

Verbetering van de kwaliteit van TBM-pootgoed

Ras- en fungiciden onderzoek Fusarium (Fusarium spp.)

ing. Pim van de Griend

HLB-report 84
PAVprojectnummer 55.7.17c
september 2003

Verbetering van de kwaliteit van TBM-pootgoed

Ras- en fungiciden onderzoek Fusarium (Fusarium spp.)

ing. Pim van de Griend

HLB BV
Kampsweg 27
NL - 9418 PD Wijster

☎ +31 (0)593 582828
📠 +31 (0)593 582829
E-mail: info@hlbbv.nl
internet: www.hlbbv.nl
K.v.K. Meppel: 04058136
ABN AMRO Beilen: 4249.39.746
BTW: 8055.21.574.B.01

HLB-report: 84
PAVprojectnummer 55.7.17c
september 2003

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
1. Inleiding	4
2.1 <i>Opzet en uitvoering</i>	5
2.1.1 Inoculatie.....	5
2.1.2 Bewaring	5
2.1.3 Beoordeling.....	5
2.2 <i>Resultaten</i>	5
2.3 <i>Conclusies</i>	6
3. Rassenproef 2000.....	7
3.1 <i>Opzet en uitvoering</i>	7
3.1.1 Inoculatie.....	7
3.1.2 Bewaring	7
3.1.3 Beoordeling.....	7
3.2 <i>Resultaten</i>	7
3.3 <i>Conclusies</i>	8
4. Resultaten 2 jaar onderzoek.....	9
4.1 <i>Rasverschillen</i>	9
4.2 <i>Herkomstverschillen</i>	9
4.3 <i>Discussie</i>	10
4.4 <i>Conclusies 2 jaar onderzoek</i>	10
5. Resultaten fungicidenonderzoek 1998	11
5.1 <i>Opzet en uitvoering</i>	11
5.1.1 Opzet	11
5.1.2 Knolbehandeling	11
5.1.3 Bewaring	11
5.1.4 Poten.....	11
5.2 <i>Resultaten</i>	11
5.2.1 Resultaten inoculatie	11
5.2.2 Resultaten veldproef.....	12
5.3 <i>Discussie</i>	13
5.4 <i>Conclusies</i>	13
Bijlage 1 Cijfers rassenproef Fusarium 1999.....	14
Bijlage 2 Cijfers rassenproef Fusarium 2000.....	16

1. Inleiding

De schimmelziekte *Fusarium spp.* (droogrot) komt in de pootgoedteelt veel voor en kan voor grote problemen zorgen. Partijen waarin vroegtijdig of op grote schaal droogrot voorkomt zijn niet geschikt voor bewaring of voor pootgoed. De bij droogrot betrokken *Fusarium*-soorten komen algemeen in de grond voor. De ziekteverwekkers van droogrot zijn wondparasieten die via verwondingen de knol binnendringen. Deze verwondingen ontstaan vooral tijdens het rooien. Maar ook beschadigingen veroorzaakt door ziekten zoals poederschurft (*Spongospora subterranea*), aardappelziekte (*Phytophthora infestans*), aantasting door aaltjes en insecten, bieden *Fusarium* een kans tot aantasting. Door deze directe besmettingen kunnen aanzienlijke verliezen ontstaan. De schade kan nog groter worden als bij het bewerken (bv. sorteren of poten) van een besmette partij uitsmering van de ziekte over nog gezonde knollen plaatsvindt. Een bijkomend gevaar is dat droogrot over kan gaan in natrot (*Erwinia carotovora*). Het uit de natrotte knollen lekkende vocht leidt tot natrot van andere knollen, zodat nesten van rottende knollen kunnen ontstaan.

In Nederland komen veel *Fusarium*soorten voor. Van deze soorten veroorzaken in aardappelen *Fusarium sulphureum* en *F. solani* de meeste schade. Het verschil in symptomen tussen beide *Fusarium*soorten is dat bij de *F. sulphureum* de grens tussen ziek en gezond weefsel vaak scherp begrensd is, en het schimmelweefsel in de holtes is roodachtig. Bij de *F. solani* is er een geleidelijke overgang van ziek naar gezond weefsel, en is het schimmelpluis vuilwit. De aantasting door *F. sulphureum* kan vaak enkele weken na het rooien al zichtbaar worden. Bij de *F. solani* duurt dit langer.

In 1998, 1999 en 2000 is dit *Fusarium*onderzoek uitgevoerd. In 1998 betrof dit fungicidenonderzoek en in 1999 en 2000 rasgevoelighedsonderzoek met 12 zetmeelaardappelrassen. Deze rassen waren afkomstig van Proefboerderij 't Kompas te Valthermond en zijn getoetst op de gevoeligheid voor de beide *Fusarium*soorten. Daarnaast is bij het rassenonderzoek gekeken of de herkomst (zand- of dalgrond) van invloed is op de gevoeligheid voor de beide *Fusarium*soorten. Dit onderzoek is gedaan met vier rassen van de proefboerderijen Kooijen-burg in Rolde (zandgrond) en 't Kompas in Valthermond (dalgrond). Voor 't Kompas zijn hiervoor de waarnemingen gebruikt die bij de 12 rassen zijn verkregen.

Project 55.7.17 "Verbetering van de kwaliteit van TBM pootgoed" is onderdeel van het praktijkonderzoekprogramma "Kwaliteitsverbetering Zetmeelaardappelen" dat tevens deel uitmaakt van het Agrobiokonprogramma "Innovatie zetmeelaardappelteelt".

Het project 55.7.17 bestaat uit een aantal deelprojecten waarvan dit rapport "Ras- en fungiciden onderzoek *Fusarium (Fusarium spp.)*" het verslag van het derde deel is. Het verslag van het eerste deel "Oriënterend onderzoek naar knelpunten bij de kwaliteit van pootgoed voor de teelt van zetmeelaardappelen" en het tweede deel "Onderzoek naar de groei-kracht van pootgoed van zetmeelaardappelen" zijn reeds als PAV-projectrapport uitgebracht.

Ook de resultaten van het deelproject "Rasvergelijking nieuwe zetmeelaardappelrassen geteeld voor pootgoed" zal nog in een projectrapport worden vastgelegd.

2. Rassenproef 1999

2.1 Opzet en uitvoering

Het rasonderzoek met *F. sulphureum* is ingezet op 7 december 1999, de proef met *F. solani* op 20 januari 2000. De proeven zijn ingezet in 4 herhalingen met 75 knollen per herhaling. De proeven zijn als volledig gewarde proef uitgevoerd.

De getoetste rassen zijn Starga, Seresta, Nomade, Stabilo, Elles, Mercator, Mercury, Karida, Karakter, Karnico, Kantara en Katinka. Uit Rolde zijn de rassen Karakter, Mercator, Karnico en Seresta getoetst.

2.1.1 Inoculatie

De knollen zijn beschadigd door middel van de ponsmethode. Per knol zijn twee ponsen aangebracht met een diepte van 5 mm. De Fusarium schimmel is gekweekt op agar en vervolgens gesuspendeerd in water. Met deze suspensie zijn de knollen dauwnat gespoten. De concentratie voor beide soorten was ongeveer 200.000 sporen per ml.

Er zijn in deze proef twee Fusarium stammen getoetst: één *Fusarium solani* (F. sol. B1-92-2) en één *Fusarium sulphureum* (F. sul vent). Na het inoculeren zijn de knollen weggezet om zo snel mogelijk te drogen.

2.1.2 Bewaring

Voordat de partijen in de bewaring zijn gezet, zijn ze eerst voor een periode van een week op incubatie gezet bij een temperatuur van 18°C. In deze periode groeit de schimmel in de knol. De *F. solani* objecten zijn weggezet in dichte plastic zakken, de *F. sulphureum* objecten in lucht doorlatende plastic zakken. De knollen zijn een week na inoculatie in poterkistjes gebracht en weggezet bij een temperatuur tussen 16 en 20°C en een luchtvochtigheid variërend van 40 tot 90% voor de *F. solani*, en 40 tot 70% voor de *F. sulphureum*.

2.1.3 Beoordeling

Na zes weken zijn de knollen uit de bewaring gehaald en beoordeeld. Per herhaling is de Fusariumaantasting bepaald door het percentage aangetaste Fusariumknollen te bepalen.

2.2 Resultaten

Na een bewaring van zes weken zijn de rassen beoordeeld op de aantasting door Fusarium. De knollen geïnoculeerd met de *F. sulphureum* zijn op 20 januari beoordeeld, de knollen geïnoculeerd met de *F. solani* op 28 februari. Voor de knollen uit Valthermond zijn de resultaten weergegeven in tabel 1. In tabel 2 zijn de resultaten van de Fusariumaantasting van een viertal rassen met twee herkomsten weergegeven. De onbewerkte cijfers zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1: Gevoeligheid voor *F. solani* en *F. sulphureum*,t gemiddelde van 12 rassen na inoculatie, afkomstig uit Valthermond in 1999. Het gemiddeld percentage aangetaste knollen van 4 herhalingen.

Ras	<i>F. solani</i>	<i>F. sulphureum</i>	Gemiddeld
Elles	28.9	8.7	18.8
Kantara	1.0	17.1	9.0
Karakter	0.3	2.2	1.3
Karida	4.8	0.7	2.7
Karnico	2.7	13.6	8.2
Katinka	8.7	34.1	21.4
Mercator	1.7	11.7	6.7
Mercury	14.2	11.6	12.9
Nomade	2.3	8.7	5.5
Seresta	2.7	0.6	1.7
Stabilo	3.0	12.8	7.9
Starga	62.7	6.0	34.4
<i>LSD p</i> ≤ 0.05	10.2	13.5	8.3

Er zijn grote rasverschillen in gevoeligheid voor Fusarium te zien. Voor de *F. solani* zijn de rassen Elles, Mercury en vooral Starga zeer gevoelig. Bij *F. sulphureum* vallen Kantara en Katinka op als zeer gevoelig.

Het blijkt dat een ras gevoelig voor *F. solani*, niet gevoelig hoeft te zijn voor *F. sulphureum*.

Tabel 2: Gevoeligheid voor Fusarium na inoculatie, van 4 rassen en twee herkomsten in 1999. Het gemiddelde percentage aangetaste knollen van 4 herhalingen.

Ras	<i>F. sulphureum</i>		<i>F. solani</i>	
	Valthermond	Rolde	Valthermond	Rolde
Karakter	2.2	1.7	0.3	5.0
Karnico	13.6	3.4	2.7	27.5
Mercator	11.7	4.9	1.7	43.5
Seresta	0.7	8.7	2.7	38.2
<i>LSD p</i> ≤ 0.05	8.7	4.7	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Voor *F. sulphureum* geldt dat er tussen de rassen betrouwbare verschillen zijn voor beide herkomsten.

Kijkend naar de herkomstverschillen, dan zijn de verschillen voor de *F. sulphureum* niet betrouwbaar. In Valthermond zijn de rassen wel iets gevoeliger. Bij de *F. solani*stam is er wel een betrouwbaar herkomstverschil, de rassen uit Rolde zijn veel gevoeliger voor deze stam.

2.3 Conclusies

- Er zijn duidelijke rasverschillen in gevoeligheid voor Fusarium. Ook tussen de beide herkomsten zijn duidelijke verschillen in gevoeligheid voor de beide Fusarium stammen. Dit geldt voor beide herkomsten.
- Als een ras gevoelig is voor *F. solani*, hoeft dit niet te betekenen dat dit ras ook gevoelig is voor *F. sulphureum*.
- De rassen afkomstig van deze grond uit Rolde (zandgrond) zijn gevoeliger voor aantasting door *F. solani* dan de rassen uit Valthermond (dalgrond).

3. Rassenproef 2000

3.1 Opzet en uitvoering

De proeven zijn ingezet op 20 december 2000 (*F. sulphureum*) en 22 december 2000 (*F. solani*) in 4 herhalingen met 50 knollen per herhaling. De proeven zijn als volledig gewarde proef uitgevoerd.

De getoetste rassen, afkomstig van proefboerderij 't Kompas in Valthermond, zijn Festina, Florijn, Karakter, Kantara, Karnico, Katinka, Mercator, Mercury, Nomade, Seresta, Sophytra en Starga. Van Rolde (proefboerderij Kooijenburg) zijn de rassen Karakter, Karnico, Mercator en Seresta getoetst.

3.1.1 Inoculatie

De knollen van alle objecten zijn per herhaling in poterbakjes gelegd. Vervolgens zijn de knollen beschadigd door middel van de ponsmethode. Per knol zijn aan één zijde twee ponsen aangebracht met een diepte van 5 mm. Daarna zijn de knollen geïnoculeerd met de Fusarium. Het inoculum is klaargemaakt door de Fusariumschimmel te suspenderen in water. Met de sporensuspensie zijn de knollen dauwnat gespoten. In deze proef zijn twee Fusariumstammen getoetst, een *Fusarium solani* (F. sol. B1-92-2) en een *Fusarium sulphureum* (F. sul. vent.).

3.1.2 Bewaring

Na het inoculeren zijn de knollen eerst ongeveer twee uur weggezet om te drogen, omdat anders de kans bestaat dat er tijdens de incubatieperiode andere vormen van rot optreden in de knollen. Daarna zijn de knollen voor een periode van 5 dagen op incubatie gezet in een afgesloten ruimte bij 18 °C. De objecten die geïnoculeerd zijn met *F. sulphureum* zijn gewoon op incubatie gezet los in de poterbakjes, de *F. solani* objecten zijn op incubatie gezet in afgesloten plastic zakken. De luchtvochtigheid in de ruimte werd hoog gehouden. Na de incubatietijd zijn de *F. solani*-objecten uit de plastic zakken gehaald en in poterbakjes gebracht. De *F. sulphureum* objecten zijn gewoon in de poterbakjes gebleven. Alle objecten zijn vervolgens voor een periode van 6 weken teruggezet in dezelfde ruimte. De temperatuur is constant gehouden op 18 °C.

3.1.3 Beoordeling

Na zes weken zijn de knollen uit de bewaring gehaald en beoordeeld. Per herhaling is de Fusariumaantasting bepaald door het percentage aangetaste Fusariumknollen te bepalen.

3.2 Resultaten

In tabel 3 is voor de 12 zetmeelrassen afkomstig van de locatie Valthermond het percentage aangetaste knollen per Fusariumstam en het gemiddelde, weergegeven. In tabel 4 zijn de resultaten van de Fusarium aantasting van een drietal rassen van twee herkomsten weergegeven. De onbewerkte cijfers van beide beoordelingen zijn weergegeven in bijlage 2.

Het ras Mercator is wel beoordeeld, maar niet meegenomen in de resultaten en ook niet in bijlage 2 vermeld. Dit vanwege het feit dat Mercator van de locatie Valthermond niet van hetzelfde perceel kwam als de overige 11 rassen.

Tabel 3: Gevoeligheid voor *F. solani* en *F. sulphureum*, gemiddelde van 11 rassen na inoculatie, afkomstig uit Valthermond in 2000. Gemiddeld percentage aangetaste knollen van 4 herhalingen.

Ras	<i>F. sulphureum</i>	<i>F. solani</i>	gemiddeld
Festina	2.5	3.0	2.8
Florijn	3.0	19.4	11.2
Kantara	14.8	8.0	11.4
Karakter	0.0	1.0	0.5
Karnico	1.5	1.0	1.3
Katinka	11.3	7.5	9.4
Mercury	17.0	17.8	17.4
Nomade	21.5	16.1	18.8
Seresta	12.4	13.3	12.9
Sophytra	12.3	4.5	8.4
Starga	20.0	33.3	26.6
LSD $p \leq 0.05$	6.8	6.8	4.9

Tussen de verschillende rassen zijn grote verschillen te zien in gevoeligheid voor Fusarium. Voor zowel *F. solani* als voor *F. sulphureum* zijn de rassen Mercury, Nomade, Seresta en Starga zeer gevoelig.

In tabel 3 is verder te zien dat wanneer een ras gevoelig is voor bijvoorbeeld *F. solani*, dit niet betekent dat dit ras ook gevoelig hoeft te zijn voor *F. sulphureum* (zie bijvoorbeeld Florijn en Sophytra).

Tabel 4: Gevoeligheid voor Fusarium na inoculatie, van 3 rassen en 2 herkomsten in 2000. Gemiddeld percentage aangetaste knollen van 4 herhalingen.

Ras	<i>F. sulphureum</i>		<i>F. solani</i>	
	Valthermond	Rolde	Valthermond	Rolde
Karakter	0.0	1.0	1.0	0.5
Karnico	1.5	4.9	1.0	6.0
Seresta	12.4	5.5	13.3	3.5
LSD $p \leq 0.05$	4.5		4.2	

In tabel 4 is het verschil in gevoeligheid voor *F. solani* en *F. sulphureum* voor 3 rassen van de herkomstplaatsen Kooijenburg en Valthermond weergegeven. Voor beide herkomsten is te zien dat er betrouwbare rasverschillen zijn in gevoeligheid voor zowel *F. solani* als voor *F. sulphureum*.

Verder blijkt dat van de rassen van Valthermond Seresta veel gevoeliger is voor beide Fusaria dan de beide andere rassen Karakter en Karnico. De op Kooijenburg geteelde rassen lieten niet zulke grote verschillen in gevoeligheid zien.

3.3 Conclusies

- Er zijn duidelijk rasverschillen voor Fusarium. Dit geldt voor beide herkomsten.
- Als een ras gevoelig is voor de ene Fusariumstam, hoeft dit niet te betekenen dat ditzelfde ras ook gevoelig is voor de andere stam.
- Voor beide Fusariumstammen zijn geen betrouwbare herkomstverschillen gevonden.

4. Resultaten 2 jaar onderzoek

4.1 Rasverschillen

De verschillen tussen de rassen (die twee jaar getoetst zijn) waren voor beide jaren gelijkwaardig. In tabel 5 (*F. solani*) en 6 (*F. sulphureum*) zijn de resultaten van 2 jaar onderzoek per Fusariumstam weergegeven in de vorm van een gevoeligheidscijfer. Hoe hoger het cijfer, hoe minder gevoelig het ras is voor de betreffende Fusariumstam.

Tabel 5: Voorlopig *F. solani* gevoeligheidscijfer na twee jaar onderzoek: 10 = ongevoelig, 1 = zeer gevoelig. (Rassen zijn afkomstig van proefboerderij 't Kompas uit Valthermond).

	Gevoeligheidscijfer
Festina*, Kantara, Karakter, Karida*, Karnico, Mercator*, Sophytra*, Stabilo*	9
Katinka, Nomade, Seresta	8
Mercury	7
Floriijn*	6
Elles*	5
Starga	1

* Deze rassen zijn maar 1 jaar getoetst

Tabel 6: Voorlopig *F. sulphureum* gevoeligheidscijfer na twee jaar onderzoek: 10 = ongevoelig, 1 = zeer gevoelig (Rassen zijn afkomstig van proefboerderij 't Kompas uit Valthermond).

	Gevoeligheidscijfer
Festina*, Karakter, Karida*	9
Karnico, Seresta, Floriijn*	7
Elles*	6
Mercury, Stabilo*, Starga, Sophytra*, Mercator*	5
Kantara, Nomade	4
Katinka	2

* Deze rassen zijn maar 1 jaar getoetst

Tussen de jaren zijn er verschillen te zien in gevoeligheid voor Fusarium. Seresta bijvoorbeeld hoorde in 1999 voor beide Fusaria tot de minder gevoelige rassen en in 2000 bij de gevoelige. Daarom is meerdere jaren onderzoek nodig om de verschillen in gevoeligheid tussen de rassen goed vast te stellen. Op basis van deze beperkte gegevens zou geconcludeerd kunnen worden dat voor zowel *F. solani* als voor *F. sulphureum* de rassen Festina, Karakter en Karida bijna ongevoelig zijn. Het ras Starga daarentegen is voor beide Fusariumstammen gevoelig.

In tabellen 5 en 6 is te zien dat wanneer een ras gevoelig is voor bijvoorbeeld *F. solani*, dit niet betekent dat dit ras ook gevoelig is voor *F. sulphureum* (zie bijvoorbeeld Floriijn, Sophytra en Katinka)

4.2 Herkomstverschillen

In 1999 en 2000 is ook onderzocht of er herkomstverschillen zijn (zand- en dalgrond) in gevoeligheid voor beide Fusariumstammen. In tabel 7 zijn de resultaten weergegeven van twee jaar onderzoek.

Tabel 7: Herkomstverschillen (Rolde en Valthermond) per jaar en het gemiddelde van 2 jaar. De cijfers zijn gemiddelden van 3 rassen, Karnico, Karakter en Seresta in 4 herhalingen

	1999		2000		Gemiddeld*	
	<i>F. solani</i>	<i>F. sulphureum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. sulphureum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. sulphureum</i>
Rolde	23.6	4.6	3.3	3.8	13.4	4.2
Valthermond	1.9	5.5	5.1	4.6	3.5	5.1
LSD $p \leq 0.05$	10.9		ns		5.9	

* gemiddelde van 24 waarnemingen

In 1999 zijn herkomstverschillen gevonden voor de *F. solani*-stam. De rassen uit Rolde (zandgrond) waren significant gevoeliger in vergelijking met die uit Valthermond (dalgrond). In 2000 waren er geen betrouwbare herkomstverschillen.

4.3 Discussie

In 1999 zijn er herkomstverschillen aangetoond tussen zand- dalgrond, in gevoeligheid voor de *F. solani*-stam en niet voor de *F. sulphureum*-stam. In 2000 zijn er voor beide stammen geen herkomstverschillen aangetoond. Kijkend naar de gemiddelden van de *F. solani*-stam, dan wordt het verschil vooral veroorzaakt door de resultaten van 1999. Een oorzaak kan zijn dat de rassen uit Rolde in 1999 zijn doodgemaakt middels looftrekken. De rassen kunnen daardoor extra beschadigd zijn. Door de beschadiging waren ze later gemakkelijker kunstmatig te besmetten. In Valthermond is het gewas in 1999 doodgemaakt door te klappen en spuiten. In 2000 is op beide locaties het gewas doodgemaakt door klappen en spuiten.

Een andere oorzaak kan zijn dat het calciumgehalte van invloed is geweest op de aantasting. Vanuit eerder onderzoek (boekje Onderzoek 1999, blz 141) is gebleken dat een hoger calciumgehalte in de knol leidde tot een lagere *F. solani* aantasting. De calciumgehalten in knollen van zandgronden zijn lager in vergelijking met knollen van dalgronden (boekje onderzoek 1999, blz 137). Het is jammer dat er geen gegevens zijn van calciumgehalten van de knollen die gebruikt zijn voor dit onderzoek.

4.4 Conclusies 2 jaar onderzoek

- Er zijn rasverschillen in gevoeligheid voor *Fusarium*-spp.
- Er is bij de zetmeelaardappelrassen geen duidelijke samenhang tussen de gevoeligheid voor *F. solani* en *F. sulphureum*.
- Herkomstverschil in gevoeligheid voor *Fusarium*-spp. is niet duidelijk aangetoond.

5. Resultaten fungicidenonderzoek 1998

In dit onderzoek wordt de effectiviteit van drie middelen tegen *Fusarium* beschreven. Bij deze toetsing is het effect na kunstmatige infectie en bij de nateelt bepaald.

5.1 Opzet en uitvoering

5.1.1 Opzet

De proeven zijn in oktober 1998 ingezet. Per herhaling (in totaal 8) zijn 100 knollen van het ras Astarte gebruikt. De knollen zijn beschadigd en kunstmatig (door middel van inoculeren) geïnfecteerd met *Fusarium*. Er zijn in deze proef vijf *Fusarium*-stammen getoetst, waarvan drie *Fusarium solani*-soorten en twee *Fusarium sulphureum*-soorten.

5.1.2 Knolbehandeling

De knollen zijn behandeld met drie middelen door middel van een Mafex-schijfvernevelaar boven een rollenband. De gebruikte middelen met de doseringen zijn Diabolo (imazalil 150 g/l, dosering 150 ml/ton), Gambit (fenpiclonil 400 g/l, dosering 50 ml/ton) en TBZ (thiabendazool 450 g/l, dosering 65 ml/ton).

5.1.3 Bewaring

Na de behandeling zijn de knollen in de bewaring gezet. De knollen zijn op twee manieren bewaard. De helft is weggezet in een geïsoleerde bewaar ruimte, waar de temperatuur niet constant was en in het voorjaar opliep (gangbare methode). Tijdens de bewaring schommelde de temperatuur tussen de 2 en 12°C en de relatieve luchtvochtigheid tussen de 75 en 90%. De andere helft is bewaard in een mechanische gekoelde ruimte, met een constante temperatuur van 4 °C en een constante relatieve luchtvochtigheid van 70%.

5.1.4 Poten

Op 8 april zijn de knollen uit de bewaring gehaald en voorgekiemd in een kapschuur. Op de knollen uit de praktijkbewaring zaten al kiemen van 0,5 cm en de knollen uit de mechanische koeling waren net los (witte puntjes). De voorgekiemde knollen zijn beoordeeld op *Fusarium*-rot. Op 6 mei zijn de op het oog gezonde knollen (in drie herhalingen) gepoot op een proefveld (zandgrond, org.stof 3.9 % en pH 5.0) in Rolde. De veldjes waren 3 x 5 m. De pootafstand in de rij was 33 cm. Op de knollen zaten goede afgeharde lichtkiemen. De kiemen op de knollen uit de mechanische koeling waren iets korter dan die uit de praktijkbewaring.

5.2 Resultaten

5.2.1 Resultaten inoculatie

De knollen zijn driemaal beoordeeld, tweemaal tijdens de bewaring en éénmaal vlak voor het poten. De resultaten van deze beoordeling staan in de tabellen 9 en 10. Het effect van de middelen is weergegeven als werkingspercentage. Het werkingspercentage is:

$$100 - ((\% \text{ rot behandeling} / \text{gemiddeld } \% \text{ rot onbehandeld}) \times 100)$$

Van drie *Fusarium*-stammen zijn de resultaten niet vermeld, omdat de schimmels niet zijn aangeslagen. Bij de onbehandelde objecten werd namelijk minder dan 1% aantasting gevonden. In het controle-object zijn geen aangetaste knollen waargenomen.

Tabel 9. Het werkingspercentage van de middelen na inoculatie met een *F. sulphureum*-stam (*F. sulph. vent*) per bewaring, na behandeling met 3 middelen. Weergegeven is het gemiddelde van 4 herhalingen.

	bewaring		gemiddeld
	mechanische koeling	praktijk	
Diabolo	54	60	57
Gambit	82	82	82
TBZ	11	34	23
LSD ($P \leq 0.05$)	31	24	16

Tabel 10. Het werkingspercentage van de middelen na inoculatie met een *F. solani*-stam (*F. sol. B1-92-2*), per bewaring na behandeling met 3 middelen. Weergegeven is het gemiddelde van 4 herhalingen.

	bewaring		gemiddeld
	mechanische koeling	praktijk	
Diabolo	56	65	60
Gambit	87	78	82
TBZ	92	85	89
LSD ($P \leq 0.05$)	38	26	24

Van de vijf verschillende *Fusarium*-stammen die getoetst zijn, is één *F. sulphureum* en één *F. solani* aangeslagen. Daarbij is veel rot gevonden in de onbehandelde objecten: bij de *F. sulphureum*-stam gemiddeld 72% en bij de *F. solani*-stam gemiddeld 56%.

De verschillen tussen de behandelingen waren betrouwbaar. Het middel Gambit, met een werkingspercentage van 82%, gaf een goede knolbescherming tegen *F. sulphureum*. TBZ bleef hierbij sterk achter, terwijl het effect van Diabolo er ongeveer tussenin lag. De werkingspercentages bij de *F. solani*-stam waren bij de middelen Gambit en TBZ hoger dan bij Diabolo. Tussen de twee bewaarsystemen zijn geen betrouwbare verschillen gevonden

5.2.2 Resultaten veldproef

De opkomst was regelmatig en op 26 eind mei was de opkomst van de partij uit de praktijkbewaring 100%. Dit was bij de partij uit de mechanische koeling pas eind mei het geval. Gedurende het groeiseizoen is het gewas beoordeeld op stand en aantal stengels per plant en er is gekeken of er planten wegbleven door *Fusarium*.

Na opkomst waren er standverschillen die werden veroorzaakt door het verschil in bewaring. De opkomst van de partij uit de mechanische koeling verliep iets trager en de planten waren in de eerste 6 weken iets kleiner, in vergelijking met die uit de praktijkbewaring. Na ongeveer 6 weken was het verschil niet meer te zien.

Het verschil tussen beide bewaarsystemen kwam ook tot uiting in het aantal stengels per plant. Bij de partij uit de mechanische koeling werden gemiddeld 5,1 stengels geteld en bij de praktijkbewaring gemiddeld 3,5. De verschillende middelen hadden geen effect op het aantal stengels. Er zijn geen planten weggebleven, waarschijnlijk heeft het mooie warme voorjaar daar aan bijgedragen.

5.3 Discussie

Gezien het feit dat de *Fusarium*-infectie goed is aangeslagen, hebben de getoetste middelen een goede werking gehad. De bestrijding van *F. solani* met de middelen Gambit en TBZ gaven onder deze extreme omstandigheden goede resultaten. De resultaten van het middel Diabolo waren iets minder. Bij de bestrijding van de *F. sulphureum* was de werking van Gambit goed, TBZ werkte slecht en Diabolo zat hier tussenin.

Nu Gambit is teruggetrokken is Diabolo een redelijk alternatief voor de bestrijding van *F. sulphureum*. TBZ heeft een goede werking tegen *F. solani*. Omdat vaak onduidelijk is om welke *Fusarium*-stam het gaat, lijkt een combinatie van beide middelen een goed alternatief voor de bestrijding van deze bewaarziekte.

5.4 Conclusies

De toegepaste toetstechniek is geschikt om de agressiviteit van de verschillende *Fusarium*-stammen op knollen te toetsen en de effectiviteit van middelen te onderzoeken.

Het middel Gambit gaf een goede knolbescherming tegen zowel *F. sulphureum* als *F. solani*.

Het middel TBZ gaf alleen tegen *F. solani* een goede knolbescherming. Het middel Diabolo gaf een redelijk effect tegen zowel *F. sulphureum* als *F. solani*.

De gebruikte middelen waren niet van invloed op de opkomst en het aantal stengels in het veld. Na bewaring in een mechanische koeling was de opkomst van het gewas trager, terwijl er meer stengels per plant groeiden, in vergelijking met een praktijkbewaring.

Bijlage 1 Cijfers rassenproef Fusarium 1999

F. solani

Ras	Herkomst	Herhaling	% vrij	% aangetast
Karakter	Rolde	1	98.6	1.4
Karakter	Rolde	2	95.9	4.1
Karakter	Rolde	3	85.3	14.7
Karakter	Rolde	4	100.0	0.0
Karnico	Rolde	1	96.0	4.0
Karnico	Rolde	2	33.3	66.7
Karnico	Rolde	3	64.9	35.1
Karnico	Rolde	4	96.0	4.0
Mercator	Rolde	1	46.7	53.3
Mercator	Rolde	2	72.7	27.3
Mercator	Rolde	3	10.7	89.3
Mercator	Rolde	4	96.0	4.0
Seresta	Rolde	1	97.4	2.6
Seresta	Rolde	2	75.3	24.7
Seresta	Rolde	3	62.7	37.3
Seresta	Rolde	4	11.7	88.3
Elles	Valthermond	1	75.3	24.7
Elles	Valthermond	2	82.7	17.3
Elles	Valthermond	3	75.0	25.0
Elles	Valthermond	4	51.4	48.6
Kantara	Valthermond	1	96.1	3.9
Kantara	Valthermond	2	100.0	0.0
Kantara	Valthermond	3	100.0	0.0
Kantara	Valthermond	4	100.0	0.0
Karakter	Valthermond	1	100.0	0.0
Karakter	Valthermond	2	100.0	0.0
Karakter	Valthermond	3	100.0	0.0
Karakter	Valthermond	4	98.7	1.3
Karida	Valthermond	1	98.7	1.3
Karida	Valthermond	2	95.9	4.1
Karida	Valthermond	3	98.6	1.4
Karida	Valthermond	4	87.7	12.3
Karnico	Valthermond	1	98.7	1.3
Karnico	Valthermond	2	96.0	4.0
Karnico	Valthermond	3	98.6	1.4
Karnico	Valthermond	4	96.0	4.0
Katinka	Valthermond	1	92.1	7.9
Katinka	Valthermond	2	96.0	4.0
Katinka	Valthermond	3	96.0	4.0
Katinka	Valthermond	4	81.1	18.9
Mercator	Valthermond	1	100.0	0.0
Mercator	Valthermond	2	94.7	5.3
Mercator	Valthermond	3	100.0	0.0
Mercator	Valthermond	4	98.6	1.4
Mercury	Valthermond	1	94.7	5.3
Mercury	Valthermond	2	74.6	25.4
Mercury	Valthermond	3	85.1	14.9
Mercury	Valthermond	4	88.9	11.1
Nomade	Valthermond	1	97.3	2.7
Nomade	Valthermond	2	98.7	1.3
Nomade	Valthermond	3	100.0	0.0
Nomade	Valthermond	4	94.7	5.3
Seresta	Valthermond	1	97.3	2.7
Seresta	Valthermond	2	96.0	4.0
Seresta	Valthermond	3	100.0	0.0
Seresta	Valthermond	4	96.1	3.9
Stabilo	Valthermond	1	94.7	5.3
Stabilo	Valthermond	2	97.3	2.7
Stabilo	Valthermond	3	98.6	1.4
Stabilo	Valthermond	4	97.3	2.7
Starga	Valthermond	1	37.0	63.0
Starga	Valthermond	2	53.5	46.5
Starga	Valthermond	3	16.0	84.0
Starga	Valthermond	4	42.7	57.3

F. sulphureum

Ras	Herkomst	Herhaling	% vrij	% aangetast
Karakter	Rolde	1	100.0	0.0
Karakter	Rolde	2	97.3	2.7
Karakter	Rolde	3	97.3	2.7
Karakter	Rolde	4	98.7	1.3
Karnico	Rolde	1	95.9	4.1
Karnico	Rolde	2	97.3	2.7
Karnico	Rolde	3	97.3	2.7
Karnico	Rolde	4	96.0	4.0
Mercator	Rolde	1	97.3	2.7
Mercator	Rolde	2	96.2	3.8
Mercator	Rolde	3	94.7	5.3
Mercator	Rolde	4	92.1	7.9
Seresta	Rolde	1	86.7	13.3
Seresta	Rolde	2	97.3	2.7
Seresta	Rolde	3	86.5	13.5
Seresta	Rolde	4	94.5	5.5
Elles	Valthermond	1	86.4	13.6
Elles	Valthermond	2	88.3	11.7
Elles	Valthermond	3	95.7	4.3
Elles	Valthermond	4	94.8	5.2
Kantara	Valthermond	1	79.7	20.3
Kantara	Valthermond	2	86.7	13.3
Kantara	Valthermond	3	78.3	21.7
Kantara	Valthermond	4	87.0	13.0
Karakter	Valthermond	1	97.3	2.7
Karakter	Valthermond	2	94.0	6.0
Karakter	Valthermond	3	100.0	0.0
Karakter	Valthermond	4	100.0	0.0
Karida	Valthermond	1	98.7	1.3
Karida	Valthermond	2	100.0	0.0
Karida	Valthermond	3	98.7	1.3
Karida	Valthermond	4	100.0	0.0
Karnico	Valthermond	1	85.3	14.7
Karnico	Valthermond	2	84.7	15.3
Karnico	Valthermond	3	98.7	1.3
Karnico	Valthermond	4	76.8	23.2
Katinka	Valthermond	1	83.8	16.3
Katinka	Valthermond	2	91.6	8.4
Katinka	Valthermond	3	41.3	58.7
Katinka	Valthermond	4	47.1	52.9
Mercator	Valthermond	1	94.6	5.4
Mercator	Valthermond	2	84.4	15.6
Mercator	Valthermond	3	82.1	17.9
Mercator	Valthermond	4	92.0	8.0
Mercury	Valthermond	1	82.9	17.1
Mercury	Valthermond	2	78.4	21.6
Mercury	Valthermond	3	95.9	4.1
Mercury	Valthermond	4	96.3	3.8
Nomade	Valthermond	1	86.8	13.2
Nomade	Valthermond	2	97.3	2.7
Nomade	Valthermond	3	97.3	2.7
Nomade	Valthermond	4	83.8	16.2
Seresta	Valthermond	1	100.0	0.0
Seresta	Valthermond	2	100.0	0.0
Seresta	Valthermond	3	98.7	1.3
Seresta	Valthermond	4	98.7	1.3
Stabilo	Valthermond	1	92.6	7.4
Stabilo	Valthermond	2	93.5	6.5
Stabilo	Valthermond	3	72.2	27.8
Stabilo	Valthermond	4	90.5	9.5
Starga	Valthermond	1	88.8	11.3
Starga	Valthermond	2	93.8	6.2
Starga	Valthermond	3	94.6	5.4
Starga	Valthermond	4	98.6	1.4

Bijlage 2 Cijfers rassenproef Fusarium 2000

Ras	Herhaling	Stam	Herkomst	vrij	aangetast	totaal	% vrij	% aangetast
Festina	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Festina	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	46	4	50	92.0	8.0
Festina	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Festina	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Florijn	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Florijn	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Florijn	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	47	3	50	94.0	6.0
Florijn	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Kantara	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	44	8	52	84.6	15.4
Kantara	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	43	15	58	74.1	25.9
Kantara	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	45	5	50	90.0	10.0
Kantara	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	46	4	50	92.0	8.0
Karakter	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Karnico	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Katinka	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	45	5	50	90.0	10.0
Katinka	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	43	7	50	86.0	14.0
Katinka	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Katinka	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	42	10	52	80.8	19.2
Mercury	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	39	11	50	78.0	22.0
Mercury	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	41	9	50	82.0	18.0
Mercury	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	44	6	50	88.0	12.0
Mercury	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	42	8	50	84.0	16.0
Nomade	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	50	10	60	83.3	16.7
Nomade	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	39	11	50	78.0	22.0
Nomade	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	41	9	50	82.0	18.0
Nomade	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	36	15	51	70.6	29.4
Seresta	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	45	5	50	90.0	10.0
Seresta	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	43	7	50	86.0	14.0
Seresta	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	43	7	50	86.0	14.0
Seresta	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	45	6	51	88.2	11.8
Sophytra	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	44	5	49	89.8	10.2
Sophytra	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	56	4	60	93.3	6.7
Sophytra	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	39	11	50	78.0	22.0
Sophytra	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	44	5	49	89.8	10.2
Starga	1	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	39	11	50	78.0	22.0
Starga	2	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	40	10	50	80.0	20.0
Starga	3	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	40	10	50	80.0	20.0
Starga	4	<i>F. sulphureum</i>	Valthermond	41	9	50	82.0	18.0
Karakter	1	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	49	1	50	98.0	2.0
Karakter	2	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	49	1	50	98.0	2.0
Karakter	3	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	4	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	1	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	46	4	50	92.0	8.0
Karnico	2	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	48	2	50	96.0	4.0
Karnico	3	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	52	3	55	94.5	5.5
Karnico	4	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	49	1	50	98.0	2.0
Seresta	1	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Seresta	2	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	45	5	50	90.0	10.0
Seresta	3	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Seresta	4	<i>F. sulphureum</i>	Rolde	44	6	50	88.0	12.0

Ras	Herhaling	Stam	Herkomst	vrij	aangetast	totaal	% vrij	% aangetast
Festina	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Festina	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Festina	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	47	3	50	94.0	6.0
Festina	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Florijn	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	43	8	51	84.3	15.7
Florijn	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	43	11	54	79.6	20.4
Florijn	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	41	9	50	82.0	18.0
Florijn	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	39	12	51	76.5	23.5
Kantara	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	43	7	50	86.0	14.0
Kantara	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Kantara	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Kantara	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	45	5	50	90.0	10.0
Karakter	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Karakter	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Karnico	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Karnico	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	0	50	100.0	0.0
Katinka	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	46	4	50	92.0	8.0
Katinka	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	47	3	50	94.0	6.0
Katinka	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	44	6	50	88.0	12.0
Katinka	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	48	2	50	96.0	4.0
Mercury	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	41	10	51	80.4	19.6
Mercury	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	42	6	48	87.5	12.5
Mercury	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	40	12	52	76.9	23.1
Mercury	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	42	8	50	84.0	16.0
Nomade	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	43	7	50	86.0	14.0
Nomade	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	42	8	50	84.0	16.0
Nomade	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	38	12	50	76.0	24.0
Nomade	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	44	5	49	89.8	10.2
Seresta	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	50	5	55	90.9	9.1
Seresta	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	44	6	50	88.0	12.0
Seresta	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	40	10	50	80.0	20.0
Seresta	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	44	6	50	88.0	12.0
Sophytra	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	47	4	51	92.2	7.8
Sophytra	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Sophytra	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	49	1	50	98.0	2.0
Sophytra	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	46	3	49	93.9	6.1
Starga	1	<i>F. solani</i>	Valthermond	34	18	52	65.4	34.6
Starga	2	<i>F. solani</i>	Valthermond	39	9	48	81.3	18.8
Starga	3	<i>F. solani</i>	Valthermond	26	23	49	53.1	46.9
Starga	4	<i>F. solani</i>	Valthermond	35	17	52	67.3	32.7
Karakter	1	<i>F. solani</i>	Rolde	49	1	50	98.0	2.0
Karakter	2	<i>F. solani</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	3	<i>F. solani</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Karakter	4	<i>F. solani</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Karnico	1	<i>F. solani</i>	Rolde	46	4	50	92.0	8.0
Karnico	2	<i>F. solani</i>	Rolde	46	4	50	92.0	8.0
Karnico	3	<i>F. solani</i>	Rolde	50	1	51	98.0	2.0
Karnico	4	<i>F. solani</i>	Rolde	47	3	50	94.0	6.0
Seresta	1	<i>F. solani</i>	Rolde	50	0	50	100.0	0.0
Seresta	2	<i>F. solani</i>	Rolde	48	2	50	96.0	4.0
Seresta	3	<i>F. solani</i>	Rolde	49	1	50	98.0	2.0
Seresta	4	<i>F. solani</i>	Rolde	46	4	50	92.0	8.0