhoeveelheden op het plantbestand bij winterkarwij.

Tabel 9. Het effect van rijenafstand en zaaizaadhoeveelheid op het plantbestand van winterkarwij op Droevendaal in 1993 en 1994.

rijen- af- stand [cm]	zaad- hoeveel- heid [kg/ha]	totaal planten		niet- geschoten planten		geschoten planten		percentage geschoten planten	
		[m ²]		[m ²]		[m ²]		[%]	
		1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
12	6	117	72	20	0	98	72	85	100
36	6	125	66	40	11	85	55	69	87
48	6	123	62	35	21	89	41	72	68
12	12	213	132	77	57	136	75	65	61
36	12	183	96	74	49	109	48	60	51
48	12	199	76	101	25	98	51	50	71
LSD (0.05)		42	26	31	35	21	14	11	29

Naarmate de plantverdeling beter was (nauwe rijenafstand en minder zaaizaad) nam het percentage geschoten planten in het voorjaar toe.

De winterkarwij werd in 1994 zwaarder aangetast door *M. acerina* dan in 1993. Dit

kan toegeschreven worden aan de weersomstandigheden in deze jaren. Het jaar 1993 werd gekenmerkt door een droog voorjaar, terwijl 1994 een natte lente kende. De zaaizaadhoeveelheid had geen effect op de mate van verbruining bij winterkarwij.

Tabel 10 geeft het effect van de rijenafstand op verbruining in winterkarwij, waarbij de waarnemingen van de beide zaaidichtheden zijn gemiddeld.

Tabel 10. Percentage zieke planten, mate van stengelaantasting, zaadopbrengst en bladnatperiode in winterkarwij, bij verschillende rijenafstanden gemiddeld over twee zaaizaadhoeveelheden op Droevendaal.

rijen- af- stand [cm]	zaad- hoeveel- heid [kg/ha]	zieke planten [%]		mate van aantasting [%]		zaad- opbrengst [kg/ha]		bladnat * periode [uur.min./dag]	
		1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
12	6 & 12	58	99	8,1	22,0	1610	939	7u 08'	11h 49'
36	6 & 12	51	95	3,9	16,1	1689	1055	-	-
48	6 & 12	37	94	2,4	12,5	1552	1048	6u 37'	10h 31'
LSD (0.05)		18	3	5,3	5,5	138	108	26'	58'

:- geen gegevens beschikbaar.

*: de bladnatperiode werd geanalyseerd door de waarden gemeten op verschillende dagen als herhaling van elkaar te beschouwen.

Een ruimere rijenafstand leidde tot een geringere aantasting van karwij door verbruiningsziekte.

De mate van aantasting van zomerkarwij bleef, vanwege het droge zomerweer in 1992, op Ebelsheerd zeer laag. De geringe aantastingsgraad maakt het moeilijk conclusies te trekken. Op Droevendaal werd in zomerkarwij in 1992 wel een aanzienlijke aantasting waargenomen. Dit kan met name verklaard worden doordat in het midden van het land meer neerslag is gevallen dan in het noorden. Daarnaast zijn de proefvelden op Droevendaal een aantal malen beregend.

Vanwege aanhoudende regen in de maanden juli en augustus 1993 ontstonden in de zomerkarwij gunstige omstandigheden voor de verbruiningsziekte. Op Ebelsheerd werd de zomerkarwij zwaar aangetast door verbruining. De mate van aantasting was in de geïnoculeerde velden veel hoger dan in de onbesmette velden. De scheiding hiertussen was bijzonder scherp. Op Droevendaal kon in het veld pleksgewijs ernstige aantasting gevonden worden.

Er trad geen interactie op over jaren en locaties, zodat de resultaten van de drie proeven gezamenlijk verwerkt konden worden. Tabel 11 geeft het effect van de zaaizaadhoeveelheid op verbruining bij zomerkarwij. Een dichtere stand leidde tot meer verbruining in zomerkarwij. De rijenafstand had geen effect op de mate van verbruining in zomerkarwij. De mate van legering nam sterk toe bij grotere rijenafstand.

Tabel 11. Legering, percentage zieke planten, mate van stengel-aantasting, zaadopbrengst en bladnatperiode van zomerkarwij bij verschillende zaaizaadhoeveelheden gemiddeld over drie rijenafstanden en drie proeven (Ebelsheerd 1993 en Droevendaal 1992 en 1993).

rijen afstand [cm]	zaadhoe- veelheid [kg/ha]	lege- ring [%]	zieke planten [%]	stengel- aantasting [%]	zaad- opbrengst [kg/ha]	bladnat * periode [uren.min /dag]
12,36&48	4	25	59,1	14,6	602	5h 51'
12,36&48	8	34	64,0	17,6	514	6h 56'
LSD (0.05)		8	5,9	2,6	55	43'

*: De gegeven bladnatperiode is het gemiddelde over twee proeven.

6.4 Discussie

Bij een nauwe rijenafstand (12 cm) was de opbrengst van winterkarwij, mede als gevolg van het optreden van *M. acerina*, lager dan bij een rijenafstand van 36 cm. Verruiming van de rijenafstand tot 48 cm leidde met name in 1993 tot een geringere opbrengst. Wellicht werd dit veroorzaakt door het geringe aantal geschoten planten

bij deze rijenafstand. Bij winterkarwij gaf een verruiming van de rijenafstand een beperking van het optreden van de verbruiningsziekte. Dit kan verklaard worden doordat de bladnatperiode per dag korter werd naarmate de rijenafstand toenam. In peen, bijvoorbeeld, ontwikkelden zich meer lesies na inoculatie met *Cercospora carotae* naarmate de bladnat periode langer was (Carisse & Kushalappa, 1992). Bij zomerkarwij was het effect van de rijenafstand veel geringer. Dit wordt waarschijnlijk verklaard doordat bij een ruimere rijenafstand de legering toenam. Legering bevordert aantasting door *M. acerina*. Het gunstige effect van de ruime rijenafstand wordt dan teniet gedaan door de legering van het gewas.

Bij zomerkarwij leidde vermindering van de hoeveelheid zaaizaad tot een geringer optreden van *M. acerina* en een verhoging van de opbrengst. De geringere aantasting door verbruining kon eveneens verklaard worden door de kortere bladnatperiodes bij de lage zaaizaadhoeveelheid. Bij winterkarwij werd geen effect van zaaizaadhoeveelheid gevonden. Vanwege de tweejarigheid van winterkarwij bleven bij de hoogste zaaidichtheid veel planten na het eerste jaar in de vegetatieve fase (tabel 9). Vooral bij ruime rijenafstand was er een gering verschil in aantal bloeiende planten bij de twee zaaizaadhoeveelheden. Daardoor blijft het gewas in beide gevallen ongeveer even lang nat na dauw of regen. Hierdoor mag weinig verschil in het risico op verbruining verwacht worden. Bij nauwere rijenafstand was de plantverdeling beter waardoor meer planten gingen bloeien bij de hoogste zaaizaadhoeveelheid. Hier mag wel enig verschil in risico op verbruining verwacht worden.

In de proeven met verschillende zaaizaadhoeveelheden, rijenafstanden en stikstofgiften (hoofdstuk 7) blijkt dat de bladnatperiode en het optreden van *M. acerina* gecorreleerd zijn. Maatregelen gericht op een verkorting van de bladnatperiode in het gewas (open en niet gelegerd), verkleinen de kans op schade door de verbruiningsziekte.

Conclusies

De proeven tonen aan dat dichte, zware, en gelegerde gewassen het risico op verbruiningsziekte verhogen.

Bij winterkarwij kan het risico op verbruining beperkt worden door een rijenafstand van 30-40 cm te nemen. Bij een grotere rijenafstand neemt het risico op legering en

daarmee op verbruining toe. Door de tweejarigheid van winterkarwij is er van vermindering van de zaadhoeveelheid een geringer effect op verbruining te verwachten.

Voor zomerkarwij geldt dat beperking van de zaaizaadhoeveelheid tot 4 kg per hectare het risico op verbruining verkleind. De rijenafstand had in dit gewas minder invloed op de ziekte.

Om de opbrengstzekerheid van karwij te vergroten, moet legering worden voorkomen.

7. EFFECT VAN STIKSTOF OP VERBRUINING

7.1 Inleiding

Bij veel plantenziekten blijkt een hogere stikstofgift te leiden tot een meer ziektegevoelig gewas. Verhoging van de N-gift geeft een vergroting van de biomassa waardoor het microklimaat gunstiger wordt voor schimmels. Bovendien kan de vatbaarheid van de plant bij een hoger N-gehalte toenemen. Tevens neemt de kans op legering van het gewas toe.

Doel van het onderzoek is te bepalen in hoeverre bij het optreden van *M. acerina* in karwij sprake is van een interactie tussen de N-gift en de verbruiningsziekte.

7.2 Materiaal en methoden

Het onderzoek werd als een blokkenproef gedurende drie jaren uitgevoerd. In 1992 lag de proef in drie parallellen. In de beide andere jaren werden vier herhalingen aangelegd. De winterkarwij werd onder zomergerst gezaaid. In tabel 12 staan de algemene proefveldgegevens.

Tabel 12. Algemene proefveldgegevens.

locatie	PAGV	PAGV	Randwijk
oogstjaar	1992	1993	1994
proefnummer	2495	3069	Bo 943
gewas	zomerkarwij	zomerkarwij	winterkarwij
ras	Karzo	Karzo	Bleija
zaaidatum	9/3	5/4	28/4/93
zaadhoeveelheid [kg/ha]	7,5	7,5	8
datum N-gift	5/4	6/5	31/3
N-hoeveelheid [kg/ha]	40, 100	40, 100, 160	40, 100, 160
inoculatie	18/6	16/6	6/4
ziektewaarneming	31/8	17/8	16/6
oogstdatum	31/9	6/9	18/7
netto oppervlak [m ²]	18	18	25

De helft van de veldjes werd geïnoculeerd met een chlamydosporensuspensie van $1 \cdot 10^4$ ketens per ml. Met een rugspruit werd 2.5 liter suspensie verneveld over veldjes van 36 m². Inoculaties vonden plaats op regenachtige dagen.

De ziektewaarnemingen werden twee tot vier weken voor de oogst uitgevoerd. In 1992 werden per veldje op 5 verschillende plaatsen 10 planten uit het veld gehaald. Deze werden in het laboratorium beoordeeld op het voorkomen van diverse ziektes en plagen. In 1993 en 1994 werden per veldje op vijf verschillende plaatsen 25 planten beoordeeld op het voorkomen van verbruining. Het percentage zieke planten en de mate van stengelaantasting werden te velde bepaald.

In 1993 en 1994 werden gedurende het teeltseizoen met drie respectievelijk twee Luft bladnatschrijvers de bladnatperiodes in het gewas gemeten. De apparaten werden wekelijks in een ander veldje gezet.

De gegevens werden met variantie- en regressie-analyse verwerkt.

7.3 Resultaten

De zomerkarwij kwam in 1992 traag en onregelmatig op. In de eerste week van april,

3 weken na zaai, kwamen de eerste karwijplanten boven de grond.

Enkele weken na inoculatie kon op enige planten verbruining waargenomen worden. Door het droge weer breidde de ziekte zich slechts langzaam uit. De mate van stengelaantasting bleef beperkt tot 1.3%.

Halverwege augustus was de karwij voor een groot deel afgerijpt. Veel kiemend zaad lag al op de grond. De toegekende cijfers voor zaadverlies lieten geen significante verschillen zien tussen de objecten. Opbrengstverliezen als gevolg van verbruining werden niet waargenomen.

In 1993 was de opkomst van de zomerkarwij snel en regelmatig. Drie weken na zaai stonden er 99 planten per vierkante meter. De inoculatie vond plaats tijdens een gunstige periode. Op het blad konden al na een week enkele lesies waargenomen worden. Tijdens een zware regenbui op 5 juli is de zomerkarwij gelegerd. Met name de velden waar 100 of 160 kg N per hectare gegeven was, waren ernstig onderuit gegaan. Het gewas stond op dat moment in volle bloei. De verbruiningsziekte ontwikkelde zich in de gelegeerde velden sterk. De uitbreiding van de verbruiningsziekte was in de besmette velden veel sterker dan in de onbesmette velden. De scheiding tussen de zwaar aangetaste velden en de minder aangetaste veldjes was bijzonder scherp.

De opbrengstderving door inoculatie met *M. acerina* was bij 40, 100 en 160 kg stikstof per hectare respectievelijk 32%, 50% en 53%. De opbrengstderving in de geïnoculeerde velden bij 100 en 160 kg N per hectare ten opzichte van 40 kg was respectievelijk 33% en 36%. In de controle velden was dit respectievelijk 11% en 11%.

Het plantbestand van de winterkarwij in 1994 was enigszins dun. Na inoculatie kon al vrij snel verbruining gevonden worden. Ongeveer vier weken voor de oogst waren de geïnoculeerde velden ernstig door verbruining aangetast. In de onbesmette velden bleef de stengelaantasting beperkt.

Het opbrengstverlies door inoculatie met *M. acerina* was bij 40, 100 en 160 kg stikstof per hectare respectievelijk 2%, 47% en 44%. De opbrengstderving in de geïnoculeerde velden bij 100 en 160 kg N per hectare ten opzichte van 40 kg was respectievelijk 33% en 37%. In de onbesmette velden gaf 100 kg stikstof per hectare de beste opbrengst. *M. acerina* had, vanwege het lage aantastingsniveau, in deze

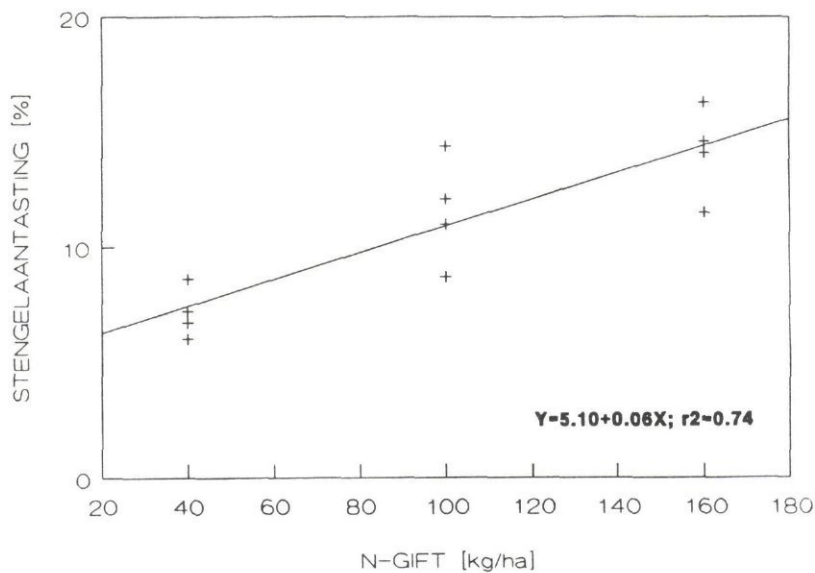
velden geen invloed op de opbrengst.

In de drie proeven kon steeds een effect van stikstof op verbruining gevonden worden. Tabel 13 geeft de belangrijkste resultaten weer.

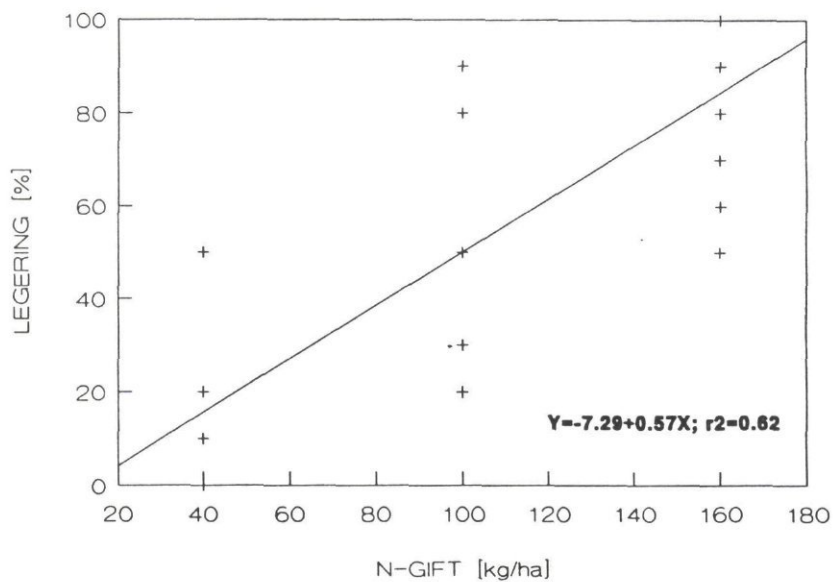
Tabel 13. Legering, plantdichtheid, mate van stengelaantasting en zaadopbrengst van zomer- (1992, 1993) en winterkarwij (1994) bij verschillende stikstofgiften en inoculatie met *M. acerina*.

	N- gift [kg/ha]	in- ocu- latie	legering [%]	plant- aantal [m ⁻²]	percentage zieke planten [%]	stengel- aantasting [%]	zaad- opbrengst [kg/ha]
1992	40	-	0	65	1,3	0,10	541
	100	-	0	60	0,7	0,13	741
	40	+	0	68	13,3	0,66	554
	100	+	0	63	30,0	1,27	733
LSD n (0.05)			-	-	2,3	0,32	116
LSD i*n (0.05)			-	-	3,2	-	-
1993	40	-	13	89	73	8,4	1169
	100	-	63	90	89	10,9	1059
	160	-	78	87	93	13,6	1063
	40	+	10	84	99	30,8	792
	100	+	55	82	100	44,0	532
	160	+	83	83	100	41,1	503
LSD n (0.05)			18	-	2,7	3,3	120
1994	40	-	0	46	16	0,3	2105
	100	-	19	51	23	0,7	2621
	160	-	53	52	35	1,2	2304
	40	+	0	56	86	3,3	2065
	100	+	13	51	96	10,5	1384
	160	+	85	51	99	14,2	1292
LSD n (0.05)			14	-	11	2,2	433
LSD i*n (0.05)			13	-	-	-	379

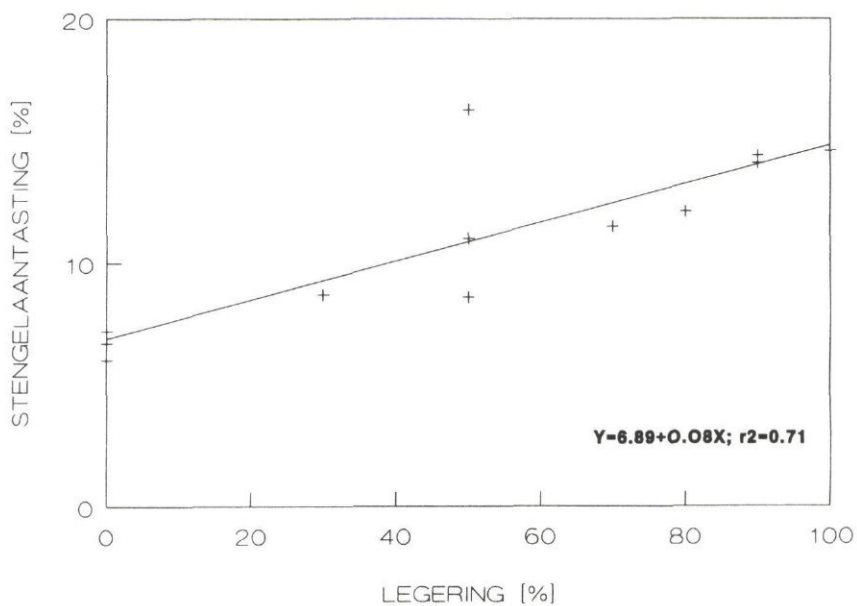
Het verband tussen de stikstofgift, legering en de mate van stengelaantasting, in 1993, is weergegeven in drie figuren.



Figuur 6. Het effect van de stikstofgift op de mate van stengelaantasting van zomerkarwij in niet geïnoculeerde velden (PAGV 3069).



Figuur 7. Het effect van de stikstofgift op legering van zomerkarwij (PAGV 3069).



Figuur 8. Het effect van legering op stengelaantasting van zomerkarwij (PAGV 3069).

Het effect van de stikstofgift op de bladnatperiode staat in tabel 14. Daaruit blijkt dat bij hogere N-gift het gewas gemiddeld langer nat blijft.

Tabel 14. De gemiddelde tijdsduur per dag dat winterkarwij nat bleef, in 1993 en 1994, gemeten met Luft-bladnatschrijvers, bij verschillende stikstofgiften.

		stikstofgift [kg/ha]			LSD (.05)
		40	100	160	
bladnat- [uren, periode minuten per dag]	1993	14h 14'	15h 20'	15h 55'	55'
	1994	13h 40'	-	16h 02'	57'

7.4 Discussie

Zowel in de zomer- als winterkarwij leidde een hogere N-gift tot significant meer

verbruining.

In een jaar met een relatief droge zomer, 1992, leidde de toename van de verbruiningsziekte bij hogere stikstofniveaus niet tot schade. Hier overtrof de meeropbrengst als gevolg van de extra stikstof de eventuele opbrengstreductie als gevolg van de beperkte toename van de verbruiningsziekte.

In een jaar met een natte zomer (zomerkarwij, 1993) of een nat voorjaar (winterkarwij, 1994), is het gevaar aanwezig dat het gewas gaat legeren. De risico's zijn groter naarmate de stikstofgift hoger is. In een gelegerd of hangend gewas ontstaat een microklimaat dat de uitbreiding van de ziekte bevordert. Dit uit zich in een toename van het aantal uren per etmaal dat een gewas nat blijft na dauw in de nacht of regen (tabel 14). Hierdoor neemt de kans op uitbreiding en daarmee schade door het optreden van de verbruiningsziekte toe. In een nam de aantasting door *Cercospora carotae* eveneens toe naarmate de bladnatperiode na inoculatie langer was (Carisse & Kushalappa, 1992).

Vermindering van de N-gift in het voorjaar tot 40 kg per hectare reduceerde in twee van de drie proefjaren de schade door verbruining. In 1992 werd de schadedrempel niet overschreden. Waarnemingen in de voormalige D.D.R. geven aan dat een beperking van de N-gift tot 40 à 50 kg per hectare in het voorjaar ook tot een vermindering van de schade als gevolg van verbruining leidt (Erfurth, 1976; Müller et al., 1989).

Voor de optimale stikstofgift moet men rekening houden met de mogelijke meeropbrengsten en het risico op legering en verbruining. De jaareffecten zijn bijzonder groot en niet voorspelbaar. Een hoeveelheid van 100 kg per hectare lijkt gezien de ervaringen van 1993 en 1994 teveel. Aan de andere kant bleek dat met 40 kg per hectare de opbrengst achter bleef bij wat mogelijk is. Aangeraden moet worden zeker niet meer te bemesten dan de adviesgift van 75-100 kg N per hectare voor winterkarwij en 80 kg N per hectare voor zomerkarwij. Uitgangspunt hierbij moet zijn dat legering wordt voorkomen.

Conclusies

Hoge stikstofgiften in het voorjaar leiden tot meer risico op schade door verbruining. Om deze risico's te beperken, is voorzichtigheid bij de N-bemesting nodig. Legering

moet altijd worden voorkomen om gunstige omstandigheden voor een zware aantasting van verbruining te vermijden.

8. INFECTIE VAN ZAAIZAAD DOOR *M. ACERINA*

8.1 Inleiding

De eerste infectie van karwij door de schimmel kan vanuit een aantal inoculumbronnen plaats vinden. Besmettingshaarden kunnen zijn de grond, andere waardplanten en buurpercelen. Daarnaast kan het zaaizaad mogelijk besmet zijn met *M. acerina*. Het is van belang de effecten van verschillende inoculumbronnen op verbruiningsziekte in karwij te kennen.

Aanwijzingen voor zaadinfectie zijn gegeven door Westerdijk & van Luijk (1924). Bij driekleurig viooltje (Gill, 1971) werd overdracht van *M. acerina* via zaad aangetoond. Doel van dit onderzoek is nagaan in hoeverre karwijzaad besmet kan zijn met *M. acerina*. Daarnaast wordt in een veldproef onderzocht bij welke mate van zaadinfectie schade optreedt. Tevens wordt ingegaan op de rol van besmet zaaizaad in de levenscyclus van de schimmel.

De mogelijkheden voor de ontwikkeling van een zaadtoets worden aangegeven. Controle op gezond zaaizaad, voor gebruik in de karwijteelt, zou hierdoor mogelijk kunnen worden.

8.2 Materiaal en methoden

Van een aantal karwijtelers werden in de oogstjaren 1990 tot en met 1992 zaadmonsters verkregen. Deze werden beoordeeld op het voorkomen van door *M. acerina* geïnfecteerd zaad. Beoordeling vond plaats door uitzaai in steriel zilverzand of door uitleggen van het zaad op vochtig filterpapier gevolgd door tijdelijk invriezen.

Kasproeven

In 1991 werd één proef uitgevoerd met zaad geoogst in 1990. In drie herhalingen werden per partij 50 zaden in plastic bakjes met rivierzand gezaaid. Water werd gegeven door deze over de planten te gieten. In 1992 werd de proef twee maal

uitgevoerd met karwijzaad van oogst 1991. Favourite-kweekbakken werden gevuld met vochtig zilverzand. De karwij werd op een diepte van 0.5 - 1 cm gezaaid. Over de bakken werd een kap gezet om de kieming te bevorderen. De bakken werden weggezet in de kas bij 20°C. Tijdens zonnige dagen kon de temperatuur oplopen tot boven de 25°C.

Onder de plastic kappen bleven de plantjes nat zodat *M. acerina* makkelijk de plant kon infecteren. Verspreiding van de ziekte naar buurplanten trad niet op. Aangetaste planten werden meegenomen naar het laboratorium en geïncubeerd op vochtig filtreerpapier. Met een stereomicroscoop kon aan de hand van conidiën gecontroleerd worden of de aantasting veroorzaakt werd door *M. acerina*.

Laboratorium proeven

In het laboratorium werden proeven uitgevoerd om een toets te ontwikkelen om besmetting van zaaizaad met *M. acerina* te kwantificeren.

Ten behoeve van de zaadtoets werden twee methoden vergeleken. Beide zijn gebaseerd op methoden gebruikt in peen om zaadbesmetting met *Alternaria spp.* aan te tonen (Langerak, 1983). In beide methoden werd het zaad op vochtig filtreerpapier in petrischalen gelegd. Bij de filtreerpapier-methode werden de zaden twee tot vier dagen geïncubeerd in het donker bij $\pm 18^{\circ}\text{C}$. In de vries-methode werd het zaad eerst 24 uur geïncubeerd en vervolgens gedurende minimaal twee dagen in een diepvries gelegd. Na het uit de diepvries halen werden de zaden één tot twee weken geïncubeerd. Met een binoculair werd daarna de aanwezigheid van conidiën en/of chlamydosporen van *M. acerina* bepaald.

In juni 1992 werd een partij zaad uit een vermeerderingsveldje van winterkarwij-families gehaald. Deze bleken zwaar besmet (90%). Van dit veld werd een grote hoeveelheid zaad verzameld, als uitgangsmateriaal voor proeven.

Om beide methoden te toetsen op hun geschiktheid als zaadtoets werd door mengen van gezond en ziek zaad een reeks gemaakt. De ziekteniveaus waren 0%, 1%, 6%, 13%, 29% en 50% zaadbesmetting. De zaadpartijtjes werden vervolgens in 6 herhalingen met beide toetsmethoden beoordeeld op hun besmettingsniveau. Per herhaling werden 50 zaden uitgelegd. Deze vergelijking werd twee maal uitgevoerd. Met de filtreerpapier-methode werd gekeken in hoeverre naast zaad ook nog andere

karwijdelen in een ongeschoonde zaadpartij besmet kunnen zijn.

Met de vries-methode werd zaad, geoogst in 1992, beoordeeld op besmetting met *M. acerina*.

Effect van zaadbesmetting in het veld

Op het PAGV werd in 1993-1994 een proef (PAGV3433) naar het effect van besmet zaaizaad op de ontwikkeling van de verbruiningsziekte in winterkarwij uitgevoerd. De proef werd als blokkenproef in viervoud aangelegd. In 1992 werd een partij zaad geoogst waarvan 50% van de zaden geïnfecteerd was met *M. acerina*. Vervolgens werden door bijmenging van gezond zaad partijtjes verkregen met respectievelijk 50%, 29%, 13%, 6%, 1% en 0% zaadbesmetting. Deze objecten werden uitgezaaid in een veldproef aangelegd in blokken met vier parallellen. De karwij werd onder dekvrucht zomergerst gezaaid (14/4; 75 kg per ha). De proef werd in 1994 nogmaals aangelegd.

De plantopkomst werd drie, vijf en acht weken na zaai bepaald door per object 1 meter rijlengte te beoordelen. Na de oogst (13/7) van de karwij werd het aantal planten bepaald door in viervoud twee maal een meter de karwijstoppel te tellen.

Op een aantal tijdstippen werd de omvang van de haarden die in de veldjes ontstonden aangegeven. Geschat werd welk percentage van het veld in een verbruiningshaard lag. Tijdens de volle bloei werd de mate van stengelaantasting bepaald.

De gegevens werden verwerkt met variantie- en regressieanalyse.

8.3 Resultaten

Taxonomisch gezien is het zaad van karwij eigenlijk een dubbele dop-vrucht. Zwaar door *M. acerina* geïnfecteerd vruchten zijn zwartig van kleur. Het oppervlak lijkt enigszins ruw. Deze vruchten zijn vaak kleiner en niet altijd gevuld. De chlamydo-sporen bevinden zich meestal in en onder de vruchtwand. Een enkele keer komen chlamydosporen ook op het eigenlijke zaad voor. Chlamydosporen worden wel naast de oliestriemen gevonden, ze groeien er echter niet in. Worden de vruchten vochtig weggelegd dan worden op de vruchtwand conidiën gevormd. In het vervolg

van het verslag wordt weer over zaad gesproken.

Zaadbesmetting in praktijk en proeven

Zaad geoogst in 1990 en 1991 werd in een kasproef beoordeeld op besmetting met *M. acerina*. Na 1 tot 2 weken begonnen de zaden te kiemen. In een periode van drie tot acht weken na zaai werden planten aangetroffen die geïnfecteerd waren door *M. acerina*. In de drie kasproeven werden in totaal 3887 zaden uitgezaaid. Dit leverde 23 besmette zaailingen op. Dit komt neer op 0.6%. Met de filtreerpapier-methode kon in 1990 geen infectie van het zaad door *M. acerina* aangetoond worden.

Zaad geoogst in 1992 werd met de vries-methode beoordeeld op besmetting. Van de 3144 uitgelegde zaden waren er 7 besmet. Dit komt overeen met 0.2%. Daarnaast werden in 1992 43 zaden van een winterkarwij-familie uit een zwaar besmet perceel uitgelegd op vochtig filtreerpapier. Na 4 dagen werden de zaden beoordeeld. Chlamydosporenketens konden gevonden worden in 40 (93%) zaden, conidiën van *M. acerina* werden gevormd op 38 (88%) van de zaden.

In ongeschoonde zaadpartijen komt veel rommel voor. Met de filtreerpapier-methode werd in 1991 nagegaan of ook andere scherm delen besmet kunnen zijn. Tabel 15 geeft het percentage met *M. acerina* geïnfecteerde karwijdelen gesommeerd over twee proeven.

Tabel 15. Besmettingspercentage van karwijdelen met *M. acerina*.

karwijdelen	aantal beoordeeld	percentage besmet met <i>M. acerina</i>
niet volgroeid zaad	93	3,2
volgroeid zaad	480	1,4
zaadsteeltjes	116	1,7
schermsteeltjes	69	1,4

De zaadpartij was slechts licht besmet. In de rommel werd ook besmetting met *M. acerina* aangetroffen. Door goed te schonen kan de gemiddelde besmetting van een

zaadpartij wat verlaagd worden.

Zaadtoets

Om de filtreerpapier-methode en de vries-methode te vergelijken, werden zaadpartijtjes met een bekend besmettingsniveau getoetst. Tabel 16 geeft de resultaten weer.

Tabel 16. De mate van zaadbesmetting van 6 zaadpartijen waargenomen met twee zaadtoetsen, gemiddeld over twee proeven.

berekende zaadbesmetting [%]	<u>zaadbesmetting bepaald door twee methoden</u>	
	filtreerpapier- [%]	vries- [%]
0	0	0
1	1,8	2,6
6	4,3	9,3
13	5,5	15,1
29	10,6	23,0
50	20,9	31,1

De vries-methode geeft hogere zaadbesmettingsniveaus dan de filtreerpapier-methode. Voor het aantonen van lage niveaus van zaadbesmetting lijkt de vries-methode meer geschikt.

Belang van zaadinfectie in het veld

Gebruik van besmet zaaizaad gaf meer verbruining. Daarnaast bleek echter ook een natuurlijke infectiebron in het veld aanwezig te zijn. Tijdens de oogst van de dekvrucht spoort de combine een beetje in. In deze sporen werden de eerste gele blaadjes gevonden. De verbruiningsziekte breidde zich eerst in het rijspoor en pas later naar de rest van het veldje uit. Op 21 september werd ingeschat welk percentage van de veldjes al vroeg vergeelde. Deze haarden en de mate van verbruining bleken goed gecorreleerd met het niveau van de zaadbesmetting. Tabel 17 geeft de

resultaten.

Tabel 17. Effect van zaadinfectie op verbruining, plantbestand en zaadopbrengst in winterkarwij, 1994 (PAGV3433).

percentage van het zaad geïnfecteerd	haard- vorming [%]	zieke planten [%]	stengel- aantasting [%]	plant- aantal [m ⁻²]	zaad- opbrengst [kg/ha]
0	3	89	3,5	105	1778
1	10	85	2,5	107	1805
6	13	84	2,6	98	1762
13	29	87	3,2	88	1781
29	30	90	4,6	80	1702
50	38	94	5,0	74	1458
LSD (0.05)	13	7	1,4	13	84

De resultaten voor de proef aangelegd in 1994 (oogst 1995) beperken zich op dit moment nog tot de haardvorming waargenomen in de herfst. Bij zaadinfectie van 0, 6 en 29% werd respectievelijk 8, 68 en 83% haardvorming waargenomen.

Naarmate het gebruikte zaad meer besmet was nam de aantasting toe, ondanks dat het aantal planten per vierkante meter afnam. Pas bij een hoog niveau van zaadbesmetting (29 & 50%) daalt de opbrengst significant. Opgemerkt moet worden dat het slechts om een eenmalige proef gaat.

8.4 Discussie

In het laboratorium en in de kas kon infectie van karwijzaad door *M. acerina* aangetoond worden. De veronderstelling van Westerdijk en van Luijk (1924) dat *M. acerina* met karwijzaad overdraagbaar is, wordt hiermee bevestigd. De vries-methode lijkt geschikt om zaadbesmetting op te sporen. Gebruik van de toets bij keuring van zaaizaad verdient aanbeveling.

In 1992 kon in een gelegeerd gewas op een plek waar op het oog veel verbruining voorkwam een hoge besmettingsgraad van het zaad gevonden worden. Dit geeft aan dat in het veld pleksgewijs zaad met een hoog percentage besmetting voorkomt. In de onderzochte zaadmonsters van praktijkpercelen bleek de besmetting echter mee te vallen.

Uit de resultaten in het veld blijkt dat verbruining vroeger optreedt naarmate het percentage zieke zaden in de partij groter is. Gebruik van ziektevrij zaaizaad kan het begin van een epidemie vertragen. Dat *M. acerina* het eerst in de rijsporen werd gevonden, komt waarschijnlijk omdat daar het gewas langer vochtig bleef dan in de rest van het veld. Daarnaast heeft de grond in rijsporen een slechtere structuur, wat leidt tot zwakkere planten. In het eerste jaar was een duidelijk verband waarneembaar tussen de mate van zaadaantasting en de snelheid waarmee de haard zich ontwikkelde. In hoeverre de vertraging van de uitbreiding van de haarden genoeg is om schade te voorkomen is nog onbekend.

Belangrijker dan de directe schade als gevolg van de zaadbesmetting is waarschijnlijk de verspreiding van de ziekte op deze manier. Introductie van de ziekte op een bedrijf of een perceel kan mogelijk een gevolg zijn van gebruik van besmet zaaizaad. In hoeverre dit een grote rol speelt is onbekend. *M. acerina* komt waarschijnlijk zeer algemeen in Nederland voor. Bij viooltjes werd eveneens overdracht van de schimmel via zaad gevonden (Gill, 1971). De zaadbesmetting speelt geen rol bij het in ernstige mate optreden van aantasting van viooltjes. Slechts 0.8% van het zaad bleek geïnfecteerd met *M. acerina*. Bij de verspreiding van de ziekte over lange afstand speelt zaadbesmetting van viooltjes mogelijk wel een rol (Gill, 1971; Rintelen & Klewitz, 1976).

Conclusies

Aangetoond is dat *M. acerina* met zaaizaad overgaat. Een lichte zaadbesmetting (< 10%) lijkt niet direct gevolgen te hebben voor de opbrengst van het gewas. In de verspreiding van de schimmel speelt besmet zaaizaad een rol. De vries-methode lijkt het meest geschikt om zaad te toetsen op besmetting met *M. acerina*. Hierdoor wordt het mogelijk om besmette zaadpartijen nauwkeurig op te sporen en dan uit te sluiten voor gebruik als zaaizaad.

9. EFFECT VAN ZAAIZAADONTSMETTING OP VERBRUINING

9.1 Inleiding

De verbruiningsziekte kan in de vorm van chlamydosporen langdurig overleven in de grond (Wall & Lewis, 1980c). Westerdijk en van Luijk (1924) gaven aan dat de ziekte mogelijk ook via besmetting van zaaizaad kan overgaan. Zaadontsmetting levert mogelijk enige tijd bescherming van de zaailing tegen besmetting vanuit de grond en vanuit het zaad. Tevens kan de verspreiding van de ziekte, door gebruik van ontsmet zaad, wellicht worden tegengegaan.

In vakliteratuur wordt melding gemaakt van een neveneffect van iprodion op verbruining in karwij (Gewasbeschermingsgids, 1993). Rovral (iprodion) wordt in de teelt van karwij gebruikt tegen de schimmel *Sclerotinia sclerotiorum*, de veroorzaker van de rattekeutelziekte. Daarnaast werden nog een drietal andere fungiciden getest op hun effect op *M. acerina*.

Om na te gaan welke mogelijkheden zaadontsmetting kan bieden, zijn diverse proeven uitgevoerd:

1. Fungitoxiciteit van de middelen werd getest in het laboratorium.
2. Beproeving van de fytoxiciteit van de middelen werd eveneens in het laboratorium uitgevoerd.
3. Het effect van de middelen op aantasting vanuit de grond werd in de kas onderzocht.
4. Het effect van zaadontsmetting op aantasting vanuit besmet zaaizaad werd in kasproeven onderzocht.
5. Het effect van de middelen op verbruining in het veld werd bepaald.

9.2 Methode en resultaten

1. Fungitoxiteit

Methodiek

Een aantal middelen werd onderzocht op hun effect op de groei van *M. acerina* op een kunstmatig medium. Het te toetsen middel werd aan aardappel glucose agar (AGA) toegevoegd. Fosetyl-aluminium-80%¹ en iprodion-50%¹ werden in poedervorm toegevoegd. Carbendazim¹ en prochloraz¹ werden in vloeibare vorm toegediend. Door middel van schudden werden de middelen opgelost in het medium. Op deze manier werden oplossingen verkregen met 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1.0 en 5 g actieve stof per liter.

Van elke concentratie werden 10 schalen gegoten. Hierop werd in het midden een ponsje (ϕ 5mm) met *M. acerina* geënt.

De fungitoxiciteitsproeven werden uitgevoerd in een broedstoof bij 18°C. In 1993 en 1994 werd respectievelijk na negen en acht dagen de diameter van de kolonie gemeten. De groeisnelheid is een maat voor de groeiremming door de verschillende fungiciden.

Resultaten

De schimmel groeide in de controle ongeveer 7,8 mm per dag op AGA bij 18°C. De vier gebruikte middelen remden de groei van *M. acerina*. Tabel 18 geeft de gemiddelde groeisnelheid van de schimmel bij de verschillende fungiciden in diverse concentraties weer.

¹) Deze toepassingen zijn niet toegelaten.

Tabel 18. De groeisnelheid van *M. acerina* [mm/dag] op AGA waaraan verschillende middelen zijn toegevoegd, gemiddeld over twee proeven.

middel	concentratie actieve stof per liter medium [g/l]						
	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	5
carbendazim*	7,8	-	7,7	2,0	0,0	0,0	0,0
fosetyl-Al*	7,8	7,2	3,3	0,2	0,0	0,0	0,0
iprodion*	7,8	6,2	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
prochloraz*	7,8	-	5,1	2,9	0,0	0,0	0,0

LSD (0.01) = 0,8

* Toepassingen zijn niet toegelaten

2. Fytotoxiciteit

Methodiek

De mogelijke fytotoxiciteit van de middelen werd getest in het laboratorium. Hiervoor werd karwijzaad ontsmet met fosetyl-Al² (3 g/kg), carbendazim² (5 ml/kg), prochloraz² (2,5 ml/kg) of iprodion² (5 g/kg). Daarnaast werd karwij ook ontsmet met een dubbele concentratie van de boven genoemde middelen. Het behandelde zaad werd uitgelegd op vochtig filtreerpapier in een petrischaal. Per object werden 6 keer 50 zaden uitgelegd. De schalen werden afgesloten en gedurende twee weken bij 18°C geïncubeerd. Vervolgens werd het percentage gekiemde zaden bepaald. Als gekiemd werden alle zaadjes geteld waarvan de kiemwortel minimaal de lengte van het zaad had bereikt.

Resultaten

Het kiemingspercentage van het zaad in de fytotoxiciteitsproef was goed. Tabel 19 geeft een beeld van de resultaten.

²) Toepassingen zijn niet toegelaten.

Tabel 19. Percentage gekiemde karwij-zaden bij de verschillende behandelingen bij 2.5 en 5 g actieve stof per kg zaad.

behandeling	2,5 g/kg [%]	5 g/kg [%]
onbehandeld	87,8	
carbendazim *	89,1	82,8
fosetyl-Al *	85,9	88,3
iprodion *	88,0	83,2
prochloraz *	75,1	82,1
LSD (0.05) = 8,9		

*: de middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij.

Prochloraz leek bij de standaard concentratie enigszins fytotoxisch, echter bij gebruik in de dubbele concentratie werd dit niet gevonden.

3. Effect van zaadontsmetting van karwij uitgezaaid op geïnoculeerde grond in de kas (1993, 1994a & 1994b)

Methodiek

Het effect van zaadontsmetting op aantasting van kiemplanten vanuit besmette grond werd in drie proeven onderzocht.

Om grond te steriliseren werd deze twee maal in een stoof verhit tot 80°C. In favourite-kweekbakken werd 4 kg kleigrond gemengd met 1 kg potgrond en geïnoculeerd met chlamydosporen van *M. acerina*. Per ml grond werden respectievelijk 0, 10, 100 en 1000 chlamydosporenketens aangebracht. De aangebrachte hoeveelheid vocht was 10% van het grondvolume.

Per bak werden per behandeling 15 zaden uitgezaaid, ontsmet met water, carbendazim³, fosetyl-Al³ en iprodion³. De afzonderlijke behandelingen werden in een gridje van 3 bij 5 zaden gelegd. De proeven werden in 6 herhalingen ingezet in de kas. De

³) Toepassing is niet toegelaten.

temperatuur varieerde van 15°C 's nachts tot meer dan 25°C overdag. Op de bakken werden kappen geplaatst, waardoor een hoge relatieve luchtvochtigheid gehandhaafd bleef. Tevens werd op deze manier de vochtigheid van de grond zo goed mogelijk gehandhaafd op een $pF \pm 2$.

Als maat voor de deugdelijkheid van het middel werd het percentage gekiemde en zieke planten vastgesteld. Het percentage zieke planten is gedefinieerd als het percentage geïnfecteerde zaailingen van het totaal aantal gekiemde planten.

Wekelijks werd het aantal gekiemde planten geteld. Wegvallende planten werden beoordeeld met een binoculair op de aanwezigheid van conidiën van *M. acerina*. Indien de schimmel niet werd gevonden, werden de plantjes twee dagen geïncubeerd op vochtig filtreerpapier. Hierna volgde een tweede beoordeling.

Resultaten

Naast de drie beschreven proeven werd in de kas een pilot-experiment uitgevoerd. Hierin bleek zaadontsmetting met thiram niet te werken tegen verbruining. In besmette grond werd 71% van de planten geïnfecteerd door *M. acerina*.

In de kasproeven kwamen de zaailingen snel op. Reeds na twee weken vielen de eerste planten weg als gevolg van aantasting door *M. acerina*. Verhoging van de inoculumdruk had een verslechtering van de opkomst en een toename van de plantomval tot gevolg. Tabel 20 geeft de resultaten van zaadbehandelingen in de kas weer.

Tabel 20. Het opkomstpercentage en het percentage aangetaste kiemplanten door *M. acerina* bij de verschillende zaadbehandelingen onder verschillende inoculumdruk, gemiddeld over drie proeven (1993, 1994a & 1994b). Het gemiddelde drooggewicht van de overgebleven planten per behandeling is berekend over twee proeven (1993 & 1994a).

inoculum druk [/ml]	behandeling	opkomst [%]	zieke zaailingen [%]	droog- gewicht [g]
controle	controle	65	0	0,25
	fosetyl-Al *	49	0	0,21
	carbendazim *	73	0	0,22
	iprodion *	65	0	0,23
10	controle	64	11	0,21
	fosetyl-Al *	56	8	0,21
	carbendazim *	59	6	0,25
	iprodion *	66	2	0,28
100	controle	50	42	0,11
	fosetyl-Al *	38	42	0,08
	carbendazim *	65	26	0,20
	iprodion *	56	8	0,24
1000	controle	42	80	0,03
	fosetyl-Al *	31	80	0,02
	carbendazim *	58	49	0,16
	iprodion *	51	23	0,16
LSD (0.05)		15	13	0,08

* De middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij.

Fosetyl-Al lijkt onder de omstandigheden in de kas fytoxisch; de opkomst in onbesmette grond was significant minder dan van niet behandeld zaad. De voor de praktijk relevante besmetting van grond ligt tussen de 10 en 100 chlamydosporen per ml.

Soms werden op de omgevallen planten schimmels waargenomen van de geslachten *Fusarium*, *Alternaria*, *Ascochyta*, *Stemphylium* en *Penicillium*.

4. Effect van zaadontsmetting met zaaizaad als besmettingsbron (1993 en 1994)

Methodiek

In twee kasproeven werd het effect van zaadontsmetting op met *M. acerina* besmet zaad bepaald. Het zaad was afkomstig van een proefveld, geoogst in 1992. De besmetting werd door bijmengen van gezond zaad op ongeveer 25-29% gebracht. Het zaad werd behandeld met water, fosetyl-Al⁴, carbendazim⁴, prochloraz⁴ of iprodion⁴.

Favourite-kweekbakken werden gevuld met zilverzand. Hierop werden 7 * 12 zaden uitgezaaid op een diepte van 1 cm. De bakken werden afgesloten met een plastic kap om uitdroging te voorkomen. De proeven werden 14 december 1993 en 31 januari 1994 als blokkenproef in vier herhalingen ingezet.

Beoordeling geschiedde op dezelfde manier als in kasproeven met geïnoculeerde grond, zie boven.

Resultaten

Besmet zaaizaad leverde geïnfecteerde zaailingen op. Het effect van zaadontsmetting staat in tabel 21.

⁴) Toepassingen zijn niet toegelaten.

Tabel 21. Het opkomstpercentage, het percentage door *M. acerina* geïnfecteerde planten en het drooggewicht van de overgebleven zaailingen bij de verschillende zaadbehandelingen gemiddeld over twee proeven (1993 & 1994).

behandeling	opkomst	geïnfecteerde zaailingen	droog- gewicht
	[%]	[%]	[g]
controle	54	23	0,11
fosetyl-Al *	49	14	0,12
carbendazim *	66	1	0,18
prochloraz *	63	13	0,14
iprodion *	76	2	0,22
LSD (0.05)	10	6	0,04

*: De middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij

5. Effect van zaaizaadontsmetting in het veld

Methodiek

Een vijftal veldproeven werd uitgevoerd om het effect van zaadontsmetting op de verbruiningsziekte en de opbrengst te bepalen. De proefveldgegevens staan in tabel 22. Daarnaast werden in Lienden twee proeven uitgevoerd om het effect van zaadontsmetting op opkomst en plantdichtheid te bepalen (Ln93 en Ln94), zie veldproeven op geïnoculeerde grond. De proeven werden als blokkenproef in drie of vier herhalingen aangelegd.

Veldproeven op niet geïnoculeerde grond

Tabel 22. Algemene proefveldgegevens.

oogstjaar	1991	1991	1993	1994	1995
proefnummer	EH630	EH636	EH665	EH707	PAGV3737
gewas	zomerkarwij		winterkarwij		
ras	Karzo		Bleija		
dekvrucht	-	-	zomergerst		
zaaidatum	24/4	24/4	9/4	13/4	19/4
zaadhoeveelheid [kg/ha]	8	8	8	8	7,5
rijenafstand [cm]	25	25	25	25	25
N-min [kg/ha]	40	97	38	36	
N-bemesting [kg/ha]	70+25	0+25	80+50	80+50	60-
ziektewaarneming	15/7	15/7	21/6	6/7	-
oogstdatum	1/10	1/10	-	18/7	-
netto oppervlak [m ²]	108	108	108	108	36

-: niet of nog niet uitgevoerd bij het verschijnen van de publikatie.

De proeven werden als blokkenproef in drie herhalingen uitgevoerd. In 1994 en 1995 werden vier herhalingen aangelegd. De objecten waren:

- controle
- zaaizaadontsmetting met carbendazim * (5 ml/kg)
- zaaizaadontsmetting met prochloraz * (2.5 ml/kg)
- zaaizaadontsmetting met iprodion * (5 g/kg)

* De middelen zijn niet als zaaizaadontsmettingsmiddel toegelaten in de teelt van karwij.

In het eerste proefjaar werd gekozen voor inzaai van zomerkarwij om een korte veldperiode te hebben. Bij winterkarwij is de periode tussen zaai en oogst veel

langer. Dit heeft als nadeel dat de middelen langer werkzaam moeten zijn. Om deze reden is in latere proeven juist gewerkt met winterkarwij.

De proeven met winterkarwij werden ingezaaid onder zomergerst. De veldjes werden ruimtelijk van elkaar geïsoleerd door een strook van drie meter waar in beide jaren zomergerst stond. Dit was nodig om te voorkomen dat de ziekte zich al in een vroegtijdig stadium kon uitbreiden naar andere veldjes.

Gedurende het seizoen werd de ontwikkeling van de ziekte in het veld waargenomen. Per veldje werd de zaadopbrengst bepaald. De standdichtheid werd bepaald door het aantal karwijplanten in 8 rijen over een lengte van één meter te tellen. Deze planttellingen geven een indruk van eventuele fytotoxiciteit en de bescherming door het middel.

Veldproeven op geïnoculeerde grond

In 1993 en in 1994 werd winterkarwij in Lienden ingezaaid onder zomergerst. In het veld werden vier inoculumniveaus aangelegd. Met behulp van een rugspuit werden chlamydosporensuspensies verspoten over veldjes van 4 m². De aangelegde ziektedruk was 0, 10, 100 of 1000 chlamydosporen per ml grond omgerekend over de eerste 2.5 cm van het profiel.

Het zaad werd behandeld met water, fosetyl-Al⁵ (alleen 1993), carbendazim⁵, prochloraz⁵ of iprodion⁵. Per middel werd een rijtje van twee meter lengte uitgezaaid. Na opkomst werd wekelijks het aantal planten op 1 meter rijlengte geteld.

Resultaten

In 1991 werd op Ebelsheerd zaadontsmetting uitgevoerd met zomerkarwij. Door het optreden van nachtvorst in de periode rond 20 april 1991 is 63% van de planten uitgevroren. De proeven werden op 24/4 overgezaaid. De resultaten staan in tabel 23. Bij de verschillende behandelingen werd weinig aantasting door *M. acerina* waargenomen. Geen van de middelen leverde een significant betere opbrengst dan de controle.

⁵) Toepassingen zijn niet toegelaten.

Tabel 23. Het percentage planten met stengelaantasting door *M. acerina* (incidentie) en de opbrengst van zomerkarwij per behandeling gemiddeld over twee proeven in 1991 (EH630 & EH636).

behandeling	incidentie [%]	zaadopbrengst [kg/ha]
controle	5	2208
carbendazim *	3	2147
prochloraz *	7	2219
iprodion *	0	2306
LSD (0.05)	n.s.	164

* De middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij.

De winterkarwij was in 1992 matig onder de dekvrucht vandaan gekomen. De gemiddelde worteldiameter kwam eind november net boven de 5 mm uit. Slechts 62% van de planten leverde een bloeiwijze op. De karwij kon vanwege aanhoudende regen in juli en augustus 1993 niet geoogst worden. Wel werd door het nemen van gewasmonsters op 21 juni een indruk verkregen van de drogestofopbrengst van de geschoten planten.

Tabel 24 geeft de proefveldresultaten in winterkarwij in 1993.

Tabel 24. Het percentage zieke planten, de mate van stengelaantasting en het drooggewicht van winterkarwij in 1993 (EH665).

behandeling	zieke planten [%]	stengel- aantasting [%]	droog- gewicht [g/m ²]
controle	42	2,3	833
carbendazim *	34	2,2	1070
prochloraz *	32	1,6	730
iprodion *	36	2,3	931
LSD(0.05)	8	1,3	357

* De middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij.

n.s.: niet significant verschillend.

In 1993 (oogst 1994) kwam de karwij met een zeer onregelmatige stand onder de dekvrucht vandaan. In banen over het proefveld stond de karwij nog enigszins redelijk. Planttellingen en ziekte waarnemingen zijn in die gedeelten uitgevoerd waar de plantdichtheid iets beter was. Deze teeltproblemen maakten het moeilijk de opbrengst betrouwbaar te bepalen.

De mate van aantasting bleef in 1993 en 1994 gering. De middelen hadden geen wiskundig betrouwbaar effect op de aantasting door verbruiningsziekte en op de opbrengst. Bij winterkarwij had zaadontsmetting geen effect op de worteldiameter gemeten in het najaar.

In een proef op het PAGV (PAGV 3737) werd begin november de haardvorming door verbruining waargenomen. Het percentage van het veld met vervroegde afsterfing van het blad door verbruining (haardvorming) was bij respectievelijk de controle, behandeling van het zaad met carbendazim en behandeling met iprodion 53%, 23% en 24% (l.s.d. = 11).

Door planttellingen werd het effect van de middelen op opkomst bepaald. De resultaten staan in tabel 25. In Lienden werd het ontsmette zaad uitgezaaid op geïnoculeerde grond. Op deze wijze kon het effect van zaaizaadontsmetting op verbruining met meer zekerheid vastgesteld worden.

Tabel 25. Effect van zaaizaadontsmetting op plantopkomst ongeveer acht weken na zaai. De proeven werden uitgevoerd op Ebelsheerd (EH), het PAGV en in Lienden (Ln).

behandeling	plantdichtheid per m ²						
	EH630	EH636	EH665	EH707	PAGV3737	Ln93	Ln94
controle	79	70	164	39	98	151	54
carbendazim *	74	73	164	62	100	178	98
prochloraz *	96	73	131	68	-	174	108
iprodion *	78	73	163	75	94	181	140
fosetyl-AI *	-	-	-	-	-	128	-
LSD(0.05)	11	n.s.	n.s.	20	n.s.	28	30

* De middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij.

9.3 Discussie

De groei van *M. acerina* op een kunstmatig medium kan door fungiciden geremd worden. Een van de fungiciden gaf een meetbare remming van de schimmelgroei. Zowel carbendazim als prochloraz gaven geen duidelijke remming van de schimmelgroei bij toepassing in de laagste concentratie. Fosetyl-Al gaf in vitro een opvallende groeiremming van *M. acerina*, daar dit fungicide normaal alleen oomyceten remt. In de kas en het veld had dit fungicide dan ook geen effect op de verbruiningsziekte. Door de geringe ziektedruk in de proefjaren 1991 en 1993 kon het effect van zaadontsmetting op verbruiningsziekte in veldsituaties moeilijk worden vastgesteld. In 1994 maakten teeltproblemen dit onmogelijk. In viooltjes leek zaaizaadontsmetting tegen *M. acerina* enig perspectief te bieden (Gill & Ratcliffe, 1967). In Duitsland had behandeling van karwijzaad met thiram of captan enig positief resultaat (Erfurth, 1976). In Nederland bleek thiram niet te werken tegen *M. acerina*.

De in Lienden aangelegde proeven met grondbesmetting gaven een goed beeld van het effect van zaadontsmetting op het plantbestand. Een goed plantbestand en een goede plantverdeling na oogst van de dekvrucht zijn belangrijk in verband met de ontwikkeling van de karwij in het najaar. Daar komt bij dat naarmate het plantbestand beter gestuurd kan worden teeltmaatregelen tegen verbruining, in de zin van zaai-zaadhoeveelheid en rijenafstand beter gerealiseerd kunnen worden (hoofdstuk 6). Verder onderzoek naar het effect van zaadontsmetting in de veldsituatie is nodig ten einde een toelating voor zaadontsmetting in karwij te kunnen aanvragen.

10. GEWASBESPUITING TER BESTRIJDING VAN VERBRUINING

10.1 Inleiding

In de karwijteelt vormt de verbruiningsziekte een probleem. In sommige jaren bleek een bespuiting met iprodion tegen *Sclerotinia sclerotiorum* een nevenwerking te hebben op verbruinen. Proeven uitgevoerd door het PAGV en ROC-Ebelsheerd leverden geen eenduidige bevestiging op van dit vermoeden (Flood, 1990). In een laboratoriumproef bleek iprodion toegevoegd aan een medium de groei van de schimmel te remmen; zie hoofdstuk 9.

Mycocentrospora acerina groeit bij temperaturen tussen 0°C en $\pm 30^\circ\text{C}$, met een optimum bij 17°C. Dat stelt de schimmel in staat om gedurende een groot deel van de herfst, winter en voorjaar actief te zijn. Bestrijding van de schimmel in deze periode biedt wellicht perspectief om de opbouw van de ziektedruk te vertragen.

Om na te gaan in hoeverre het tijdstip van een gewasbespuiting met iprodion een rol speelt bij het bestrijdingseffect zijn in 1993 en 1994 proeven in winterkarwij uitgevoerd.

10.2 Materiaal en methoden

Proeven om het effect van gewasbespuiting op verbruining in karwij te onderzoeken werden uitgevoerd in een winterkarwijperceel van de heer Hamster te Nieuwolda (1993) en op proefboerderij Ebelsheerd (1994).

Gewasbespuitingen met iprodion (Rovral) werden uitgevoerd bij verschillende ontwikkelingsstadia van de plant. Bespuitingen met 1 liter iprodion per hectare werden uitgevoerd in het najaar, bij hergroei in het voorjaar, tijdens het schieten en tijdens de bloei. Een van de behandelingen bestond uit twee bespuitingen, één in het najaar en één tijdens de bloei. Het laatste object was de onbespoten controle. De proeven

werden in vier herhalingen in blokken aangelegd. In beide jaren werden de proeven voor de helft geïnoculeerd met *M. acerina*. In najaar 1993 (oogst 1994) kwam de karwij slecht onder de dekvrucht vandaan. Het plantbestand was zeer dun en onregelmatig. Het beste deel van het proefveld werd kunstmatig geïnfecteerd. De waarnemingen werden alleen tot dit deel beperkt. Er was een sterke onkruidontwikkeling, welke de opbrengst drukte. Een betrouwbare oogstwaarneming ontbreekt. De proefveldgegevens staan in tabel 26.

Ongeveer vier weken voor de oogst werden op vijf verschillende plaatsen in het veld 25 planten beoordeeld op verbruining (incidentie). Tevens werd de mate van stengelaantasting vastgesteld. De zaadopbrengst werd bepaald. De gegevens werden met behulp van variantie-analyses verwerkt.

Tabel 26. Algemene proefveldgegevens.

locatie	praktijk	Ebelsheerd
	Nieuwolda	Nieuw Beerta
oogstjaar	1993	1994
proefnummer	EH699	EH705
gewas	winterkarwij	winterkarwij
ras	Volhouden	Bleija
dekvrucht	zomergerst	zomergerst
rijenafstand [cm]	40	25
zaadhoeveelheid [kg/ha]	14	7,5
zaaidatum	11/4/92	13/4/93
inoculatie	21/10/92	20/9/93
spuitschema iprodion:		
onbehandelde controle	-	-
tijdens bladval in de herfst	6/11/92	13/10/93
bij hergroei in het voorjaar	8/4/93	28/3/94
tijdens schieten	30/4/93	10/5/94
bij begin bloei	17/5/93	27/5/94
herfst + begin bloei	6/11 + 17/5	13/10 + 27/5
ziektewaarneming	21/6	6/7
zwadmaaien	1/6/93	11/ 7/94
oogstdatum	8/7/93	19/7/94
netto oppervlak veld [m ²]	108	108

10.3 Resultaten

In de jaren 1986 tot en met 1993 is door anderen bij winterkarwij ook een aantal proeven uitgevoerd naar het effect van bespuiting met fungiciden op de verbruiningsziekte. De effecten op zaadopbrengst zijn bij elkaar gebracht en gezamenlijk geanalyseerd. Tabel 27 geeft een overzicht van proeven uitgevoerd door de Plantenziektenkundige Dienst (PD) en ROC-Ebelsheerd (PD, 1986; Vreeke, 1984; Floot 1990).

Tabel 27. Het effect van toepassing tijdens de bloei van fungiciden tegen verbruining op de zaadopbrengst van winterkarwij [kg/ha].

proef jaar	PD 1986	PD 1986	EH504 1987	EH534 1988	EH563 1989	EH598 1990	EH699 1993	gemiddeld 1986-1993
onbehandeld	2793	3537	660	1629	2208	1304	2671	2115
vinchlozolin **	2853	3657	-	-	2418	1393	-	2231
iprodion **	3109	3593	911	1888	2413	1408	2738	2294
prochloraz *	3094	3667	915	1645	2247	1491	-	2260
LSD (0.05)	n.s.	n.s.	249	?	92	170	n.s.	100

*: prochloraz heeft geen toelating in karwij.

** : iprodion en vinchlozolin zijn in karwij toegelaten voor bestrijding van *Sclerotinia*. Van iprodion wordt op het etiket een nevenwerking tegen verbruining vermeld.

Gemiddeld over de zeven proeven was er een significant positief effect van vinchlozolin (Ronilan) en iprodion (Rovral) op de karwij-opbrengst. Omdat in de meeste proeven geen ziekte waarnemingen werden verricht kon deze opbrengstverhoging niet in relatie gebracht worden met verbruining. Het effect kan ook door bestrijding van *S. sclerotiorum* veroorzaakt zijn, waarvoor deze beide middelen zijn toegelaten.

In 1993 en 1994 werden veldproeven uitgevoerd naar het effect van het toepassingstijdstip van iprodion op verbruining in winterkarwij.

In beide jaren bleek *M. acerina* na inoculatie de karwij te infecteren. Door het droge voorjaar in 1993 kon de ziekte zich echter niet of nauwelijks uitbreiden. Dit leidde ertoe dat er geen verschil was tussen het optreden van *M. acerina* in besmette en niet besmette velden. De resultaten van de inoculatie behandelingen werden daarom samen genomen. In 1994 waren de weersomstandigheden voor verbruining gunstiger. Echter door het geringe plantaantal bleef de uitbreiding van de verbruiningsziekte redelijk beperkt.

Tabel 28 geeft de resultaten van behandeling van karwij met iprodion tegen verbruining.

Tabel 28. Het effect van toepassing van iprodion (Rovral) op verschillende tijdstippen in de gewasontwikkeling op aantasting en zaadopbrengst van winterkarwij. In 1993 werden de resultaten gemiddeld over wel en niet geïnoculeerde velden. In 1994 werden alleen de waarnemingen in de geïnoculeerde velden meegenomen.

behandeling	zieke planten		stengel- aantasting		zaad- opbrengst
	1993	1994	1993	1994	1993
	[%]	[%]	[%]	[%]	[kg/ha]
onbehandeld	46	77	3,5	4,7	2671
herfst	47	78	3,5	4,9	2687
vroege voorjaar	30	76	1,6	5,2	2770
schieten	25	73	1,1	3,4	2747
begin bloei	30	76	2,2	2,3	2738
herfst + begin bloei	34	62	2,1	2,6	2701
LSD (0.05)	9	17	1,2	2,4	93

Een bespuiting in het najaar toonde geen effect op de verbruiningsziekte. Een bespuiting wat later in het voorjaar gaf betere resultaten. De behandelingen in het voorjaar reduceerden de mate van aantasting, ze hadden echter geen positief effect op de opbrengst. Sclerotinia kwam in beide proeven nauwelijks voor.

10.4 Discussie

Bespuiting van winterkarwij met iprodion gaf onvoldoende bescherming tegen verbruining. Eén behandeling in het najaar bleek niet in staat om de opbouw van de ziektedruk te vertragen. In Noorwegen wordt een peen vanaf augustus ongeveer vier maal volvelds behandeld tegen het optreden van *M. acerina* (Netland, et al., 1993). De peen wordt in het oktober-november geoogst. Voor karwij geldt dat meerdere bespuitingen in het na- en het voorjaar economisch niet verantwoord zijn. Bespuitingen in het vroege voorjaar met iprodion gaven in 1993 enig bestrijdingsef-

fect op verbruining. In 1994 gaf een bespuiting rond de bloei enig resultaat. In beide jaren leidde dit niet tot verhoging van de opbrengst. Iprodion had in andere proeven wisselend succes op de zaadopbrengst van karwij. De beste resultaten werden verkregen met een bespuiting rond de bloei (Vreeke, 1984; Floot, 1990). Ziekte-waarnemingen ontbraken echter. Werden de resultaten van deze proeven gezamenlijk geanalyseerd dan leverde een iprodion behandeling tijdens de bloei wel een significante verbetering van de opbrengst ten opzichte van de onbehandeld. Deze kan echter niet zonder meer toegeschreven worden aan een effect op verbruining. In 1991 (EH629) kon de opbrengstverhoging na spuiten met vinchlozolin gevolgd door iprodion toegeschreven worden aan een verminderde aantasting van winterkarwij door *S. sclerotiorum* (Evenhuis, 1991b). In Duitsland gaf een toepassing van Spritz Cupral bij het optreden van de eerste symptomen enige beperking van verbruining (Müller et al., 1989). Het middel is in Nederland niet toegelaten in karwij. Anderen concludeerden dat de door hen gebruikte fungiciden geen effect hadden op verbruining (Erfurth, 1976).

Het effect van inzet van fungiciden blijft meestal onzeker, omdat het tijdstip van toepassing en het noodzakelijke aantal toepassingen moeilijk bepaald kan worden. Daar kwam bij dat in geen van beide proefjaren de ziekte sterk optrad waardoor geen significante effecten op opbrengst verkregen werden.

In Californië werd in de jaren vijftig in het regenseizoen met succes tegen *M. acerina* in viooltjes gespoten met koperverbindingen direct na regenval of tussen regenbuien (Tompkins & Hansen, 1950). Bij de teelt van viooltjes in Zuid Frankrijk gaf een bespuiting met iprodion goede bescherming tegen *M. acerina* (Mercier et al., 1986). In Duitsland werkten fungiciden onvoldoende tegen *M. acerina* in viooltjes (Rintelen & Klewitz, 1976). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de regenval in Duitsland net als in Nederland meer over het seizoen gespreid is. Ook in karwij zal het effect van de behandeling in sterke mate afhangen van de weersomstandigheden in het seizoen. In 1994 was sprake van een nat voorjaar, waardoor één bespuiting rond de bloei wellicht niet genoeg was. In 1993 was sprake van een droog voorjaar zodat de verbruiningsziekte nauwelijks een kans kreeg en een behandeling overbodig was.

Conclusies

Eén gewasbespuiting van karwij met iprodion in het najaar tegen de verbruiningsziekte geeft geen effectieve bestrijding. Bespuitingen in het voorjaar hadden meestal geen bestrijdingseffect. Blijft het gedurende langere perioden vochtig dan zal één bespuiting onvoldoende zijn. In een droog voorjaar is behandeling volstrekt overbodig.

Andere maatregelen die hun effect over het hele seizoen behouden, zijn waarschijnlijk beter geschikt om het optreden van *M. acerina* te beperken, zie hoofdstukken 6 & 7.

11. ROL VAN DEKVRUCHTEN EN ONKRUIDEN IN DE INOCULUMOPBOUW VAN *M. ACERINA*

11.1 Inleiding

Een aantal dekvruchten en onkruiden is in meer of mindere mate vatbaar voor *M. acerina*. Ze spelen mogelijk een rol bij de overleving van de schimmel tussen de karwij teelten. Gebruik van een vatbare dekvrucht of voorvrucht kan de problemen met verbruining in karwij wellicht versterken. Doel van het onderzoek is na te gaan welke dekvruchten en onkruiden door *M. acerina* geïnfecteerd kunnen worden. Getracht zal worden aan te geven in welke mate deze dekvruchten verantwoordelijk zijn voor de opbouw van de ziektedruk in het eerste jaar.

11.2 Materiaal en methoden

Op het PAGV werd in 1992 en 1993 winterkarwij onder zomergerst, erwten en spinazie voor de zaadteelt gezaaid. Tevens werd karwij in open land gezaaid. In de andere helft van de proef werden de dekvruchten als voorvrucht voor zomerkarwij ingezaaid. Een van de objecten bestond uit zwarte braak. In het volgende voorjaar werd in deze veldjes zomerkarwij gezaaid. De proeven werden in blokken in drie herhalingen aangelegd. In tabel 29 staan de algemene proefveldgegevens.

In 1992 en 1993 werd van elk veldje, 1 respectievelijk 4 m² geïnoculeerd met chlamydosporen van *M. acerina*. Inoculatie vond plaats onder regenachtige omstandigheden.

Enkele weken voor de karwij-oogst werden per veldje aan 4 maal 25 planten de mate van stengelaantasting (severity) en het percentage zieke planten (incidentie) bepaald. Tevens werd het plantaantal en de opbrengst vastgesteld.

De gegevens werden verwerkt met variantie-analyse. Om wiskundig betrouwbare informatie te krijgen, werd voor de severity een log-transformatie en voor de inciden-

tie een arcsinus-transformatie uitgevoerd.

Tabel 29. Algemene proefveldgegevens.

	PAGV 3071 1993		PAGV 3434 1994	
gewas	winter- karwij	zomer- karwij	winter- karwij	zomer- karwij
ras	Bleija	Karzo	Bleija	Karzo
zaaizaad [kg/ha]	7,5	7,5	7,5	7,5
rijenafstanden [cm]	25	25	25	25
zaaidatum karwij	14/4/92	5/4/93	14/4/93	3/5/94
* voor-/ dekvrucht	14/4/92	14/4/92	14/4/93	14/4/93
inoculatie	3/6/92	3/6/92	16/6/93	16/6/93
ziektewaarneming	28/6/93	18/8/93	27/6/94	13/9/94
oogstdatum karwij	13/7/93	6/9/93	13/7/94	*
* voor-/ dekvrucht	../8/92	../8/92	../8/93	../8/93
netto oppervlak [m ²]	18	18	36	36

* Zomerkarwij niet geoogst.

De dekvruchten werden gedurende het seizoen een aantal malen bemonsterd. De plantedelen werden twee dagen op vochtig filtreerpapier bij 18°C geïncubeerd. Met een microscoop werd beoordeeld of de schimmel het weefsel gekoloniseerd had en conidiën vormde. Op dezelfde wijze werden ook (on)kruiden uit diverse proefvelden bemonsterd en beoordeeld op voorkomen van *M. acerina*.

Van een aantal soorten werd de vatbaarheid bepaald door deze in de kas te inoculeren met *M. acerina*. Na één tot twee weken bij een hoge relatieve luchtvochtigheid werden de planten beoordeeld op voorkomen van de schimmel. Mogelijk aangetaste plantedelen werden geïncubeerd en vervolgens microscopisch beoordeeld op aanwezigheid van *M. acerina*.

11.3 Resultaten

Vatbaarheid dekvruchten

Verschillende dekvruchten en onkruiden bleken vatbaar voor *M. acerina*. Korte tijd na inoculatie kon *M. acerina* op dekvruchten aangetoond worden. In opslag en planteresten na de oogst van de dekvrucht werd de schimmel minder vaak aangetroffen. Tabel 30 geeft een overzicht van het percentage door *M. acerina* aangetaste bladstukjes van de verschillende dekvruchten en winterkarwij in het eerste teeltjaar.

Tabel 30. Het percentage bladstukjes geïnfecteerd door *M. acerina* vóór en na de oogst van de dekvruchten (opslag planten en gewasresten) Per veldje werden 10 - 15 blaadjes beoordeeld, (13/7 ± 50 blaadjes).

dek-/voor vrucht	1992 (3071)		1993 (3434)		
	11/6	27/10	23/6	13/7	4/8
winterkarwij	90	85	70	62	90
erwten	5	0	0	6	0
gerst	53	0	0	0	0
spinazie	64	0	13	10	31

Opvallend is dat zomergerst in 1992 kort na inoculatie geïnfecteerd bleek door de schimmel. In afstervend blad werden chlamydosporen aangetroffen. Uit isolaties bleek dat het ging om *M. acerina*. Nadien werd geen aantasting in gerst meer waargenomen.

In erwten werden lokale necrotische lesies gevonden. Het centrum van deze lesies is wit, de randen zijn bruin en scherp begrensd. Op deze lesies werden chlamydosporenketens aangetroffen. Deze waren niet zichtbaar gekiemd. De chlamydosporen groeiden op medium niet uit. Wellicht wijst dit op een overgevoeligheidsreactie. In met name de ranken van erwten werd de schimmel een aantal keren aangetroffen. Hierop werden wel conidiën gevormd.

Op spinazieblad ontstonden kleine witte lesies veroorzaakt door *M. acerina*. In een

aantal gevallen bleek het blad geïnfecteerd zonder dat symptoomvorming optrad. Werd spinazie op vochtig filtreerpapier geïncubeerd dan werden grote aantallen conidiën op het blad gevormd.

Op karwij werd *M. acerina* op vrijwel alle planten in de besmette zone gevonden. Na de oogst van de dekvruchten verspreidde de schimmel zich snel door de veldjes.

Vatbaarheid onkruiden

Naast dekvruchten bleken ook andere plantesoorten vatbaar voor *M. acerina*, zie tabel 31 en bijlage 3. In het veld kunnen ze mogelijk een bijdrage leveren aan de inoculumopbouw en de overleving van *M. acerina*.

Tabel 31. Bepaling van infectie van diverse plantesoorten als gevolg van natuurlijke infectie of na inoculatie in de kas of op het veld. De gegevens werden verzameld in de periode 1990 - 1994 in diverse proefvelden. De getallen in de kolommen geven aan hoe vaak infectie van de soort met *M. acerina* gevonden is. Bij inoculatie is telkens een *M. acerina* isolaat afkomstig van karwij gebruikt. Tussen haakjes staat het aantal beoordeelde planten.

gewas kruid		natuurlijke infectie	inoculatie	
			veld	kas
karwij	<i>Carum carvi</i>	22 (99)	48 (99)	80 (99)
wilde karwij	<i>Carum carvi</i>	1 (5)	-	-
fluitekruid	<i>Anthriscus sylvestris</i>	0 (99)	-	-
dille	<i>Anethum graveolens</i>	0 (25)	-	9 (9)
wilde wortel	<i>Daucus carota</i>	-	-	2 (3)
erwt	<i>Pisum sativum</i>	-	5 (126)	1 (10)
bruine boon	<i>Phaseolus vulgaris</i>	-	-	1 (10)
suikerbiet	<i>Beta vulgaris</i>	-	-	1 (10)
spinazie	<i>Spinacia oleracea</i>	0 (14)	52 (164)	17 (25)
gerst	<i>Hordeum vulgaris</i>	-	17 (135)	0 (10)
mosterd	<i>Sinapis arvensis</i>	-	0 (4)	-
herderstasje	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	1 (8)	-
kleefkruid	<i>Galium aparine</i>	0 (12)	-	0 (32)
muur	<i>Stellaria media</i>	-	0 (5)	0 (32)
kl. kruiskruid	<i>Senecio vulgaris</i>	-	-	13 (27)
akkerdistel	<i>Cirsium palustre</i>	-	8 (20)	-
schijfkamille	<i>Matricaria discoides</i>	1 (10)	-	-
paardebloem	<i>Taraxacum officinale</i>	0 (5)	3 (19)	-
boterbloem	<i>Ranunculus</i> spp.	5 (7)	0 (15)	-
grote weegbree	<i>Plantago major</i>	-	1 (2)	-
krulzuring	<i>Rumex crispus</i>	-	5 (10)	-
akkerviooltje	<i>Viola arvensis</i>	15 (31)	-	-
melganzervoet	<i>Chenopodium album</i>	0 (2)	-	-
f. ooievaarsbek	<i>Geranium columbinum</i>	-	1 (10)	-

-: niet onderzocht.

Onder de vatbare plantesoorten bevinden zich enkele veel voorkomende onkruiden. Meestal wordt de schimmel aangetroffen op afstervend blad. Soms zoals bij akkervi-

ooltje ook op de wat groenere delen.

Effect dekvrachten op verbruining van karwij

Tabel 32 geeft de proefveldresultaten voor winter- en zomerkarwij met respectievelijk verschillende dekvrachten en voorvruchten.

Tabel 32. Het percentage zieke planten en de mate van stengelaantasting van karwij door verbruining onder de verschillende dekvrachten en van zomerkarwij met de dekvrachten als voorvrucht. Tevens worden plantbestand en opbrengst weergegeven.

gewas	dek-/ voorvrucht	zieke planten		stengel- aantasting		plant- bestand		zaad- opbrengst	
		[%]		[%]		[/m ²]		[kg/ha]	
		1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
winter karwij	open land	76 a	95 a	9,0 a	3,8 a	90	98	1820	1812
	erwten	75 a	88 b	8,8 a	3,4 a	77	64	2140	1882
	gerst	28 c	67 d	1,3 c	1,2 b	60	46	1456	919
	spinazie	58 b	81 c	4,1 b	2,1 a	97	63	2134	1704
LSD (0.05)		*	*	*	*	18	14	400	368
zomer karwij	zwarte Braak	77 b	91 b	6,6 b	14,2 b	82	114	-	-
	erwten	85 b	98 a	8,5 ab	18,1 ab	80	81	-	-
	gerst	87 ab	89 b	7,7 ab	17,1 ab	96	93	-	-
	spinazie	96 a	93 ab	12,0 a	20,4 a	104	105	-	-
LSD (0.05)		*	*	*	*	ns	ns	-	-

-: geen betrouwbare gegevens beschikbaar.

*: verschillende letters geven aan dat de bijbehorende waarden per kolom significant verschillend zijn bij $p = 0.05$; de resultaten werden verwerkt met een log- of arcsinus transformatie.

De mate van aantasting van winterkarwij werd voor een groot deel bepaald door het plantbestand nadat deze onder de dekvrucht vandaan kwam. Bij een geringer aantal planten per vierkante meter bleek de aantasting minder, zie ook hoofdstuk 6. Door

zomerkarwij als toetsplant te gebruiken, werd een direct effect van de dekvrucht op de karwij vermeden. Het indirecte effect, namelijk de inoculumopbouw door de dekvrucht, kon daardoor beter bepaald worden.

In het afstervend gewas worden weinig chlamydosporen gevormd. Erwten en zomergerst kunnen beschouwd worden als matige waardplanten voor *M. acerina*. Op opslagplanten en gewasresten van deze twee dekvruchten werd de schimmel niet aangetroffen. De aantasting van zomerkarwij na teelt van deze gewassen als voorvrucht was niet zwaarder dan bij teelt na zwarte braak.

Spinazie is een betere waardplant voor de schimmel. Op spinazie worden conidiën gevormd. Deze kunnen de onderstaande karwij infecteren. Hierdoor dragen ze bij aan de inoculumopbouw en dus vergroting van de ziektedruk voor het volgende jaar. Dit wordt ondersteund doordat zomerkarwij met als voorvrucht spinazie zwaarder aangetast werd dan zomerkarwij met andere voorvruchten. Dit geeft aan dat de schimmel zich op spinazie beter kon vermeerderen dan op erwten of zomergerst. Daarnaast is in kasproeven gebleken dat spinazie de schimmel kan overdragen op kiemplanten van karwij, zie hoofdstuk 12.

Karwij zonder dekvrucht vormt al snel een groot bladapparaat. Onder dekvrucht blijft de karwij tot de oogst klein. In beide jaren was de stand van erwten matig. Dit zal mede een reden zijn voor de wat betere stand van de karwij onder erwten dan onder spinazie en zomergerst. De karwij zonder dekvrucht verliest in de herfst eerder zijn blad dan de karwij in de andere objecten.

Opvallend was dat de opbrengst van winterkarwij onder zomergerst achter bleef bij de opbrengst na andere gewassen. In andere proeven werden goede resultaten gehaald met zomergerst als dekvrucht, zie hoofdstukken 6 en 7.

11.4 Discussie

In de teelt van pastinaak gaf het telen van selderij als voorvrucht problemen met *M. acerina* (Klewitz, 1972). Bij de teelt van peen bleek een 3-jarige rotatie slechts een geringe afname van aantasting van de wortel te geven. Rode klaver, gras en aardappel waren het meest effectief in vermindering van de ziektedruk. Gerst was minder

effectief en ui had geen effect (Hermansen, 1992a). De teelt van spinazie als voorvrucht van zomerkarwij lijkt problemen met verbruining iets groter te maken dan de andere onderzochte gewassen.

In onderzoek in Noorwegen kon niet worden aangetoond dat onkruiden een belangrijke rol spelen in de overleving en verspreiding van *M. acerina* (Hermansen, 1992b). Hoewel er verschillen zijn in de mate van aantasting van de verschillende dekvruchten lijkt het effect op de opbrengst van winterkarwij beperkt. Dit werd veroorzaakt doordat het aantastingsniveau niet boven de schadedrempel uit kwam. Bij de keus van de dekvrucht speelt de vatbaarheid voor *M. acerina* een beperkte rol. De stand van de karwij na de oogst van de dekvrucht is belangrijker. Een dekvrucht moet in de eerste plaats gekozen worden op grond van de kwaliteiten als dekvrucht. Een tweede criterium voor de dekvruchtkeuze is dan de vatbaarheid voor *M. acerina*.

Opvallend is dat de karwij geteeld zonder dekvrucht vrij ernstig aangetast wordt. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat de karwij in open land meer blad vormt. In de herfst is dan een groter bladapparaat beschikbaar voor de schimmel om zich op te vermeerderen, waardoor de ziektedruk toeneemt. Dat in het erwten object vrij veel aantasting gevonden werd kan mogelijk eveneens toegeschreven worden aan een uitbundige groei van karwij. De dekvrucht erwten stond in beide jaren matig, waardoor de karwij zich voorspoedig ontwikkelde. Dit verklaart wellicht waarom de aantasting van karwij onder erwten vrij groot is. Tot schade leidde dit niet. In voor *M. acerina* gunstiger jaren kan dit mogelijk wel opbrengstverliezen geven.

Conclusies

Uit oogpunt van verbruining is het waarschijnlijk beter de karwij te zaaien onder een niet of matig vatbare dekvrucht, zoals zomergerst of erwten dan onder het vatbare gewas spinazie. Onkruidbestrijding verdient daarbij enige aandacht. Indien de karwij in open land gezaaid wordt, verdient het aanbeveling deze later te zaaien (juni) en weinig zaaizaad (4 kg/ha) te gebruiken. Dekvruchtkeuze en onkruidbestrijding zijn echter niet doorslaggevend voor het optreden van verbruining in karwij.

12. GEWASRESTEN ALS INOCULUMBRON VAN *M. ACERINA*

12.1 Inleiding

Gewasresten in de grond spelen mogelijk een rol bij de primaire infectie van karwij door de verbruiningsziekte. Na de oogst wordt het karwijstro meestal verhakseld en ondergeploegd. In het stro kunnen zich nog mycelium en ruststructuren (chlamydosporen) van *M. acerina* bevinden. Deze chlamydosporen kunnen langdurig in de grond overleven (Wall & Lewis, 1980c). Hierdoor kan mogelijk een nieuw gewas karwij geïnfecteerd worden. Een van de manieren om problemen met *M. acerina* in de teelt van *Primula malacoides* te voorkomen, is het vernietigen van geïnfecteerde gewasresten (Neergaard, 1952).

Het is van belang te weten of gewasresten van karwij en andere gewassen, met name dekvruchten, *M. acerina* op een volggewas kunnen overbrengen. Hiertoe werden in de kas proeven uitgevoerd waarbij besmette gewasresten in de grond gebracht werden.

12.2 Materiaal en methoden

Twee kasproeven werden uitgevoerd. In 1992 op het PAGV en in 1993 op het IPO-DLO. In het veld werden drie proeven aangelegd. In 1991 in een praktijkperceel in Nieuwolda, in 1992 op het IPO-DLO te Wageningen en in 1994 in Lienden.

Kasproeven

Voor de kasproeven werden gewasresten van winterkarwij, spinazie, zomergerst en erwten verzameld uit veldproeven waarin aantasting met *M. acerina* aanwezig was. In deze veldproeven waren de dekvruchten (erwten, spinazie en zomergerst) ongeveer een half jaar voor het verzamelen geïnoculeerd met de schimmel. Voor een deel bestonden de gewasresten uit opslagplanten, die na de oogst van de dekvrucht in het veld ontstonden.

12.3 Resultaten

Kasproeven

In de kas waren na 6 dagen de eerste kiemplanten zichtbaar. Op grond geïnoculeerd met chlamydosporen van *M. acerina* was het opkomstpercentage geringer en vielen planten na opkomst weg. In de objecten met gewasresten bleek vooral vanuit karwijstro overdracht van *M. acerina* op ingezaaide karwij plaats te vinden. De gewasresten van de dekvruchten erwten, spinazie en gerst gaven geen significante verschillen in overdracht van *M. acerina* in vergelijking met de controle.

In tabel 34 staat de mate van aantasting van karwij bij de verschillende behandelingen gemiddeld over twee proeven.

Tabel 34. Het opkomstpercentage, het percentage door *M. acerina* geïnfecteerde karwijplanten en het drooggewicht van de planten 10 weken nadat de grond besmet werd met stroresten van verschillende gewassen of chlamydosporen van *M. acerina*. De gegevens zijn gemiddeld over de kasproeven in 1992 en 1993.

behandeling	opkomst	geïnfecteerde planten	droog- gewicht
	[%]	[%]	[g]
controle	79,7	0,0	3,4
erwten	77,6	0,2	3,2
zomergerst	78,6	0,7	5,1
spinazie	77,8	0,7	4,3
karwij	71,9	9,0	2,8
100 *	70,3	61,8	0,7
1000 *	68,8	97,2	0,2
LSD (0.05)	10,3	15,6	1,4

*: inoculatie van de grond met chlamydosporen.

De overdracht van *M. acerina* bleef in de kas beperkt. Alleen karwijresten gaven een

redelijk percentage aantasting van de zaailingen. De overdracht was minder goed bij gewasresten van erwten, gerst en spinazie.

Veldproeven

In de veldproeven werden geen verschillen gevonden in overdracht van verbruining door de stro-behandelingen. Tabel 35 geeft een beeld van de resultaten van de proef in Nieuwolda. De diverse behandelingen met gewasresten hadden geen effect op verbruining. De bespuitingen hadden een groot effect op het optreden van *Sclerotinia sclerotiorum* en daardoor op de opbrengst, maar hadden geen effect op verbruining.

Tabel 35. Het percentage planten waarop *M. acerina* in de loop van het seizoen aangetoond kon worden, de standdichtheid twee weken voor de oogst, het percentage planten aangetast door *Sclerotinia sclerotiorum*, het percentage stengelaantasting door *M. acerina* en andere schimmels (ziekte-complex) en de opbrengst (Nieuwolda, 1991).

behandeling	gewas- bespuiting	<i>M. acerina</i> [%]	plant- bestand [/m ²]	<i>Sclero- tinia</i> [%]	ziekte complex [%]	zaad- opbrengst [kg/ha]
stro afvoeren	+	9,5	108	4,1	18,4	776
stro persen	+	8,8	106	7,6	19,7	641
stro hakselen	+	6,7	98	6,5	21,7	712
stro afvoeren	-	12,9	97	21,1	25,2	533
stro persen	-	8,1	99	20,4	22,2	469
stro hakselen	-	4,0	116	19,9	22,4	475
LSD (0.05)		n.s.	15	11,5	n.s.	95

* bespuiting met vinchlozolin (Ronilan) gevolgd door iprodion (Rovral).

In de proef uitgevoerd in Wageningen (1992) werd in de zomerkarwij geen noemenswaardige aantasting door *M. acerina* waargenomen, en de gegevens zullen verder niet worden vermeld. De resultaten van de proef in Lienden in 1994 staan in tabel 36.

Tabel 36. Effect van besmette gewasresten en inoculatie met chlamydosporen van *M. acerina* op verbruining en plantbestand bepaald drie weken voor de oogst, en op de zaadopbrengst van winterkarwij (Lienden, 1994).

behandeling	zieke planten [%]	stengel- aantasting [%]	plant- aantal [m ⁻²]	zaad- opbrengst [kg/ha]
controle	92	7,7	60	1167
200 stro *	92	6,7	57	1250
400 stro	90	5,8	71	1269
800 stro	96	4,6	55	1176
10 chl. **	87	3,6	38	1102
100 chl.	79	1,6	35	1176
1000 chl.	74	2,1	33	861
LSD (0.05)	9	3,5	28	288

*: hoeveelheid besmet stro aangebracht in g per m².

** : dichtheid van chlamydosporen per ml grond.

Door inoculatie met chlamydosporen kwamen er minder planten op en vielen al veel planten in de vegetatieve fase weg. Dit effect was sterker naarmate meer inoculum werd aangebracht. Dit resulteerde in een open plantbestand. De uitbreiding van *M. acerina* bleef beperkt. Het optreden van de verbruiningsziekte werd niet beïnvloed door de stro-behandelingen.

12.4 Discussie

Zowel in 1992 als in 1993 werd in de kas overdracht vanuit gewasresten waargenomen. Het aantal aangetaste toetsplanten was echter lager dan in beide met chlamydosporen geïnoculeerde objecten. Dit wijst erop dat geïnfecteerde gewasresten slechts beperkt bijdragen aan de ziektedruk vanuit de grond. Het percentage geïnfecteerde planten bij inoculatie met gewasresten van karwij wijst in de richting van een redelijke overdracht. Via gewasresten van erwten, zomergerst en spinazie was

de infectie van karwij gering en lijkt overdracht van marginaal belang. In de veldsituatie kunnen enkele zieke zaailingen later mogelijk wel dienen als besmettingsbron voor naburige gezonde zaailingen.

In veldproeven kon echter het effect van besmette stroresten van winterkarwij op de ontwikkeling van verbruining niet aangetoond worden. Wellicht spelen geïnfecteerde gewasresten die in de grond terecht komen wel een rol bij de overleving van de schimmel over langere perioden in afwezigheid van waardplanten.

Wall en Lewis (1980c) vonden een verwaarloosbare afname van de vitaliteit van chlamydosporen in de grond gedurende een periode van twee jaar. Hermansen (1992a) toonde aan dat een 3-jarige rotatie nauwelijks een afname van bewaarrot bij peen door *M. acerina* tot gevolg had. Dit wijst erop dat chlamydosporen in geïnfecteerd karwijstro bij onderploegen een rol kunnen spelen in de levenscyclus van de schimmel en infectie van een volgend gewas karwij.

Conclusies

Besmetting van karwij vanuit geïnfecteerde gewasresten mag niet worden uitgesloten, maar lijkt van beperkte betekenis. Het belang van afvoeren of vernietigen van geïnfecteerd karwijstro om de levenscyclus van de schimmel te doorbreken, is niet aangetoond.

13. ISOLATIE VAN *M. ACERINA* UIT DE GROND

13.1 Inleiding

In de literatuur worden enkele methoden beschreven waarmee incidenteel *M. acerina* uit de grond is geïsoleerd. (Neergaard & Newhall, 1951; Day et al., 1972; Wall & Lewis, 1978a&b). Het ontwikkelen van een methode waarmee de besmetting met *M. acerina* in een praktijkperceel betrouwbaar bepaald kan worden, is van belang. Dit maakt het mogelijk het effect van teeltmaatregelen op de inoculumopbouw beter te onderzoeken. Tevens kan hiermee, zodra schadedrempels bekend zijn, de perceelskeuze voor karwij beter worden afgestemd op het risico op verbruiningsziekte. Daartoe zijn in samenwerking met het Van Hall Instituut proeven gedaan om methoden voor isolatie van *M. acerina* uit de grond te toetsen. Omdat dit weinig succesvol bleek, zijn onderdelen van deze methoden gecombineerd en aangevuld met zeeftechnieken. Van belang hierbij zijn de maaswijdte van de zeef, de samenstelling van het medium waarop monsters uitgeplaat worden en de grootte van de uit te platen monsters. Deze moeten zodanig op elkaar afgestemd zijn dat een maximale hoeveelheid *M. acerina* uit de grond geïsoleerd kan worden, met een zo gering mogelijke verontreiniging door andere micro-organismen. De betrouwbaarheid van deze nieuwe opzet werd in een aantal proeven getoetst. Tevens werd een praktijkgrond aan de isolatie-methode onderworpen.

13.2 Materiaal en methoden

De ontwikkelde methode voor isolatie van *M. acerina* uit de grond is gebaseerd op nat zeven van grondmonsters en uitplaten op een kunstmatig medium. De te gebruiken zeven moeten zo gekozen worden dat de chlamydosporen op de onderste zeef blijven liggen. Door deze zeef moeten echter wel zoveel mogelijk sporen van andere micro-organismen weggespoeld kunnen worden (filtraat). Het te kiezen medium moet *M. acerina* een zo'n groot mogelijk voordeel geven ten opzichte van andere

micro-organismen in het monster. De grootte van het monster moet zo gekozen worden dat maximaal ongeveer 20 kolonies op een plaat verschijnen. Als gewerkt wordt met een onbekende besmette grond zal een verdunningsreeks nodig zijn om een betrouwbare schatting van de besmettingsgraad te kunnen doen.

Verwerking van de grondmonsters

De grondmonsters werden opgedeeld in vier porties van 100 ml ($\pm$ 125 g) waaraan 100 ml water werd toegevoegd. Deze werden een half uur op een schudapparaat gezet. Daarna werden de grondmonsters over zeven van 100 en 25 μ gespoeld. Het filtraat werd opgevangen om te bepalen hoeveel sporen van *M. acerina* nog door de kleinste zeef gaan.

De op de zeven aanwezige chlamydosporen werden met water verzameld in erlenmeyers. Deze werden aangevuld tot 200 ml water. Hieruit werd 0.02 of 0.2 ml gepipetteerd op een selectief medium. De basis van het medium bestond uit sucroseagar met 0.02% streptomycine (SuA+; naar Day et al., 1972). Aan dit medium werd 0.2% triton (SuA+t), of 10000 ppm carvon (SuA+c) of zowel triton als carvon (SuA+ct) toegevoegd. De filtraat-fractie (500-900 ml) werd door afpipeteren van de bovenstaande vloeistof teruggebracht tot 200 ml. De monstergrootte uitgeplaat werd hierbij verdubbeld.

Indien op de 100 μ zeef organisch materiaal bleef liggen werd dit in een bekende hoeveelheid water stuk geslagen met een blender. Daarna werd op de gebruikelijke wijze een monster uitgeplaat.

Inoculatie

De eerste twee proeven werden gedaan met geïnoculeerde grond afkomstig van de groentekavel op het PAGV (PAGV-A20).

Kleigrond werd "gesteriliseerd" door twee maal 24 uur te verwarmen tot 70°C. Hierna is de klei aan de lucht opnieuw gekoloniseerd door micro-organismen. Grondmonsters van 500 ml werden geïnoculeerd met 0, 10, 100 en 1000 chlamydosporenkents van *M. acerina* per ml. kleigrond. De resultaten uit deze isolatieproeven gaven aanleiding tot een nieuwe opzet, waarbij niet meer met steriele grond maar met praktijk grond gewerkt werd (proef 3 en 4). Deze grond was afkomstig uit een karwij-

proef (PAGV3311) die van nature besmet bleek.

De grondmonsters uit de karwijproef werden niet gesteriliseerd. Een deel van deze grond werd geïnoculeerd met 1000 chlamydosporenketens per ml. grond. De inoculumniveaus werden vervangen door een verdunningsreeks. De algemene proefgegevens staan in tabel 37.

Tabel 37. Algemene gegevens voor de isolatie van *M. acerina* uit "steriele" grond (proeven 1 en 2) en landbouwgrond (proeven 3 en 4).

proeven	1 (nov. 92) en 2 (feb. 93)		3 (nov. 93) en 4 (feb. 94)	
grondsoort	1	klei PAGV groentekavel	1	klei PAGV 3311
inoculatie	4	0, 10, 100, 1000	2	0, 1000
verdunning	-		3	1:1, 1:10, 1:100
zeefracties	3	<25 μ , 25-100 μ , >100 μ	2	25-100 μ , >100 μ
uitplaatmethode	2	0.02 en 0.2 ml.	1	0.02 ml
parallelten	4	per grondmonster	4	per grondmonster
media	2	SuA+t en SuA+tc	1&2	SuA+c en SuA+tc
herhalingen	2	per medium	2&4	per medium

Incubatie en telling

De platen werden gedurende zes weken geïncubeerd bij 12°C in het donker. Voor deze temperatuur werd gekozen omdat dit voor een koude minnende schimmel een relatief voordeel betekent. Na incubatie werden ze beoordeeld op het voorkomen van *M. acerina*. De schimmel is herkenbaar aan de vorming van chlamydosporenketens in de agar.

Het aantal kolonies op de plaat werd geteld. Als gewerkt werd met geïnoculeerde grond was de besmettingsgraad bekend. Daaruit kon berekend worden wat na isolatie op de plaat aan *M. acerina* kolonies verwacht mocht worden. Als maat voor de effectiviteit van de toets werd het percentage teruggevonden kolonies bepaald (recovery). De recovery werd berekend door het aantal getelde kolonies te vermenigvuldigen met 100 en daarna te delen door het aantal verwachte kolonies.

De resultaten werden verwerkt met variantie-analyses.

13.3 Resultaten

Op de platen kon *M. acerina* na zes weken herkenbaar waargenomen worden. Veel variatie werd waargenomen in de bruinkleuring. Sommige kolonies bleven licht andere werden snel donkerder. Op de platen waar carvon in zat bleef de bruinkleuring van de chlamydosporen uit. Dit is een nadeel bij de herkenning van *M. acerina*-kolonies.

Het percentage *M. acerina*-kolonies in de zeeffractie 25-100 μ op SuA+tc medium bij het hoogste inoculatie-niveau was 64% van de totaal geïsoleerde *M. acerina*-kolonies (proef 1 en 2). De rest van de geïsoleerde *M. acerina*-kolonies kwam vrijwel in z'n geheel van de fractie die was achtergebleven op de grootste zeef. De recovery was 56%. In het filtraat werd een te verwaarlozen aantal chlamydosporen gevonden. De gegevens voor de verschillende zeeffracties uit geïnoculeerde praktijkgrond staan in tabel 38.

Tabel 38. Het aantal kolonie vormende eenheden van *M. acerina* in twee zeeffracties bij verschillende verdunningen uit geïnoculeerde grond, uitgeplaat op SuA+c.

zeeffractie	verdunning	proef 3			proef 4		
		1:1	1:10	1:100	1:1	1:10	1:100
25 - 100 μ		12,8	2,0	0,2	6,6	0,8	0,0
> 100 μ		0,3	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0
verwachting		10	1	,1	10	1	,1
LSD (0.05) = 0,7							

De aantallen kolonies uit de zeeffracties verschilden significant. In onverdunde geïnoculeerde grond werd over de proeven drie en vier 97% van de kolonies gevonden in de fractie 25-100 μ . Deze verbetering werd waarschijnlijk veroorzaakt door het krachtiger over de zeven spoelen van de grond. In proef 3 werd 131% van het verwachte aantal kolonies aangetroffen. In proef 4 was de recovery 69%. Percenta-

ges van boven de 100 werden wellicht mede veroorzaakt door het breken van chlamydosporenketens door de behandeling. Hierdoor nam de inoculumdichtheid als het ware toe. Dit alles geeft aan dat de 25 μ zeef geschikt is om chlamydosporen van *M. acerina* op te vangen.

Werd het SuA+c medium gebruikt dan was de recovery beter dan zonder toevoeging van carvon. Met name als lage aantallen kolonies verwacht werden. Er werd een significante proef*medium interactie gevonden. Bij toevoeging van carvon lijken de resultaten beter herhaalbaar te zijn. Met andere woorden door toevoeging van het carvon aan het medium werd de betrouwbaarheid van de resultaten groter.

De monstergroottes (0.2 en 0.02 ml) gaven significante verschillen te zien in het aantal kolonies gevormd op het medium. Bij de lagere inoculumniveaus benaderde een monster van 0.2 ml het verwachte niveau beter. Bij de hogere inoculumniveaus was dit het geval bij een monster van 0.02 ml. Naarmate de grondbesmetting geringer is, zal het monster groter moeten zijn.

Isolatie uit praktijkgrond

Het aantal gevormde kolonies op kunstmatig medium werd uitgezet tegen het aantal verwachte kolonies bij de verschillende verdunningen (proef 3 en 4). De hellingshoek werd berekend met behulp van lineaire regressie. De hellingshoek is een maat voor de grondbesmetting. Als grond gebruikt wordt met een bekende besmettingsgraad (*M. acerina*) dan wordt de hellingshoek een maat voor de efficiëntie van de methode. Deze kan dan dienen als correctiefactor indien de methode toegepast wordt op grond met een onbekende besmettingsgraad. Op basis van de hellingshoeken gevonden bij de geïnoculeerde grond (grondbesmetting is bekend) en de praktijkgrond kan geschat worden wat de hoeveelheid inoculum in de praktijkgrond is. Dit wordt uitgedrukt in het aantal kolonie vormende eenheden (kve) van de schimmel per ml grond, zie tabel 39.

Tabel 39. Het aantal kolonies op SuA+c geïsoleerd uit grond bij verschillende verdunningen. Hieruit werd een hellingshoek berekend. Gebaseerd op de berekende hellingshoeken en de bekende besmetting van de geïnoculeerde grond (1000) kan de hoeveelheid chlamydosporen in praktijkgrond geschat worden (grondbesmetting).

grond	proef	verdunning			hellings- hoek	grond- besmetting [kve/ml]	standaard afwijking
		1:1	1:10	1:100			
praktijk	3	0,8	0,6	0,0	0,13	95	30
inoculatie	3	12,8	2,0	0,2	1,34	1000	-
praktijk	4	4,3	0,5	0,0	0,43	648	110
inoculatie	4	6,6	0,8	0,0	0,66	1000	-

Worden de cijfers in tabel 39 bij een 1:1 verdunning vermenigvuldigd met 100 dan geven deze een schatting voor de besmettingsgraad van de grond. Voor de praktijkgrond in proef 3 zou dat neerkomen op ongeveer 80 chlamydosporenketens per ml grond. Berekening met behulp van de hellingshoeken leverde 95 chlamydosporen per ml grond op. Bij de tweede isolatie werden uit geïnoculeerde grond minder kolonies geïsoleerd dan verwacht. Er van uitgaande dat dit verlies ook bij isolatie uit de praktijkgrond is opgetreden werd hiervoor een correctie toegepast. Indien niet met behulp van de standaard inoculatie gecorrigeerd was dan zou de grondbesmetting van de praktijkgrond in proef 4 ongeveer de helft lager zijn geweest.

13.4 Discussie

Bij de overleving van *M. acerina* in de grond spelen alleen chlamydosporen een rol. Conidiën die in de grond terecht komen sterven of vormen dikwandige chlamydosporen (Wall & Lewis, 1978b). Dit geeft aan dat met de keuze van de onderste maaswijdte van de zeef geen rekening gehouden hoeft te worden met de kleinere conidiën, maar alleen met de grootte van de chlamydosporen.

Het merendeel van de kolonies werd gevonden na uitplaten van materiaal dat op de

25 μ zeef is blijven liggen. Het spoelen over een zeef heeft als voordeel dat de meeste bacteriën en sporen van schimmels ($< 25 \mu$) weggespoeld worden. Hierdoor werd de selectiviteit van de methode verhoogd, zonder dat *M. acerina* met het filtraat verloren ging. In praktijkgronden mag verwacht worden dat er materiaal op de 100 μ zeef blijft liggen. Het materiaal in deze fractie kan in een bekende hoeveelheid water kapot geslagen en alsnog uitgeplaat worden. In hoeverre de schatting van de dichtheid van *M. acerina* in de grond hierdoor beïnvloed wordt, is niet onderzocht.

De monstergrootte heeft invloed op het percentage teruggevonden kolonies op de platen. Naarmate minder *M. acerina* kolonies verwacht worden is het beter het uit te platen monster te vergroten. Dit kan als nadeel hebben dat bij onvoldoende selectiviteit van het medium teveel kolonies van andere micro-organismen gevormd worden. Bij onbekende praktijkgrond verdient het aanbeveling om met beide monstergroottes en meerdere verdunningen te werken.

Triton en carvon zorgen beide voor een groeireductie. Carvon vertraagt de start van de groei van schimmels op een medium. Deze is voor *M. acerina* echter van kortere duur dan bijvoorbeeld voor *Fusarium culmorum* (De Jonge et al., 1991). In de praktijkgrond voldeed een medium zonder triton goed. Weglaten van de carvon gaf een ongunstiger beeld als weinig kolonies verwacht werden. Het lijkt dus zinvol dit in het medium te blijven opnemen.

Uit praktijkgrond werd *M. acerina* geïsoleerd. Dit geeft aan dat de gebruikte methode mogelijkheden biedt voor het vaststellen van een grondbesmetting. De hoge dichtheid van de schimmel in de grond (648 chlamydosporen per ml) kan mogelijk beïnvloed zijn door inoculumopbouw door de karwij.

De detectiegrens is niet exact vastgesteld, maar ligt ergens tussen de 10 en de 100 chlamydosporen per ml grond. In hetzelfde traject ligt waarschijnlijk het inoculumniveau in de grond waarbij, afhankelijk van weersomstandigheden in het groeiseizoen, schade aan karwij verwacht mag worden (schadedrempel). Opgemerkt moet worden dat een hoge besmettingsgraad niet altijd leidt tot hoge aantastingsniveaus. In een biotoets wordt met dit aspect beter rekening gehouden, zie hoofdstuk 14.

Met de beschreven methode wordt het mogelijk onderzoek te doen naar de schadedrempel. Is deze bekend dan kan de methode mogelijk gebruikt worden om percelen te toetsen op hun geschiktheid voor de teelt van karwij met betrekking tot risico

op de verbruiningsziekte.

Een soortgelijke methode is ontwikkeld voor de isolatie van micro-sclerotiën van *Verticillium albo-atrum* (Huisman & Ashworth, 1974). Deze micro-sclerotiën zijn qua grootte vergelijkbaar met chlamydosporen van *M. acerina*. Tevens hebben ze beide een functie in de overleving van de schimmel in minder gunstige periodes.

De isolatie van geringe inoculumhoeveelheden en de bemonsteringswijze van een perceel moeten nog onderzocht worden. Daarnaast moet het effect van toevoeging van carvon en triton aan het medium verder onderzocht worden. Met name het lang of geheel uitblijven van de bruinkleuring is een handicap bij de beoordeling van het aantal gevormde *M. acerina*-kolonies. Er zijn aanwijzingen dat isolatie ook zonder carvon in het medium zou kunnen. Een ander voordeel is dat de hele procedure daarmee van ongeveer 6 naar 2 weken ingekort zou kunnen worden.

Conclusies

Isolatie van *M. acerina* uit praktijkgrond kan met de beschreven zeef en uitplaat-techniek. De 25 μ -zeef is geschikt om chlamydosporen van *M. acerina* op te vangen. Het gebruikte SuA+c medium bleek redelijk selectief voor *M. acerina*. Verdere ontwikkeling van de methode maakt het in de toekomst mogelijk door bemonstering van percelen een voorspelling te doen omtrent de geschiktheid van de percelen voor de teelt van karwij met betrekking tot het risico op de verbruiningsziekte.

14. ONTWIKKELING VAN EEN BIOTOETS TER BEPALING VAN *M. ACERINA* IN DE GROND

14.1 Inleiding

De grond is de belangrijkste inoculumbron voor de verbruiningsziekte. Voor de teler is het belangrijk te weten of, en in welke mate zijn perceel besmet is in verband met risico op schade door het optreden van *M. acerina*. Hij kan dan eventueel een ander perceel kiezen en de vruchtwisseling verruimen. In de teelt van erwten is met succes een biotoets ontwikkeld tegen voetziekten (Oyarzun, 1991; Oyarzun 1993).

Doel van het onderzoek is een indruk te krijgen of met de ontwikkeling van een biotoets het inoculumniveau van de verbruiningsziekte in de grond betrouwbaar bepaald kan worden. Eerst is gekeken welke toetsplant het meest geschikt was voor een biotoets. Daarna is de mate van aantasting van de toetsplanten op kunstmatig besmette grond bepaald. Vervolgens werd getracht de schimmel in praktijkgrond aan te tonen via een biotoets.

14.2 Materiaal en methoden

Voor een biotoets moet karwij uitgezaaid worden op geïnoculeerde grond, die in verschillende mate besmet is. In proeven met een ander doel werd winterkarwij ook uitgezaaid op besmette grond. In de zaadontsmettingsproeven kan het object waarin het zaad niet ontsmet werd, beschouwd worden als een soort biotoets.

In de biotoets werden drie gronden getoetst allen afkomstig van het PAGV. Twee gronden waren afkomstig van de groentekavel (PAGV-A20). Deze waren nauwelijks besmet met *M. acerina*. De derde grond was afkomstig uit een karwijproef (PAGV-3311). Hierin was een vrij hoge natuurlijke besmettingsgraad met *M. acerina* opgebouwd.

Een van de gronden van de groentekavel werd gesteriliseerd. Hiervoor werd klei-

grond gesteriliseerd in een droogstoof door deze twee maal met één dag ertussen, gedurende 24 uur tot 70°C te verwarmen. Tussendoor werd de grond afgekoeld zodat kieming van hitte resistente sporen kon optreden. De twee andere gronden werden niet gesteriliseerd.

Een portie van elk van de drie gronden werd kunstmatig besmet met een chlamydosporensuspensie van *M. acerina*. Deze werd verkregen door enkele weken oude cultures van *M. acerina* op aardappel glucose agar in water te "blenden". De inoculatie vond plaats door de suspensie te vernevelen met een spuit in grond welke door een draaiende molen voortdurend gemengd werd. Deze wijze van inoculatie werd ontwikkeld voor het voetziekten-onderzoek bij erwten (pers. meded. Oyarzun). Aan de grond werd door de inoculatie 2,5 volume % vocht toegevoegd. In de grond werden dichtheden van 0, 10, 100 of 1000 chlamydosporenketens per ml grond aangebracht. De grond werd vervolgens in bakken gedaan. Per bak werden 84 zaden zomerkarwij uitgezaaid. Ter controle diende niet geïnoculeerde grond.

De proef werd uitgevoerd in de kas in drie parallellen, bij 17°C en 16 uur licht. De waterpotentiaal wordt zo goed mogelijk gesteld op $pF = 2$. De bakken werden overkapt om een hoge relatieve luchtvochtigheid te houden.

Wekelijks werden de planten beoordeeld op aantasting door *M. acerina*. Na 6 weken werd de proef beëindigd. Het percentage gekiemde planten werd bepaald. Het percentage door *M. acerina* aangetaste zaailingen werd berekend door het aantal zieke zaailingen te delen op het aantal gekiemde zaailingen. De resultaten werden verwerkt met variantie-analyses.

14.3 Resultaten

In een aantal experimenten bleken winter- en zomerkarwij geschikt als toetsplanten. Dille bleek in de kas zeer gevoelig voor *M. acerina*, echter de slechte kieming van het zaad maakte het tot een ongeschikte toetsplant. Zomerkarwij (Karzo) is wegens zijn snellere kieming en hogere niveaus van aantasting (zie ook hoofdstuk 15) een meer geschikte toetsplant dan winterkarwij.

Afgeleide biotoets uit proeven met zaaizaadbehandeling

Het effect van geïnoculeerde grond op opkomst en aantasting van karwij-zaailingen staat in tabel 40. De gegevens zijn afkomstig uit drie proeven met zaaizaadbehandeling.

Tabel 40. Het effect van gesteriliseerde en daarna kunstmatig besmette grond op opkomst en aantasting van karwij-zaailingen.

inoculatie-niveau	opkomst [%]	aantasting [%]
0	65	0
10	64	11
100	50	42
1000	42	80
LSD (0.05)	11	11

Er is een duidelijke correlatie tussen aantasting van de zaailingen en besmettingsniveau van de grond. Dit verband werd gevonden in grond die gesteriliseerd was en daarna kunstmatig geïnoculeerd.

Biotoets

Om dit verband ook aan te tonen in niet gesteriliseerde grond werd een biotoets uitgevoerd met laag en hoog besmette grond. De besmetting werd bepaald door nat zeven en uitplaten van de grond, zie hoofdstuk 13. De resultaten staan in tabel 41.

Tabel 41. Het percentage door *M. acerina* aangetaste zaailingen uitgezaaid op besmette en niet besmette gronden (waarvan één vooraf gesteriliseerd) afkomstig van het PAGV, uitgevoerd in 1994.

grond inoculum	opkomst [%]				aantasting [%]			
	0	10	100	1000	0	10	100	1000
steriel	91	100	94	83	0	19	42	70
PAGV-A20-laag	68	70	62	66	1 *	8 *	48	66
PAGV3311-hoog	82	94	88	92	3	1	2	4
LSD (0.05)				16				21

*: veel planten weggevallen door onbekende oorzaak.

In de PAGV grond met een hoge natuurlijke besmetting liep de aantasting niet op als geïnoculeerd werd met *M. acerina*. Opvallend was dat in deze grond het opkomstpercentage hoog en de aantasting in het niet geïnoculeerde object zeer gering waren. Dat wil zeggen dat op deze wijze niet aangetoond kon worden dat deze grond van nature besmet was. Met nat zeven en uitplaten werd een besmettingsniveau vastgesteld van ongeveer 400 - 600 chlamydosporen per ml grond.

Op PAGV grond met een lage natuurlijk besmetting bleek de opkomst zeer laag. Het is niet duidelijk welke factor in de grond hiervoor verantwoordelijk was.

14.4 Discussie

In gesteriliseerde grond die daarna geïnoculeerd werd met *M. acerina* was er een goede correlatie tussen aantasting van de toetsplanten en het besmettingsniveau. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van een biotoets. In niet gesteriliseerde praktijkgrond kregen we echter te maken met veel zaailingen die wegvielen, zonder dat ze aangetast waren door *M. acerina*. Dit probleem kan wellicht deels voorkomen worden door de vochtvoorziening in de grond beter te standaardiseren. Daarnaast moeten ook de overige proefomstandigheden zoveel mogelijk in de hand gehouden worden.

In een van nature zwaar besmette grond nam het aantastingsniveau niet toe met

toenemende inoculatie-niveaus. Deze bleef zeer laag. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat antagonisten in de grond verhinderden dat *M. acerina* zaailingen kon infecteren. Mogelijk hebben we hier te maken met een ziekte-werende grond. De resultaten zijn slechts afkomstig uit één proef en vergaande conclusies mogen er niet aan verbonden worden.

Het resultaat van een biotoets wordt beïnvloed door allerlei factoren in de grond. Onder andere antagonisten, andere micro-organismen, de vochtvoorziening, de voedingstoestand en de structuur van de grond beïnvloeden de mogelijkheid voor *M. acerina* om karwij te infecteren. Daardoor wordt met een biotoets het risico op verbruining wellicht beter ingeschat dan door directe isolatie van de schimmel uit de grond. Directe isolatie van *M. acerina* houdt geen rekening met deze factoren en het vermogen van de schimmel om planten aan te tasten. Bijvoorbeeld antagonisten in de grond kunnen invloed hebben op de mate van aantasting van gewas, ongeacht het besmettingsniveau van de grond. In hoeverre antagonisten en andere factoren in de grond een rol spelen bij de infectie van karwij moet verder uitgezocht worden. Voor voetziekten in erwten is een biotoets ontwikkeld die rekening houdt met deze factoren in de grond en meer het risico op ziekte inschat dan de exacte besmettingsgraad van de bodem (Oyarzun, 1993). Voor het ontwikkelen van een biotoets is verder onderzoek nodig. Aandacht moet hierbij gegeven worden aan de uitvoering van de toets, de monsternamen op praktijkpercelen en gekeken moet worden of de resultaten van de toetsen overeenkomen met de aantasting in de praktijk.

Conclusies

De eerste indruk is dat de biotoets minder geschikt lijkt om het besmettingsniveau in de grond aan te tonen dan isolatie van de schimmel uit de grond, zie hoofdstuk 13. In hoeverre het risico op verbruiningsziekte door een biotoets beter ingeschat wordt dan door directe isolatie van de schimmel uit de grond, moet verder uitgezocht worden.

15. SELECTIE OP RESISTENTIE TEGEN VERBRUINING MET EEN ZAILINGTOETS

15.1 Inleiding

Beperking van het optreden van de verbruiningsziekte kan mogelijk gerealiseerd worden door teelt van minder vatbare rassen. Op resistentie tegen verbruining is tot nu toe niet geselecteerd. In rassenproeven werden waarnemingen gedaan om verschillen in mate van verbruining vast te stellen. Om resistentieveredeling mogelijk te maken zal een methode ontwikkeld moeten worden waarin de mate van resistentie bepaald kan worden.

In samenwerking met het CPRO-DLO is in 1992 begonnen met het ontwikkelen van een methode die geschikt is als resistentietoets tegen verbruining in karwij. De toets moet betrouwbaar, onderscheidend en weinig tijdrovend zijn. Gekozen is te beginnen met een kiemplanttoets omdat daarmee snel resultaten verwacht mogen worden. Daartoe zijn eerst drie proeven uitgevoerd om een goede inoculatiemethode te vinden. Vervolgens zijn twee toetsen uitgevoerd om resistentie in karwijselecties te verbeteren.

15.2 Materiaal en methoden

Rassenproeven

In rassenproeven met winterkarwij van het PAGV op Ebesheerd en van het CPRO-DLO op de Broekemahoeve is de mate van verbruining waargenomen. De proef op Ebesheerd lag in vier-voud en op de Broekemahoeve in drie-voud. De proeven waren in 1993 ingezaaid. Per veld werd ongeveer vier weken voor de oogst aan twee maal 25 planten de mate van stengelaantasting door *M. acerina* bepaald.

Inoculatieproeven

In de inoculatieproeven in de kas werden drie manieren van aanbrengen van inoculum vergeleken, namelijk a) aangieten van inoculum 14 dagen na zaai, b) vernevelen van inoculum op de grond voor zaai en c) mengen van inoculum door de grond voor zaai. De grond werd geïnoculeerd tot een besmettingsniveau variërend van 0 tot $1 \cdot 10^4$ sporeketens per ml grond. Tabel 42 geeft aan welke objecten in de proeven lagen.

Tabel 42. De cijfers in de tabel geven aan in welke proeven (proef 1, 2 of 3) de verschillende inoculatiemethoden beproefd zijn.

inoculum- dichtheid per ml grond	inoculatie-methoden		
	aangieten 14 dagen na zaai	vernevelen voor zaai	mengen voor zaai
controle	1	1, 2, 3	1, 2, 3
1	-	2	-
10	-	2	-
100	1	1, 2, 3	1, 2
1.000	1	1, 3	1, 3
10.000	1	1	-

De hoeveelheid chlamydosporensuspensie die in de proeven aangebracht werd, was 10% van het grondvolume. Karwij werd direct na inoculatie gezaaid behalve bij aangieten na zaai. De getoetste karwij herkomsten waren Bleija, Oldambster landras, Karzo en Selectie eenjarig.

De proeven werden opgezet in vier herhalingen. De potjes bevatten 50 ml of 100 ml niet gestoomde potgrond. Water werd twee maal in de week gegeven. De dagtemperatuur werd op 21°C ingesteld; 's nachts daalde de temperatuur tot 17°C. Met een vernevelaar werd de relatieve luchtvochtigheid tussen 70-99% gehouden.

Met aangieten na zaai werd na de eerste proef gestopt, omdat *M. acerina* invloed heeft op opkomst van de zaailingen en dit op die manier niet getoetst wordt.

Eens per week werden de plantjes beoordeeld op opkomst en aantasting (omval)

door *M. acerina*, wat leidt tot omval van de plant. De omgevallen plantjes werden in het laboratorium op vochtig filterpapier in een petrischaal gelegd en bij 18°C geïncubeerd. Na twee dagen werden de plantedelen onder een microscoop, bij een vergroting van 40x, beoordeeld op het voorkomen van conidiën van *M. acerina*.

Resistentietoetsen

In het vroege voorjaar van 1993 werd de eerste selectieronde uitgevoerd. Zomerkarwij werd uitgezaaid op besmette grond in 8 plastic bakken in de kas. Per bak werden 30 zaden van twee herkomsten ('Karzo' en Selectie Eenjarig vroeg) gezaaid. Grond werd, door het vernevelen van inoculum, besmet met ongeveer 1000 chlamydosporenketens per ml grond, volgens boven beschreven methode.

Gedurende een periode van acht weken werden de planten beoordeeld op het voorkomen van de verbruiningsziekte. Na deze periode werden de uiterlijk gezonde planten overgebracht naar het veld. Hier konden ze gezamenlijk afbloeien. Het zaad werd vervolgens geoogst en in een tweede selectieronde gebruikt. Deze werd in het voorjaar 1994 ingezet. Tevens werd de oorspronkelijke en een nieuwe populatie van Karzo en Selectie Eenjarig vroeg aan de resistentietoets onderworpen.

Het aantal door verbruining aangetaste en gedode zaailingen is een maat voor het resistentieniveau. Vergelijking van het materiaal na de diverse selectierondes met de oorspronkelijke populatie geeft een indruk van de respons op selectie.

15.3 Resultaten

Rassenproeven

De mate van verbruining van verschillende herkomsten winterkarwij werd bepaald. Tabel 43 geeft een overzicht van de resultaten. De aantasting van de herkomsten door verbruining verschillen significant. Dit geeft aan dat er wellicht sprake is van genetische variatie voor resistentie tegen verbruining in karwij. Omdat het slechts eenjarige proeven betreft moeten de cijfers met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden.

Tabel 43. Het percentage zieke planten en de mate van stengelaantasting van verschillende karwij-herkomsten, ongeveer vier weken voor de oogst waargenomen op de proefboerderijen Ebelsheerd en de Broekemahoeve in 1994.

herkomst	percentage zieke planten		stengelaantasting [%]	
	Ebelsheerd	Broekemahoeve	Ebelsheerd	Broekemahoeve
Bleija	67	88	3,8	5,3
Boeketje	-	44	-	2,3
CPRO-los	-	95	-	9,3
CPRO-vast	-	95	-	5,7
CPRO 1	-	88	-	4,7
CSSR 14	-	91	-	8,1
Denemarken	-	91	-	5,0
Hongarije	-	91	-	4,9
Konczewicki	69	82	5,5	4,8
Oldambster	-	88	-	4,3
Stam 60	81	-	6,8	-
Volhouden	54	87	3,7	3,2
Wilde karwij	-	83	-	5,0
LSD (0.05)	15	14	3,3	3,7

Inoculatieproeven

De herkomsten reageerden verschillend op inoculatie met *M. acerina*, zie tabel 44.

Tabel 44. Het uitvalpercentage per ras, gemiddeld over de verschillende inoculatiemethoden bij 100 en 1000 chlamydosporenketens per ml grond in de drie proeven.

ras	proef 1 nov. 91	proef 2 feb. 92	proef 3 april 92	
inoculum	1000	100	100	1000
Bleija	55	14	52	67
Oldambtster landras	53	28	50	85
Karzo	80	28	73	89
Selectie Eenjarig	70	5	92	83
LSD (0.05)	33	12	25	11

Het uitvalpercentage bleek niet voor alle rassen gelijk. Bij Karzo was de uitval wat groter omdat de opkomst slechter was en meer planten aangetast werden. In een eerder experiment bleken er geen verschillen in vatbaarheid tussen de winterkarwijrassen Mansholts, Volhouden en Bleija.

Na aangieten werden de planten vrijwel meteen geïnfecteerd en beginnen om te vallen. Bij beide andere manieren heeft inoculatie invloed gehad op de opkomst van de zaailingen. Na opkomst vielen gedurende ongeveer 6 weken planten weg als gevolg van aantasting. In de eerste proef was het percentage omval bij alle drie methoden na 27 dagen niet significant verschillend. Dit bleef zo tot het eind van de proef. In de derde proef werd evenmin een significant verschil gevonden tussen aanwenden van inoculum door vernevelen of mengen (tabel 45).

Tabel 45. Het uitvalpercentage bij de verschillende inoculumniveaus en twee inoculatiemethoden

inoculum-niveau	inoculatie-methode	proef 1 [%]	proef 3 [%]
0	mengen	3	-
10 ²		53	-
10 ³		66	89
0	nevel	16	23
10 ²		62	56
10 ³		75	75
LSD (0.05)		31	10

De methode waarmee het inoculum aangebracht wordt heeft nauwelijks invloed op het uitvalpercentage. Bij het aanleggen van een hogere inoculumdruk neemt het percentage planten dat uitvalt toe.

Resistentietoetsen

De zaailingen in de resistentietoets werden massaal geïnfecteerd. In de eerste selectie (1993) konden slechts 10% van de zaailingen in het veld worden uitgeplant, de overige planten waren aangetast (tabel 46).

Het in het veld zetten van de geselecteerde zaailingen leverde in 1993 problemen op. Van de selectie eenjarig bleven als gevolg van vraat geen planten over. Van de geselecteerde Karzo-populatie stierven er alsnog een aantal in het veld. Hierdoor werd deze populatie ongewild nogmaals verkleind en nam de genetische variatie van het materiaal verder af. Van de in 1993 in het veld gezette planten bleven er slechts vier over waarvan zaad geoogst kon worden.

Van de Karzo-populatie die al een eerste selectieronde had gehad (S1) bleven geen planten over in de tweede selectieronde, zie tabel 46. Dit geeft aan dat het resistentieniveau van de S1 in 1994 niet hoger is dan dat van de oorspronkelijke populatie (S0).

In 1994 werden opnieuw selecties gemaakt van Karzo en Selectie eenjarig. Van

beide populaties werd 13% van de planten geselecteerd. De ± 30 voor het oog gezonde planten werden in de platte bak gezet. Hiervan viel meer dan de helft nog uit, mogelijk toch als gevolg van aantasting door *M. acerina*. De zaadzetting van de overige planten bleef, om onbekende redenen, volledig achterwege. Tabel 46 geeft een overzicht van de resultaten in de resistentietoetsen.

Tabel 46. De aantallen planten in de diverse fasen van de resistentietoets van de verschillende herkomsten in 1993 en 1994. In 1994 werd de oorspronkelijke populatie (S0) vergeleken met de populatie die een resistentietoets doorstaan had (S1).

			Karzo	Karzo	Selectie	Selectie
			S0	S1	eenjarig	eenjarig
					S0	S1
'93	uitgezaaid	15/4	240	-	240	-
	in het veld geplant	21/5	15	-	16	-
	geoogste planten	./9	4	-	0	-
'94	uitgezaaid	8/4	240	240	240	0
	opkomst		212	10	220	-
	aangetast		169	8	180	-
	geplant in platte bak	9/5	33	0	31	-
	aangeslagen planten	19/5	16	0	10	-
	geoogste planten	./9	0	-	0	-

In beide jaren werd de populatie zowel in de toetsfase als de vermeerderingsfase sterk gedecimeerd. Dit alles resulteerde erin dat van de populaties die de resistentietoetsen doorlopen hebben geen planten over zijn. Om dit probleem te voorkomen, is een minder zware selectie op resistentie en een intensievere begeleiding van de toets noodzakelijk.

15.4 Discussie

De verschillende herkomsten bleken in verschillende mate vatbaar te zijn voor *M. acerina*. Dit geeft aan dat er genetische variatie bestaat voor resistentie tegen verbruiningsziekte. Ook in het veld bleek genetische variatie aanwezig. Dit werd afgeleid uit het feit dat in een aangetast veld op korte afstand van elkaar planten in zeer uiteenlopende mate aangetast werden. In rassenproeven werden eveneens verschillen gevonden in de mate van aantasting.

In het veld vindt de eerste infectie van zaailingen plaats vanuit de grond. Een resistentietoets waarbij het inoculum voor zaai toegediend wordt lijkt vanuit dit perspectief beter dan inoculatie van kiemplanten. Dit betekent dat het inoculum voor zaai door de grond gemengd of verneveld moet worden. Dit heeft echter als nadeel dat resistentie gebaseerd op beperking van de lesievorming en de sporulatie niet bepaald kunnen worden.

De mate van selectie wordt bepaald door de aangelegde ziektedruk. De in de toetsen aangelegde ziektedruk van 1000 chlamydosporenketens per ml lijkt te hoog. Minder dan de helft is waarschijnlijk al genoeg. Daarnaast is het van belang dat de omstandigheden in de toets zo gelijkmatig mogelijk gehouden worden. Met name de watervoorziening van de grond lijkt een effect te hebben op het aantastingsniveau. In een te droge grond bestaat de kans dat zaailingen aan de ziekte ontsnappen, omdat geen infectie kan optreden. Deze planten hebben dan waarschijnlijk niet een verhoogd resistentie niveau. Het beste is om het vochtspanning van de grond op $pF = 2$ te handhaven.

De aangelegde selectiedruk in de resistentietoetsen gaf een zware selectie van de zaailingen. De problemen met uitvallen van planten na de resistentietoets werden mogelijk veroorzaakt doordat geselecteerde zaailingen toch geïnfecteerd waren ondanks dat ze uiterlijk vrij waren van ziekte. Daarnaast blijft bij het overpotten nog besmette grond aan de wortel hangen, waardoor ongewild in het veld nog selectie optreedt. Deze problemen kunnen wellicht voorkomen worden door geselecteerde zaailingen te spoelen en voorzichtig van alle grond te ontdoen. Vervolgens kunnen zaailingen ontsmet worden door ze te dompelen in een iprodion-oplossing, alvorens ze uitgezet worden in het veld.

Overwogen moet worden of positieve massaselectie van licht aangetaste planten in een matig tot zwaar aangetast veld betere resultaten oplevert. Het voordeel van deze methode is dat er van veel meer planten uitgegaan kan worden, zodat altijd voldoende zaad gewonnen kan worden. Een nadeel is dat deze planten ook bestoven zijn met pollenkorrels van planten die wel zwaar aangetast zijn. Dit geeft een vertraging van de voortgang bij selectie op resistentie tegen verbruining.

Conclusies

Mogelijkheden voor selectie op resistentie tegen de verbruiningsziekte zijn aanwezig. Een resistentietoets werd ontwikkeld die echter nog enkele aanpassingen behoeft alvorens gebruikt te kunnen worden in een veredelingsprogramma.

In winter- en zomerkarwij is genetische variatie voor tenminste partiële resistentie tegen de verbruiningsziekte aanwezig. Selectie op resistentie tegen de verbruiningsziekte zou in een karwij-veredelingsprogramma meegenomen moeten worden.

Verder onderzoek naar het resistentieniveau van de karwijrassen zou ertoe moeten leiden dat er een aanduiding in de Rassenlijst opgenomen wordt.

16. EFFECT VAN WORTELBESCHADIGING OP VERBRUINGSZIEKTE

16.1 Inleiding

Bij selderij bleek infectie door *M. acerina* meestal samen te gaan met beschadiging van het weefsel (Day et al., 1972). Wortels van peen werden bij beschadiging vatbaarder voor *M. acerina* (Davies et al., 1981). Dit is mogelijk eveneens het geval bij karwij. In de praktijk kunnen beschadigingen optreden door teelthandelingen (mechanische onkruidbestrijding) en door vraat.

Nagegaan is of beschadiging van de wortel bij karwij eveneens leidt tot verhoogde kans op infectie door *M. acerina*. Omdat het lastig is karwijwortels in het veld te beschadigen en te inoculeren, werd gekozen voor een modelstudie waarbij de wortels na behandeling opgeslagen werden in een koelcel. Voor een lage temperatuur werd gekozen om de winterrust te simuleren.

16.2 Materiaal en methoden

Karwijwortels werden voorzichtig uitgegraven (24 maart en 22 oktober 1992 en 8 september 1994). De wortels werden ontdaan van het blad en schoongespoeld. Daarna werden ze enkele uren te drogen gelegd. Drie vormen van beschadigingen werden aangebracht met een ponsapparaat. Door voorzichtig te ponsen, kon alleen de epidermis van de wortel verwijderd worden. Door iets harder ponsen, kon het parenchym beschadigd worden. Bij de zwaarste beschadiging werd ook de centrale cylinder beschadigd.

De wortels werden in een plastic bakje (18*13*6 cm) op vochtig filtreerpapier gelegd. Per bakje werden in de eerste proef vijf en in de tweede en derde proef vier wortels gelegd. De wortels werden geïnoculeerd met 0,1 ml van een suspensie met $5 \cdot 10^4$ chlamydosporenketens per ml. In de eerste proef werden per bakje vier

wortels op dezelfde manier beschadigd en geïnoculeerd. De vijfde werd met water behandeld. In de tweede en derde proef werden in elk bakje twee wortels geïnoculeerd en twee met water behandeld. De bakjes werden afgesloten met een deksel. Vervolgens werden ze in een koelcel bij 5°C weggezet.

Bijna wekelijks werd de uitbreiding van de wortelaantasting gemeten. Door regressie-analyse werd de snelheid waarmee de schimmel het wortelweefsel koloniseerde berekend. Met behulp van variantie-analyses werden verschillen in percentage aangetaste wortels en de lesiediameter acht weken na inoculatie bepaald.

16.3 Resultaten

In de drie proeven kon *M. acerina* uit het aangetaste weefsel opnieuw geïsoleerd worden. Naarmate de wortel zwaarder beschadigd was, werd een snellere kolonisatie van het weefsel waargenomen, zie afbeelding 2. Tabel 47 geeft de snelheid waarmee de wortel gekoloniseerd wordt bij de verschillende maten van beschadiging. Op niet geïnoculeerde wortels werd geen ziekte waargenomen.

Tabel 47. Het percentage door *M. acerina* geïnfecteerde karwijwortels en de lesiediameter acht weken na inoculatie bij verschillende mate van wortelbeschadiging.

mate van beschadiging	geïnfecteerde wortels			lesiediameter		
	3-92 [%]	10-92 [%]	9-94 [%]	3-92 [mm]	10-92 [mm]	9-94 [mm]
onbeschadigd	50	68	50	2,4	3,0	2,9
epidermis	100	100	100	20,7	11,8	8,4
parenchym	100	100	100	28,4	21,4	15,0
centrale cylinder	100	100	100	24,9	26,4	26,6
LSD (0.05)	27	27	44	10,2	7,2	7,3

16.4 Discussie

Inoculatie van karwijwortels met chlamydosporen van *M. acerina* leidt tot infectie van de wortel. Infectie van de wortel kan leiden tot stagnatie van de groei. Bij een zware aantasting kan de plant zelfs afsterven. Onbeschadigde wortels worden minder gemakkelijk geïnfecteerd dan de beschadigde. Daarnaast lijkt de kolonisatie snelheid van de schimmel afhankelijk van de mate van beschadiging van het weefsel. Deze waarnemingen duiden erop dat de epidermis een rol speelt bij de afwering van schimmelinfecties. In het pathosysteem peen/*M. acerina* werd door Day et al., (1972) eenzelfde verschijnsel beschreven. Falcariindiol, een voor *M. acerina* toxische stof, komt in het buitenste weefsel van de peenwortel in hoge concentraties voor en is waarschijnlijk verantwoordelijk voor de remming van de schimmel bij peen (Davies & Lewis, 1981; Garrod & Lewis, 1982). Door beschadiging wordt de genoemde barrière ontlopen en kan de schimmel de wortel makkelijker infecteren. Daarnaast speelt de snelheid van lignificatie rond de gepenetreerde schimmelhyfe een rol (Davies et al., 1981).

In karwij is het voorkomen van een fungistatische stof in de buitenste wortelweefsels nog niet aangetoond. Het verschijnsel dat bij beschadiging het percentage geïnfecteerde wortels en de kolonisationsnelheid toenemen, doet vermoeden dat voor karwij dezelfde principes opgaan als voor peen.

In de praktijk zou dit kunnen betekenen dat grondbewerkingen of het berijden van het gewas de wortels beschadigen en daardoor de verbruiningsziekte stimuleren. De bodemfauna kan eveneens de wortel beschadigen. In proeven met de wollige karwijluís uitgevoerd op het IPO-DLO werden echter geen aanwijzingen gevonden dat de luizen infectie door *M. acerina* stimuleerden.

Conclusies

Wortelbeschadiging (mechanische onkruidbestrijding, insektenvraat) bevorderen het optreden van de verbruiningsziekte.

17. DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

Op grond van de levenscyclus van *M. acerina* kunnen een aantal ingangen aangegeven worden waardoor de schade door verbruiningziekte in karwij kan worden beperkt. De kennis van *M. acerina* in relatie tot karwij is door waarnemingen in de diverse proeven vergroot. De levenscyclus van de schimmel op winterkarwij wordt hieronder beschreven. Vervolgens worden enkele potentiële gewasbeschermingsmaatregelen besproken.

Inoculumbronnen

De inoculumbronnen zijn de bodem, gewasresten in de bodem en besmet zaad. De grond is de belangrijkste inoculumbron.

Zaadinfectie speelt waarschijnlijk geen grote rol in de levenscyclus van de schimmel. Meestal bleef de mate van zaadinfectie onder de 1%. Een enkele keer werd echter ook een aantastingsniveau van 50% gevonden. Gebruik van besmet zaaizaad kan zorg dragen voor verspreiding van de ziekte over grote afstanden. Bijvoorbeeld van het ene perceel naar het andere.

Infectie van karwij wordt alleen veroorzaakt door inoculumbronnen binnen het veld. De afstand waarover verspreiding van de sporen van de schimmel optrad, bleek beperkt tot enkele meters. Dit geeft aan dat infectie van karwij via conidiën gevormd op waardplanten in bermen en in andere karwijpercelen geen rol van betekenis speelt. De onkruidbezetting op het perceel zelf speelt mogelijk wel een rol bij de verspreiding en overleving van de ziekte.

Sporulatie en infectie

Wortels van karwij kunnen in het eerste jaar geïnfecteerd worden vanuit de grond. De mate van wortelaantasting was echter meestal gering. Schade wordt niet of nauwelijks veroorzaakt door aantasting van de wortel. Infectie van kiemplanten leidt tot een vertraagde opkomst en uitval van kiemplanten. Zolang deze uitval beperkt blijft, zal dit weinig gevolgen hebben voor de teelt. De infectie van het blad leidt

meestal niet tot infectie van de wortel.

Inoculumopbouw vindt plaats in de herfst. Conidiën zijn verantwoordelijk voor bovengrondse verspreiding van de schimmel. Spatverspreiding tijdens regenbuien is belangrijker dan windverspreiding van conidiën. Een combinatie van spat- en windverspreiding speelt mogelijk wel een rol. Naarmate er meer neerslag viel in het late najaar bleek het niveau van aantasting in het voorjaar hoger te worden. Sporulatie neemt toe naarmate meer afstervend weefsel aanwezig is. Dit blijkt ondermeer doordat na een eerste vorstperiode meer conidiën ingevangen worden dan ervoor, mits de temperatuur hoog genoeg is. Na een vorstperiode neemt de hoeveelheid afstervende plantedelen toe. Bestrijding van de schimmel op het moment van de verspreiding in het najaar kan de ontwikkeling van de epidemie enigszins vertragen.

Conidiën van *M. acerina* kunnen in het voorjaar door middel van verticale verspreiding de stengels en schermen bereiken en infecteren. Groei van de schimmel door de hoofdstengel van beneden naar boven werd niet geconstateerd. Dit geeft aan dat infectie van stengels en schermen waarschijnlijk alleen veroorzaakt wordt door conidiën. Naarmate de ziektedruk in de herfst meer opgebouwd is, kan bij gunstige weersomstandigheden voor de schimmel verbruining van stengels ernstiger vormen aannemen. Veel neerslag tijdens de bloeiperiode van karwij vergroot de kans op schade.

Overleving

In alle plantedelen van karwij kan *M. acerina* voorkomen. Het planteweefsel wordt gekoloniseerd en meestal ontstaan symptomen. In een latere fase worden in het aangetaste weefsel ketens van chlamydosporen gevormd. Bij de oogst komen deze geïnfekteerde gewasresten in de grond.

Chlamydosporen vormen het overlevingsstadium van de schimmel. Ze kunnen gedurende meerdere jaren in de grond overleven. Ook andere waardplanten kunnen een overbrugging vormen voor de ziekte tussen de karwijteelten. De schimmel kan zich hierop vermeerderen en de populatie in stand houden.

Schade

Schade wordt veroorzaakt doordat stengels aangetast worden. Bij grote of sten-

gelomvattende lesies sterven de plantedelen boven de infectieplaats af, wat leidt tot verminderde zaadzetting en zaadvulling. De weersomstandigheden tijdens het schieten en de bloei zijn in grote mate bepalend gebleken voor de optredende schade. Aanhoudende regen ten tijde van de bloei van zomer- en winterkarwij resulteerde in zware stengelaantasting. De mate van stengelaantasting is goed gecorreleerd met het optreden van de schade. Als de gemiddelde stengelaantasting ongeveer vier weken voor de oogst meer dan 10% bedraagt zijn aanzienlijke opbrengstverliezen te verwachten.

Wortelaantasting en het uitvallen van planten in de herfst lijkt nauwelijks een rol te spelen bij schade door verbruiningsziekte.

De levenscyclus van *M. acerina* op zomerkarwij is in grote lijnen dezelfde als voor winterkarwij. Inoculumopbouw vindt dan niet in herfst en winter plaats maar in het vroege voorjaar.

Gewasbescherming

Gewasbescherming is gebaseerd op het onderbreken van de levenscyclus van het pathogeen. Daarbij moet de zwakste schakel aangepakt worden. Bij de huidige kennis van de ziekte is het niet mogelijk één enkele maatregel aan te geven die de schade door de ziekte voldoende kan beperken. Integratie van een aantal maatregelen, zoals hieronder zijn beschreven, leidt mogelijk wel tot een beperking van de schade.

Aanpak van de inoculumbronnen

Uit het voorgaande blijkt dat de oorzaak van de ziekte in het perceel zelf of in ziek zaaizaad gezocht moet worden. Gebruik van gezond zaaizaad is een eerste maatregel. Dit zaad moet geoogst zijn in een jaar met weinig verbruining. Voor winterkarwij wil dit in de praktijk zeggen in jaren met een droog voorjaar en voor zomerkarwij in jaren met een droge zomer. Een toets is ontwikkeld waarmee snel en betrouwbaar een partij zaaizaad op besmetting gecontroleerd kan worden.

De perceelskeuze is van groot belang. Een boer kent de geschiedenis van zijn percelen. Zolang nog niet objectief vastgesteld kan worden wat de ziektedruk vanuit de bodem is, kan hij beter die percelen mijden die een verbruiningsgeschiedenis

hebben.

Isolatie van de schimmel uit grond is gelukt. De biotoets en de isolatie op een selectief medium bieden perspectief om de grondbesmetting te bepalen. Dit kan als hulpmiddel bij de perceelskeuze dienen. Om een dergelijke methode voor de praktijk beschikbaar te maken is vervolgonderzoek noodzakelijk.

Aanpak inoculumopbouw

Bescherming van de kiemplanten door behandeling van het zaaizaad met ontsmettingsmiddelen is onderzocht. Toepassing van zaadontsmetting is tot nu toe nog niet toegelaten in de teelt van karwij. Deze mogelijkheid is voor de praktijk voorlopig niet beschikbaar.

M. acerina heeft een brede waardplantenreeks waaronder zich enkele dekvruchten van karwij bevinden. Zowel in spinazie als in erwten en zomergerst kon *M. acerina* terug gevonden worden. Het effect van de dekvruchten op verbruining is slechts beperkt. Ondanks dat spinazie, erwten en ook zomergerst vatbaar zijn, lijken ze niet veel bij te dragen aan de inoculumopbouw. De keuze van de dekvrucht zal in de eerste plaats bepaald moeten worden door de landbouwkundige kwaliteiten van de dekvrucht. Bij sommige gewassen zoals zaadspinazie kan een extra ziektedruk optreden. Bij de teelt van de dekvrucht moet er altijd rekening mee gehouden worden dat de karwij niet dusdanig onderdrukt wordt dat ze niet de gewenste pendikte kan bereiken. Men moet streven naar een optimale oogst van beide gewassen en niet naar een maximale oogst van de dekvrucht.

Na de oogst blijft het stro op het land achter. In geval van spinazie en in mindere mate zomergerst komen opslagplanten voor. Op spinazie-opslag werd de schimmel aangetroffen. Een goede onkruid- en opslagbestrijding ook in het najaar kan een deel van de problemen voorkomen.

De schimmel is vochtminnend. Uit waarnemingen in karwijpercelen werd de indruk verkregen dat de schimmel sneller kan toeslaan op plekken met een slechte structuur en een matige afwatering.

De inzet van één gewasbespuiting in het najaar bleek niet effectief om de inoculumopbouw te remmen. Meerdere gewasbespuitingen in het najaar, zoals bij peen, zijn voor karwij niet haalbaar. Bovendien biedt dit geen garantie voor uitblijven van

infectie in de generatieve fase.

Een andere mogelijke manier om de inoculumopbouw te remmen, is de inzet van antagonisten. Bij de teelt van peen zijn hiermee reeds ervaringen opgedaan. Biologische bestrijding zou nog verder uitgezocht moeten worden.

Een voorspelling van de stengelaantasting op basis van wortel- of bladaantasting in de herfst bleek niet goed mogelijk. Deze is ook sterk afhankelijk van het weer in het voorjaar en de zomer. De relatie tussen blad- en stengelaantasting zou nog verder onderzocht moeten worden. Kan zo'n relatie gevonden worden dan zou de boer op basis van aantasting in de herfst alsnog kunnen besluiten of het zinvol is om de teelt voort te zetten dan wel af te breken en iets anders in te zaaien.

Veredeling op resistentie tegen *M. acerina* is een lange weg om de ziekte te bestrijden. Er zijn aanwijzingen dat er voldoende genetische variatie in het materiaal aanwezig is, om dit succesvol te kunnen doen. De ontwikkelde resistentietoets behoeft nog enige bijstelling, voordat deze in een veredelingsprogramma ingezet kan worden.

Aanpak uitbreiding verbruining in de generatieve fase van karwij

In een gewas dat lang vochtig blijft, kan verbruining zich snel uitbreiden. In een open en staand gewas zijn de omstandigheden voor *M. acerina* relatief ongunstig. Zodra een gewas gelegerd is, kan de schimmel zich snel uitbreiden en opbrengstverliezen tot 75% veroorzaken. Met een gematigde stikstofgift in het voorjaar tijdens de generatieve fase neemt de kans op legering en daarmee ziekte sterk af. Tevens is de rijenafstand van belang. Een nauwe rijenafstand (12½ cm) is ongunstig vanwege het langer vochtig blijven van het gewas. Een te wijde rijenafstand (50 cm) verhoogt de kans op legering. Om de uitbreiding van *M. acerina* zoveel mogelijk te beperken, zal legering moeten worden voorkomen.

Bij een lage plantdichtheid blijft het gewas na een regenbui minder lang nat, waardoor *M. acerina* zich minder snel kan uitbreiden. Indien men de karwij slechts één keer wil oogsten, zal men hierop de hoeveelheid zaaizaad moeten afstemmen. In de proeven bleek 6 kg per hectare voor winterkarwij en 4 kg voor zomerkarwij steeds ruim voldoende. Door het goede compensatievermogen van de karwijplanten hoeft een dun plantbestand voor de opbrengst geen probleem te zijn. Vermindering van

de zaaizaadhoeveelheden bleek met name in zomerkarwij een vermindering van de verbruiningsziekte tot gevolg te hebben.

Gewasbespuiting met iprodion tegen *Sclerotinia sclerotiorum* leverde soms een positief effect op ten aanzien van verbruining. Het juiste moment en het aantal bespuitingen ter bestrijding van verbruining blijft echter moeilijk vast te stellen. Dit is in grote mate afhankelijk van de weersomstandigheden, met name de neerslag.

In het algemeen kan gesteld worden dat maatregelen die de periodes dat een gewas na een regenbui nat blijft verkorten, de ontwikkeling van de epidemie vertragen. Hierdoor helpen ze bij het beperken van de schade.

Aanpak in de overlevingsfase

De rustsporen (chlamydosporen) van de schimmel kunnen lang in de grond overleven. Vruchtwisseling leverde met betrekking tot *M. acerina* in peen weinig op (Hermansen, 1992b). De mate van besmetting van de grond nam in een driejarige rotatie nauwelijks af. Aangenomen mag worden dat dit ook geldt voor verbruining in karwij. Bovendien heeft de schimmel een brede waardplantenreeks. Dit betekent dat het effect van vruchtwisseling op afname van de *M. acerina* populatie in de grond waarschijnlijk beperkt is. Desondanks blijft een ruime vruchtwisseling noodzakelijk.

Infectie van karwij vanuit stroresten lijkt slechts van beperkt belang. Het verwijderen of vernietigen van stroresten na de teelt van karwij lijkt weinig bij te dragen aan de onderbreking van de levenscyclus.

Conclusies

De verbruiningsziekte geeft problemen als tijdens de generatieve periode van karwij zich langdurige periodes met regenval voordoen. Dit kan leiden tot ernstige verliezen van de zaadopbrengst. Tot op heden kan de ziekte niet curatief bestreden worden. De maatregelen die genomen kunnen worden, zijn gericht op een vermindering van het risico op schade door de ziekte.

Met een reeks van maatregelen kan dit risico beperkt worden. Uitgangspunten hierbij zijn:

- 1) Een gezonde beginsituatie (gezond zaaizaad, perceelskeuze) waardoor de inoculumopbouw in de herfst beperkt wordt.

- 2) Beïnvloeden van het microklimaat in het gewas door teeltmaatregelen (vermindering zaadhoeveelheid, beperking stikstofgift en niet te nauwe rijenafstand), waardoor de start van de epidemie in het voorjaar vertraagd wordt. Het is noodzakelijk dat legering van het gewas voorkomen wordt.
- 3) Zaadontsmetting kan de eerste infectie van karwij vertragen, maar is nog niet toegelaten. Volvelds behandelingen tegen *Sclerotinia* hebben soms een nevenwerking op verbruining, maar het resultaat is vaak onzeker.

Een aantal zaken komt voor verder onderzoek in aanmerking. Om problemen met verbruining voor de teelt te voorkomen, zou een voorspelling omtrent het risico op verbruining op het betreffende perceel mogelijk moeten zijn. Om dit te bereiken, zal de methode voor isolatie van de schimmel uit de grond verder uitgewerkt moeten worden. Om het beperken van de inoculumopbouw in de herfst aan te pakken, behoeven zaadontsmetting en inzet van antagonisten (biologische bestrijding) verder onderzoek. Daarnaast biedt resistentieveredeling de mogelijkheid de problemen met verbruining te verminderen. Deze strategie dient in veredelingsprogramma's opgenomen te worden.

18. OMGAAN MET DE VERBRUININGSZIEKTE IN DE PRAKTIJK

De verbruiningsziekte van karwij kan in jaren met veel neerslag grote schade veroorzaken. Omdat voor dit probleem niet direct een oplossing voorhanden was, werd in 1990 op het PAGV in samenwerking met het IPO-DLO een onderzoek gestart. Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het Nationaal Karwij Project met additionele financiering van LNV en ISP.

Van de ziekteverwekker was weinig bekend, wat bestrijding van de ziekte zeer moeilijk maakte. Belangrijke onderzoeksvragen waren:

- 1) Welke schimmel veroorzaakt de ziekte?
- 2) Onder welke omstandigheden en in welke omvang geeft de schimmel schade?
- 3 Wat is de levenscyclus van de schimmel op het gewas?
- 4) Op welke wijze kan de schimmel dusdanig verstoord worden dat de schade aan het gewas beperkt blijft? Met andere woorden, welke maatregelen kunnen bedacht worden om de ziekte te bestrijden. De effectiviteit van deze maatregelen moesten vervolgens in de praktijk getoetst worden middels proeven.

Een gedeelte van de vragen kon beantwoord worden door in de literatuur te kijken hoe de schimmel op andere gewassen leeft en bestreden wordt. Om de resterende deelvragen te beantwoorden, werden talrijke proeven uitgevoerd in het laboratorium, in de kas en op het veld (Lelystad, Ebelsheerd en Wageningen). Tevens werden veel praktijkwaarnemingen verricht.

Als veroorzaker van de verbruiningsziekte kon de schimmel *Mycocentrospora acerina* aangewezen worden. *Septoria carvi* die ook in verband met deze ziekte genoemd wordt, speelt duidelijk een minder belangrijke rol. De schade die door *M. acerina* aangericht wordt kan aanzienlijk zijn. In proeven werden opbrengstverliezen tot 75% gevonden. Aan het eind van het seizoen werden ook diverse andere schimmels op het gewas aangetroffen. Het belang van deze ziekteverwekkers lijkt ten opzichte van de verbruiningsziekte beperkt. Schade door verbruining trad echter

alleen op als vanaf het begin van de bloei van karwij veel neerslag viel. Indien de gemiddelde stengelaantasting ongeveer vier weken voor de oogst meer dan 10% bedroeg, traden opbrengstverliezen van meer dan tien procent op.

De levenscyclus van *M. acerina* op winterkarwij is in grote lijnen als volgt. De eerste infectie van het gewas vindt plaats vanuit besmette grond of geïnfecteerd zaaizaad. Ook andere vatbare plantesoorten kunnen hierbij een rol spelen. In proeven bleek dat de wortelaantasting meestal beperkt bleef. Infectie van de wortel werd gestimuleerd indien deze beschadigd werd, bijvoorbeeld door insecten of grondbewerking. In de herfst en de winter treedt verspreiding van de schimmel op via sporen. De verspreiding vindt over beperkte afstand plaats, met een maximum van 9 meter. Tevens wordt in deze periode de ziektedruk opgebouwd. Op afstervend blad van karwij kan de schimmel massaal sporuleren. Naarmate de ziektedruk toeneemt, wordt de kans op problemen in het voorjaar groter. Er is echter geen duidelijke relatie tussen de mate van wortel- of bladaantasting in de herfst en het optreden van de verbruiningsziekte in het voorjaar gevonden. Indien tijdens de bloei de temperaturen niet te hoog ($<25^{\circ}\text{C}$) zijn en er voldoende regen valt, worden de karwijstengels geïnfecteerd. Deze infecties ontstaan doordat sporen (conidiën) met het regenwater opspatten tegen de stengels. Op de stengels ontstaan vlekken (lesies). Deze kunnen zo groot worden dat bovengelegen plantedelen afsterven. Hierdoor treden opbrengstverliezen op. Tevens kunnen ook schermen en zaden geïnfecteerd worden door de schimmel. Dit besmette zaad is bij gebruik als zaaizaad weer een bron voor infectie van een nieuw karwijgewas. Na de oogst komt het besmette stro weer in de grond terecht. In de grond kan de schimmel tenminste twee jaar, maar waarschijnlijk veel langer overleven. Bovendien zijn er allerlei andere plantesoorten vatbaar voor de schimmel. Hierop kan de schimmel zich ook handhaven, totdat op het perceel weer karwij ingezaaid wordt.

Een eerste mogelijkheid om de ziekte te bestrijden, is het voorkomen dat het gewas door de schimmel geïnfecteerd wordt. Doordat de schimmel zich slechts over een beperkte afstand kan verspreiden, komt een eerste infectie niet van buurpercelen of van waardplanten in bermen. In de praktijk betekent dit dat geprobeerd moet wor-

den een gezonde uitgangssituatie te creëren, dat wil zeggen uitgaan van een onbesmette grond en gezond zaaizaad.

Grondbesmetting is waarschijnlijk de belangrijkste ziektebron. Het telen van karwij op gezonde grond vraagt om de mogelijkheid tot het opsporen van een grondbesmetting. Om dit te bewerkstelligen zijn twee wegen bewandeld. Ten eerste werd getracht de schimmel rechtstreeks uit de grond te isoleren. Ten tweede werd een biotoets ontworpen.

- Op dit moment is het mogelijk, door grondmonsters te zeven en uit te platen op een selectief medium, de grondbesmetting te bepalen. Deze methode is bewerkelijk en moet nog verder geoptimaliseerd worden voor praktijkgebruik.
- In een biotoets wordt karwij uitgezaaid op grondmonsters. Naarmate meer planten ziek worden, mag verwacht worden dat de grondbesmetting hoger is. Eén van de aardige aspecten van een biotoets is dat antagonisme tegen *M. acerina* in de grond op deze manier tot uiting komt. Dit gebeurt niet bij rechtstreekse isolatie van de schimmel uit de grond. De methode moet echter nog verder gestandaardiseerd worden.

Voor beide methoden geldt dat de geschiktheid voor gebruik in de praktijk nog verder getoetst moet worden. Dat wil zeggen dat de uitkomst van de toets in overeenstemming moet zijn met wat er in de praktijk gebeurt. Dit betekent dat de perceelskeuze voorlopig slechts bepaald kan worden door de historie van het perceel met betrekking tot verbruining in karwij. Een richtlijn kan zijn om tenminste een periode van zes jaar aan te houden tussen karwijteelten en verder geen karwij te telen op percelen waar eerder problemen met verbruining zijn geweest. Dit vermindert het risico op problemen maar sluit het optreden van verbruining in karwij niet uit. Vruchtwisseling en bestrijding van vatbare onkruiden in jaren zonder karwij kunnen de handhaving van de schimmel bemoeilijken. Ze blijken echter geen afdoende oplossing voor de verbruining.

Een tweede ziektebron is het gebruik van besmet zaaizaad. In het algemeen bleek zaadbesmetting geen grote vormen aan te nemen. Echter in een enkel geval bleek 50% van het zaad besmet met *M. acerina*. Uitzaai van besmet zaad kan eenvoudig worden voorkomen. Hiervoor is een toets op zaadbesmetting ontwikkeld. Hiermee

kan een besmettingsgraad van een partij zaad van minder dan een 0.5% betrouwbaar opgespoord worden. Gebruik van de toets bij keuring voor zaaizaad verdient aanbeveling. Zolang dit niet gebeurt, kan als richtlijn gehanteerd worden om alleen zaad na te telen uit jaren met weinig verbruining en afkomstig uit een gewas dat niet gelegerd is.

Omdat de besmettingsbronnen nog niet uitgeschakeld kunnen worden, kan getracht worden de eerste infectie en de opbouw van de ziektedruk in de herfst te vertragen. Onderzocht zijn het effect van de dekvruchtkeuze, zaaizaadontsmetting en chemische bestrijding in het najaar op verbruining.

- *M. acerina* heeft een zeer uitgebreide waardplantenreeks. Hieronder bevinden zich ook dekvruchten voor karwij. Het is denkbaar dat door gebruik van een vatbare dekvrucht de ziektedruk sneller opgebouwd wordt. In proeven is gebleken dat de onderzochte dekvruchten, zomergerst, erwten en zaadspinazie alle in min of meerdere mate vatbaar waren voor *M. acerina*. Alleen in het geval van zaadspinazie lijkt er sprake te zijn van een wezenlijke bijdrage in de opbouw van de ziektedruk. Voor de praktijk komt het erop neer dat bij de keuze van de dekvrucht de landbouwkundige waarde voorop moet staan. Het al of niet vatbaar zijn voor *M. acerina* lijkt van secundair belang.
- Ontsmetting van zaaizaad is niet toegelaten in de teelt van karwij. In veldproeven liet zaaizaadontsmetting wisselende resultaten zien. Tabel 48 geeft een indruk van de resultaten in de kas. Voorlopig is zaadontsmetting voor de praktijk niet beschikbaar.

Tabel 48. Het opkomstpercentage en het percentage door *M. acerina* geïnfecteerde planten bij de verschillende zaadbehandelingen (gemiddeld over twee proeven 1993 & 1994).

behandeling	opkomst	geïnfecteerde zaailingen
	[%]	[%]
controle	54	23
fosetyl-Al *	49	14
carbendazim *	66	1
prochloraz *	63	13
iprodion *	76	2
LSD (0.05)	10	6

*: De middelen zijn niet toegelaten voor zaaizaadontsmetting van karwij.

- Gewasbespuiting met iprodion in het najaar leverde geen duidelijk resultaat op. De opbouw van de ziektedruk werd onvoldoende geremd. Mogelijk was één bespuiting in het najaar onvoldoende. Voor een gewas als karwij zijn meerdere bespuitingen zeker niet haalbaar en ook ongewenst.
- Voor de toepasbaarheid van biologische bestrijding zijn pas zeer recent gunstige aanwijzingen gevonden. Toepassing van antagonisten in het najaar kunnen in deze periode de opbouw van de ziektedruk continu tegenwerken. In Noorwegen werden gunstige ervaringen opgedaan met de schimmel *Trichoderma harzianum* tegen *M. acerina* op peen in de bewaring. Het overzetten van de resultaten van de bewaarproeven naar de veldsituatie is niet zonder meer mogelijk. Het geeft echter wel aan dat er perspectieven voor biologische bestrijding tegen *M. acerina* zijn.

Schade ontstaat in het voorjaar als stengels van karwij worden geïnfecteerd. De schimmel kan zich onder vochtige omstandigheden goed uitbreiden. Beperking van de vochtige periodes in het gewas betekent dat de uitbreiding van de ziekte geremd wordt. In dit verband is een open gewas te prefereren boven een dicht plantbestand. Middelen om dit te beïnvloeden zijn de hoeveelheid zaaizaad, de rijenafstand en de stikstofgift.

- In proeven bleek dat gebruik van een beperkte hoeveelheid zaaizaad de problemen met verbruining in zomerkarwij verminderde. In winterkarwij bleek vermindering van zaaizaad minder effect te geven. Hier lijkt de keuze van de rijenafstand een belangrijkere rol te spelen. Een nauwe rijenafstand (12 cm) gaf meer problemen dan een ruime rijenafstand (36 cm). Werd de rijenafstand vergroot tot 48 cm dan ontstond er een neiging tot legering van het gewas. Het positieve effect van de vergroting van de rijenafstand op verbruining kan hierdoor weer teniet gedaan worden. De resultaten voor winterkarwij staan in tabel 49.

Tabel 49. Percentage zieke planten, de mate van stengelaantasting en de zaadopbrengst in winterkarwij, bij verschillende rijenafstanden gemiddeld over twee zaaizaadhoeveelheden.

rijen- afstand [cm]	zaad- hoeveelheid [kg/ha]	zieke planten		mate van aantasting		zaad- opbrengst	
		[%]		[%]		[kg/ha]	
		1993	1994	1993	1994	1993	1994
12	6 & 12	58	99	8,1	22,0	1610	939
36	6 & 12	51	95	3,9	16,1	1689	1055
48	6 & 12	37	94	2,4	12,5	1552	1048
LSD (0.05)		18	3	5,3	5,5	n.s.	108

- In proeven met zomer- en winterkarwij bleek dat beperking van de stikstofgift de problemen met verbruining verminderde. Legering van het gewas leidde tot zware aantastingen. Waarschijnlijk omdat een gelegerd gewas minder snel opdroogt, waardoor de omstandigheden voor uitbreiding van de ziekte gunstig zijn. Aangeraden moet worden zeker niet meer te bemesten dan de adviesgift van 75-100 kg N per hectare voor winterkarwij en 80 kg N per hectare voor zomerkarwij. Van belang is dat legering hoe dan ook voorkomen moet worden. De resultaten met winterkarwij in 1994 staan in tabel 50.

Tabel 50. Legering, plantdichtheid, mate van aantasting en zaadopbrengst van winterkarwij (1994) bij verschillende stikstofgiften en kunstmatige besmetting met *M. acerina*.

N-gift	legering	plant-aantal	percentage zieke planten	stengel-aantasting	zaad-opbrengst
[kg/ha]	[%]	[m ⁻²]	[%]	[%]	[kg/ha]
40	0	56	86	3,3	2065
100	13	51	96	10,5	1384
160	85	51	99	14,2	1292
LSD (0.05)	14	n.s.	11	2,2	433

Een andere methode om de uitbreiding van de verbruining te beperken, was wellicht gewasbespuiting met iprodion. In proeven bleek echter het resultaat vaak onzeker. Zowel het tijdstip van bespuiting als het aantal bespuitingen zijn moeilijk te bepalen. Mede hierom lijkt dit niet de aangewezen weg om verbruining in karwij te bestrijden. Meer mag, op termijn, verwacht worden van inzet van minder vatbare rassen. Uit waarnemingen in rassenproeven blijkt dat er genetische variatie voor resistentie tegen verbruining aanwezig is. Opname in veredelingsprogramma's ter verhoging van het resistentieniveau van karwij is mijn inziens noodzakelijk. Resultaten hiervan zijn echter op korte termijn niet te verwachten.

Met de huidige kennis kan de verbruiningsziekte in karwij als volgt aangepakt worden. Gebruik van ziek zaaizaad kan en moet vermeden worden. Bij de keus van de dekvrucht lijkt zaadspinazie een risicofactor te zijn met betrekking tot verbruining. De keus moet echter voornamelijk bepaald worden door de landbouwkundige waarde van de dekvrucht. Beperking van de N-gift en een ruime rijenafstand verminderen de kans op verbruining. Legering moet hoe dan ook voorkomen worden. Hoewel toepassing van iprodion tegen *Sclerotinia* een nevenwerking heeft op verbruining, lijkt dit geen echte oplossing te bieden.

Toepassing van de diverse maatregelen leidt niet tot een volledige bestrijding van de schimmel. Het kan wel een behoorlijke beperking van de verbruiningsziekte beteke-

nen. Enige verbruining in de karwij kan echter zonder opbrengstverlies getolereerd worden.

Zaken die nog aandacht behoeven zijn de perceelskeuze, de beperking van de opbouw van de ziektedruk in het najaar en de inzet van minder vatbare rassen.

Zodra het mogelijk wordt de grondbesmetting voor de teelt van het gewas te bepalen, kunnen besmette percelen vermeden worden.

Beperking van de opbouw van de ziektedruk kan wellicht gerealiseerd worden door biologische bestrijding. Dit is echter niet op korte termijn realiseerbaar. Zaadontsmetting kan hierbij mogelijk een rol spelen. Teneinde een toelating te kunnen aanvragen, zijn nog enkele veldproeven nodig.

De relatie tussen bladaantasting in het najaar en stengelaantasting in het voorjaar moet nog verder onderzocht worden. Indien een duidelijke relatie bestaat, dan kan al in het najaar een voorspelling over de mate van verbruining en eventuele schade gedaan worden. In het ergste geval kan dit leiden tot het besluit de teelt voortijdig af te breken.

Teelt van minder vatbare rassen kan, op termijn, een bijdrage leveren ter bestrijding van verbruining in karwij. Dit aspect moet dan wel in de veredelingsactiviteiten opgenomen worden.



Afbeelding 1. Verbruining op stengels van karwij.



Afbeelding 2. Symptoom van verbruining op karwij-wortels, die in verschillende mate beschadigd werden.

Day, J.R., Lewis, B.G. & Martin, S., 1972. Infection of stored celery plants by *Centrospora acerina*. Annals of Applied Biology 71: 201-210.

Erfurth, P., 1976. Observations on the occurrence of disease on caraway. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der D.D.R., 30(6): 186.

Ester, A., Floot, H. & Wander, J., 1994. Wortelluis in karwij is nu goed te bestrijden. Kilval werkt maandenlang afdoende. Boerderij/Akkerbouw 79(4): 14-AK.

Evenhuis, A., 1991a. Literatuurstudie naar de biologie van *Mycocentrospora acerina*, (verbruiningsziekte karwij). Interne Mededeling PAGV 767, Lelystad, 28p.

Evenhuis, A., 1991b. Invloed van gewasresten op inoculumopbouw van *Mycocentrospora acerina*, Proefveldverslag, 1991. Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw: 109-110.

Floot, H.W.G., 1990. Bestrijding van verbruining in karwij. Proefveldverslag 1990 voor de klei- akkerbouw in Groningen en Friesland, p: 86.

Garrod, B. & Lewis, B.G., 1982. Effect of faltarindiol on hyphal growth of *Mycocentrospora acerina*. Transactions of the British Mycology Society 78(3): 533-536.

Gewasbeschermingsgids, 1993. Handboek voor de bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden en de toepassing van groeiregulatoren in de akkerbouw, veehouderij, tuinbouw en het openbaar groen. 13^e druk, IKC Akker- en Tuinbouw, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen: 630 p.

Gill, D.L., 1971. *Centrospora acerina* carried by Pansy seed. Plant Disease Reporter 55(8): 731-732.

Gill, D.L. & Ratcliffe, T.J., 1967. *Centrospora acerina* on Pansy in Georgia. Plant Disease Reporter 51(11): 971-972.

Griffin, M.J. & Simkin, M.B., 1977. *Mycocentrospora acerina* on outdoor lettuce. Plant Pathology 26(3): 147-148.

Gündel, L., 1976. Untersuchungen zur Biologie von *Mycocentrospora acerina* (Hartig) Deighton in Zusammenhang mit der Aufklärung schorfartiger Erkrankungen an Knollensellerie. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 83(10): 591-605.

Hermansen, 1992a. *Mycocentrospora acerina* in carrots: Host range, epidemiology and prediction. Agricultural University of Norway, Doctorscientiarum theses 1992:7, Ås, 83 p.

Hermansen, 1992b. Weeds as hosts of *Mycocentrospora acerina*. Annals of applied biology 121: 679-686.

Huisman, O.C. & Ashworth Jr. L.J., 1974. *Verticilium albo-atrum*: Quantitative isolation of microsclerotia from field soils. Phytopathology 64: 1159-1163.

Iqbal, S.H. & Webster, J., 1969. Pathogenicity of aquatic isolates of *Centrospora acerina* to carrots and parsnips. Transactions of the British Mycology Society 53(3): 486-490.

Jonge, M. de, Neervoort, W., Kuiper, D. & Folkers, W., 1991. Projectverslag 1991 - Instelling: Prof. H.C. van Hall Instituut. In: Onderzoeksprogramma ter verbetering van karwij als akkerbouwgewas en ter introductie van nieuwe afzetmogelijkheden, verslag 1991.

Jørstad, I., 1945. Parasittosoppene på kultur-og nyttevekster i Norge. I. Sekksporesopper (Ascomycetes) og konidiesopper (Fungi imperfecti) [Abstr.]. Melding fra Statens Plantepatologiske Institut. Nr.1: 142p.

Klebahn, 1899. Kulturversuche mit heterocischen Rostpilzen XIX *Puccinia cari-bis-tortae*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheit 9: 157-158.

Klewitz, R., 1972. Schäden an Pastinak durch *Centrospora acerina* (Hartig) Newhall. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 24(11): 166-168.

KWIN, 1992. Kwantitatieve informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Bedrijfsynthese 1992-1993, IKC & PAGV Lelystad: 212 p.

Langerak, C.J., 1982. Annual report 1982/1983. Government Seed Testing Station (RPvZ), Wageningen, the Netherlands, p. 55.

Mercier, S., 1976. *Mycocentrospora acerina* (Hart.) Deighton agent d'un dépérissement des cultures de pensées (*Viola tricolor* L. var. *Hortensis* DC.). Annales de Phytopathologie 8(1): 107-110.

Mercier, S., Bertaux, F. & Tamonte, M., 1986. *Mycocentrospora acerina* (Hart.) Deighton parasite de la laitue de plein air, P.H.M. revue horticulaire 264: 37-38.

Müller, H.R., Pank, F. & Plescher, A., 1989. Anbauverfahren Kümmel (*Carum carvi* L.) 1. Mitteilung: Anbauverfahren Blanksaat. Drogenreport 3:77-86.

Neergaard, P., 1952. *Centrospora* root rot of *Primula malacoides*, a serious soil-borne disease in Denmark. Plant & Soil 4(2): 128-140.

Neergaard, P. & Newhall, A.G., 1951. Notes on the physiology and pathogenicity of *Centrospora acerina* (Hartig) Newhall. Phytopathology 41(11): 1021-1033.

O'Neil, T.M., 1985. *Mycocentrospora acerina* causing leaf spot and dieback of anemone seedlings. Plant Pathology 34(4): 632-635.

Netland, J., Hofsvang, T. & Hermansen, A., 1993. Plantevern i gulrot. Smaskrift 1/93: 31p.

Newhall, A.G., 1944. A serious storage rot of celery caused by the fungus *Ansatospora macrospora* N. Gen. Phytopathology 34(1): 92-105.

Newhall, A.G., 1946. More on the name *Ansatospora acerina*. Phytopathology 36(10): 893-896.

Ondrej, M., 1983. [The occurrence of fungi on caraway (*Carum carvi* L.) in Czechoslovakia]. Sbornik UVTIZ, Ochrana Rostlin 19(3): 235-237.

Osterwalder, A., 1924. Ueber die durch *Cercospora macrospora* Osterw. verursachte Blattkrankheit bei den Pensées. Mittheilungen Thurgauische Naturf. Gesellschaft 25: 59-80.

Oyarzun, P.J., 1991. Biotoots voetziekten in erwten. Verslag nr. 120, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond Lelystad. 155 p.

Oyarzun, P.J., 1993. Bioassay to asses root rot in pea and effect of root rot on yield. Netherlands Journal of Plant Pathology 99: 61-75.

PD, 1964. Jaarboek 1963. verslag Plantenziektenkundige Dienst Wageningen 141: 208 p.

PD, 1986. Chemische bestrijding van verbruinen in karwij door middel van gewasbestruiking. Plantenziektenkundige Dienst, proj. nr. 1402.300.237, Wageningen: 6 p.

Plescher, A. & Herold, M., 1983. Zum Auftreten von Krankheiten und Schädlingen am Kümmel (*Carum carvi* L.) in den Jahren 1976 bis 1981. Nachrichten-blatt für den Pflanzenschutz in der DDR 37(1): 12-18.

Rader, W.E., 1945. *Ansatospora acerina* found causing decay of stored carrots in Wayne County, New York. Plant Disease Reporter 29(20):522.

Rintelen, J. & Klewitz, R, 1976. Zur Blattfleckenkrankheit an Stiefmütterchen durch *Mycocentrospora acerina* (Hartig) Deighton. Zeitschrift für Pflanzenkrankheit und Pflanzenschutz 83(11): 657-664.

Smiedszko, W., 1929. Phytopathologische beobachtungen in Polen. Centralblatt für Bakt. Ab. 2, 58, 1-7: 113-116.

Srivastava, S.N.S., 1958. Studies on *Centrospora acerina* (Hartig) Newhall, the cause of licorice rot of carrots. Transactions of the British Mycology Society 41(2): 223-226.

Storey, I.F. & Wilcox, H.J., 1953. *Centrospora acerina* on celery. Plant Pathology 2(2): 72.

Sutton, B.C. & Gibson, I.A.S., 1977. *Mycocentrospora acerina*. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria no. 357.

Tompkins, C.M. & Hansen, H.N., 1950. Pansy leafspot, caused by *Centrospora acerina*, host range and control. Hilgardia 19(12): 383-389.

Toxopeus, H. & Bouwmeester, H.J., 1993. Improvement of caraway essential oil and carvone production in the Netherlands. Industrial Crops and Products 1: 295-301.

Toxopeus, H. & Lubberts, J.H., 1994. Eerste ras zomerkarwij krijgt kwekersrecht. Prophyta 1: 18-19.

Truscott, J.H.L., 1944. A storage rot of Celery caused by *Ansatospora macrospora* (Osterw.) Newhall. Canadian Journal Research Section C 22(6): 290-304.

Viennot-Bourgin, G., 1955. *Centrospora acerina* (Hart.) Newhall parasite des cultures

de Pensée. Annales Epiphyties 4: 433-456.

Vreeke, S., 1984. Onderzoek naar bestrijden verbruinen in karwij. Proefveldverslag 1984 voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland, p: 81.

Wall, C.J. & Lewis, B.G., 1978a. Quantitative studies on survival of *Mycocentrospora acerina* conidia in soil. Transactions of the British Mycology Society 71(1): 143-146.

Wall, C.J. & Lewis, B.G., 1978b. Survival of *Mycocentrospora acerina* conidia. Transactions of the British Mycology Society 70(1): 157-160.

Wall, C.J. & Lewis, B.G., 1980a. Infection of carrot plants by *Mycocentrospora acerina*. Transactions of the British Mycology Society 74(3): 587-593.

Wall, C.J. & Lewis, B.G., 1980b. Infection of carrot leaves by *Mycocentrospora acerina*. Transactions of the British Mycology Society 75(1): 163-165.

Wall, C.J. & Lewis, B.G., 1980c. Survival of chlamydospores and subsequent development of *Mycocentrospora acerina* in soil. Transactions of the British Mycology Society 75(2): 207-211.

Wander, J.G.N., 1994. Teelt van karwij. Teelthandleiding nr. 60, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteelt in de Volleggrond, Lelystad, 39 p.

Westerdijk, J. & Luijk, A. van, 1924. Eine anthraknose des Kümmels (*Carum carvi*). Mededelingen Phytopathologisch Laboratorium 'WCS', Baarn 8: 51-54.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.

Bijlage 1. Ziektes en plagen beschreven op karwij

Pathogene schimmels

- *Mycocentrospora acerina* (Hartig) Deighton veroorzaakt de verbruiningsziekte van karwij (Westerdijk & van Luijk, 1924). De schimmel kan op vrijwel ieder plantedeel aangetroffen worden (Ondrej, 1983).
- *Ascochyta carvi* komt op vrijwel ieder plantedeel voor (Ondrej, 1983).
- *Plasmopara crustosa* (Fr) Jörst. veroorzaakt valse meeldauw op karwij (Boerema & Verhoeven, 1976).
- *Puccinia cari-bistortae* Kleb. veroorzaakt roest op karwij. *Polygonum bistorta* en *P. viviparum* zijn de wisselwaarden voor deze ziekte (Klebahn, 1899).
- *Septoria carvi* H.Syd. veroorzaakt bladvlekken of verbruiningsziekte van karwij (Boerema & Verhoeven, 1976). De schimmel komt voor op de stengel, de bloeiwijze en het zaad (Ondrej, 1983).
- *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* en *S. minor* kunnen de stengelbasis van karwij infecteren (Ondrej, 1983).
- *Fusarium spp.* veroorzaken droogrot van karwij. De wortel is aan het oppervlak roodbruin en vaak gescheurd. De schimmels kunnen de wortel actief koloniseren, echter wortelbeschadiging stimuleert infectie (Plescher & Herold, 1983). Ondrej (1983) noemt in dit verband *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum* en *F. avenaceum*.
- *Phoma spp.* veroorzaken rot aan de stengelbasis. De symptomen zijn ovale donkerbruine tot zwarte stengelvlekken. De plant kan afbreken of verdrogen. Het gaat

waarschijnlijk om *P. aneti*. De schimmel vormt pycniden. De sporen worden tijdens vochtige omstandigheden met de wind verspreid (Plescher & Herold, 1983). Ondrej (1983) noemt daarnaast wortelaantasting veroorzaakt door *Phoma exigua* var. *exigua* en stengelaantasting door *Phoma apiicola*.

- *Verticillium spp.* werden vaak aangetroffen in afstervende stengels of wortels van de karwij.

Pathogene bacteriën

- *Pseudomonas spp.*, *Erwinia spp.* en *Xanthomonas spp.* veroorzaken scherm- en stengelvlekken op karwij. De symptomen worden gevonden tijdens de generatieve fase vóór de bloei. De schermen knikken en verdrogen of het zaad komt niet voldoende tot ontwikkeling. Op de stengel komen lange roodbruine necrotische vlekken voor. De ziekte kan via zaad overgebracht worden. In het gewas kan de bacterie overgebracht worden via wantsen (*Lygus spp.*). Volgens de auteurs veroorzaken deze bacteriën 2/3 van de totale schade veroorzaakt door ziekten en plagen. Vertegenwoordigers van de eerste twee soorten veroorzaken ook een wortelnatrot. In het voorjaar vergelen de planten. De wortels worden bruin en vaak met slijm bedekt. Invalspoorten zijn beschadigingen waaronder insektenvraatschade (Plescher en Herold, 1983).

Plaagorganismen

- De wortelvlieg (*Psila rosae*), de wortelmineervlieg (*Napomyza carotae*), de karwijgalmug (*Acerina carvi*), de karwijmot (*Depressaria daucella*) en de galmug (*Lasiopoda carophila*) zijn enkele insecten welke schade aan karwij kunnen veroorzaken (Plescher en Herold, 1983).
- De wollige karwijluis (*Pemphigus passeki*) brengt schade toe aan het gewas doordat de wortels niet tot de vereiste dikte van minimaal 6 mm uitgroeien in de herfst. Soms wordt, vanwege slechte groei, een kwart van het areaal omgeploegd. Na aantasting kan stikstof gegeven worden voor herstel. Bestrijding van de wollige

karwijluis is mogelijk met toepassing van vamidothion (Ester, et al., 1994).

- Bladluizen, zoals de zevenbladluis, (*Cavariella aegopodii*) die in de schermen aanwezig zijn, veroorzaken waarschijnlijk aanzienlijke zuigschade. Chemische bestrijding is niet toegelaten (Wander, 1994).
- In samenwerking met het IPO-DLO werd vastgesteld dat karwij vatbaar is voor de wortelknobbelaaltjes *Meloïdogyne hapla* en *M. chitwoodi*. De mate van vatbaarheid kon middels een kasproef niet eenduidig vastgesteld worden. Op kleigronden zal dit echter geen problemen geven.
- Muizen kunnen in de herfst en wintermaanden een karwijgewas pleksgewijs uitdunnen. Bestrijding met behulp van torenvalken kan bevorderd worden door het plaatsen van nestkasten en uitkijkpalen. Daarnaast is chemische bestrijding mogelijk.
- Slakken kunnen jonge karwij (onder dekvrucht) sterk uitdunnen.

Bijlage 2. Synoniemen van *Mycocentrospora acerina*

In de literatuur is *M. acerina* onder verschillende namen beschreven. Hieronder volgt een lijst met synoniemen (Neergaard & Newhall, 1951; Viennot-Bourgin, 1955; Sutton & Gibson, 1973):

<i>Cercospora acerina</i> Hartig	1880
<i>Sporidesmium acerinum</i> (Hart.) Frank	1896
<i>Cercospora acerina</i> (Hart.) Arnaud	1918
<i>Cercospora macrospora</i> Osterwalder	1924
<i>Cercospora cari</i> Westerdijk & v. Luijk	1924
<i>Cercospora praegrandis</i> Sprague	1937
<i>Centrospora ohlsenii</i> Neergaard	1942
<i>Centrospora macrospora</i> (Osterw.) Neergaard	1943
<i>Ansatospora macrospora</i> (Osterw.) Newhall	1944
<i>Ansatospora acerina</i> (Hart.) Hansen & Tompkins	1945
<i>Centrospora acerina</i> (Hart.) Newhall	1946
<i>Mycocentrospora acerina</i> (Hart.) Deighton	1972

Bijlage 3. Enkele waardplanten van *Mycocentrospora acerina*

Tabel 1 geeft een overzicht van een aantal groenten en landbouwgewassen die vatbaar zijn voor *M. acerina* (natuurlijke infectie).

soort	naam	bron	
<i>Carum carvi</i> L.	karwij	W & L,	1924
<i>Petroselinum crispum</i> Nyman	peterselie	N & N,	1951
<i>Apium graveolens</i> L.	selderij	Newhall,	1944
<i>Daucus carota</i> L.	peen	Rader,	1945
<i>Pastinaca sativa</i> L.	pastinaak	T & H,	1950
<i>Cichorium intybus</i> L.	andijvie	T & H,	1950
<i>Lactuca sativa</i> L.	sla	T & H,	1950
<i>Spinacia oleracea</i> L.	spinazie	hoofdstuk 11	

Tabel 2 geeft een overzicht van groenten en landbouwgewassen die kunstmatig geïnfecteerd kunnen worden met *M. acerina*

soort	naam	bron	
<i>Spinacia oleracea</i> L.	spinazie	T & H,	1950
<i>Pisum sativum</i> L.	erwten	T & H,	1950
<i>Vicia faba</i> L.	paarde-boon	T & H,	1950
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	boon	T & H,	1950
<i>Brassica oleracea</i> L. <i>capitata</i>	kool	T & H,	1950
<i>Brassica oleracea</i> L. <i>botrytis</i>	bloemkool	T & H,	1950
<i>Brassica chinensis</i> L.	chinese kool	T & H,	1950
<i>Lycopersicum esculentum</i> L.	tomaat	T & H,	1950
<i>Allium cepa</i> L.	ui	N & N,	1951
<i>Anethum graveolens</i> L.	dille	hoofdstuk 11	
<i>Beta vulgaris</i> L.	suikerbiet	hoofdstuk 11	

Tabel 3 geeft een overzicht van een aantal perkplanten die vatbaar zijn voor *M. acerina* (natuurlijke infectie).

soort	naam	bron *	
<i>Viola tricolor</i> L.	driekl. viooltje	Osterwa,	1924
<i>Viola cornuta</i> L.	viooltje	Jorstad,	1945
<i>Acer plantanoides</i> L.	Noorse esdoorn	Smiedsz,	1929
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	gewone esdoorn	Newhall,	1944
<i>Iris germanica</i> L.	iris	Jorstad,	1945
<i>Campanula medium</i> L.	canterbury bells	T & H,	1950
<i>Aquilegia</i> sp.	columbine	T & H,	1950
<i>Petunia hybrida</i> Vilm.	petunia	T & H,	1950
<i>Ranunculus asiaticus</i> L.	boterbloem achtige	T & H,	1950
<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	duifkruid	T & H,	1950
<i>Lobelia hybrida</i> Hort.	lobelia	T & H,	1950
<i>Omphalodes linifolia</i> Moench.Ch.	vergeet-me-nietje	T & H,	1950
<i>Delphinium cultorum</i> Voss	ridderspoor	T & H,	1950
<i>Penstemon barbatus</i> Nutt.	schildpadbloem	T & H,	1950
<i>Centaurea cyanus</i> L.	korenbloem	T & H,	1950
<i>Primula malacoides</i> Franch	sleutelbloem	Neergaa,	1952
<i>Primula veris</i> L.	sleutelbloem	Neergaa,	1952
<i>Prunus avium</i> L.	kers	Boerema,	1962
<i>Cyclamen</i> spp.	cyclaam	Carter,	1972

* Aangegeven zijn de eerste zeven letters van de achternaam van de auteur of de eerste letter van de auteurs indien het er twee zijn met het jaartal van publikatie. In de literatuurlijst staat de volledige referentie.

Tabel 4 geeft een overzicht van een aantal onkruiden die vatbaar zijn voor *M. acerina* (natuurlijke infectie).

soort	naam	bron
<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br.	gewoon barbarakruid	Anony, 1959
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	herderstasje	V-B, 1955
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	gewone hennepnetel	R & K, 1976
<i>Chenopodium album</i> L.	melganzevoet	R & K, 1976
<i>Polygonum aviculare</i> L.	varkensgras	R & K, 1976
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	muur	V-B, 1955
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	paardebloem	T & H, 1950
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	klein knopkruid	R & K, 1976
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	gewone melkdistel	R & K, 1976
<i>Trifolium repens</i> L.	witte klaver	R & K, 1976
<i>Urtica urens</i> L.	brandnetel	V-B, 1955
<i>Veronica persica</i> Posr.	grote ereprijs	R & K, 1976
<i>Myosotis</i> spp.	vergeet-mij-nietje	R & K, 1976
<i>Viola tricolor</i> spp. <i>arvense</i> G.	akkerviooltje	R & K, 1976
<i>Fumaria officinalis</i> L.	duivekervel	Herma, 1992
<i>Ranunculus repens</i> L.	kruipende boterbloem	Herma, 1992
<i>Galium aparine</i> L.	kleefkruid	Herma, 1992
<i>Senecio vulgaris</i> L.	klein kruiskruid	Herma, 1992
<i>Stachys palustris</i> L.	moerasandoorn	Herma, 1992
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop	akkerdistel	hoofdstuk 11
<i>Matricaria discoides</i> D.C.	schijfkamille	hoofdstuk 11
<i>Plantago major</i> L.	grote weegbree	hoofdstuk 11
<i>Rumex crispus</i> L.	krulzuring	hoofdstuk 11
<i>Geranium columbinum</i> L.	fijne ooievaarsbek	hoofdstuk 11

Bijlage 4. Een decimale code ter bepaling van het ontwikkelingsstadium van zomer- en winterkarwij

De tabel is gebaseerd op een decimale code ontwikkeld voor granen (Zadoks et al., 1974) en kruiden (Pank)

0 Kieming

- 00 droog zaad
- 01 begin zwellen
- 02 -
- 03 zwellen voltooid
- 04 -
- 05 kiemwortel uit zaad gekomen
- 06 -
- 07 -
- 08 -
- 09 hypocotyl bereikt grondoppervlak

1 Kiemplantontwikkeling

- 10 cotylen ontvouwen
- 11 rozet in 1e blad stadium
- 12 rozet in 2e blad stadium
- 13 rozet in 3e of 4e blad stadium
- 14 rozet in 5e of 6e blad stadium
- 15 rozet in 7e of 8e blad stadium
- 16 rozet in 9e tot 12e blad stadium
- 17 rozet met 13 of meer bladeren
- 18 eerste bladeren rozet sterven af
- 19 rozet volledig afgestorven

2 Hergroei in het voorjaar

- 20 1e blad net zichtbaar
- 21 rozet in 1e blad stadium
- 22 rozet in 2e blad stadium
- 23 rozet in 3e blad stadium
- 24 rozet in 4e blad stadium
- 25 rozet in 5e blad stadium
- 26 rozet in 6e blad stadium
- 27 rozet met 7 tot 12 bladeren
- 28 -
- 29 rozet met 13 of meer bladeren

3 stengelstrekking

- 30
- 31 1e zijstengel zichtbaar
- 32 2e zijstengel zichtbaar
- 33 3e zijstengel zichtbaar
- 34 4e zijstengel zichtbaar
- 35 5e zijstengel zichtbaar
- 36 6e zijstengel zichtbaar
- 37 7e zijstengel zichtbaar
- 38 8 of meer zijstengels zichtbaar
- 39 bloemaanleg voelbaar

4 Vorming van de bloeiwijze

- 40 hoofdscherf net zichtbaar; bloemscherf nagenoeg volledig door de bladsche-
de omsloten; bloempknopjes zeer klein, lichtgroen en volledig gesloten.
- 41 -

- 42 bloemscherf nagenoeg volledig zichtbaar door strekking van de schermsteel;
bloembekleedselen aan de randen geel/wit en in het midden nog lichtgroen
- 43 -
- 44 -
- 45 bloembekleedselen nagenoeg wit/geel, hoofdnerf nog lichtgroen; meeste bloempjes nog gesloten.
- 46 -
- 47 alle bloemknoppen zichtbaar
- 48 bloembekleedselen nagenoeg volledig wit; bloempjes open, maar niet volledig; meeldraden nauwelijks zichtbaar.
- 49 -

5 bloei

- 50 bloei hoofdscherf
- 51 begin bloei
- 52 -
- 53 bloei tweede orde schermen
- 54 volle bloei
- 55 -
- 56 bloei derde orde schermen
- 57 -
- 58 eind bloei
- 59 bloei hogere orde schermen

6 zaadzetting

- 60 zaadvorming hoofdscherf
- 61 -
- 62 -
- 63 zaadvorming tweede orde schermen
- 64 -

65 -

66 zaadvorming derde orde schermen

67 -

68 -

69 zaadvorming hogere orde schermen

7 vulling van het zaad

70 zaad hoofdscherm waterrijp

71 -

72 -

73 zaad tweede orde schermen waterrijp

74 -

75 -

76 zaad derde orde schermen waterrijp

77 -

78 -

79 zaad hogere orde schermen waterrijp

8 deegrijping

80 zaad hoofdscherm deegrijp

81 -

82 -

83 zaad tweede orde schermen deegrijp

84 -

85 -

86 zaad derde orde schermen deegrijp

87 -

88 -

89 zaad hogere ordes deegrijp

9 afrijping

90 zaad hoofdscherm afgerijpt (hard)

91 -

92 -

93 zaad tweede orde schermen afgerijpt

94 -

95 -

96 zaad derde orde schermen afgerijpt

97 -

98 -

99 zaad hogere orde schermen afgerijpt

De tabel is ook bruikbaar voor eenjarige karwij. Dan valt echter categorie 1 grotendeels weg. Op een tijdstip kunnen meerdere stadia tegelijk van toepassing zijn, zoals bloei derde orde scherm en zaadzetting eerste orde scherm. In dat geval wordt voor het hoogste nummer gekozen.

Bijlage 5. Maandelijkse neerslag in de periode april 1990 - juni 1994

De neerslagcijfers zijn afkomstig van de weerstations van het KNMI die het dichtst bij de diverse proefvelden lagen. De cijfers zijn gegeven voor de periode dat in de regio een karwij proefveld ten behoeve van het verbruiningsonderzoek lag.

jaar	maand	Nieuw Beerta	Lelystad	Wageningen	
1990	4	33,3	40,2	*	
1990	5	29,5	28,2	*	
1990	6	81,8	44,8	*	
1990	7	39,8	41,1	*	
1990	8	51,0	46,3	*	
1990	9	140,9	116,8	*	
1990	10	44,3	51,3	*	
1990	11	118,8	140,1	*	
1990	12	64,9	45,7	*	
1991	1	49,1	52,2	*	
1991	2	15,1	15,6	*	
1991	3	8,7	21,5	*	
1991	4	24,6	52,1	*	
1991	5	59,8	37,9	*	
1991	6	129,7	161,2	*	
1991	7	42,9	56,9	*	
1991	8	13,9	13,6	*	
1991	9	62,9	64,9	*	
1991	10	57,0	47,8	*	
1991	11	82,5	103,8	*	
1991	12	53,2	51,2	*	
1992	1	40,6	63,6	33,6	
1992	2	38,2	22,2	31,8	
1992	3	92,8	75,8	92,6	
1992	4	50,1	52,2	72,5	
1992	5	59,5	68,6	60,9	
1992	6	57,0	71,2	68,6	
1992	7	71,4	83,2	45,6	
1992	8	50,9	110,4	156,3	
1992	9	89,1	69,2	50,9	
1992	10	64,9	103,0	84,5	
1992	11	130,0	120,4	108,5	
1992	12	49,3	59,4	62,5	
1993	1	94,0	116,6	106,7	
1993	2	33,8	32,0	31,5	
1993	3	13,7	11,4	15,2	
1993	4	48,9	41,2	33,6	
1993	5	82,4	79,5	51,7	
1993	6	36,0	66,5	53,0	
1993	7	136,5	162,4	155,3	
1993	8	81,9	65,4	44,2	
1993	9	127,8	180,2	131,1	
1993	10	114,2	68,7	86,2	
1993	11	34,2	42,0	59,0	
1993	12	132,0	161,3	190,2	
1994	1	78,4	110,8	118,6	
1994	2	23,8	22,7	20,5	
1994	3	106,9	127,2	112,7	
1994	4	54,3	84,4	70,7	
1994	5	75,2	61,7	87,3	
1994	6	72,1	68,7	66,7	
1994	7	64,8	28,0	38,6	

*: gegevens niet van belang.

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹

Verslagen

198.	Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, maart 1995	f	15,-
197.	Toediening dierlijke mest op löss, dal- en lichte zavelgrond. Ing. S. Postma, maart 1995	f	15,-
196.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw; beknopt overzicht technische en economische resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. P. van Asperen, ing. G.J.M. van Dongen, ing. S.R.M. Janssens, ir. J.J. Schröder en ing. K.B. van Bon, maart 1995	f	20,-
195.	Inventarisatie naar de mogelijkheden van een waarschuwingssysteem voor <i>Phytophthora infestans</i> in aardappelen. Dr. ir. H.T.A.M. Schepers, ing. E. Bouma, ir. C. Bus en ir. W.A. Dekkers, maart 1995	f	15,-
194.	Beheersing van lage-temperatuurbederf bij witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. A.R. Biesheuvel, ir. R.C.F.M. van den Broek, ing. P.M.T.M. Geelen en ing. J.G.M. Jeurissen, maart 1995	f	15,-
193.	Het forceren van asperges in een geconditioneerde ruimte. J.T.K. Poll, ir. W. van den Berg en ir. C.F.G. Kramer, maart 1995	f	15,-
192.	Optimalisering van de N-voeding van zetmeelaardappelen. Ir. C.D. van Loon, ing. K.H. Wijnholds en ir. A.H.M.C. Baltissen, maart 1995	f	15,-
191.	De invloed van plantveredeling, zaaitijdstip en koude-tolerantie op de stikstofbenutting door maïs tijdens de jeugdgroei. Ing. D.A. van der Schans, ir. W. van Dijk en dr. ir. O. Dolstra, maart 1995	f	15,-
190.	Aspecten van de teelt van crambe. Ing. N. van Dijk en ir. G.E.L. Borm, april 1995	f	15,-
189.	Maatregelen tegen verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij. Resultaten van onderzoek 1990-1994. Ir. A. Evenhuis en ing. B. Verdam, maart 1995	f	25,-
188.	Stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie bij haver. Dr. ir. A. Darwinkel, A.H.J. Rops en ing. K.H. Wijnholds, maart 1995	f	15,-
187.	Reactie van graszaad op fosfaatbemesting. Ing. J.W. Steenhuizen, ing. J.G.N. Wander, ir. P.A.I. Ehlerst en S. Vreeke, februari 1995	f	15,-
186.	Resultaten bedrijfssystemen-onderzoek intensieve vollegrondsgroenten 1991-1993. Ing. M. van der Ham, februari 1995	f	20,-
185.	Ontwikkeling van een biotoets voor het aantonen van herinplantproblemen bij asperge. J.T.K. Poll en ing. Th. Huiskamp, december 1994	f	15,-
184.	Vergelijking en verloop van de zaad- en carvonopbrengst van karwij en dille. Ing. H.J. van der Mheen, december 1994	f	15,-
183.	Effecten van plantdatum en plantdichtheid op groei, ontwikkeling, opbrengst en sortering van spruitkool (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>). Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, november 1994	f	15,-
182.	Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening. Ing. J. Alblas, ir. W. van Dijk en ing. C.A.Ph. van Wijk, november 1994	f	15,-
181.	Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994	f	15,-
180.	Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkomst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994	f	15,-
179.	Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994	f	15,-

¹Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

178.	Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994	f	15,-
177.	Vezelhenneep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994	f	15,-
176.	Bedrijfssystemen-onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F.G. Wijnands, september 1994	f	15,-
175.	Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssystemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994	f	20,-
174.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994	f	35,-
173.	Opbrengst, rendement en kwaliteit van wintertarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994	f	15,-
172.	Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder, A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994	f	15,-
171.	Chemische bestrijding van valse meeldauw (<i>Bremia lactucae</i>) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994	f	15,-
170.	Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994	f	15,-
169.	Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994	f	15,-
168.	Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboon <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994	f	15,-
167.	Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijentoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wiltink, maart 1994	f	15,-
166.	De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994	f	15,-
165.	Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994	f	15,-
164.	Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993	f	15,-
163.	De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993	f	15,-
162.	Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993	f	20,-
161.	Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993	f	15,-
160.	Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebberts, november 1993	f	15,-
159.	Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f	25,-
158.	Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993	f	15,-
157.	The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f	15,-
156.	Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993	f	15,-
155.	Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f	15,-

154.	Gebruik van insektengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993	f	15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f	15,-
152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993	f	15,-
151.	Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992	f	10,-
150.	Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992	f	10,-
149.	Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
148.	Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais. Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992	f	10,-
147.	Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992	f	10,-
146.	Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992	f	10,-
145.	Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992	f	10,-
144.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, okt. 1992	f	10,-
143.	Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmais, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992.	f	10,-
142.	Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992	f	25,-
141.	Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992	f	10,-
140.	De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
139.	De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-
138.	Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
137.	Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
136.	Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991.	f	10,-
135.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus- gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
134.	Het verloop van wegroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991.	f	10,-
133.	Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-
132.	Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991	f	10,-
131.	Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991.	f	10,-
130.	Landbouwtechnische -,economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het		

	toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
129.	Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
128.	Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991.	f	10,-
127.	Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.	f	10,-
125.	Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
119.	Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
118.	Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
116.	Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
115.	Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f	10,-
114.	Onderzoek naar het effect van systematische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f	10,-
113.	Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaltje in de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
112.	Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
111.	Teelt van bakwaardig tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f	10,-
110.	Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
109.	(Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
108.	Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs. Ir. J.J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107.	Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990	f	10,-
106.	Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
105.	Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f	10,-
104.	Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen <i>Rhizoctonia</i> op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
103.	Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus Y ^N . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
102.	Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
101.	Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990	f	10,-
100.	Teeltvervroeging bij suikerbieten. Dr.ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
99.	Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990	f	10,-
98.	Zuiveringslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
97.	Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990	f	10,-
96.	De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-

95. Stikstofbemesting van peen. Dr. ir. J.H.G.Slangen, ir. H.H.H. Titulear, ir. H. Niers en dr.ir. J. van der Boon, januari 1990	f	10,-
--	---	------

Publikaties

76. Werkplan 1995, januari 1995	f	20,-
75. Kwantitatieve informatie 1995, december 1994	f	30,-
74. Onkruidbestrijding in de graszaadteelt. Ir. P. Baltus, december 1994	f	15,-
73a. Jaarboek 1993/1994 akkerbouw, november 1994	f	30,-
73b. Jaarboek 1993/1994 vollegrondsgroenteteelt, november 1994	f	20,-
72. Jaarverslag, mei 1994	f	20,-
71. Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
70a. Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b. Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67. 28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
62. Verspreiding van onkruiden en plantenziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
59. Bedrijfshygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f	15,-

Themaboekjes

17. Themadag onderzoek agrificatie en 'nieuwe' gewassen	f	35,-
16. Themadag aardappelen	f	25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14. Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991.	f	15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f	15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f	15,-

Teelthandleidingen

67. Teelt van courgette en pompoen, april 1995	f	25,-
66. Teelt van stamslabonen, december 1994	f	40,-
65. Teelt van andijvie, december 1994	f	30,-
64. Teelt van suikerbieten, september 1994	f	30,-
63. Teelt van sla, augustus 1994	f	40,-
62. Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-
61. Teelt van haver, februari 1994	f	20,-
60. Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
59. Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
58. Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f	30,-

55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f	25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993	f	30,-
53. Teelt van suikermais, juli 1993	f	25,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993	f	30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f	35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f	10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f	10,-
48. Teelt van doperwt, december 1992	f	15,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992	f	15,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	f	10,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f	20,-
44. Teelt van rammenas, april 1992	f	15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992	f	15,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f	15,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f	10,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f	10,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f	15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f	15,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f	15,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f	20,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f	10,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f	15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f	15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f	15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f	15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990	f	15,-
29. Teelt van augurken, november 1990	f	15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989	f	15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f	15,-
26. Graszaad, oktober 1988	f	15,-
25. Luzerne, september 1988	f	15,-
24. Kroten, juli 1988	f	15,-
23. Winterarwe, september 1987	f	15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f	10,-
17. Sluitkool, mei 1985	f	10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids *Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-), maart 1985	f	12,50
13. Voederbieten, april 1983	f	10,-
12. Witlof, augustus 1989	f	20,-

Korte teeltbeschrijvingen

8. Chinese kool, november 1989	f	10,-
1. Teunisbloemen, maart 1986	f	5,-

Niet opgenomen in de reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfs-administratie), januari 1988 f 35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988 f 5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

Als u vanuit het buitenland bestelt, wordt u verzocht (in totaal) f 15,- extra over te maken.

PAGV-jaarabonnementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerde onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondsgroente-praktijk	vollegroondsgroente-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekeningnummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement. U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (inclusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.