

# De bestrijding van *Alternaria* in aardappel.

H.G. Spits<sup>1</sup>, H. van Raaij<sup>2</sup>, W.G. Flier<sup>2</sup> en H.T.A.M. Schepers<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

<sup>2</sup> Plant Research International B.V.

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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 B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Hoofdproductschap akkerbouw  
Stadhoudersplantsoen 12  
Postbus 29739  
2502 LS Den Haag

Projectnummer: 520356

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 : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING .....	5
2	MATERIAAL EN METHODEN .....	7
2.1	Rasresistentie tegen <i>Alternaria</i> .....	7
2.1.1	Ras & isolaat selectie .....	7
2.1.2	Inoculatiestudies .....	7
2.1.3	Statistische verwerking .....	8
2.2	Gevoeligheid van <i>A. solani</i> en <i>A. alternata</i> voor fungiciden .....	8
2.2.1	Selectie van fungiciden & isolaten .....	8
2.2.2	Biotoets voor kieming & koloniegroei .....	8
2.3	Survey naar optreden van <i>Alternaria</i> symptomen in het veld .....	9
2.3.1	Veldmonsters .....	9
2.3.2	Identificatie van <i>Alternaria</i> pathogenen .....	9
2.4	<i>Alternaria</i> Beheersingsstrategie .....	10
2.4.1	Proeflocatie en proefgegevens .....	10
2.4.2	Objecten .....	10
2.4.3	Gebruik Plant-Plus .....	11
2.4.4	Waarnemingen .....	12
2.4.5	Statistische analyse .....	12
3	RESULTATEN EN DISCUSSIE .....	13
3.1	Rasresistentie tegen <i>Alternaria</i> .....	13
3.2	Gevoeligheid van <i>A. solani</i> en <i>A. alternata</i> voor fungiciden .....	16
3.3	Survey naar optreden van <i>Alternaria</i> symptomen in het veld .....	19
3.4	<i>Alternaria</i> Beheersingsstrategie .....	21
3.4.1	Resultaten .....	21
3.4.2	Discussie .....	22
3.5	Plannen 2005 .....	23
	BIJLAGE 1 INFECTIE-EFFICIENTIE EN LESIE OPPERVLAK .....	25
	BIJLAGE 2 PROEFGEGEVENS .....	26
	BIJLAGE 3 SPUITSHEMA .....	27



# 1 Inleiding

De laatste jaren komt een aantasting door *Alternaria* in aardappelen steeds vaker voor. De oorzaak dat *Alternaria* de laatste jaren vaker voorkomt dan voorheen is niet precies te zeggen. Als oorzaken worden wel het veranderde klimaat evenals de afname in gebruik van dithiocarbamaten en chloorthalonil in de aardappelteelt genoemd. Deze middelen zijn grotendeels vervangen door fungiciden (o.a. fluazinam en cyazofamid), welke volgens 'de praktijk' een minder goede werking hebben op *Alternaria*.

*Alternaria* in aardappelen wordt veroorzaakt door het de pathogene schimmel *Alternaria solani*. Deze schimmel kan zowel vitaal als minder vitaal blad infecteren en veroorzaakt bruine lesies met kenmerkende concentrische ringen ("jaarringen"). De zustersoort *Alternaria alternata* kan ook op aardappelen voorkomen, maar dit pathogeen heeft een meestal een invalspoort nodig zoals een beschadiging van het blad als gevolg van bijvoorbeeld magnesiumgebrek, of een stresstoestand van de plant waarbij de afweer verminderd is. Daardoor wordt *A. alternata* meer als een secundair zwaktepathogeen gezien.

Door een aantasting van het loof met *A. solani* en *A. alternata* sterft het aardappelgewas vervroegd af. Afhankelijk van het tijdstip van de infectie en de epidemie kan dit opbrengstderving tot gevolg hebben door vermindering van het fotosynthese vermogen van het gewas. Ook kunnen de geoogste knollen aangetast worden. Echter, dit komt onder Nederlandse omstandigheden slechts sporadisch voor. In Nederland zijn recent (2004) een groot aantal partijen uit Zeeland en West Brabant aangetroffen waarin een aanzienlijke mate van knolaantasting werd geconstateerd (tot 20% knolaantasting bij cv. Bintje) .

Het ontbreekt momenteel aan een goede bestrijdingsstrategie voor *A. solani* in aardappelen te bestrijden. Gezien de complexiteit rond de beheersing van de aardappelziekte (*Phytophthora*) lijkt het zinvol om de beheersing van *Alternaria* te koppelen aan de reeds bestaande strategieën voor *Phytophthora*. In dit rapport zijn de onderzoeksresultaten van het eerste onderzoeksjaar beschreven.



## 2 Materiaal en Methoden

### 2.1 Rasresistentie tegen *Alternaria*

In het kader van het onderzoeksproject gericht op het ontwikkelen van een integrale beheersingsstrategie voor *Alternaria* ziekte in aardappelen werd de rasresistentie van een 30-tal aardappelrassen bepaald voor *A. solani* en *A. alternata*. In de literatuur wordt *A. solani* gezien als het pathogeen dat de *Alternaria* ziekte in aardappelen (en tomaten) veroorzaakt, maar op grond van recente resultaten uit Duits onderzoek zou blijken dat ook *A. alternata* ziekteverschijnselen kan veroorzaken op het aardappelloof. Voor beide potentiële schimmelpathogenen werd de IE (infectieresistentie) en Lesieoppervlak (LS) (kolonisatieresistentie) bepaald door middel van infectieproeven met 30 aardappelrassen op basis van afgesneden veldblad.

#### 2.1.1 Ras & isolaat selectie

Een groep van 30 veelgeteelde (en referentie) aardappelrassen die in een ander project werden geëvalueerd op loofresistentie tegen *Phytophthora infestans* werd gekozen om te worden getest op loofresistentie tegen *Alternaria solani* en *A. alternata*. Voor beide pathogenen werden 3 isolaten geselecteerd, welke in 2003 en 2004 werden verzameld uit ingezonden bladmateriaal (Tabel 1). Uit flankerend onderzoek met behulp van AFLP fingerprinting werd vastgesteld dat de 3 *A. solani* en *A. alternata* isolaten behoren tot verschillende genotypen (data beschikbaar op verzoek).

Tabel 1. Gegevens van *Alternaria solani* en *A. alternata* isolaten gebruikt bij infectiestudies van aardappelrassen

Isolaat	Soort	Herkomst	Collectie datum	Oorsprong infectie
Alt 1	<i>A. alternata</i>	Lelystad	13-08-2003	Aardappelblad
Alt 5	<i>A. alternata</i>	Wageningen	14-08-2003	Aardappelblad
Alt 11	<i>A. alternata</i>	Zeewolde	02-09-2003	Aardappelblad
Sol 3	<i>A. solani</i>	Rutten	13-08-2003	Aardappelblad
Sol 10	<i>A. solani</i>	Zeewolde	02-09-2003	Aardappelblad
Sol 19	<i>A. solani</i>	Plantenziektkundige Dienst	onbekend	Aardappelknol

#### 2.1.2 Inoculatiestudies

Isolaten werden opgekweekt op V8 Agar schalen in een incubator bij 20 °C in een alternerend licht/donker regime om sporenproductie te stimuleren. Conidiosporen werden geogst van ca. 2-3 weken oude schimmelkolonies door afspoeling met steriel water. De sporen concentratie werd bepaald door middel van een haemocytometer en de uiteindelijke concentratie werd op 10.000 conidiosporen per ml gebracht. Volgroeide bladen van aardappelplanten uit het proefveld werden vroeg in de morgen geogst, en in het lab werden de grootste 6 jukblaadjes per blad uitgezocht. Twee aselekt gekozen jukblaadjes (van één ras) werden met de bladonderzijde naar boven in (9 cm diameter) Petri schalen gelegd op een laagje 1,5% Water Agar (WA).

Voor de bepaling van de infectie efficiëntie (IE) werden per ras/isolaat combinatie 4 Petri schalen met in totaal 8 blaadjes geïnoculeerd. Bij 4 blaadjes werd als extra behandeling het blad aangeprikt om een verwonding te simuleren. Per blaadje werden 10 druppels van 10 µl (100 sporen per druppel) aangebracht. Voor bepaling van het lesie oppervlak (LS) werden per ras/isolaat combinatie 4 blaadjes geïnoculeerd, waarvan 2 blaadjes werden beschadigd door aanprikken met een naald. Per blaadje werden 2 druppels inoculum van 10 µl aan weerszijden van de hoofdnerf aangebracht. De geïnoculeerde blaadjes werden

gedurende 8 dagen geïncubeerd bij 15 °C en 16 uur licht, door middel van daglicht TL verlichting. Voor bepaling van de LS werden op dag 8 de lesie diameters bepaald, op basis van deze gegevens werd een gemiddelde LS berekend. Voor bepaling van de IE werd na 8 dagen incubatie de aantallen geslaagde infecties per blad bepaald en het percentage geslaagde infecties berekend.

De IE en LS voor de 30 aardappelrassen en 6 isolaten werden in 2 onafhankelijke experimenten bepaald.

### 2.1.3 Statistische verwerking

Alle statistische analyses werden uitgevoerd met het statistische software pakket Genstat versie 7.0. IE en LS data werden geanalyseerd met behulp van REML en significantie van hoofd- en interactie effecten werden getoetst door middel van Wald tests.

## 2.2 Gevoeligheid van *A. solani* en *A. alternata* voor fungiciden

### 2.2.1 Selectie van fungiciden & isolaten

Op basis van de verwachte werkzaamheid tegen *Alternaria* werden de volgende fungiciden geselecteerd voor screening; fluazinam (Shirlan), fenamidone (Sereno), azoxystrobine (Amistar), fluoxastrobine en mancozeb (Dithane). Er werden aselect 3 *A. solani* isolaten en 3 *A. alternata* stammen geselecteerd voor de fungicidenproeven. De gegevens van de gebruikte isolaten is terug te vinden in (Tabel 2).

Tabel 2. Gegevens van *Alternaria solani* en *A. alternata* isolaten gebruikt bij gevoeligheidsstudies met fungiciden.

Isolaat	Soort	Herkomst	Collectie datum	Oorsprong infectie
Alt 1	<i>A. alternata</i>	Lelystad	13-08-2003	Aardappelblad
Alt 11a	<i>A. alternata</i>	Anna Mariapolder	11-08-2004	Aardappelblad
Alt 15c	<i>A. alternata</i>	ZW Nederland	2004	Aardappelblad
Sol 17e	<i>A. solani</i>	Veghel	25-08-2004	Aardappelblad
Sol 15b	<i>A. solani</i>	ZW Nederland	2004	Aardappelblad
Sol 19	<i>A. solani</i>	Plantenziektkundige Dienst	onbekend	Aardappelknol

### 2.2.2 Biotoets voor kieming & koloniegroei

Van de geselecteerde fungiciden werd op basis van de verwachte intrinsieke werkzaamheid een tweetal concentraties gekozen waarmee de werkzaamheid van de fungiciden tegen *A. solani* en *A. alternata* zou worden bepaald. De gebruikte concentraties a.i. zijn voor alle middelen 10 en 100 ppm actieve stof, met uitzondering voor mancozeb, waar 100 en 1000 ppm a.i. werd gebruikt. De fungiciden werden verdund met steriel leidingwater tot de gewenste stock concentratie, en daarna aan het warme agar-medium toegevoegd.

Voor radiale groei werden ponsjes met mycelium van snelgroeiende kolonies van *A. solani* en *A. alternata* op V-8 werden overgebracht op verse V-8 platen met de toegevoegde fungiciden (één ponsje per Petri schaal). Schalen werden bij 20 °C gedurende 7 dagen geïncubeerd en de koloniediameter werd op dag 7 opgemeten.

Voor de evaluatie van sporenkieming werd 200 µl van een geconcentreerde sporensuspensie (15.000 sp/ml voor *A. solani*, 50.000 sp/ml voor *A. alternata*) uitgeplaat op WA platen met toegevoegde fungiciden. Na 24 uur incubatie bij 20 °C werden twee herhalingen van 100 sporen bekeken op aanwezigheid van een kiembuis. Vanuit de basisgegevens werd het percentage kieming bepaald. Deze werd relatief gemaakt ten opzichte van de blanco (water) behandeling.

Per experiment werden alle behandelingen in duplo uitgevoerd en de proef werd twee maal herhaald.



## 2.3 Survey naar optreden van *Alternaria* symptomen in het veld

### 2.3.1 Veldmonsters

Als service naar aardappeltelers en gewasspecialisten werden in 2003 en 2004 bladmonsters van aardappelpercelen met *Alternaria* problemen (of aanverwante problemen) door PRI gedetermineerd. Hiermee wordt het inzicht verbeterd over de aard van de problemen in de praktijk, en de veroorzaker van de schade in het gewas.

Daarnaast werden eind 2004 en begin 2005 een aantal monsters van aangetaste knollen ter determinatie aangeboden aan PRI (Figuur 1). Ook bij deze monsters werd de oorzaak van de symptomen waar mogelijk vastgesteld.



Figuur 1. Een aardappelknol aangetast door *Alternaria*

### 2.3.2 Identificatie van *Alternaria* pathogenen

Na visuele boordeling van de symptomen werden stukjes van de aangetaste plantorganen uitgelegd op een selectief medium met als doel om de eventueel aanwezige *Alternaria* soorten te kunnen identificeren. Reinculturen van schimmels, verkregen uit de blad- en knolmonsters werden door middel van sporen morfologie en productie van toxines (geelverkleuring van cultuurmedium) op naam gebracht. Voor zover mogelijk werden per monster 2 isolaten in reincultuur gebracht en deze werden na identificatie en karakterisatie opgenomen in de isolatencollectie van PRI.

## 2.4 Alternaria Beheersingsstrategie

### 2.4.1 Proeflocatie en proefgegevens

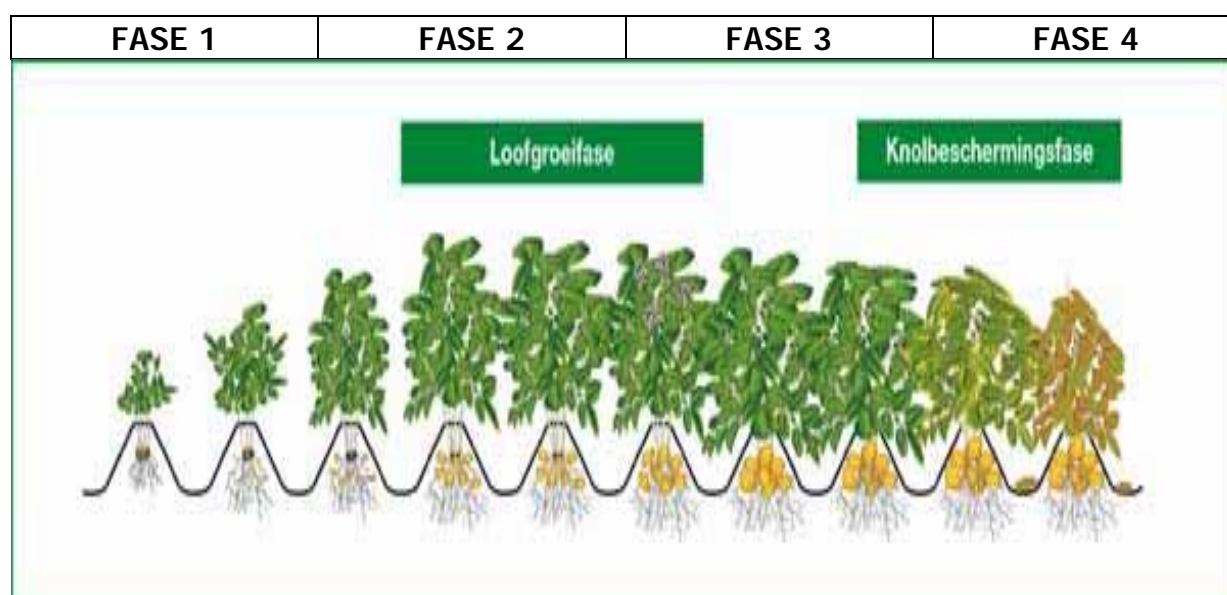
De proef is aangelegd als een gewarde blokkenproef op de proefboerderij van PPO-AGV in Valthermond (Drenthe). Op 23 april 2004 is de proef geplant met het ras Karakter. De veldjes hadden een grootte van 9 \* 12 meter. Bemesting en onkruidbestrijding zijn uitgevoerd volgens de gangbare teeltadviezen (GAP). Details proefgegevens zijn opgenomen in bijlage 2. De stikstofbemesting was 75% van het gangbare advies om zo de planten “gevoeliger” te maken.

### 2.4.2 Objecten

De belangrijkste onderzoeksvraag was wanneer het beste kan worden begonnen met het bestrijden van Alternaria. Uit de literatuur blijkt dat na infectie van de plant door *A. solani*, de schimmel enige tijd latent aanwezig kan zijn voordat de symptomen zich openbaren (

Figuur 3). Het is dus goed mogelijk dat bestrijding al eerder moet plaatsvinden dan bij het waarnemen van de eerste symptomen. Om hierin meer inzicht in te verkrijgen is het groeiseizoen verdeeld in 4 perioden (fasen) (Figuur 2) zoals dat bij de bestrijding van *P. infestans* ook gebeurt. Aan iedere fase werd één object gekoppeld en per object werd in 1 fase een fungicide (Curzate M, cymoxanil 4,5% + mancozeb 64%) gespoten welke een goede werking tegen Alternaria heeft. In de andere drie fasen werd een fungicide (Ranman, cyazofamid 400g/l) gespoten dat geen werking tegen *A. solani* heeft, maar wel tegen *P. infestans* (Tabel 3).

Naast deze objecten is er ook gebruikt gemaakt van het adviesprogramma Plant-Plus van Dacom. Dit is een adviesprogramma wat voornamelijk gebruikt wordt voor de advisering en timing van bespuitingen tegen *P. infestans* in aardappelen, maar ook een module heeft voor de bestrijding van Alternaria in aardappel. Alle bespuitingen (timing) bij deze proef zijn gebaseerd op advies van Plant-Plus. Alle bespuitingen zijn uitgevoerd op basis van 250 liter water per hectare en zijn gespoten met een proefveldspuit.



Figuur 2. Verdeling van het groeiseizoen in fasen

Tabel 3. Objecten in de proef van bestrijding van *Alternaria* in aardappel.

object	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
A onbehandeld	Ranman <sup>1</sup>	Ranman	Ranman	Ranman
B Plant-Plus	advies	advies	advies	advies
C Plant-Plus	Ranman	advies	advies	advies
D Plant-Plus	advies	Ranman	advies	advies
E Plant-Plus	advies	advies	Ranman	advies
F Standaard (fase 1)	Curzate M <sup>2</sup>	Ranman	Ranman	Ranman
G Standaard (fase 2)	Ranman	Curzate M	Ranman	Ranman
H Standaard (fase 3)	Ranman	Ranman	Curzate M	ranman
I Standaard (fase 4)	Ranman	Ranman	Ranman	Curzate M

<sup>1</sup>) Géén werking tegen *A.solani* maar wel tegen *P. infestans*

<sup>2</sup>) Werking tegen *A.solani* én *P. infestans*

### 2.4.3 Gebruik Plant-Plus

Dagelijks (m.u.v. zondagen) werd voor *Alternaria* en *P. infestans* advies opgevraagd. Een spuitadvies werd opgevolgd als het aantal punten 250 of hoger was. Dit gold voor beide ziekten. Werde er een advies gegeven om tegen *Alternaria* te spuiten dan werd gespoten met Curzate M (2,5 kg/ha). Bij een advies om tegen *P. infestans* te spuiten werd er gespoten met Ranman + uitvloeier (0,2 + 0,15 l/ha). Door de hoge ziektedruk van *P. infestans* is in juli besloten om tegen *P. infestans* te spuiten als het puntenaantal 200 of hoger was.



**Figuur 3. Aardappelloof aangetast door Alternaria.**

#### 2.4.4 Waarnemingen

Aantasting door Alternaria kenmerkt zich door (kleine) bladplekken met concentrische ringen (Figuur 4). De kleur van de bladplekken varieert van olijf-groen tot bruin of zwart. De ziektedruk van Alternaria was tot het eind augustus erg laag. In september was de druk hoger en ontstond er ook aantasting.



Daardoor vonden de waarnemingen plaats tussen eind augustus en eind september. Bij de eerste drie waarnemingen zijn van drie willekeurig gekozen stengels het aantal aangetaste deelblaadjes geteld. De mate van aantasting van de blaadjes werd niet waargenomen. Bij de overige waarnemingen is het percentage aangetast blad per veldje geschat.

**Figuur 4. Een detail afbeelding van een aardappelblad met aantasting door Alternaria**

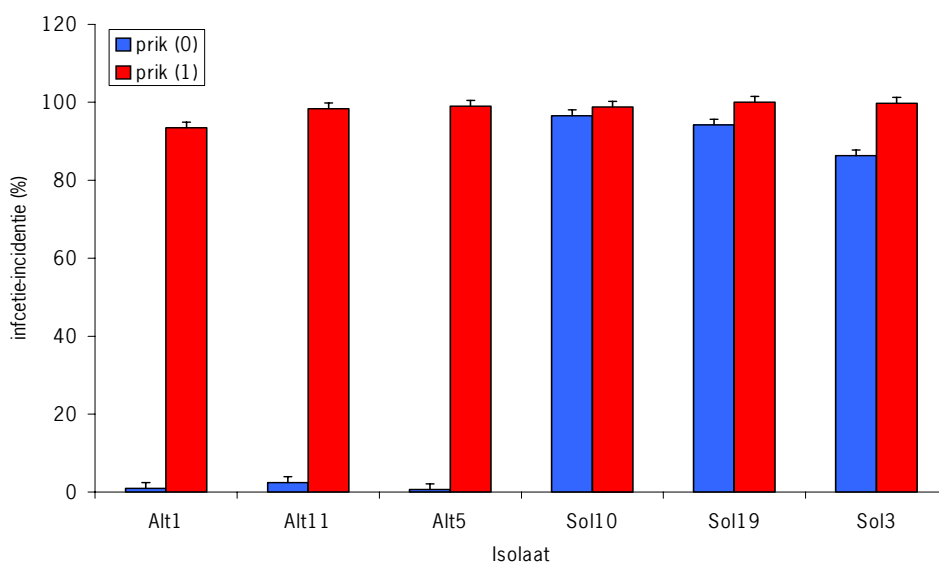
#### 2.4.5 Statistische analyse

De objecten zijn geloot als gewarde blokkenproef en zijn aangelegd in vier herhalingen. De statistische analyse (variantie analyse) is uitgevoerd met GENSTAT 7.1.

## 3 Resultaten en Discussie

### 3.1 Rasresistentie tegen Alternaria

Er bestaan grote verschillen in binnendringingsvermogen in aardappelblad (bepaald als IE) tussen *A. solani* en *A. alternata*. Zowel binnen *A. solani* en *A. alternata* zijn de onderlinge verschillen tussen isolaten beperkt in vergelijking met de verschillen tussen de twee Alternaria soorten (Figuur 5). Het pathogeen *A. solani* kan met succes een blad infecteren zonder de aanwezigheid van een verwonding van het blad. Voor infectie van een blad door *A. alternata* is een verwonding noodzakelijk, de gemiddelde IE voor de 30 rassen zonder bladverwonding is laag. Hieruit kan geconcludeerd worden dat in het veld *A. solani* zich als een echt pathogeen kan gedragen, terwijl *A. alternata* meer op zal treden als een secundair (gelegenheids) pathogeen (Figuur 6). Uit de variantieanalyse blijkt dat de hoofdeffecten ras, pathogeensoort, beschadiging (prik) en alle interacties tussen deze factoren significant bijdragen aan de waargenomen bladinfectie (Tabel 4).



Figuur 5. Gemiddelde infectie-efficiëntie, 8 dagen na inoculatie van aardappelbladen van 30 aardappelrassen met *A. solani* en *A. alternata*, in aan- en afwezigheid van bladbeschadiging (prik).

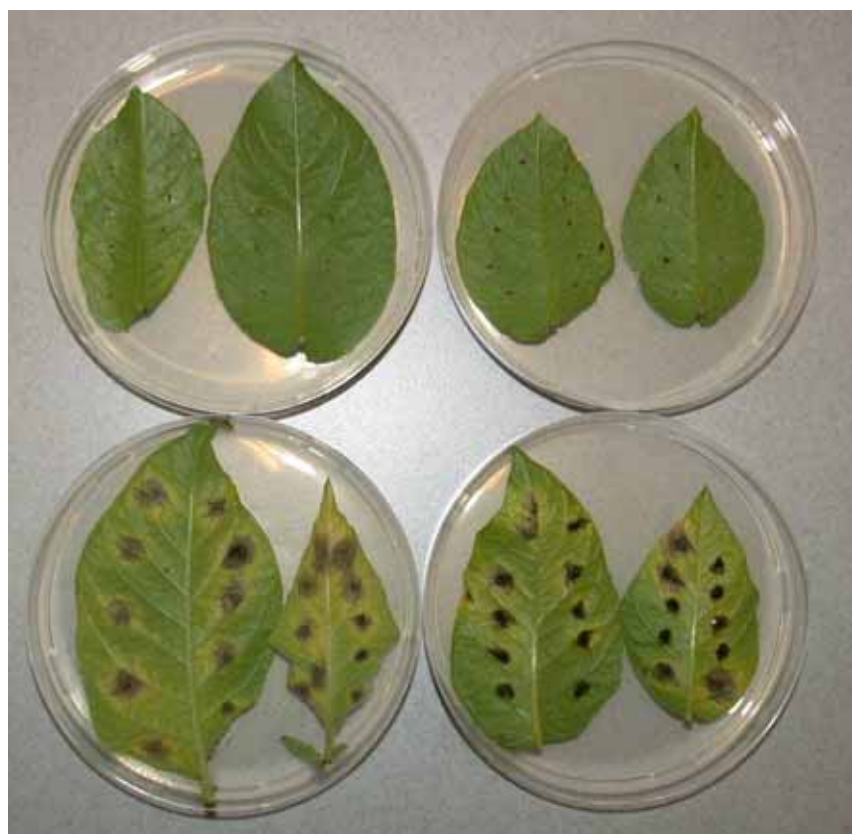
Tabel 4. Resultaten van REML analyse voor IE van 30 aardappelrassen na inoculatie met *A. solani* en *A. alternata*, met of zonder extra verwonding van het blad (prik).

Fixed term	Wald statistic	df	Wald/d.f.	Chi-sq-prob
Ras	68.25	29	2.35	<0.001
Soort	719.12	1	719.12	<0.001
prik	7699.68	1	7699.68	<0.001
Ras.Soort	78.7	29	2.71	<0.001
Ras.prik	55.9	29	1.93	0.002
Soort.prik	5330.04	1	5330.04	<0.001
Ras.Soort.prik	43.89	29	1.51	0.038

Ook voor het lesieoppervlak (LS) werden grote verschillen waargenomen tussen infectie van aardappelblad



met *A. solani* en *A. alternata*. Hoewel de IE van *A. alternata* inoculaties dramatisch toenam bij een gelijktijdige beschadiging van het blad (figuur 1), bleven de lesies zeer klein van omvang (figuur 3). De meeste geslaagde infecties groeiden uit tot lesies die maar enkele mm<sup>2</sup> groot waren, nauwelijks zichtbaar met het blote oog. Na infectie met *A. solani* ontstonden grote lesies met de karakteristieke concentrische ringen. Tussen de 3 getoetste *A. solani* isolaten bleken nog aanzienlijke verschillen in LS op te treden (Figuur 7). Met name isolaat Sol 3 gaf gemiddeld gezien grote lesies. In tabel 5 zijn de resultaten van de variantieanalyse opgenomen. Alle hoofd- en interactie-effecten bleken significant bij te dragen aan de waargenomen lesiegroottes na infectie van de aardappelblaadjes.



Figuur 6. Alternaria symptomen in biotoets, 8 dagen na inoculatie van afgesneden jukblaadjes van aardappel cv Bintje met *A. alternata* (bovenste 2 schalen) en *A. solani* (onderste 2 schalen).

Tabel 5. Resultaten van REML analyse voor LS van 30 aardappelrassen na inoculatie met *A. solani* en *A. alternata*, met of zonder extra verwonding van het blad (prik).

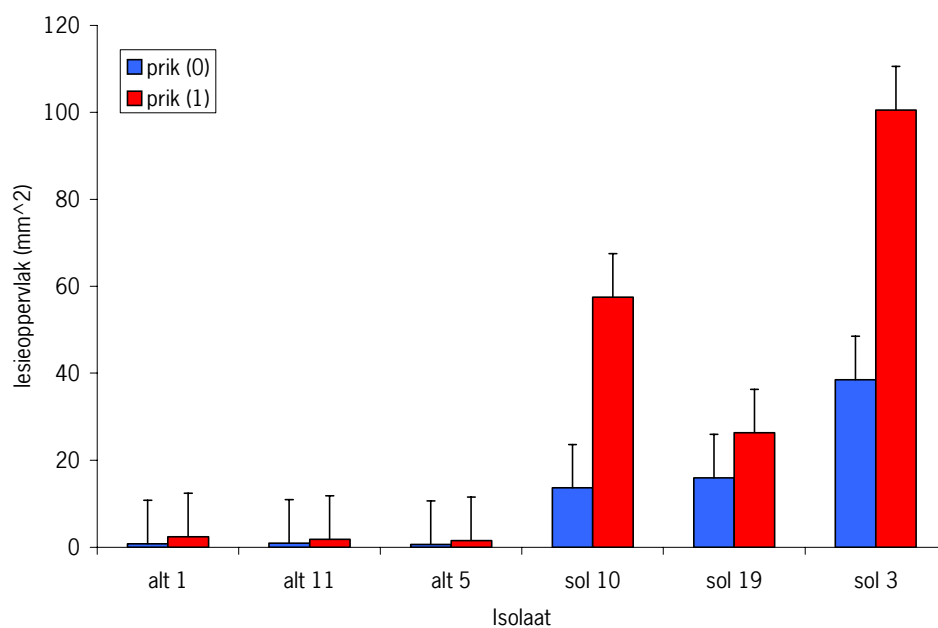
Fixed term	Wald statistic	df	Wald/d.f.	Chi-sq-prob
Ras	223.99	29	7.72	<0.001
geprik	300.59	1	300.59	<0.001
soort	8.07	1	8.07	0.005
Ras.geprik	240.26	29	8.28	<0.001
Ras.soort	166.97	29	5.76	<0.001
geprik.soort	267.88	1	267.88	<0.001
Ras.geprik.soort	174.22	29	6.01	<0.001

De gemiddelden voor IE en LS per isolaat en ras zijn opgenomen in bijlage 1.

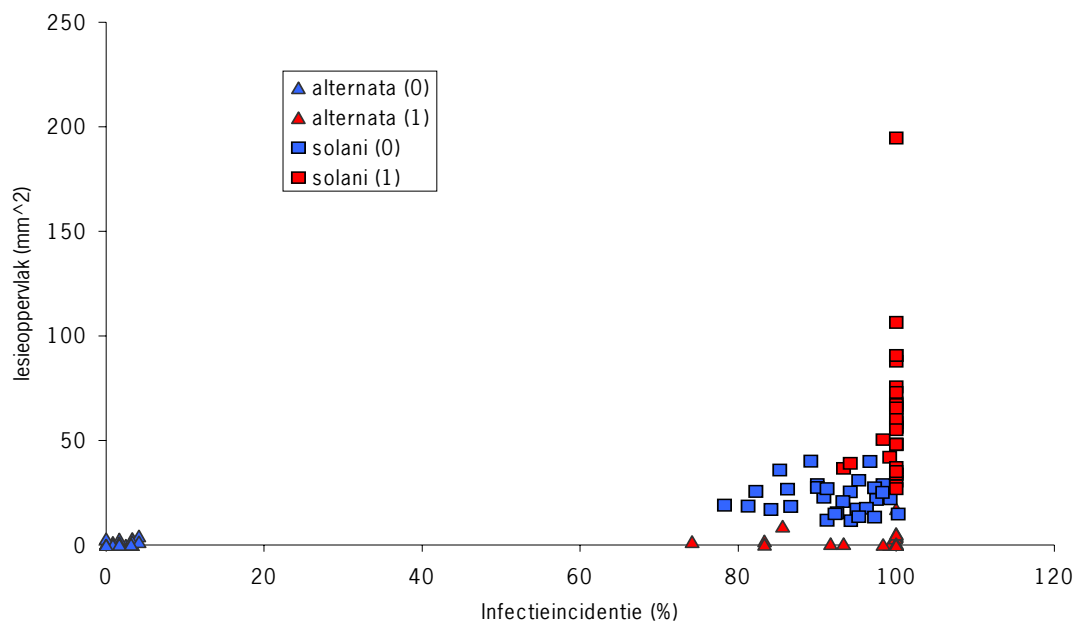
Om de mogelijkheden voor rasresistentie tegen Alternaria soorten in een integrale beheersingsstrategie te

evalueren, werden de berekende IE en LS per ras, pathogeensoort en aanwezigheid van bladverwonding grafisch uitgezet in een scatterdiagram (Figuur 8). Uit deze figuur blijkt dat er maar weinig variatie in de rassen aanwezig is voor IE en LS bij inoculatie met *A. alternata*. Dit secundaire pathogeen blijkt zonder de aanwezigheid van bladbeschadiging nagenoeg geen infecties te veroorzaken, en ook bij aanwezigheid van beschadiging blijven de infecties beperkt tot hypersensitieve reacties (HR) in de vorm van zeer kleine necrotische vlekjes.

De waargenomen infectie efficiëntie is altijd hoog voor *A. solani* in de set getoetste rassen, maar **grote** lesies worden met name gevormd bij aanwezigheid van bladbeschadiging. Er bestaat een aanzienlijke variatie voor lesiegrootte tussen de getoetste rassen, met name cultivar Aziza geeft na infectie met *A. solani* betrekkelijk grote bladvlekken.



Figuur 7. Gemiddeld lesieoppervlak, 8 dagen na inoculatie van aardappelbladen van 30 aardappelrassen met *A. solani* en *A. alternata*, in aan- en afwezigheid van bladbeschadiging (prik).



Figuur 8. Scatterplot met infectie-efficiëntie en lesie-oppervlakte, 8 dagen na inoculatie van aardappelbladen van 30 aardappelrassen met *A. solani* en *A. alternata*, in aan- en afwezigheid van bladbeschadiging (prik).

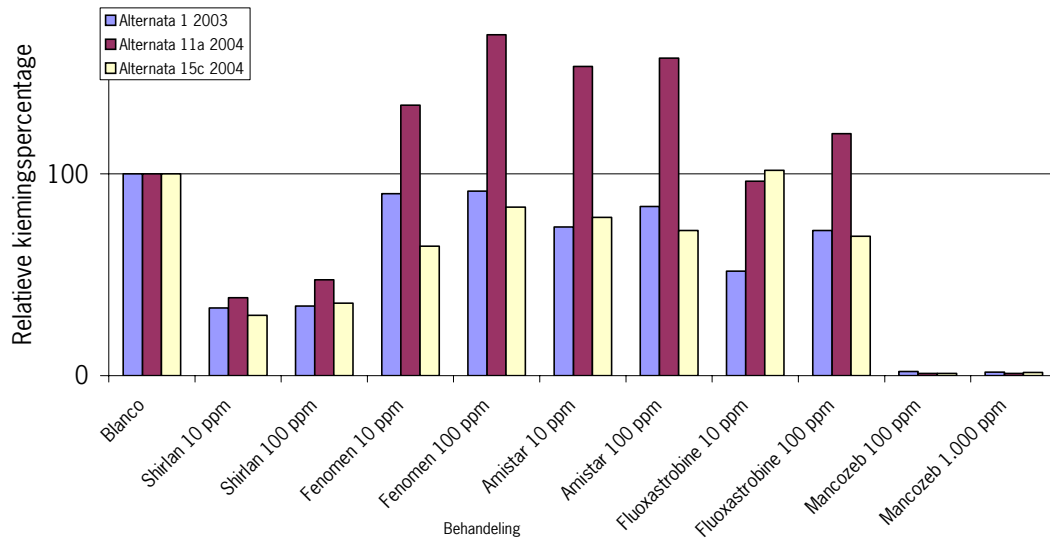
### 3.2 Gevoeligheid van *A. solani* en *A. alternata* voor fungiciden

Relatieve sporenkieming voor *A. alternata* bleek duidelijk fungicide en isolaat afhankelijk te zijn (Figuur 9). Met name mancozeb, en in mindere mate Shirlan, bleek relatief effectief de kieming van *A. alternata* sporen te verhinderen. De werking van azoxystrobine, fluoxastrobine en fenomen bleek onvoldoende te zijn onder de omstandigheden van de agar toets. Isolaat 11a bleek in een aantal gevallen kiemingsstimulatie te vertonen na blootstelling aan fungiciden. De resultaten voor de kiemingsremming voor *A. solani* zijn opgenomen als Figuur 10. Voor de werking tegen sporenkieming geldt voor *A. solani* hetzelfde als voor *A. alternata*, met dien verstande dat bij *A. solani* zowel Shirlan als Mancozeb effectief de kieming van sporen verhinderen. De andere geteste actieve stoffen bleken niet in staat om de kieming van sporen te verhinderen.

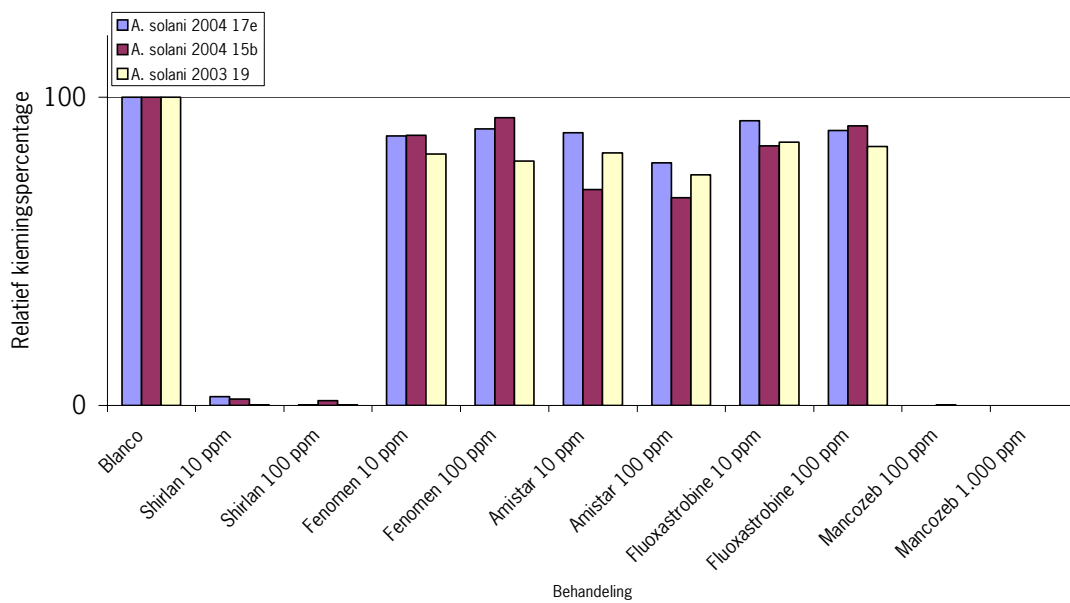
Zowel azoxystrobine (tegen *Alternaria*) en fenomen (tegen *P. infestans*) hebben beide een toelating als middel in aardappelen en mogelijk dat de werking van deze stoffen terug valt te voeren op remming van de myceliumgroei. Om dit te testen werd de koloniediameter van *A. alternata* en *A. solani* kolonies bepaald in V8-Petri schalen waaraan fungiciden waren toegevoegd. In geval van *A. alternata* bleken alleen Shirlan en (in mindere mate) Mancozeb in staat om de myceliumgroei te remmen, maar er vond geen volledige inhibitie van myceliumontwikkeling plaats (Figuur 11). Voor *A. solani* geldt dat alle geteste werkzame stoffen een werking hebben als myceliumgroei remmer (Figuur 12), hoewel dit een duidelijk kwantitatief proces lijkt te zijn, net als bij *A. alternata*.

In algemene zin komt uit de experimenten naar voren dat met name Mancozeb een effectieve remming van sporenkieming geeft, bij zowel *A. alternata* als *A. solani*. Shirlan heeft een aanzienlijk effect op sporenkieming bij beide *Alternaria* soorten (met name bij *A. solani*), maar is met name superieur in het remmen van de myceliumgroei.

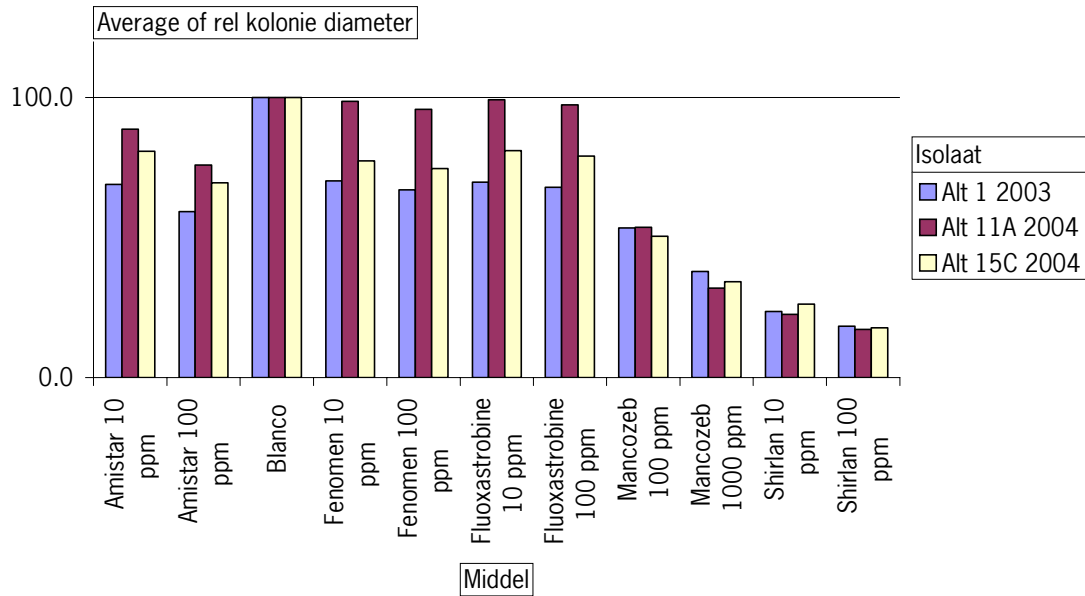




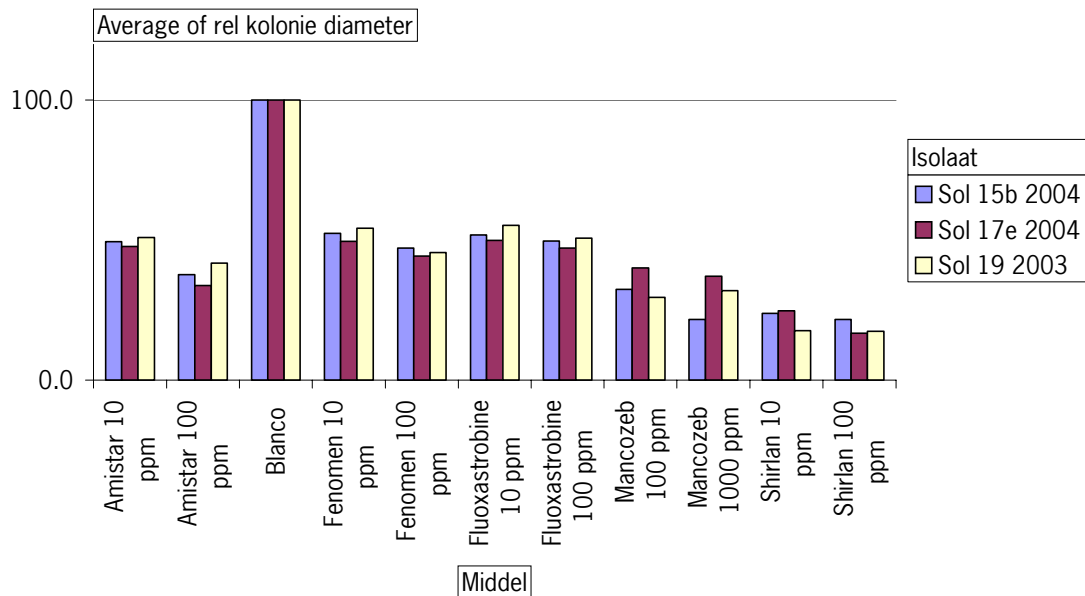
Figuur 9. Relatief kiemingspercentage van sporen van 3 isolaten van *A. alternata* na blootstelling aan een aantal fungiciden.



Figuur 10. Relatief kiemingspercentage van sporen van 3 isolaten van *A. solani* na blootstelling aan een aantal fungiciden.



Figuur 11. Koloniediameter van isolaten van *A. alternata* na blootstelling aan een aantal fungiciden.



Figuur 12. Koloniediameter van isolaten van *A. solani* na blootstelling aan een aantal fungiciden.

### 3.3 Survey naar optreden van *Alternaria* symptomen in het veld

In veel gevallen bleken de bladsymptomen van ingezonden materiaal terug te voeren op een combinatie van magnesiumgebrek en *Alternaria* aantasting (Figuur 13A). In gevallen waarbij een gebrekverschijnsel werd vermoed, bleek *A. alternata* in de necrotische lesies aanwezig te zijn. Bij infecties met *A. solani* waren de lesies groter, duidelijk afgebakend en was er vaak een gele ring zichtbaar rond de uitbreidende lesie (Figuur 13B, Figuur 6). Deze ring ontbrak bij infecties met *A. alternata*. Mogelijk dat de toxine vorming bij *A. solani* verantwoordelijk is voor deze kenmerkende ring.



Figuur 13. Symptomen op aardappelblad, geassocieerd met Magnesiumgebrek in combinatie met aantasting door *A. alternata* (13A). Bladaantasting door *A. solani* (13B).

In Tabel 6 is een overzicht opgenomen van de blad- en knolmonsters en de daarbij aangetroffen symptomen en pathogenen van 2003 tot begin 2005. Naast loofaantastingen werden ook een aantal knolaantastingen ingezonden. Zonder uitzondering bleken deze toe te schrijven te zijn aan *A. solani*. Het lijkt erop dat knolaantasting door dit pathogeen een meer dan incidenteel karakter heeft.

Tabel 6. Overzicht van binnengekomen monsters in 2003 tot 2005 en determinatie van waarschijnlijke veroorzaker van de symptomen.

Jaar	Locatie	Monstertype	Gebreksziekte	Pathogeen
2003	Lelystad	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2003	Rutten	Blad		<i>A. solani</i>
2003	Rutten	Blad		<i>A. solani</i>
2003	Wageningen	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2003	Rutten	Blad		<i>Botrytis cineria</i>
2003	Wageningen	Blad		<i>Botrytis cineria</i>
2003	Zeewolde	Blad		<i>A. solani</i>
2003	Zeewolde	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2003	Dronten	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2003	Biddinghuizen	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2003	Veghel	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	Wageningen	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	Kollumerwaard	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	Marknesse	Blad		<i>A. solani</i>
2004	Emmeloord	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	ZW NL	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	Anna Mariapolder	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	DLV 1	Blad		<i>A. solani</i>
2004	DLV2	Blad	+	<i>A. alternata</i>
2004	DLV3	Blad		<i>A. alt + A. sol</i>
2004	Westmaas	Blad		<i>A. alt + A. sol</i>
2004	Veghel	Blad		<i>A. alt + A. sol</i>
2005	Z. Vlaanderen 1	knol		<i>A. solani</i>
2005	Z. Vlaanderen 2	knol		<i>A. solani</i>
2005	Lage Zwaluwe	knol		<i>A. solani</i>
2005	Hank	knol		<i>A. solani</i>
2005	ZW NL 1	knol		<i>A. solani</i>
2005	Arnhemuiden	knol		<i>A. solani</i>
2005	Waterkerkje	knol		<i>A. solani</i>
2005	Sluis	knol		<i>A. solani</i>
2005	ZW NL 2	knol		<i>A. solani</i>
2005	Veendam	knol		<i>A. solani</i>

## 3.4 Alternaria Beheersingsstrategie

### 3.4.1 Resultaten

In 2004 was de ziektedruk op de proeflocatie gedurende het groeiseizoen laag. Pas eind augustus trad er een lichte aantasting op in de proef en zijn de waarnemingen gestart. Er is geen onderscheid gemaakt in *A. solani* of *A. alternata*. Bij de eerste waarnemingen zijn het aantal aangetaste deelblaadjes waargenomen (Tabel 7). Verschillen tussen de objecten zijn bij deze waarnemingen zeer klein en meestal niet significant. Bij de waarnemingen op 24 en 31 augustus hebben object A en F een hogere aantasting dan de andere objecten. Bij sommige objecten is dit verschil significant. Bij de waarneming op 7 september is de aantasting bij object A en F significant hoger dan bij alle andere objecten.

Tabel 7. Percentage aangetaste deelblaadjes door *Alternaria* per object en datum.

object	aantal-Curzate M bespuitingen				Aantal aangetaste deelblaadjes		
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	24-8	31-8	7-9
A	-	-	-	-	16.9 b	22.7 bc	32.8 b
B	1	2	4	7	0.0 a	7.6 a	16.2 a
C	-	2	4	7	1.7 a	5.6 a	19.0 a
D	1	-	4	7	6.1 ab	5.6 a	16.0 a
E	1	2	-	7	2.1 a	4.1 a	10.4 a
F	3	-	-	-	11.4 ab	25.1 c	36.7 b
G	-	3	-	-	4.3 a	10.9 a	19.1 a
H	-	-	6	-	3.9 a	13.5 ab	16.7 a
I	-	-	-	7	2.0 a	7.3 a	17.1 a

In tabel 8 staan de laatste drie waarnemingen weergegeven. Ook hier zien we de tendens dat de objecten A (onbehandeld) en F een hogere aantasting hadden dan de andere objecten. Verschil in aantasting tussen de objecten (B-E) van DACOM was niet aanwezig. Bij de objecten (F-I) waar Curzate M in aparte fasen is gespoten neemt de aantasting af naarmate de Curzate M later in het groeiseizoen is gespoten. Dit is vooral duidelijk te zien bij de waarneming op 23 september. Op deze datum was de aantasting bij object F significant hoger dan bij object H en I. Bij de laatste waarneming is deze tendens ook nog te zien, maar dan zijn de verschillen niet significant meer en wijken maar weinig objecten af van onbehandeld.

Tabel 8 . Percentage aangetast loof door *Alternaria* per object en datum.

object	aantal-Curzate M bespuitingen				% aangetast blad		
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	14-9	23-9	31-9
A	-	-	-	-	9.2 ab	42.5 c	87.5 d
B	1	2	4	7	2.5 a	6.0 a	71.5 abcd
C	-	2	4	7	2.1 a	5.2 a	72.5 abcd
D	1	-	4	7	1.4 a	4.2 a	53.8 a
E	1	2	-	7	0.8 a	3.6 a	58.2 ab
F	3	-	-	-	16.8 b	50.4 c	81.2 bcd
G	-	3	-	-	5.0 a	28.8 bc	83.8 cd
H	-	-	6	-	2.5 a	17.1 ab	71.2 abcd
I	-	-	-	7	2.1 a	7.1 ab	63.8 abc

### 3.4.2 Discussie

De natuurlijke ziektedruk van *A. solani* op de proeflocatie was dit jaar relatief laag. Aan het eind van het groeiseizoen (eind augustus) nam de ziektedruk toe. De lage ziektedruk werd waarschijnlijk veroorzaakt door de koele zomer met een regelmatig neerslagpatroon. Door deze omstandigheden, zijn de planten niet regelmatig blootgesteld aan stressfactoren, welke de plant gevoelig maken voor infecties.

Het aardappelloof kan geïnfecteerd worden door *Alternaria solani* en *Alternaria alternata*. Deze proef is uitgevoerd onder natuurlijke omstandigheden en is niet kunstmatig besmet. Het is dus niet met zekerheid te zeggen welk pathogeen de aantasting heeft veroorzaakt. Omdat *A. solani* het meest agressieve pathogeen is mag aangenomen worden dat de aantasting veroorzaakt werd door *A. solani*.

Ranman is opgenomen in deze proef als onbehandeld tegen *A. solani*. De werking van Ranman tegen *Alternaria* mag verwaarloosd worden. Echter, de werking van Ranman tegen *P. infestans* is goed te noemen. En bestrijding van *P. infestans* is nodig om nog een gezond gewas te hebben aan het eind van het groeiseizoen. In dit onderzoek is gekozen om *A. solani* te bestrijden met Curzate M. Dit fungicide heeft een goede werking tegen zowel *Alternaria* als *P. infestans*. Echter, in de praktijk zal Curzate M aan het einde van het groeiseizoen niet veel gebruikt worden omdat het geen knolbescherming (*P. infestans*) geeft. In dit onderzoek is Curzate M dus als een soort "modelstof" gebruikt. Bij het CTB zijn momenteel 2 nieuwe stoffen in combinatie met mancozeb in aanvraag die wel knolbescherming geven (inmiddels is één van deze stoffen toegelaten (Serenio)). Deze middelen kunnen in de nabije toekomst wel ingezet aan het einde van het groeiseizoen ter bestrijding van *A. solani* zonder dat er een extra risico is op knolaantasting door *P. infestans*.

Op deze wijze kan de bestrijding van *A. solani* ingepast worden in de bestrijdingsstrategie tegen *P. infestans*. Een andere mogelijkheid is om *A. solani* te bestrijden met een apart fungicide. Een fungicide dat recent is toegelaten voor de bestrijding van *A. solani* in aardappel is Amistar (azoxystrobine). Gebruik van dit fungicide brengt extra kosten mee voor de teler omdat dit fungicide toegevoegd moet worden aan een *P. infestans* bespuiting doordat het geen werking heeft tegen *P. infestans*. Daarbij is de kans op resistentie bij gebruik van Amistar (strobilurine) groter dan bij gebruik van dithiocarbamaten (o.a. mancozeb).

Bij het volgen van Plant-Plus werd gedurende het groeiseizoen 14 bespuitingen tegen *A. solani* geadviseerd. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het groeiseizoen in de proef extra lang was (tot 31 september). Bij een groeiseizoen met een normale lengte zou het aantal bespuitingen aanzienlijk minder zijn. Opmerkelijk is dat sommige van deze adviezen zeer kort na elkaar werden gegeven. Soms was het spuitinterval maar 3 dagen. Dit lijkt gezien de epidemiologie van *A. solani* en de hoeveelheid onbeschermd blad (weinig groei) niet zinvol. Daarnaast lijkt het dat de advisering van *A. solani* nauw samengaat met de advisering voor *P. infestans*. Daar de *Alternaria* module van Plant-Plus is ontwikkeld voor Noord-Amerika en Zuid-Afrika, met over het algemeen een lagere ziektedruk van *P. infestans* lijkt verbetering van de module aan de Nederlandse omstandigheden zinvol/mogelijk.

Ondanks dat er in de laatste periode (fase 4) van het groeiseizoen veel adviezen zijn gegeven, bleef het loof niet vrij van *Alternaria*. Een mogelijke oorzaak hiervan kan zijn het aantal dagen tussen de laatste bespuiting (31-8) en de waarneming(en)(23-9). In deze periode van 23 dagen kan de werking van het middel dusdanig zijn terug gelopen door biologische afbraak en afspoeling door regen dat het loof onvoldoende beschermd bleef.

Op basis van de resultaten zou men kunnen concluderen dat bespuitingen tegen *A. solani* vóór fase 4 geen toegevoegde waarde hebben in het bestrijdingseffect. Echter, doordat de ziektedruk pas later in het seizoen hoog was ontwikkelde de ziekte zich pas laat en is de proef langer in stand gehouden, om zo nog verschillen waar te kunnen nemen. Hierdoor was de verdeling van de fasen over het groeiseizoen niet gelijkmatig en duurde fase 4 relatief lang (bijlage 3). Mogelijk zouden de resultaten meer onderscheidend zijn als fasen meer gelijkmatig verdeeld waren en ongeveer even lang duren. Daarnaast is het mogelijk dat bij minder bespuitingen in fase 4, de bespuitingen in fase 3 wel degelijk bijdragen aan de bestrijding. Om deze uitspraak te onderbouwen is het zinvol om dit in vervolg onderzoek te toetsen.

Bij de objecten (B-E) waarbij volgens Plant-Plus werd gespoten is cijfermatig een afname te zien naarmate er minder is gespoten. Echter, dit wordt veroorzaakt door het feit dat er door *P. infestans* een zware aantasting in het gewas ontstaan was en deze veldjes doodgespoten zijn (2 veldjes van object B en 1 van object E). Hierdoor zijn de resultaten maar op respectievelijk 2 en 3 veldjes gebaseerd.

Bij het tweede gedeelte van de proef correspondeert ieder object met een aparte fase. Door vier objecten

op te nemen is ieder fase opgenomen. Per object is in één fase de *Alternaria* bestreden. Uit de resultaten blijkt duidelijk dat de bestrijding beter is naarmate de bespuitingen later in het groeiseizoen zijn uitgevoerd. Bespuitingen van Curzate M in fase 1 hebben geen bestrijdingseffect. Blijkbaar is de tijd tussen spuiten en infectie gewoon te lang. De afname van de aantasting tussen fase 2, 3 en 4 was iedere keer ongeveer 40%. Bestrijding van *Alternaria* in fase 3 biedt dus mogelijkheden. Hierdoor kan in fase 4 bij de fungicidenkeuze de aandacht gericht worden op de knolbescherming tegen *P. infestans*. Echter, het is noodzakelijk om door vervolgonderzoek meer duidelijkheid te krijgen over de bestrijdingsmogelijkheden van *Alternaria* in fase 3. Daarnaast zal kritisch gekeken moeten worden naar het aantal bespuitingen dat nodig is voor een goede preventie tegen *Alternaria*. Het aantal bespuitingen tegen *Alternaria* dat is uitgevoerd is hoog en zal door praktijk niet uitgevoerd worden.

### Voorlopige Conclusies

- Ziektedruk ontwikkelde zich pas laat in het seizoen waardoor er pas laat aantasting optrad.
- Bespuitingen in het begin (fase 1) van het groeiseizoen hebben geen effect op mate van aantasting.
- Bespuitingen in fase 4 hadden het beste bestrijdingseffect.
- Het effect van bespuitingen in fase 3 lijken weinig effect te hebben op de mate van aantasting.
- De adviesdrempel van het Plant-Plus model lag dit jaar te laag waardoor er 14 bespuitingen werden geadviseerd (in het extra lange groeiseizoen) en dit bleek niet nodig.

## 3.5 Plannen 2005

Het voornemen is om in 2005 het effect van bespuitingen in de verschillende groeifasen op *Alternaria* verder te onderzoeken. Hierbij zullen bespuitingen in het begin van het groeiseizoen geen onderdeel meer uitmaken van het onderzoek. Bestrijding van *Alternaria* door Amistar en Sereno en bespuitingen op basis van Plant-Plus zullen wel deel uitmaken van het onderzoek. Verder zal geanalyseerd worden welke *Alternaria* in de proef voorkomt.

Daarnaast zal nog naar de rasresistentie tegen *Alternaria* en de gevoeligheid van *A. solani* en *A. alternata* voor fungiciden worden gekeken. Tevens zal de survey naar optreden van *Alternaria* symptomen in het veld doorgaan.





## Bijlage 1 Infectie-efficiëntie en lesie oppervlak

REML schattingen van infectie-efficiëntie (IE) en lesie oppervlak (LS) van 30 aardappelrassen na inoculatie met *A. solani* en *A. alternata* en het al dan niet aanbrengen van een bladverwonding.

Ras	IE		LS					
	<i>S. alternata</i>		<i>A. solani</i>		<i>S. alternata</i>		<i>A. solani</i>	
	Prik (0/1)		0	1	0	1	0	1
Agata	0.0	0.0	46.0	95.8	1.3	0.2	31.0	56.7
Agria	0.0	2.1	71.0	97.5	0.7	0.0	17.2	61.3
Asterix	0.0	0.8	50.4	98.3	0.1	9.0	22.2	67.9
Aveka	0.0	0.0	63.4	100.0	0.0	0.2	28.8	30.5
Aziza	0.0	13.3	22.1	100.0	0.1	17.4	25.4	194.6
Bintje	0.0	0.0	43.2	100.0	0.1	0.0	21.8	58.5
Biogold	8.3	0.0	41.2	100.0	0.0	0.0	17.1	56.2
Desiree	8.3	0.0	55.5	98.3	2.1	3.9	11.7	75.7
Diamant	8.3	0.0	31.2	95.8	3.1	1.0	11.9	60.3
Felsina	0.0	0.0	61.2	100.0	0.2	0.0	35.9	42.1
Frieslander	0.0	0.0	81.6	98.3	0.3	0.0	40.0	66.6
Innovator	0.0	0.0	50.0	94.2	0.1	0.7	40.1	87.8
Karakter	0.0	0.0	48.8	79.4	0.0	0.0	17.6	36.6
Karnico	0.0	0.0	53.9	100.0	0.0	0.3	13.4	48.0
Kartel	0.0	0.8	40.3	93.6	1.1	0.0	25.6	39.1
Kondor	0.0	0.0	47.1	100.0	0.0	4.6	14.8	67.1
Lady Rosetta	0.0	0.0	56.5	98.3	2.8	2.0	28.8	37.1
Mercator	0.0	2.8	48.8	100.0	4.3	5.5	26.8	50.5
Monalisa	0.0	0.8	55.6	100.0	1.0	3.4	20.8	65.6
Mondial	0.0	4.2	50.5	100.0	1.6	5.2	15.4	90.6
Nicola	0.0	7.4	43.3	93.3	1.6	0.5	18.6	73.0
Ostara	0.0	0.0	60.7	96.7	0.0	0.7	27.4	55.2
Pimpernel	0.0	0.8	21.3	96.7	3.0	1.6	25.2	33.8
Premiere	0.0	0.0	66.7	100.0	0.0	0.0	22.8	48.3
Remarka	0.0	0.0	49.6	100.0	0.4	0.6	27.5	27.0
Santana	0.0	0.8	39.7	100.0	0.0	0.0	18.5	106.5
Santé	0.0	0.0	21.3	94.2	0.0	0.4	19.0	34.0
Seresta	0.0	0.0	44.9	93.3	0.0	0.6	13.6	90.6
Spunta	0.0	1.7	31.2	97.5	0.0	0.0	14.9	35.1
Starga	0.0	2.5	40.5	100.0	0.2	0.0	27.0	48.1

## Bijlage 2 Proefgegevens.

Locatie: Valthermond



Grondsoort: dalgrond  
Voorvrucht: zomergerst  
Voor-voorvrucht: zetmelaardappelen  
Bemesting: ± 95 kg N/ha (varkensdrijfmest 25 m<sup>3</sup>) op 29 maart 2004  
± 66 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha (varkensdrijfmest 25 m<sup>3</sup>) op 29 maart 2004  
49 kg N/ha (Kalkammonsalpeter 27% N) op 21 april 2004  
Ras: Karakter  
Plantdatum: 23 april 2004  
Planthoeveelheid: 2.000 kg/ha  
Herbicide behandeling: Round-up (glyfosaat, 360 g/l) 3.0 l/ha + olie 2.0 l/ha op 3 mei 2004  
Titus (rimsulfuron, 25%) 40 g/ha + uitvloeier 0.4 l/ha op 26 mei 2004  
Insecticide behandeling: Karate (lambda-cyhalothrin, 50 g/l) 0.15 l/ha op 26 mei 2004  
Fungicide behandeling: 1 en 22 juni, 2, 8, 14, 19 en 22 juli, 11, 13, 16, 23, 26 en 31 augustus en 23 september Curzate M (mancozeb 64% +cymoxanil 4,5%) 2,5 kg/ha.  
12, 15 en 28 juni, 16 juli en 2 augustus Ranman (cyazofamid 400g/l) + uitvloeier 0,2 + 0,15 l/ha.  
Doodspuitdatum: Reglone (diquat dibromide 200 g/l) 3 l/ha op 31 september 2004  
oogst: -  
Afmeting bruto veldjes: Negen rijen (0.75 m) van 12 m lengte  
Afmeting netto veldjes: Zes rijen (0.75) van 10 m lengte  
Proefopzet: Gewarde blokkenproef met vier herhalingen

# Bijlage 3 Spuitschema

Valthermond  
Alternaria

□ Advies Alternaria	■ Curzate M	△ Advies Ranman	▲ Ranman
---------------------	-------------	-----------------	----------

