

Het optreden van cavity spot in peen

The occurrence and control of cavity spot of carrots

ing Th. Huiskamp, ing. J.A. Schoneveld en ing. R. Meier (PAGV)

Zowel in Nederland als in diverse andere landen kan cavity spot bestempeld worden als het belangrijkste kwaliteitsprobleem in peen. De naam cavity spot werd voor het eerst toegekend aan een schadebeeld zoals dat in Massachusetts - U.S.A. werd aange troffen (Guba et al.). Perry en Harrison beschreven de symptomen als volgt: 'Eén of meer lesies kunnen op elk deel van het worteloppervlak van rijpe wortelen ontstaan. Ze zijn aanvankelijk licht ingezonken en ellipsvormig met een doorsnede van 2-15 mm, gesitueerd in de breedterichting van de wortel. Naarmate de peen ouder wordt, vergroot de lesie en kan het periderm scheuren, wat resulteert in een open holte met een gerafelde rand. Secundaire rottingsbacteriën en (saprofytische) schimmels kunnen dan binnentreden en vergroting en verkleuring van de holte geven. Rond de aangetaste plek en aan de basis daarvan wordt wondkurk afgezet'.

Theoriën over de oorzaak van cavity spot hebben gevarieerd van calciumgebrek (Maynard et al.), anaerobe pecto-lytische bacteriën (Perry en Harrison), bodemammonificatie (Scaife et al.), vreeschade door larven van de rouwmug (Hafidh en Kelly) en alifatische zuren (Perry). Lyshol et al. verkregen echter vermindering van cavity spot-aantasting door de toediening van metalaxyl en andere Oömyceet-actieve fungiciden. Vervolgens werd de bestrijdende werking van metalaxyl eveneens in praktijkvelden aangetoond door Gladders en Crompton, Perry en Wheatley et al. Groom en Perry alsmede White toonden aan dat op cavity spot gelijkende lesies konden worden geïnduceerd door wortelen te inoculeren met *Pythium violae*. White kreeg eveneens symptomen op wortelen die in gesteriliseerde grond groeiden, waarin een scala van *Pythium*-soorten was ingebracht. Met name *Pythium violae* en *Pythium sulcatum* speelden een belangrijke rol bij het optreden van cavity spot. De relatie tussen de aanwezigheid van *Pythium* spp. in de grond en het optreden van cavity spot werd bevestigd door Wagenvoort et al.

De combinatie van abiotische aspecten van de bodem en een infectie met *Pythium* spp. werd

gesuggereerd het meest karakteristiek te zijn voor een cavity spot-uitbarsting (Montfort en Rouxel). Het optreden van cavity spot is vaak geassocieerd met waterverzadiging, bodemverdichting, hevige regenval of andere factoren die leiden tot beperkte bodemdoorluchting (Guba et al., Goh en Ali, Soroker et al. en Wagenvoort et al.). Ook eigen onderzoek wees in deze richting.

Weinig was echter nog bekend over de exacte relatie tussen *Pythium* spp. en de aantasting initiërende abiotische (bodem)factoren. Het in dit verslag beschreven onderzoek had als doel de ontwikkeling van cavity spot te bestuderen in relatie tot eventuele initiërende omstandigheden zoals tijd, groeistadium van de peen (ouderdom) en klimatologische condities (neerslag, temperatuur). Toegepaste behandelingen met metalaxyl zijn er op gericht geweest om het moment van cavity-spotinitiatie vast te stellen. De proeven zijn er tevens op gericht geweest een geïntegreerde bestrijdingswijze van cavity spot te ontwikkelen. Doel was daarbij, via een minimale hoeveelheid metalaxyl op het juiste moment, te komen tot een maximale bescherming van de peen. Overigens is metalaxyl niet toegelaten voor gebruik in peen!

Materialen en methoden

In het kader van het onderzoek naar het optreden van cavity spot is in 1988, 1989 en 1990 een aantal veldproeven uitgevoerd op ROC De Waag in Creil (Noordoostpolder). De proeven zijn telkens aangelegd op lichte, fijnzandige zavelgrond met 7 à 8% slib, 2% organische stof en een pH-KCl van circa 7,5. Deze grond bevat bij veldcapaciteit (pF 2,0) bijzonder weinig lucht, na het zaaien en aanrollen namelijk circa 18 volumeprocenten in de laag 0-5 cm, 9% in de laag 5-12 cm en slechts 2% beneden 30 cm onder maaiveld.

De voorvrucht bestond in 1988, 1989 en 1990 respectievelijk uit poot aardappelen (+grasgroenbemester), wintertarwe en eerstejaars plantuien.

Bij alle proeven is gebruik gemaakt van de peen-selectie Minicor van het ras Amsterdamse bak. De teeltwijze betrof fijne peen, waarbij gestreefd is naar circa 500 planten per m². Er is gezaaid volgens het rijpadensysteem (paden op 150 cm met acht rijtjes peen 16 cm uit elkaar). Het zaaizaad, fractie 1,4-1,6 mm, is ontsmet met iprodion (3,5 gram per kg Rovral) en thiram (5 gram per kg AAtiram). Juist voor inzaai is de grond telkens circa 20 cm diep gefreesd.

Bemesting en (chemische) onkruidbestrijding zijn volgens in de praktijk gebruikelijke methoden en adviezen uitgevoerd.

Proef in 1988

In 1988 zijn in een veldproef volgens splitplotschema in viervoud, drie zaaitijden van peen gecombineerd met diverse metalaxyl-besputtingen. Inzaai vond plaats op respectievelijk 22 april (Z1), 16 mei (Z2) en 16 juni (Z3).

Berekening zou worden uitgevoerd zodra de grond in de laag 0-25 cm een vochtspanning van pF 2,6 had bereikt. Het regelmatige neerslagpatroon maakte berekening echter overbodig. De vochtspanning werd door middel van tensiometers voortdurend gecontroleerd.

Per zaaitijd zijn vijf spuitobjecten gerealiseerd, te weten: 1,2 kg metalaxyl per ha 0, 4 of 8 weken na opkomst van de peen; 1,2 kg metalaxyl per ha 4 en 8 weken na opkomst en een controle (onbehandeld). Aan de eerste zaaitijd zijn bovendien nog toegevoegd: 1,2 kg metalaxyl per ha 12 weken na opkomst en 4+8+12 weken na opkomst.

Metalaxyl is telkens toegediend in de vorm van spuitpoeder (25 % actieve stof) en in 2000 liter water per ha volvelds verspoten.

Proef in 1989

In een splitplotschema in viervoud zijn twee zaaitijden van peen gecombineerd met een vijftal metalaxyl-behandelingen, vrijwel gelijk aan die in 1988. De zaaitijden van de peen waren 2 mei (Z1) en 30 mei (Z2). De proef is regelmatig berekend. Het streven was erop gericht de vochttoestand van de bodem in de laag 0-25 cm ongeveer op veldcapaciteit te houden in de eerste twee maanden na opkomst van de peen. Aan de hand van tensiometers is de vochttoestand in de tijd gevolgd. Bij het

bereiken van een vochtspanning van 25 mbar (pF 2,4) werd een berekening uitgevoerd. In het warme en droge 1989 bleek dit zeer regelmatig nodig. Van 17 tot 21 juli is, vanwege het achterwege blijven van cavity spot, zelfs zeer intensief berekend. Berekeningen zijn uitgevoerd op: 19 juni, 28 juni, 17 juli, 19 juli, 20 juli en 21 juli. Telkens is circa 20 mm verstrekt.

Proeven in 1990

Dit laatste proefjaar zijn twee proeven aangelegd. In de ene proef (proef A) is er door middel van kunstmatige berekening voor gezorgd dat de vochttoestand van de grond gedurende de eerste maanden van de teelt op veldcapaciteit (pF 2,0 - 2,2) bleef. De tweede proef (proef B) is juist niet berekend en overgelaten aan de natuurlijke vochtvoorziening.

In proef A zijn in een splitplotschema in vijfvoud twee zaaitijdstippen van peen gecombineerd met een reeks metalaxyl-behandelingen, vergelijkbaar met die in de vorige proefjaren. De zaaitijdstippen waren 12 april (Z1) en 17 mei (Z2).

De metalaxyl is telkens in granulaat-vorm (5% actieve stof) en nauwkeurig over de desbetreffende veldjes uitgestrooid. Om vergelijkbaarheid te houden met voorgaande jaren is één object toegevoegd, waarbij metalaxyl in de vorm van spuitpoeder (25% actieve stof) is verspoten.

Zodra, via tensiometers, een vochtspanning van circa 16 mbar (pF 2,2) werd gemeten, is een berekening uitgevoerd met telkens circa 20 mm water. Na het uitvoeren van een behandeling met metalaxyl is bovendien altijd een berekening uitgevoerd (in geval het niet van nature regende).

Aldus zijn berekeningen uitgevoerd op 4 mei, 22 mei, 1 juni, 13 juni, 28 juni, 20 juli en 26 juli.

In de tweede proef zijn dezelfde twee zaaitijden van peen als in proef A gecombineerd met enkele metalaxyl-behandelingen. In deze proef is de metalaxyl toegediend in de vorm van spuitpoeder en verspoten in 2000 liter water per ha.

Op grond van de resultaten in 1988 was in deze proef een object opgenomen waarin metalaxyl pas werd toegepast zodra de grond (als gevolg van neerslag) vochtig werd, nadat het stadium van eerste peenverdicking bereikt was. Deze behandeling is alleen bij de eerste zaai tot uitvoering gebracht en wel op 6 juni, een week na de eerste

verdikking van de peen.
In peen is metalaxyl niet toegelaten.

Waarnemingen en bepalingen

Vanaf enkele weken na opkomst (in 1990 circa twee maand na opkomst) zijn alle parallellen van de controle-objecten om de twee à drie weken bemonsterd. Per veld werd een oppervlakte van 0,56 m² gerooid van de vier binnenste rijen van een bed. Aan 100 à 150 wortelen per veld is het aantal wortelen met symptomen van cavity spot bepaald.

De andere objecten zijn op dezelfde wijze tweemaal gedurende het seizoen bemonsterd, namelijk circa 15 weken na opkomst van de peen en alle zaaitijden tegelijk aan het eind van het groeiseizoen in oktober/november. Om een indruk te geven van de spreiding van de gevonden waarden zijn LSD-waarden berekend over de waarnemingen in de tijd, c.q. over de behandelingen heen. Daarbij moet worden bedacht dat bij lage aantastingscijfers de spreiding geringer is en bij hogere cijfers juist groter kan zijn dan de LSD-waarden aangeven.

In 1988 en 1989 zijn bij de drieweekse rooiingen per monster ad random 10 (gemiddelde) wortelen genomen en onderzocht op gevoeligheid voor inoculatie met *Pythium violae*. Voor het inoculeren werd gebruik gemaakt van op Difco-maisagar (12 gram per liter water) gekweekte *Pythium violae* (isolaat I. Blok, IPO). De gevolgde methode is gelijk aan die zoals door het NIAB (Cambridge) is ontwikkeld

(Sweet et al.).

Bij de beoordeling na zeven dagen is het aantal geslaagde inoculaties bepaald en de grootte van de ontstane "cavities" gemeten. De cavities zijn ingedeeld naar de volgende klassen:

- 1 = kleiner dan ponsgrootte (4 mm),
- 2 = gelijk aan ponsgrootte,
- 3 = iets groter dan ponsgrootte,
- 4 = tweemaal ponsgrootte,
- 5 = groter dan tweemaal ponsgrootte.

Uit deze klassen is een index berekend die de hevigheid/gevoeligheid van de geslaagde infecties weergeeft, namelijk:

gevoeligheidsindex = som van de klassen/aantal geslaagde inoculaties.

Resultaten

Proef in 1988

De peen van alle drie zaaitijden vertoonde al in een vroeg stadium cavity spot (tabel 154 en figuur 12). Voor alle zaaitijden geldt dat het traject van 0 tot rond 30 % aantasting in circa drie weken tot stand kwam. Het tijdsverschil in zaaitijd (c.q. opkomst) tussen Z1 (22 april) en Z2 (16 mei), zijnde circa drie weken, kwam nauwelijks naar voren in de cavity spot-ontwikkeling. Met andere woorden de cavity spot-ontwikkeling is bij Z1, Z2 en Z3 respectievelijk circa 9, 8 en 6 weken na veldopkomst geïnitieerd.

Tabel 154. Percentage wortelen met cavity spot symptomen en gemiddeld wortelgewicht (g) in onbehandelde peen bij drie zaaitijdstippen in 1988 met respectievelijk circa 550, 460 en 650 planten per m².

monsterdatum	Z1 (22 april)		Z2 (16 mei)		Z3 (16 juni)	
	gewicht	percentage cavity spot	gewicht	percentage cavity spot	gewicht	percentage cavity spot
2 juni	0,05	0				
13 juni	0,5	0				
27 juni	2,8	1	0,2	0		
18 juli	10,8	9	5,2	2	0,1	0
8 augustus	15,2	40	11,6	32	2,5	5
29 augustus	18,4	45	20,0	26	8,8	30
16 september	21,4	40	21,5	42	12,5	41
10 oktober	21,5	55	24,6	50	15,6	37
31 oktober	22,2	78	24,1	65	14,1	
21 november	23,8	57	27,9	42	12,9	40
LSD (0,05)		20		24		14

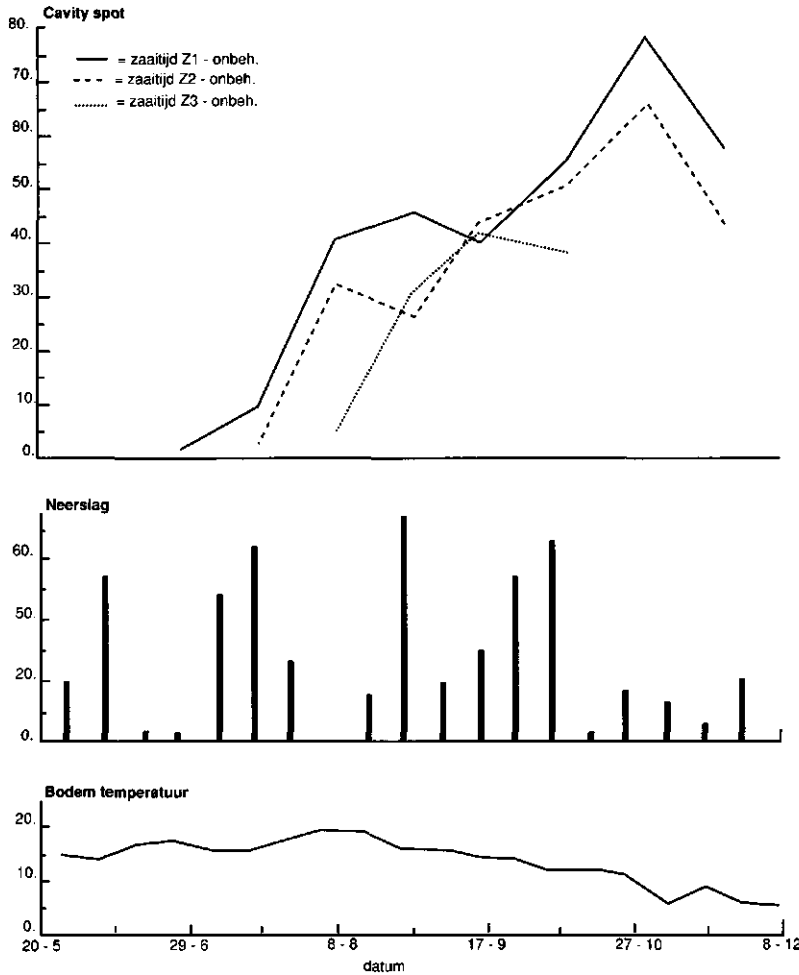


Fig. 12. Verloop cavity spot-aantasting in de tijd, bij drie zaaidata in 1988; natuurlijke neerslag (mm) per decade op ROC De Waag; gemiddelde bodemtemperatuur (°C) per decade in de laag 5-10 cm (onbeteelde grond) te Swifterbant.

Bij de eerste en tweede zaaitijd nam de cavity spot-aantasting nog toe na half september, terwijl deze bij de derde zaaitijd constant bleef.

Mw. ir I. Blok (IPO) wist uit de aangetaste plekken diverse malen *Pythium violae* te isoleren. Slechts een enkele maal trof zij *Pythium sulcatum* aan.

De inoculatie-proeven in het laboratorium hebben aangetoond dat peen (selectie Minicor) het gehele seizoen infecteerbaar is met *Pythium violae*. Het slagingspercentage van de inoculaties (figuur 13) is voortdurend 90 à 95 %. Slechts zeer jonge peen (Z3 - 8 augustus) scoorde iets lager.

De gevoeligheidsindex, een maat voor de grootte van de ontstane 'cavities', nam tot 28 augustus toe in de tijd en naarmate de wortelen ouder waren. Na 28 augustus nam de index bij peen van alle drie zaaidata echter af.

Inoculatie op de onderste helft van de peen (jonger weefsel) leverde een iets hogere index op dan inoculatie op de bovenste peenhelft. Verschillen tussen in het veld al dan niet met metalaxyl behandelde wortelen waren verwaarloosbaar klein.

In tabel 155 is de cavity spot-aantasting weergegeven op een tweetal rooidata. Mits op het juiste

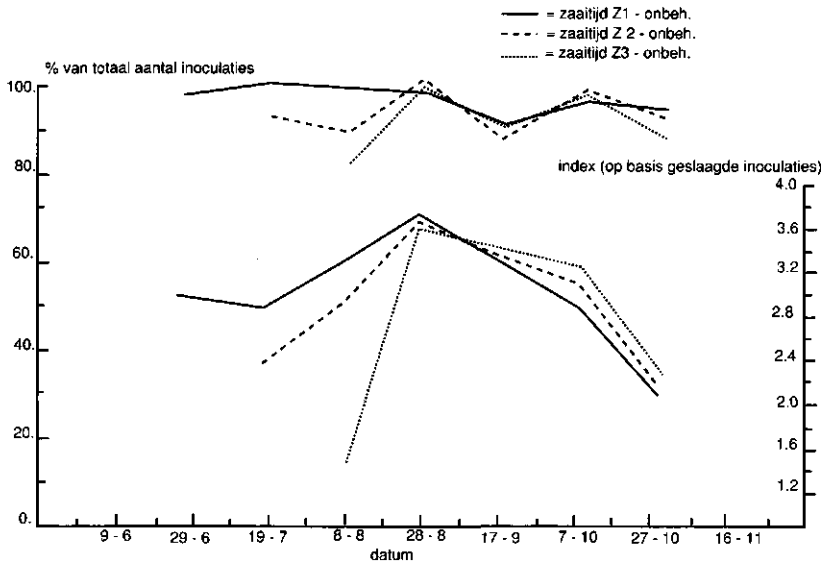


Fig. 13. Slagingspercentage *Pythium violae* inoculaties op het laboratorium (bovenste drie lijnen) en infectie-intensiteitsindex van de geslaagde inoculaties (onderste lijnen) in relatie tot zaai- en rooidatum van de peen in 1988.

moment gespoten vrijwaarde een éénmalige bespuiting met metalaxyl (1,2 kg actieve stof per ha) de peen tot 20 à 25 weken na opkomst van cavity spot. Voor peen die half april, in mei en in juni is gezaaid gold dat behandeling respectievelijk binnen 8, binnen 4 en binnen 4 weken na opkomst een effectieve bestrijding gaf.

Indien de peen langer dan 20-25 weken na zaaien

werd gerooid, gaf alleen een herhaalde behandeling met metalaxyl afdoende bescherming.

Proef in 1989

Cavity spot is dit jaar vrijwel geheel achterwege gebleven. Zelfs het regelmatig beregenen en het op een gegeven moment overmatig beregenen heeft

Tabel 155. Cavity spot-aantasting uitgedrukt in percentage wortelen met symptomen op twee rooitijdstippen (15 à 16 weken na opkomst en op 15 november) in 1988. Metalaxyl-dosering 1,2 kg actieve stof per ha per bespuiting.

behandeling	spuit-tijdstip ¹⁾	zaaitijd: rooitijd ¹⁾ :	Z1	Z2	Z3	Z1	Z2	Z3
			15	15	16	27	25	20
R0	onbehandeld		38	25	50	57	42	40
R1	0		6	2	3	35	23	3
R2	4		10	2	10	29	5	2
R3	8		1	23	49	17	17	39
R4	12		40			51		
R5	4+8		0	0	3	6	1	2
R6	4+8+12		0			1		
LSD (0,05) =			16	16	12	24	24	13

¹⁾ Spuittijdstip en rooitijdstip zijn uitgedrukt in aantal weken na veldopkomst peen. In peen is metalaxyl niet toegestaan.

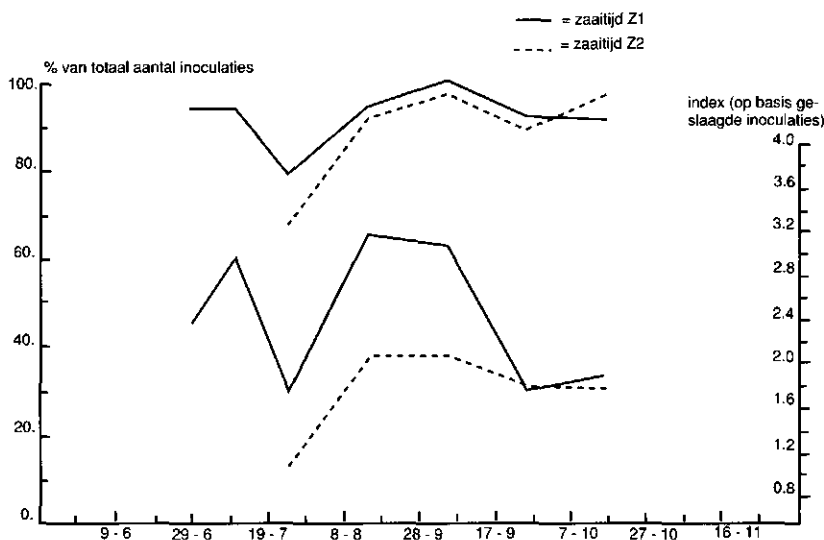


Fig. 14. Slagingspercentage *Pythium violae* inoculaties op het laboratorium (bovenste drie lijnen) en infectie-intensiteitsindex van de geslaagde inoculaties (onderste lijnen) in relatie tot zaai- en rooidatum van de peen in 1989.

geen effect gehad op het ontstaan van cavity spot. De inoculatie-proeven in het laboratorium hadden wel succes. Evenals in 1988 bleek de peen het hele seizoen door infecteerbaar met *Pythium violae*. Het slagingspercentage van de inoculaties (figuur 14) was opnieuw circa 90-95 %.

Uitzondering vormde de bepaling van 24 juli toen alle inoculaties, mogelijk als gevolg van de vitaliteit van de schimmel, een lager slagingspercentage en een geringere infectie-zwaarte opleverden. De

infectie-gevoeligheidsindex vertoonde bij de eerste zaai (2 mei) ongeveer hetzelfde patroon als in 1988, terwijl de tweede zaai opvallend genoeg het niveau van de eerste niet bereikte.

De inoculatie op de onderste helft van de peen gaf evenals vorig jaar gemiddeld een wat hogere index dan inoculatie op de bovenste peenhelft. Het al dan niet behandeld zijn met metalaxyl (in het veld) had geen effect op de hevigheid van de infectie. Het maakte ook niet uit of er al dan niet berekend was.

Tabel 156. Percentage wortelen met cavity-spot-symptomen in onbehandelde controlevelden proef A ('berekend') en proef B ('niet berekend') bij twee zaaitijdstippen (Z1 op 12 april en Z2 op 17 mei) in 1990.

monster- datum	proef:	Z1		Z2		gemiddeld	
		A	B	A	B	Z1	Z2
12 juli		18	18			18	
25 juli		31	24	5	20	27	12
10 augustus		26	13	9	22	20	15
23 augustus				12	16		14
11 september		23	17	12	14	20	13
01 oktober		33	31	16	13	32	15
31 oktober		45	37	11	24	41	17
LSD (0,05)		10	16	8	9		

Tabel 157. Cavity spot-aantasting uitgedrukt in percentage wortelen met symptomen op twee rooitijsdippen (14 à 15 weken na opkomst en op 31 oktober) in 1990.

behandeling ¹⁾	behandelings-tijdstip	zaaitijd: rooitijd ²⁾ : berekening:	Z1		Z2		Z1		Z2	
			wel	niet	wel	niet	wel	niet	wel	niet
R0	onbehandeld		26	13	12	14	45	37	11	24
R1	bij opkomst		3		3		21		9	
R2	2 weken na opkomst		0		1		17		1	
R3	bij eerste verdikking		2	5	2	2	8	0	1	1
R4	4 weken na verdikking		13		6		4		1	
R5	bij verdikking + 4 weken later		1		3		1		1	
R6	als R2, maar spuitpoeder		0		2		18		1	
R7	na voldoende neerslag			8				6		
LSD (0,05) =			3	10	5	7	10	9	6	11

1) 1,2 kg actieve stof per ha metalaxyl als granulaat, met uitzondering van R6 en niet-beregende proef waarin spuitpoeder is gebruikt.

2) Rooitijden zijn uitgedrukt in aantal weken na veldopkomst peen.
In peen is metalaxyl niet toegestaan.

Veldproeven 1990

Uit tabel 156 blijkt dat al bij de eerste bemonstering een forse cavity spot-aantasting in de peen van de eerste zaai aanwezig was. De spreiding in aantasting was groot. De mate van aantasting in de beregende en de niet beregende proef verschilde niet, wat gezien de hoeveelheid natuurlijke neerslag ook te verwachten was. De aantasting van de peen van de tweede zaai bleef bijna constant op hetzelfde niveau.

In tabel 157 zijn de gemiddelde cavity spot-aantastingen bij de diverse metalaxyl-behandelingen weergegeven op een tweetal tijdstippen.

Behandeling op het moment dat de eerste peen het verdikkingsstadium bereikte, gaf een goede bestrijding van de cavity spot. Afgaande op de waarneming 14 à 15 weken na opkomst, heeft ook een eerdere behandeling nog een goed resultaat gehad. Uit de eindbeoordeling blijkt echter dat dit toch te vroeg was. De werkingsduur van de behandeling is dan kennelijk te kort.

Overigens gaf alleen een tweemaalige behandeling (R5) een vrijwel volledige bestrijding.

Behandeling met metalaxyl-spuitspoeder in plaats van granulaat bleek gemiddeld genomen nauwelijks van invloed te zijn op het resultaat.

In de niet-beregende peen bleek behandeling bij het begin van de peenverdikking in het algemeen goede resultaten te geven.

De behandeling "bij voldoende neerslag" (Z1R7) gaf vergelijkbare resultaten met behandeling op moment van eerste verdikking.

Bespreking

In 1988 zijn tussen de drie zaaidata verschillen geconstateerd bij het begin van de cavity spot-aantasting. Op de peen van de eerste twee zaaidata werd bijna op dezelfde datum de eerste aantasting geconstateerd. Dit betekende derhalve in een verschillend stadium van de peengroei! De aantasting op de peen van de derde zaaidatum werd later in de tijd geconstateerd, namelijk in hetzelfde gewasstadium als de peen van de tweede zaaidatum.

Hieruit is de hypothese ontwikkeld dat voor een aantasting met *Pythium* spp. aan drie voorwaarden moet worden voldaan. De schimmel moet in de grond aanwezig zijn, de wortel moet het begin van het verdikkingsstadium zijn gepasseerd en de grond moet enige tijd (over)verzadigd zijn met water.

Onder een verdikte wortel wordt overigens een wortel verstaan van meer dan 2 mm en een gewicht van circa 200 mg.

Bij de gedachtengang voor deze hypothese wordt het verschil in aantasting tussen de drie zaaidata gecombineerd met de gewasgroei (stadium), de hoeveelheid neerslag per periode met de daarbij behorende tensiometerwaarden en de aantasting in de onbehandelde en behandelde veldjes bij 0, 4, 8 en 12 weken na opkomst.

De redenering is als volgt. Er zijn drie regenperiodes geweest: van 1 tot 11 juni, van 1 tot 10 juli en van 15 tot 30 juli.

Bij de eerste zaai begint de eerste aantasting in de onbehandelde veldjes circa 16 juli. Een bespuiting met metalaxyl bij 0, 4 en 8 weken na opkomst, respectievelijk op 11 mei, 2 juni en 29 juni, gaf een effectieve bescherming tegen cavity spot, zo bleek uit het eerste rootijdstip (tabel 155). Behandeling op 28 juli (12 weken na opkomst) bleek niet effectief. Hieruit is af te leiden dat de besmetting tussen 29 juni (8 weken na opkomst) en 16 juli (eerste aantasting) heeft plaatsgevonden, zijnde de tweede regenperiode.

De tijd tussen het begin van de regenperiode en de eerste aantasting bedroeg 15 dagen. Bij het begin van de regenperiode was het gewas reeds 28 dagen voorbij het begin van het verdikkingsstadium.

Bij de tweede zaai (16 mei) begon de aantasting ongeveer op 18 juli. Alleen de behandelingen bij 0 en 4 weken na opkomst, te weten 26 mei en 24 juni, gaven voldoende bescherming. De besmetting moet dus hebben plaats gevonden tussen 24 juni (4 weken na opkomst) en 18 juli (eerste aantasting), eveneens vallend in de tweede regenperiode. De peen van deze zaai was op dat moment aan het verdikken. De periode tussen besmetting en eerste aantasting was circa 17 dagen. Bij de derde zaai van 16 juni is de eerste aantasting ongeveer 8 augustus begonnen. Tijdens de hele opkomstperiode tot de aantastingsdatum was de grond verzadigd met water. De behandelingen bij 0 en 4 weken na opkomst, op 30 juni en 27 juli, gaven een goede tot redelijke bescherming, terwijl 8 weken na opkomst (20 augustus) geen bescherming meer gaf. Besmetting moet derhalve rond 27 juli hebben plaatsgevonden. De eerste peen bereikte het verdikkingsstadium rond 23 juli, ongeveer 15 dagen voor de eerste aantasting. Om aangetast te kunnen worden, is behalve de vochttoestand van de grond ook van belang dat de wortel voldoende groot is.

In 1990 kon de beschreven hypothese nogmaals worden getoetst. Uit de gegevens blijkt dat de ont-

wikkelde theorie van 1988 geheel klopt met de resultaten van 1990.

Dat het verdikkingsstadium een gevoelig stadium van de peen inluidt, is ook uit onderzoek naar het ontstaan van schurft in peen (*Streptomyces scabies*) gebleken (Schoneveld). In dit stadium groeit het opslagorgaan, met als huid de peridermis, door de onderhuid (epidermis). Hierbij ontstaan overlangse scheuren. Het tijdstip van het verdikken van de wortel wordt beïnvloed door groeibepalende factoren; temperatuur en zaadgrootte spelen daarbij een grote rol. De variatie in de populatie van peen is vrij groot. De periode van opkomst en verdikking van de wortel kan zich onder normale omstandigheden uitstrekken over een periode van acht tot veertien dagen van het eerste tot het laatste plantje. De periode van zaaien tot eerste verdikking duurt onder invloed van genoemde factoren vier tot zes weken.

Uit de inoculatie-proeven in het laboratorium blijkt dat peen na de verdikking het hele seizoen (weliswaar bij toediening van een overdosis *Pythium violae*) aangetast kan worden. Jonge peen en later gezaaide peen lijkt minder hevig te worden aangetast dan oudere en vroeg gezaaide peen. Meestal neemt de hevigheid van aantasting echter weer wat af tegen het einde van de groei.

Duidelijke verschillen in bodemtemperatuur tijdens de eerste ontwikkelingsweken van de peen vormen, tesamen met het grillig voorkomen van cavity spot (spreiding in inoculumdichtheid?) en een verschil in voorvrucht (poot aardappelen en grasgroenbemester in 1988 en plantuien in 1990) zo mogelijk de verklaring voor de verschillen in aantastingsniveau tussen jaren en zaaitijden.

Op grond van de resultaten van dit jaar en die van 1988 kan worden gesteld dat een eenmalige behandeling met 1,2 kg actieve stof per ha aan metalaxyl de peen ruim 20 weken kan beschermen. Voor een langere periode is een tweede, aanvullende behandeling noodzakelijk. Voor een zo lang mogelijke bescherming kan de behandeling worden uitgesteld tot het moment van verdikking of na deze periode tot er voldoende neerslag valt. Daarbij ontstaat wel een praktisch probleem wat betreft de uitvoering. Voor een goede werking dient het middel namelijk ingeregend te worden, dus voor/tijdens de regen toegepast te worden, terwijl bij aanhoudende regen het perceel slecht begaanbaar kan worden.

Met metalaxyl in granulaatvorm zijn dezelfde resultaten bereikbaar dan met spuitpoeder. Uit aanvullend onderzoek is gebleken dat een verlaging van de metalaxyl-dosering een verminderd effect geeft. Zaadbehandeling bleek onvoldoende tot vrijwel geen bescherming te bieden.

In peen is metalaxyl niet toegelaten.

Samenvatting

In de periode 1988-1990 heeft het PAGV op ROC De Waag onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van cavity spot in relatie tot eventuele initiërende omstandigheden zoals het groeistadium van de peen en de vochttoestand van de bodem.

De proeven zijn er tevens op gericht geweest een geïntegreerde bestrijdingswijze van cavity spot te ontwikkelen.

In 1988 en 1990 vertoonde de peen al in een vroeg stadium cavity spot. Aan de hand van het neerslagpatroon, het verloop van de cavity spot-aantastingen en het effect van behandelingen met metalaxyl in verschillende stadia van de peen, kan aannemelijk gemaakt worden dat voor initiatie van een cavity spot-aantasting aan drie voorwaarden moet worden voldaan:

1. Er dient *Pythium* spp. aanwezig te zijn in de bodem.
2. De vochttoestand van de bodem dient gedurende enige tijd tenminste op veldcapaciteit te zijn.
3. De peen dient minimaal in het stadium van diktegroei te verkeren voordat aantasting kan optreden.

Vanaf het stadium van diktegroei kan peen altijd worden aangetast, zo bleek uit inoculatie met *Pythium violae* op het laboratorium. De intensiteit van de aantasting was echter bij zeer jonge peen, laat gezaaide peen en meestal ook oudere peen (meer dan vijf maanden na zaaien) minder.

In de veldproeven op ROC De Waag werd cavity spot voornamelijk veroorzaakt door *Pythium violae* en incidenteel door *Pythium sulcatum*.

Aangevoerd werd dat door middel van een behandeling met metalaxyl (1,2 kg actieve stof per ha) de peen ruim 20 weken kan worden beschermd tegen cavity spot. Behandeling dient dan wel juist voor of in het stadium van diktegroei van de peen te worden uitgevoerd. Uitstel van behandeling kan echter plaats vinden tot het moment van neerslag na het bereiken van de eerste verdikking. Overigens

heeft metalaxyl geen toelating in Nederland; dit is ook niet te verwachten.

Literatuur

Gladders, P. en J.G. Crompton. Comparison of fungicides for control of cavity spot in carrots. Tests of Agrochemicals and Cultivars Nr.5 (Annals of Applied Biology 104, Supplement) (1984), p. 36-37.

Goh, K.M. en N.S. Ali. Effects of nitrogen fertilisers, calcium and water regimes on the incidence of cavity spot in carrots. Fertilizer Research 4, (1983), p. 223-230.

Groom, M.R. en D.A. Perry. Induction of "cavity spot-like" lesions on roots of *Daucus carota* by *Pythium violae*. Transactions of the British Mycological Society 84 (1985), p. 755-757.

Guba, E.F., R.E. Young, en T. Ui. Cavity spot disease of carrot and parsnip roots. Plant Disease Reporter 45 (1961) p. 102-105.

Hafidh, F.T. en W.C. Kelly. Cavity spot of carrots caused by feeding of fungus gnat larvae. Journal of the American Society for Horticultural Science, 107 (1982), p. 1177-1181.

Lyshol, A.J., L. Semb, en G. Taksdal. Reduction of cavity spot and root dieback in carrots by fungicide applications. Plant Pathology 33 (1984), p. 193-198.

Maynard, D.N., B. Gersten, E.F. Vlack en H.F. Vernell. The effects of nutrient concentration and calcium levels on the occurrence of cavity spot. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 78 (1961), p. 339-342.

Montfort, F. en F. Rouxel. La maladie de la tache de la carotte. Phytoma Défense de cultures 3 (1986), p. 43-46.

Perry, D.A. Effect of soil cultivation and anaerobiosis on cavity spot of carrots. Annals of Applied Biology 103 (1983), p. 541-547.

Perry, D.A. Recent advances in control of cavity spot of carrots. Proceedings, Crop Protection in Northern Britain (1984), p. 417-422.

Perry, D.A. en J.G. Harrison. Cavity spot of carrots II. The effect of soil conditions and the role of pectolytic anaerobic bacteria. Annals of Applied Biology 93 (1979), p. 109-115.

Scaife, M.A., A.K. Burton en M.K. Turner. Cavity spot of carrots - an association with soil ammonium. Communications in Soil Science and Plant Analysis 11 (1980), p. 621-628.

Soroker, E., Y. Bashan en Y. Okon. Reproducible induction of cavity spot in carrots and physiological and microbial changes occurring during cavity formation. Soil Biology & Biochemistry, Vol. 16, 6, (1984), p. 541-548.

Sweet, J.B. et al. Resistance of carrot varieties to cavity spot disease. Aspects of Applied Biology 12 (1986), p. 235-244.

Wagenvoort, W.A., I. Babik en G.R. Findenegg. The effect of oxygen supply and calcium levels in hydroponic culture on the

occurrence of carrot cavity spot. *Soilless Culture*, 1 (1985), p. 67-72.

Wagenvoort, W.A., I. Blok, H.F.M. Mombarg en T. Veldhuizen. Cavity spot of carrots in relation to a *Pythium* sp. *Gartenbau Wissenschaft*, 54,2 (1989), p. 70-73.

Wheatley, G.A., J.A. Hardman en G.H. Edmonds. Effects of metalaxyl and carbofuran in a fluid drilling gel on cavity spot incidence and the yield of carrots. *Tests of Agrochemicals and Cultivars No. 5*. (Annals of Applied Biology 104, Supplement), (1989), p. 38-39.

White, J.G. The association of *Pythium* spp. with cavity spot and root dieback of carrots. *Annals of Applied Biology* 108 (1986), p. 265-273.

Summary

In the period 1988-1990 the development of cavity spot incidence was studied in field trials at the "De Waag" experimental farm in Creil. The incidence was related to initiating circumstances such as the growth stage of the carrot crop and the soil moisture content. Development of an integrated control method by means of metalaxyl-treatments was a second objective of the experiments.

In 1988 and 1990 carrots showed cavity spot incidence at an early stage. By means of the precipitation-pattern, the course of cavity spot incidence and the effects of metalaxyl-treatments at different growth stages, it is shown that three conditions are

necessary to initiate cavity spot:

- 1. *Pythium* spp. (esp. *P. violae* and *P. sulcatum*) should be present in the soil*
- 2. Soil moisture content should be above field capacity for some time*
- 3. Carrots should be at least at the stage of storage root thickening (4-6 weeks after sowing), before they can be infected*

*Inoculation of carrots with *Pythium violae* in a laboratory test showed that the carrots were sensitive to infection during the rest of the growing season after the first thickening of the storage root. The infection intensity was less however with very young, late sown carrots and mostly with older carrots (over 5 months after field emergence).*

*In the field experiments at "De Waag" cavity spot mainly was caused by *Pythium violae* and only occasionally by *Pythium sulcatum*.*

A metalaxyl treatment (1,2 kg/ha a.i.) protected the carrots for about 20 weeks. Carrots should be treated in the stage of storage root thickening, although treatment may be delayed until the first precipitation following this stage.

The use of metalaxyl in carrots is not authorized in The Netherlands and is not expected to be authorized in future.