



Bepaling van de opbouw van werking van fungiciden tegen *P. infestans* in aardappel

ing. H.G.Spits en dr. ir. H.T.A.M. Schepers

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

HPA/LTO-Nederland én Bayer CropScience B.V, BASF Nederland B.V., DOW Agrosiences B.V., DuPont de Nemours en Syngenta Crop Protection B.V.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : infoAgv@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	Inleiding	5
2	Materiaal en methoden	7
2.1	Aardappelplanten	7
2.2	Objecten	7
2.3	Spuiten	7
2.4	Blaadjes.....	8
2.5	Inoculum, inoculatie en incubatie.....	8
2.6	Waarnemingen	8
2.7	Statistische analyse.....	8
3	Resultaten.....	8
3.1	Groeipunt.....	8
3.2	Middelste bladetage	10
3.3	Onderste bladetage	11
4	Discussie en conclusies.....	14
	Bijlage 1 additionele resultaten	16
	Bijlage 2 weersgegevens	21

1 Inleiding

Aardappelblad dat preventief gespoten wordt met fungiciden is voor een bepaalde tijd beschermd tegen infecties van *Phytophthora infestans*. Er wordt nu van uitgegaan dat blad dat zich ná de bespuiting ontwikkelt uit het groeipunt, onbeschermd is. Curatieve fungiciden worden ingezet om latente infecties die ontstaan kunnen zijn in (deze) onbeschermd bladeren te bestrijden. Het (onnodig) adviseren van curatieve fungiciden zorgt, met het huidige middelenpakket, voor een hogere inzet van actieve stof én milieubelasting. Bij het adviseren van bespuitingstijdstippen wordt geen/te weinig rekening gehouden met de mogelijkheid dat (systemische) fungiciden in/op het nieuw gevormde blad aanwezig kunnen zijn. Uit voorgaand onderzoek is de indruk ontstaan dat nieuw gegroeid blad tot op zekere hoogte beschermd is tegen *P. infestans* door een voorgaande bespuiting met een fungicide. Hierbij zou het aantal uitgevoerde bespuitingen een belangrijke rol kunnen spelen. Er zou sprake kunnen zijn van de opbouw van werking. Tevens wordt er in de praktijk dikwijls geadviseerd om de eerste bespuiting vroeg in het groeiseizoen uit te voeren. Als argument wordt o.a. aangedragen dat bij een groter gewas lagere bladetages onvoldoende kunnen worden beschermd door een bespuiting. Meer inzicht in de opbouw van de werking van fungiciden zou onder sommige omstandigheden kunnen leiden tot een betere bestrijding en tot een afname van fungicide gebruik. Resultaten op dit gebied zijn van groot belang zijn voor de ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen (BOS-en).

In opdracht van HPA/LTO-Nederland (Masterplan Phytophthora), Aventis CropScience B.V., BASF Nederland B.V., DOW Agrosciences B.V., DuPont de Nemours en Syngenta Crop Protection B.V., is door PPO onderzoek uitgevoerd om meer inzicht/kennis te krijgen omtrent de opbouw van werking van fungiciden tegen *P. infestans* in aardappel. Dit onderzoek is een vervolg op de proeven die in 2001 zijn uitgevoerd door het PPO en beschreven in projectrapport 34.3.71 van december 2001.

2 Materiaal en methoden

2.1 Aardappelplanten

De veldproef (ras Bintje) is als een split-plotproef aangelegd op 23-04-2002 op één van de kavels van het PPO in Lelystad. De veldjes hadden een grootte van 3,75 * 8,0 meter. De bemesting, onkruidbestrijding werd volgens "praktijk" uitgevoerd.

2.2 Objecten

In deze proef is de opbouw van werking van fungiciden onderzocht én de invloed van het uitstellen van de eerste bespuiting op de mate van bescherming van lagere bladstages. Hiertoe zijn in de veldproef drie spuitstrategieën opgenomen (Tabel 1). In strategie A3 zijn de bespuitingen vanaf een gewas hoogte van 15 cm uitgevoerd. De eerste bespuiting bij strategie A2 was gelijktijdig met de derde bespuiting in strategie A3. Strategie A1 kon niet worden uitgevoerd doordat er, voordat de eerste bespuiting in deze strategie uitgevoerd kon worden, *P. infestans* werd gevonden in deze veldjes. Er is besloten om de veldjes van deze strategie dood te spuiten. In Tabel 2 staan de gebruikte fungiciden weergegeven.

Tabel 1. Schematische weergave proefuitvoering

	dag →	1	5	12	12	17	22	22	25	29	33	36
	datum →	3-6	7-6	14-6	14-6	19-6	24-6	24-6	27-6	2-7	5-7	8-7
	tijdstip →			T1			T2			T3	T4	T5
strategie ↓												
A3		F ²	F	B ³	F	F	B	F	F	B	B	B
A2		- ⁴	-		F	F	B	F	F	B	B	B
A1 ¹		-	-	-	-	-		F	F	B	B	B

¹⁾ deze strategie is niet uitgevoerd doordat er vroeg in voorjaar natuurlijke aantasting is deze veldjes is gevonden

²⁾ fungicide toepassing

³⁾ bescherming bepalen

⁴⁾ géén fungicide toepassing

Tabel 2. Fungiciden in de veldproef waarin de opbouw van werking van fungiciden werd onderzocht.

object	actieve stof	mobiliteit	dosering
A onbehandeld	-	-	-
B Shirlan	fluazinam (500 g/l)	contact	0,4 l/ha
C Curzate M	cymoxanil (4,5%) mancozeb (68%)	lokaal-systemisch contact	2,5 kg/ha
D Dithane DG	mancozeb (75%)	contact	4,0 kg/ha
E Ranman + uitvloeier	cyazofamid 400 g/l) uitvloeier	contact	0,2 l/ha 0,15 l/ha
F Tattoo C	propamocarb-hydrochloride (375 g/l) chloorthalonil (375 g/l)	(lokaal) systemisch contact	1,5 l/ha
G Aviso DF	cymoxanil (4,8%) metiram (57%)	lokaal-systemisch contact	2,5 kg/ha

2.3 Spuiten

De veldjes zijn bespoten met een getrokken proefveldspuit die ontwikkeld is door Sosef die voorzien was van Teejet XR110.04 spuitdoppen. De spuitdoppen waren 50 cm uit elkaar gemonteerd aan de spuitboom welke tijdens het spuiten 50 cm boven het gewas hing en een snelheid van 3,6 km/h had.

Elke bespuiting is uitgevoerd op basis van 300 liter spuitvloeistof per hectare bij een druk van 2,5 bar.

De eerste bespuiting van het gewas (strategie A3) was de bespuiting op dag 1 (tabel 1).

2.4 Blaadjes

Voor de bepaling van de opbouw van werking van fungiciden zijn op verschillende tijdstippen blaadjes geplukt in de veldjes (de B's in tabel 1). Op deze tijdstippen zijn blaadjes van drie verschillende bladetages geplukt, namelijk: boven, midden en onderin het gewas. Bovenin is het groeipunt geplukt (blaadjes met een oppervlakte van 3-7 cm²), voor midden is het 5^e / 6^e blad van boven geplukt en bij onderin is het laagste samengestelde blad geplukt dat minimaal 5 deelblaadjes had. Uit ieder veldje zijn op ieder tijdstip van iedere bladetage 4 samengestelde bladeren geplukt. Met deze geplukte bladeren is een biotoets (protocol PPO-AGV 25-6-4) uitgevoerd om de bescherming van deze blaadjes tegen *P. infestans* te bepalen.

2.5 Inoculum, inoculatie en incubatie

Fysio 98014 van *P. infestans* is in de proef gebruikt. Dit fyso is een representatieve stam van de nu in de praktijk voorkomende (agressieve) stammen en is gevoelig voor metalaxyl. De instandhouding van de schimmel gebeurde op aardappelblaadjes (ras Bintje) onder hoge luchtvochtigheid (RV>90%) bij een temperatuur van 15°C. Een inoculum suspensie met zoösporangia is verkregen door deze aardappelblaadjes met een 1 week oude kweek van *P. infestans* af te spoelen met leidingwater. De dichtheid van het inoculum is geschat door de zoösporangia te tellen met behulp van een haemocytometer. De dichtheid van het inoculum dat is gebruikt voor het inoculeren van de groeipunten was 5.000 sporangia/ml en voor de overige inoculaties 10.000 sporangia/ml. Inoculatie gebeurde in het laboratorium door een druppel van 30-40µl sporensuspensie op het midden van het blaadje neer te leggen. Het merendeel van de druppels met dit volume vloeide niet uit.

2.6 Waarnemingen

De waarnemingen vonden vijf tot zeven dagen na inoculatie plaats, afhankelijk van het aantastingsniveau van onbehandeld. Het aantal aangetaste blaadjes en het percentage blad dat bedekt was door een lesie van *P. infestans* is bepaald. Percentage blad dat bedekt was door de lesie is geschat aan de hand van een index waarbij 0 geen infectie was en 10 het blad voor 100% was aangetast.

De waarneming voor de sporulatie van *P. infestans* van de lesies gebeurde met het blote oog of met behulp van een stereo microscoop (40X). Bepaald werd of een lesie sporuleerde. Kwantiteit van sporulatie is niet bepaald. De groei van de planten is bepaald door vóór het spuiten twee groeipunten te bespuiten met kleine hoeveelheid rode verf.

2.7 Statistische analyse

Van ieder object zijn vier veldjes geloot in een split-plot proef. Bij de grootte van de lesies is voor de verwerking gerekend met het gemiddelde van de klasse. Een analyse is uitgevoerd op de resultaten voor percentage lesies, grootte van de lesie en sporulatie in GENSTAT 5 Release 4.2. Zonodig is transformatie van data uitgevoerd voorafgaand aan de analyse.

3 Resultaten

Bij de resultaten zal, omwille van de duidelijkheid, alleen worden ingegaan op het percentage waargenomen lesies. Additionele resultaten zoals lesiegrootte en sporulatie van de lesies zijn weergegeven in de bijlagen.

3.1 Groeipunt

In Tabel 3 en 4 staan de gemiddelden van de resultaten van de opbouw van werking van fungiciden op het groeipunt. De nieuwe groei van het gewas gedurende het spuitinterval, voorafgaand aan de bepaling van de bescherming, is geschat aan de hand van planten die 5-6 dagen eerder met rode verf waren bespoten. De nieuwe groei van het gewas tussen de laatste bespuiting vóór het blaadjes plukken en blaadjes plukken op T1, T2, T3, T4 en T5 werd geschat op respectievelijk >1, <1, <1, <1, <1 (1 = één samengesteld blad).

T1

Op dit tijdstip is de bescherming van het nieuwe groeipunt na 2 bespuitingen bepaald. Na twee bespuitingen (T1, A3) resulteerde alleen Ranman in een goede bescherming van het nieuwe groeipunt (tabel 3). Ranman resulteerde in significant minder lesies dan alle andere fungiciden.

T2

Op dit tijdstip is de bescherming van het nieuwe groeipunt na 4 bespuitingen (A3) en na 2 bespuitingen (A2) bepaald. Na twee bespuitingen (A2) resulteerde alle fungiciden in minder lesies dan Shirlan. Evenals bij T1, A3 resulteerde ook hier Ranman in het minst aantal lesies. Echter, de verschillen zijn nu niet altijd significant. Opmerkelijk is dat Curzate M bij A2 weinig lesies had in vergelijking met A3 op tijdstip T1 (beide 2 bespuitingen). Na vier bespuitingen (A3) resulteerde Ranman in de minste lesies. Echter, het aantal lesies week niet significant af van het aantal lesies bij de andere fungiciden (behalve Shirlan). Het groeipunt is na vier bespuitingen (A3) niet beter beschermd dan na twee bespuitingen (A2). Bij Tattoo C en Aviso DF is er cijfermatig zelfs een toename in het aantal lesies waargenomen wanneer er vier keer is gespoten in vergelijking met twee bespuitingen.

T3

Op dit tijdstip is de bescherming van het nieuwe groeipunt na 6 bespuitingen (A3) en na 4 bespuitingen (A2) bepaald. Na vier bespuitingen (A2) resulteerde Ranman in het minst aantal lesies van alle fungiciden. Dit is significant minder dan bij Shirlan en Aviso DF. Na zes bespuitingen (A3) neemt het aantal waargenomen lesies bij alle fungiciden toe. Ranman resulteerde in significant minder lesies dan alle andere fungiciden, met uitzondering van Curzate M. Het groeipunt is na zes bespuitingen (A3) niet beter beschermd dan na vier bespuitingen (A2). Bij Shirlan, Dithane DG, Tattoo C en Aviso DF is er cijfermatig zelfs een toename in het aantal lesies waargenomen wanneer er zes keer is gespoten in vergelijking met vier bespuitingen. Evenals bij T2 is te zien dat Dithane DG minder lesies heeft dan het andere preventieve contact middel (Shirlan). Waarschijnlijk is dit te verklaren door de betere redistributie van Dithane DG (mancozeb) ten opzichte van (Shirlan) fluazinam. Daarnaast is duidelijk te zien dat Aviso DF meer lesies laat zien dan het andere (lokaal) systemisch middel Curzate M (beide cymoxanil). De mindere werking wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de geringere hoeveelheid aangebrachte dithiocarbamaat, bij Curzate M is dat 1700 en bij Aviso DF slechts 1425 gram.

Tabel 3. Percentage lesies op het groeipunt per tijdstip en spuitstrategie

object	tijdstip strategie	T1 (7) ²		T2 (5)			T3 (5)				
		A3		A2	A3		A2	A3			
onbehandeld	A	68.0		81.6		81.6		98.8		98.8	
Shirlan	B	60.2	d ¹	62.5	d	60.6	cd	66.3	b	71.3	cd
Curzate M	C	82.9	e	3.9	ab	19.3	a	33.8	ab	32.5	ab
Dithane DG	D	65.3	de	23.6	b	23.2	a	27.4	a	50.1	bc
Ranman + ADDIKIF	E	8.5	a	2.3	a	0.0	a	12.4	a	11.3	a
Tattoo C	F	53.8	cd	11.8	ab	32.3	ab	36.6	ab	45.0	bc
Aviso DF	G	74.2	de	29.6	bc	38.8	abc	68.8	b	85.0	d

¹) waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²) tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

In Tabel 4 is het percentage lesies weergegeven op drie tijdstippen (5, 8 en 11 dagen) na de laatste bespuiting.

T4

Op dit tijdstip is de bescherming van het nieuwe groeipunt na 6 bespuitingen (A3) en na 4 bespuitingen (A2) bepaald. De bepaling is 8 dagen na de laatste bespuiting uitgevoerd. Bij beide spuitstrategieën (A2 en A3) resulteerde Ranman in significant minder lesies dan alle andere fungiciden. Dithane DG resulteerde bij strategie A2 in significant minder lesies dan Tattoo C. Bij strategie A3 zijn verder geen significante verschillen waargenomen.

T5

Op dit tijdstip is de bescherming van het nieuwe groeipunt na 6 bespuitingen (A3) en na 4 bespuitingen (A2) bepaald. De bepaling is 11 dagen na de laatste bespuiting uitgevoerd.

Bij beide spuitstrategieën (A2 en A3) resulteerde Ranman in significant minder lesies dan alle andere fungiciden. Verschillen tussen de andere fungiciden zijn gering en bovendien niet significant. Bij strategie A3 resulteerde Tattoo C in significant meer lesies dan Shirlan. Ook hier is het aantal waargenomen lesies bij strategie A3 (zes bespuitingen) hoger dan bij A2 (vier bespuitingen). Echter, de verschillen zijn niet significant. Opvallend is de lange werkingsduur van Ranman na 4 bespuitingen.

Tabel 4. Percentage lesies op het groeipunt per tijdstip en spuitstrategie

object	tijdstip strategie	T3 (5) ²		T4 (8)		T5 (11)	
		A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld		98.8	98.8	92.0	92.0	86.3	86.3
Shirlan		66.3 b ¹	71.3 cd	68.4 cd	50.7 bc	68.6 bc	65.6 bc
Curzate M		33.8 ab	32.5 ab	50.9 bc	45.7 b	63.0 bc	73.1 bcd
Dithane DG		27.4 a	50.1 bc	42.9 b	63.2 bc	59.7 bc	76.8 cd
Ranman		12.4 a	11.3 a	20.4 a	14.1 a	14.5 a	36.6 a
Tattoo C		36.6 ab	45.0 bc	70.8 cd	48.6 bc	69.6 bc	87.9 d
Aviso DF		68.8 b	85.0 d	63.4 bcd	66.9 bc	54.6 b	76.8 cd

¹) waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$)

²) tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

3.2 Middelste bladetage

In Tabel 5 en 6 staan de gemiddelden van de resultaten van de opbouw van werking van fungiciden op de middelste bladetages. De werking van fungiciden op deze bladetage is bepaald op het 5^e of 6^e samengestelde blad van boven.

T1

Op dit tijdstip is de bescherming van de middelste bladetage bepaald na 2 bespuitingen.

Na twee bespuitingen is de middelste bladetage het best beschermd door Ranman en het minst door Tattoo C. Tattoo C resulteerde in significant meer lesies dan Shirlan, Curzate M, Dithane DG en Ranman.

T2

Op dit tijdstip is de bescherming van de middelste bladetage na 4 bespuitingen (A3) en na 2 bespuitingen (A2) bepaald.

Op het tijdstip T2 zijn de verschillen tussen de fungiciden minimaal. Na twee bespuitingen (A2) resulteerden Dithane DG en Ranman in significant minder lesies dan Aviso DF. Bij vier bespuitingen resulteerde Shirlan in significant meer lesies dan alle andere fungiciden. Verschil tussen strategie A2 en A3 lijkt er wel te zijn, maar is niet significant (met uitzondering van Aviso DF).

T3

Op dit tijdstip is de bescherming van de middelste bladetage na 6 bespuitingen (A3) en na 4 bespuitingen (A2) bepaald.

Als het gewas vier keer is bespoten (A2), zijn er geen significante verschillen tussen de fungiciden waargenomen. Is het gewas zes keer bespoten (A3), dan resulteerde Aviso DF in significant meer lesies dan alle andere fungiciden. Op dit tijdstip lijkt het dat als er zes keer (A3) is gespoten het aantal lesies groter is dan dat er vier keer (A2) is gespoten!

Tabel 5. Percentage lesies op de middelste bladstage per tijdstip en spuitstrategie midden

object	tijdstip strategie	T1 (7)		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		36.8	91.4	91.4	88.6	88.6	
Shirlan	B	9.5 ab ¹	14.2 abc	23.1 bc	0.6 a	9.4 ab	
Curzate M	C	10.7 ab	2.0 abc	1.3 a	1.4 a	6.3 a	
Dithane DG	D	10.1 ab	2.3 a	0.0 a	0.7 a	17.8 ab	
Ranman + ADDIKIF	E	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	
Tattoo C	F	40.1 c	7.3 ab	1.3 a	0.0 a	3.2 a	
Aviso DF	G	30.7 bc	16.6 bc	3.8 a	5.0 a	53.6 cd	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$)

²⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

T4

Op dit tijdstip is de bescherming van de middelste bladstage 8 dagen na de laatste bespuiting bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen 6 bespuitingen (A3) en 4 bespuitingen (A2).

Bij beide spuitstrategieën resulteerde Aviso DF in significant meer lesies dan alle andere fungiciden. Overige verschillen tussen de fungiciden waren niet significant. Op dit tijdstip lijkt het er weer op dat als er zes keer (A3) is gespoten het aantal lesies groter is dan dat er vier keer (A2) is gespoten.

T5

Op dit tijdstip is de bescherming van de middelste bladstage 11 dagen na de laatste bespuiting bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen 6 bespuitingen (A3) en 4 bespuitingen (A2).

Bij beide spuitstrategieën resulteerde Aviso DF in meer lesies dan alle andere fungiciden. Echter, significant zijn deze verschillen niet. Hoewel de overige verschillen niet significant zijn, lijkt de werking van Shirlan en Ranman het beste.

Tabel 6. Percentage lesies op de middelste bladstage per tijdstip en spuitstrategie

Object	tijdstip strategie	T3 (5) ³		T4 (8)		T5 (11)	
		A2	A3	A2	A3	A2	A3
Onbehandeld		88.6	88.6	79.1	79.1	82.5	82.5
Shirlan		0.6 a ¹	9.4 ab	3.7 a	8.7 a	0.0 a	0.0 a
Curzate M		1.4 a	6.3 a	1.2 a	8.7 a	* ²	22.5 a
Dithane DG		0.7 a	17.8 ab	6.4 a	21.5 ab	20.0 a	20.0 a
Ranman		0.0 a	0.0 a	2.1 a	1.2 a	0.0 a	0.0 a
Tattoo C		0.0 a	3.2 a	2.4 a	1.2 a	3.3 a	2.5 a
Aviso DF		5.0 a	53.6 cd	35.4 b	50.1 c	53.3 a	47.5 a

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$)

²⁾ geen waarnemingen door natuurlijke infectie

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

3.3 Onderste bladstage

Bij de bepaling van de bescherming van de onderste bladstage zijn onderste bladeren gebruikt welke minimaal 5 deelblaadjes hadden.

Het aantal lesies dat is waargenomen bij de verschillende strategieën en tijdstippen is laag te noemen (Tabel 7). Significante verschillen tussen de fungiciden zijn niet waargenomen. Ook als de tijd na de laatste bespuiting toeneemt blijft de bescherming van het onderste blad goed (Tabel 8). Significante verschillen tussen de fungiciden zijn alleen op tijdstip T5 (11 dagen na de laatste bespuiting) waargenomen.

Als vier keer is gespoten (A2) resulteerden Ranman en Tattoo C in significant minder lesies dan Shirlan. Als zes keer is gespoten werden er bij Shirlan en Aviso DF significant meer lesies waargenomen dan bij alle andere fungiciden.

Tabel 7. Percentage lesies op de onderste bladetape per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (5) ²		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		2,4	75,8	75,8	95,1	95,1	
Shirlan		1,2 a ¹	0,0 a	5,6 a	1,8 a	3,7 a	
Curzate M		0,0 a	8,6 ab	2,4 a	0,0 a	1,2 a	
Dithane DG		0,0 a	7,5 ab	0,0 a	11,4 a	3,7 a	
Ranman + ADDIKIF		0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	
Tattoo C		0,0 a	1,8 ab	0,0 a	0,0 a	1,2 a	
Aviso DF		3,6 a	7,5 ab	2,4 a	11,4 a	9,8 a	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$)

²⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

Tabel 8. Percentage lesies op de onderste bladetape per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ³		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	95,1	95,1	86,9	86,9	82,5	82,5
Shirlan	1,8 a ¹	3,7 a	0,0 a	15,9 a	17,6 b	23,6 c
Curzate M	0,0 a	1,2 a	0,0 a	1,2 a	* ²	0,0 a
Dithane DG	11,4 a	3,7 a	10,9 a	2,4 a	10,4 ab	0,0 a
Ranman	0,0 a	0,0 a	0,0 a	3,6 a	0,0 a	0,0 a
Tattoo C	0,0 a	1,2 a	0,0 a	1,2 a	0,0 a	2,8 a
Aviso DF	11,4 a	9,8 a	8,5 a	3,6 a	7,8 ab	16,1 c

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ geen waarnemingen door natuurlijke infectie

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

4 Discussie en conclusies

In een veldproef die in 2002 is uitgevoerd door het PPO in Lelystad werd gekeken naar de opbouw van werking van fungiciden tegen *P. infestans* in het gewas aardappel. De opbouw van werking is getoetst op verschillende bladetages, namelijk; nieuwe groeipunt, middelste en onderste bladetages. Daarnaast is er onderzocht wat het effect is van het uitstellen van de eerste bespuiting op de bescherming van lagere bladetages. Deze proef is een vervolg op het onderzoek dat in 2001 is uitgevoerd (zie projectrapport 12.34.3.71 van december 2001).

Opbouw van werking

Om de opbouw van werking van fungiciden te kunnen onderzoeken was het noodzakelijk om meerdere spuitstrategieën op te nemen in het onderzoek. Bij iedere spuitstrategie varieerde het tijdstip van de eerste bespuiting. Met het volgen van deze methodiek kan zuiver de invloed van meerdere bespuitingen op de mate van bescherming worden vastgesteld. De groei van het gewas heeft hierop dan geen invloed in. Voor een goede interpretatie van de resultaten is het van belang te weten dat in dit onderzoek alleen de preventieve werking van de fungiciden is onderzocht. Na de laatste bespuiting is op drie tijdstippen de bescherming van blad op verschillende bladetages bepaald. Dit is gedaan om eventuele onderlinge verschillen, die na 5 dagen niet zichtbaar waren, na acht of elf dagen wel zichtbaar te maken.

Groeipunt

Na de eerste twee bespuitingen (T1) is de bescherming van het zich ontwikkelende groeipunt bij de meeste fungiciden onvoldoende. Echter, Ranman resulteerde als enige in een goede bescherming van het zich ontwikkelende groeipunt. Is de eerste bespuiting (T2, A2) met tien dagen uitgesteld in vergelijking met T1, dan is de aantasting van het zich ontwikkelende groeipunt lager dan wanneer er gespoten is op T1. De toename in bescherming tussen deze twee strategieën is nagenoeg volledig toe te schrijven aan de korte groeiperiode (minder groei) tussen het spuiten en het bepalen van de bescherming. Dat was voor T1 en T2 respectievelijk 7 en 5 dagen. Op de andere tijdstippen resulteert Ranman ook in de minste aantasting van het zich ontwikkelende groeipunt. De goede werking van Ranman kan worden verklaard door een (zeer) goede herverdeling en/of een beperkte translaminaire werking.

Evenals in 2001 is in dit onderzoek aangetoond dat ook zuivere contact fungiciden zoals Shirlan en Dithane DG het groeipunt enige mate van bescherming geven. Dithane DG resulteert in de meeste gevallen in een significante bescherming van het zich ontwikkelende groeipunt. Dit kan verklaard worden door de minder sterke hechting van Dithane DG (mancozeb) aan het bladoppervlak dan die van Shirlan (fluazinam) waardoor er meer herverdeling kan plaatsvinden. Met name later in het seizoen is de bescherming van het zich ontwikkelende groeipunt door Aviso DF minder dan die van Curzate M en Dithane DG. De minder goede duurwerking van Aviso DF zou te verklaren zijn uit de gebruikte dosering van 2,5 kg/ha welke onder de toegelaten dosering van 3,0 kg/ha ligt. Bij 3,0 wordt ongeveer evenveel dithiocarbamaat aangebracht als bij Curzate M. In deze proef was het 17 % minder.

Op alle tijdstippen verschilt de mate van bescherming van het zich ontwikkelende groeipunt bij strategie A2 nauwelijks van die bij strategie A3. Opmerkelijk is dat de aantasting bij strategie A3 (twee bespuitingen meer dan strategie A2) vaak cijfermatig hoger is dan bij strategie A2. Een logische verklaring hiervoor is niet te geven.

Middelste bladeta

Op de middelste bladetages zijn minder lesies waargenomen dan op het zich ontwikkelende groeipunt. Waarschijnlijk doordat de bladeren van deze etage meerdere keren (deels) zijn geraakt door het fungicide. Daarnaast is de groei van deze bladeren duidelijk minder dan die van het groeipunt, waardoor er minder herverdeling van het fungicide hoeft plaats te vinden om het blad nog goed te beschermen. De bescherming van de middelste bladetages is dus aanzienlijk beter dan van het zich ontwikkelende groeipunt. De verschillen tussen de fungiciden die bij het zich ontwikkelende groeipunt zichtbaar waren, zijn ook zichtbaar bij deze bladeta. Echter, de onderlinge verschillen zijn wel kleiner.

Onderste bladeta

De bladeren van onderste bladetages zijn nog beter beschermd dan de bladeren van de middelste bladetages. Waarschijnlijk doordat de bladeren van deze etage meerdere keren (deels) zijn geraakt door het fungicide, de groei van deze bladeren laag is en dat residu van hoger gelegen bladeren afgespoeld wordt door regen en terecht komt op de lager gelegen bladeta. Verschillen tussen fungiciden zijn niet waargenomen tot acht dagen na de laatste bespuiting.

Invloed uitstellen van de eerste bespuiting

Door het opnemen van drie verschillende spuitstrategieën was het ook mogelijk om de invloed van het uitstellen van de eerste bespuiting op de lagere bladeta te onderzoeken.

Door de hoge ziektedruk van *P. infestans* vroeg in het jaar werd er aantasting waargenomen in de veldjes van strategie (A1) waar de eerste bespuiting 20 dagen had moeten worden uitgesteld. Daarom is besloten om de veldjes van deze strategie in zijn geheel dood te spuiten om zo de druk voor de andere veldjes niet onnodig hoog te laten worden. Hoewel deze strategie niet echt praktijkrelevant is, had deze strategie eventuele kleine verschillen wel duidelijk zichtbaar kunnen maken. Het uitstellen van de eerste bespuiting met elf dagen resulteerde alleen bij Aviso DF na twee bespuitingen in een afname van de bescherming van bladeren van de middelste bladetages. De bescherming van bladeren van de onderste bladetage nam bij Curzate M, Dithane DG en Aviso DF ook af, maar deze afname in bescherming was niet significant.

Conclusies

Bij alle resultaten en conclusies moet in ogenschouw worden genomen dat dit onderzoek is uitgevoerd met een zeer hoge (kunstmatige aangebrachte) ziektedruk. De resultaten mogen zeker niet direct vertaald worden naar praktische bestrijdingsstrategieën, maar geven een relatieve effectiviteit aan van de verschillende fungiciden.

In dit onderzoek is de opbouw van werking van fungiciden tegen *P. infestans* en de invloed van het uitstellen van de eerste bespuiting op de mate van bescherming van de lagere bladetages onderzocht.

De meeste fungiciden kunnen bij een hoge groeisnelheid van het gewas en een spuitinterval van vijf dagen het zich ontwikkelende groeipunt onvoldoende beschermen. Het contactfungicide Ranman laat duidelijk een beter effect zien dan de andere fungiciden. Echter, in dit onderzoek zijn ook fungiciden opgenomen met een curatieve werking zoals Curzate M, Aviso DF en Tattoo C. Onder praktijkomstandigheden zou het groeipunt, bij het spuiten van deze fungiciden, beter beschermt kunnen zijn dan op basis van deze resultaten verwacht mag worden, omdat dan ook de curatieve werking bijdraagt aan de bescherming.

Deze informatie kan worden gebruikt bij het bepalen van de meest optimale spuitstrategie namelijk; het bepalen van het spuitinterval en de middelenkeuze (curatief of preventief).

Opbouw van werking van fungiciden kon in dit onderzoek niet worden aangetoond.

De invloed van het uitstellen van de eerste bespuiting lijkt afhankelijk te zijn van het gebruikte fungicide. Bij Aviso DF lijkt het uitstellen van de eerste bespuiting te leiden tot een minder bescherming van de middelste en onderste bladetage. Bij Curzate M en Dithane DG lijkt het alleen te leiden tot een mindere bescherming van de onderste bladetage.

Bijlage 1 additionele resultaten

Tabel 9. Grootte van lesies op het groeipunt per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (7) ²		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		86,7	44,7		75,9		
Shirlan		61,9 ab ¹	24,2 bc	22,5 a	53,7 ab	60,0 ab	
Curzate M		76,3 b	37,5 c	11,3 a	53,7 ab	27,5 a	
Dithane DG		61,9 ab	14,4 abc	16,3 a	44,4 ab	45,6 ab	
Ranman + ADDIKIF		33,1 a	8,8 ab	0,0 a	33,1 ab	23,1 a	
Tattoo C		70,0 ab	20,0 abc	16,3 a	48,3 ab	53,8 ab	
Aviso DF		82,5 b	22,5 bc	22,5 a	76,3 b	74,4 b	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

Tabel 10. Grootte van lesies op de middelste bladetagage per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (7) ³		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		55,0	48,8		30,0		
Shirlan		30,0 b ¹	23,3 a	47,5 b	13,3 ab	20,0 abc	
Curzate M		17,5 b	15,0 a	5,5 a	35,0 bc	17,5 abc	
Dithane DG		27,5 b	8,8 a	*	10,0 a	25,0 bc	
Ranman + ADDIKIF		* ²	*	*	*	*	
Tattoo C		30,0 b	20,0 a	2,5 a	*	2,5 a	
Aviso DF		35,0 b	22,5 a	12,5 a	32,5 bc	37,5 cd	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de grootte van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting

Tabel 11. Grootte van lesies op de onderste bladetagage per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (7) ³		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		12,8	41,7		37,5		
Shirlan		1,1 a ¹	*	17,5 a	13,3 a	10,0 a	
Curzate M		* ²	30,0 a	12,5 a	*	10,0 a	
Dithane DG		*	15,0 a	*	25,0 a	20,0 a	
Ranman + ADDIKIF		*	*	*	*	*	
Tattoo C		*	6,7 a	*	*	2,5 a	
Aviso DF		14,0 a	25,0 a	5,0 a	17,5 a	17,5 a	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de grootte van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 12. Grootte van lesies op het groeipunt per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ²		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	75,9		36,6		31,8	
Shirlan	53,7 ab ¹	60,0 ab	24,2 a	22,5 ab	32,5 ab	40,6 c
Curzate M	53,7 ab	27,5 a	17,5 a	32,5 ab	27,5 ab	22,5 ab
Dithane DG	44,4 ab	45,6 ab	19,4 a	35,6 b	37,5 b	32,5 bc
Ranman	33,1 ab	23,1 a	19,4 a	13,1 a	22,5 a	17,5 a
Tattoo C	48,3 ab	53,8 ab	24,2 a	26,7 ab	30,8 ab	27,5 abc
Aviso DF	76,3 b	74,4 b	27,5 a	32,5 ab	27,5 ab	27,5 abc

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 13. Grootte van lesies op de middelste bladetages per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ³		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	30,0		48,3		0,0	
Shirlan	13,3 ab ¹	20,0 abc	16,7 ab	17,5 ab	0,0 a	0,0 a
Curzate M	35,0 bc	17,5 abc	6,7 a	20,0 ab	*	10,0 ab
Dithane DG	10,0 a	25,0 bc	20,0 a	21,3 ab	30,0 b	12,5 abc
Ranman	* ²	*	10,0 a	2,5 a	0,0 a	0,0 a
Tattoo C	*	2,5 a	3,3 a	2,5 a	3,3 a	2,5 a
Aviso DF	32,5 bc	37,5 cd	45,0 b	25,0 b	26,7 b	30,0 c

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de grootte van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 14. Grootte van lesies op de onderste bladetages per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ³		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	37,5		72,0		0,0	
Shirlan	13,3 a ¹	10,0 a	*	20,0 a	36,7 b	45,0 b
Curzate M	* ²	10,0 a	*	5,0 a	*	0,0 a
Dithane DG	25,0 a	20,0 a	25,0 a	5,0 a	15,0 a	0,0 a
Ranman	*	*	*	5,0 a	0,0 a	0,0 a
Tattoo C	*	2,5 a	*	5,0 a	0,0 a	5,0 a
Aviso DF	17,5 a	17,5 a	20,0 a	7,5 a	46,7 b	25,0 b

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de grootte van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 15. Percentage sporulerende lesies op het groeipunt per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (7) ³		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		65,6	65,7		86,2		
Shirlan		72,4 b ¹	72,5 b	73,8 b	82,8 a	74,5 ab	
Curzate M		48,1 a	100,0 b	59,4 ab	84,5 a	45,9 a	
Dithane DG		72,6 ab	63,8 ab	22,9 a	42,9 a	66,4 ab	
Ranman + ADDIKIF		91,7 b	100,0 b	* ²	38,9 a	100,0 b	
Tattoo C		59,9 a	50,0 ab	66,7 ab	75,0 a	89,7 b	
Aviso DF		87,4 b	76,6 b	52,8 ab	64,7 a	66,5 ab	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de sporulatie van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 16. Percentage sporulerende lesies op de middelste bladetape per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (7) ⁴		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		99,9	94,4		100,0		
Shirlan		100,0 ³	90,0 ab ¹	87,5 b	100,0 ³	100,0 ³	
Curzate M		100,0	100,0 b	100,0 b	100,0	100,0	
Dithane DG		100,0	50,0 ab	*	100,0	100,0	
Ranman + ADDIKIF		* ²	*	*	*	*	
Tattoo C		100,0	83,3 ab	100,0 b	*	100,0	
Aviso DF		100,0	86,7 b	100,0 b	100,0	100,0	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de sporulatie van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ doordat alle waarnemingen dezelfde waarde hadden, is er geen analyse uitgevoerd.

⁴⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 17. Percentage sporulerende lesies op de onderste bladetape per tijdstip en spuitstrategie.

object	tijdstip strategie	T1 (7) ³		T2 (5)		T3 (5)	
		A3	A2	A3	A2	A3	
onbehandeld		60,2	98,5		100,0		
Shirlan		2,3 a ¹		100,0 a	100,0 b	100,0 b	
Curzate M		* ²	100,0 b	100,0 a	*	100,0 b	
Dithane DG		*	100,0 b	*	100,0 b	100,0 b	
Ranman + ADDIKIF		*	*	*	*	*	
Tattoo C		*	100,0 b	*	*	*	
Aviso DF		99,6 b	83,3 b	50,0 a	100,0 b	100,0 b	

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de sporulatie van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 18. Percentage sporulerende lesies op het groeipunt per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ³		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	86,2		91,6		80,6	
Shirlan	82,8 a ¹	74,5 ab	100,0 a	97,2 a	86,1 a	93,1 a
Curzate M	84,5 a	45,9 a	92,3 a	98,1 a	83,3 a	72,8 a
Dithane DG	42,9 a	66,4 ab	98,3 a	94,1 a	65,4 a	68,8 a
Ranman	38,9 a	100,0 b	100,0 a	* ² a	72,5 a	68,8 a
Tattoo C	75,0 a	89,7 b	93,3 a	92,6 a	71,1 a	68,1 a
Aviso DF	64,7 a	66,5 ab	88,6 a	95,0 a	87,5 a	87,0 a

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de sporulatie van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 19. Percentage sporulerende lesies op de middelste bladetages per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ⁴		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	100,0		76,4		94,1	
Shirlan	100,0 ³	100,0 ³	100,0 a ¹	58,3 ab	*	*
Curzate M	100,0	100,0	100,0 a	88,9 b	*	100,0 b
Dithane DG	100,0	100,0	66,7 a	62,5 ab	93,8 a	73,0 b
Ranman	* ²	*	50,0 a	0,0 a	*	*
Tattoo C	*	100,0	0,0 a	100,0 b	100,0 a	100,0 b
Aviso DF	100,0	100,0	100,0 a	81,1 b	97,8 a	100,0 b

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de sporulatie van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ doordat alle waarnemingen dezelfde waarde hadden, is er geen analyse uitgevoerd.

⁴⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Tabel 20. Percentage sporulerende lesies op de onderste bladetages per tijdstip en spuitstrategie.

tijdstip strategie object	T3 (5) ⁴		T4 (8)		T5 (11)	
	A2	A3	A2	A3	A2	A3
onbehandeld	100,0		84,5		100,0	
Shirlan	100,0 b ¹	100,0 b	*	84,4 b	100,0 ³	100,0 ³
Curzate M	* ²	100,0 b	*	0,0 a	*	*
Dithane DG	100,0 b	100,0 b	87,5 b	100,0 b	100,0	*
Ranman	*	*	*	0,0 a	*	*
Tattoo C	*	*	*	0,0 a	*	100,0
Aviso DF	100,0 b	100,0 b	87,5 b	66,7 ab	100,0	100,0

¹⁾ waarden in een kolom met dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($P = 0.05$).

²⁾ Doordat er geen lesies zijn waargenomen kon de sporulatie van de lesies niet worden bepaald.

³⁾ doordat alle waarnemingen dezelfde waarde hadden, is er geen analyse uitgevoerd.

⁴⁾ tussen haakjes het aantal dagen na de laatste bespuiting.

Bijlage 2 weersgegevens

datum	T-gem (°C)	T-max(°C)	T-min(°C)	Neerslag (mm)	RV-min (%)
01-jun	13,4	18,8	6,2	0	48
02-jun	17,3	23,9	8,9	0	28
03-jun	18,7	25,9	13,9	1,2	34
04-jun	17,6	23,8	11,6	0	46
05-jun	20,7	25,6	17,3	0,8	46
06-jun	17,1	21,5	14,1	0,2	56
07-jun	16,2	18,9	14,2	5,8	72
08-jun	16,8	20,3	12,4	0	53
09-jun	16,8	21,6	12,2	5,2	48
10-jun	14	15,8	12,2	1,6	75
11-jun	13,7	17,1	10,6	2,8	58
12-jun	14	18	10,7	8,4	77
13-jun	13,7	15,9	12	2,2	75
14-jun	17,4	22,2	13	2,4	69
15-jun	18,2	19,9	15,9	2	60
16-jun	17,2	20,9	12,6	1,2	76
17-jun	23,3	30,5	15,1	0	48
18-jun	22,5	30,1	14,5	0,8	64
19-jun	17,9	23,5	12,1	0	46
20-jun	16,1	17,4	14,9	23	77
21-jun	15,9	20	12,7	0	55
22-jun	16,6	20,2	11,9	0,8	66
23-jun	16,5	18,9	13,3	0	58
24-jun	15,8	19,5	11	0	55
25-jun	16,6	21,3	10,8	0	54
26-jun	16,2	21,6	9,5	0	56
27-jun	15,4	17,7	13,3	0	59
28-jun	13,7	15,3	12,6	6,6	70
29-jun	14,9	18	11,8	0	51
30-jun	15,1	17,3	11,8	0	70
01-jul	13,8	15,3	12,7	4	76
02-jul	14,2	17,2	12,4	3,8	67
03-jul	14,2	16,8	12,2	8,8	79
04-jul	15,8	18,4	12,2	3,2	64
05-jul	15	19,4	11,4	0,2	63
06-jul	15,8	19,2	13,5	0,2	71
07-jul	15,1	17,9	11,6	0	75
08-jul	18,7	23,1	13	0	59