




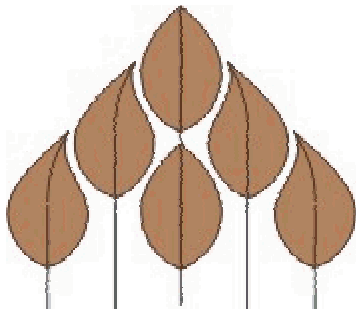
Ontwikkeling en evaluatie van een PCR-toets voor *Fusarium*-droogrot (1999-2002).

Ing. J.R. Kalkdijk, Ir. J.G. Lamers, L.J. Esselink, M. Huisman en Ir. W. van den Berg

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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.



**Onderzoek in 1999 gefinancierd door LNV en van 2000-2002 door Hoofd
Productschap Akkerbouw.**

Eindrapport

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

s : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 291111
Fax : 0320 230479
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
2	MATERIALEN EN METHODEN.....	7
2.1	Algemeen.....	7
2.2	Onderzoek PPO	7
2.2.1	Selectie bedrijven en verzameling grond en knolmonsters.....	7
2.2.2	Enquete	8
2.2.3	PCR-toets.....	8
2.2.4	Nielsen en Johnson toets.....	8
2.2.5	Opkomsttoets en bewaring.....	9
2.2.6	Statistische analyse	10
3	RESULTATEN	11
3.1	PCR toets.....	11
3.1.1	PCR-toets en enquete.....	11
3.1.2	PCR-toets en partijkeuring op droogrot.....	12
3.2	Nielsen & Johnson toets (N&J toets).....	15
3.3	Opkomsttoets.....	17
4	DISCUSSIE	19
5	SAMENVATTING.....	20
6	CONCLUSIES.....	21
	BIJLAGE1	25

1 Inleiding

Fytopathogene schimmels kunnen landbouwgewassen zoals aardappelen, bieten, bonen en granen aantasten tijdens de groei en opslag, zodat de opbrengst vermindert, zowel wat betreft de kwantiteit als de kwaliteit. Ook de export van zaaizaad en met name pootaardappelen ondervinden hierdoor problemen. Door gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en ontsmettingsmiddelen van zaaizaad en pootgoed proberen producenten de schade te beperken. Het gericht bestrijden van onder andere schimmels in de land- en tuinbouw vereist naast de ontwikkeling van minder milieuvriendelijke bestrijdingsmiddelen ook een doelmatiger inzet van deze middelen. Een belangrijk doel van een meer gerichte inzet van de middelen is om alleen dan te behandelen, wanneer de verantwoordelijke fytopathogene schimmels ook daadwerkelijk aanwezig zijn. Dit beantwoordt zowel aan het nagestreefde verminderen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen als aan de kans op het ontstaan en verspreiden van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen.

Pootaardappelen worden veelal uit voorzorg behandeld tegen bewaarziekten op het moment dat ze de bewaring in gaan. De bewaarziektebestrijding voorafgaand aan het bewaren is voor een belangrijk deel gericht op de bestrijding van zilverschurft (*Helminthosporium solani*). Evenwel bij droge bewaarcondities bij het inschuren hoeft geen bestrijding van zilverschurft te worden uitgevoerd. De bestrijding van bewaarziekten kan dan uitgesteld worden naar een eventuele bestrijding bij het sorteren. Het voordeel is dan dat minder pootgoed behandeld hoeft te worden (grote knollen naar consumptie) en dat de verdeling op de knol beter is omdat bij het inschuren de knollen vaak behangen zijn met grond.

Droogrot veroorzaakt door *Fusarium sulphureum* treedt vroeg in de bewaarperiode op en *Fusarium coeruleum* treedt doorgaans wat later op tot in het voorjaar. Ongeveer twee derde deel van het droogrot probleem wordt veroorzaakt door *F. sulphureum*. Het optreden van droogrot in de bewaring of problemen bij de opkomst van het pootgoed wordt bevorderd door verwonding bij het inschuren, het sorteren en andere bewerkingen, door het gebruik van gevoelige rassen, hogere temperaturen enz.

De bestrijding is echter gericht op het eventuele optreden van zilverschurft (*Helminthosporium solani*), rot door Phoma (*Phoma exigua*) en droogrot (*Fusarium sulphureum* en *F. coeruleum*). De bepaling van deze schimmels in het pootgoed en de omliggende grond is mogelijk met biotoetsen, die in het algemeen een aantal weken in beslag nemen. Betere en snellere detectiemethoden zouden de mogelijkheid bieden om kort voor de oogst vast te stellen of een besmetting met één of meer van deze schimmels aanwezig is. Het TNO heeft een PCR-toets (Polymirase Chain Reaction) ontwikkeld om *F. sulphureum* en *F. coeruleum* in de grond te detecteren. Met de PCR-toets is er voor de praktijk in principe een toets beschikbaar, waarmee de kans op een droogrotaantasting kan worden aangegeven. Het is echter nog onvoldoende bekend of de toets onder praktijkcondities voldoende betrouwbaar en reproduceerbaar is en of er een verlaging van de inzet van fungiciden en dus de kosten mee bereikt kan worden. In dit project staat het kunnen vaststellen van de noodzaak van een bestrijding van droogrot in pootaardappelen gebaseerd op een verder te ontwikkelen PCR-toets centraal.

2 Materialen en methoden

2.1 Algemeen

Voor het realiseren van de doelstelling valt het project uiteen in drie deelprojecten. Het eerste deel heeft vooral betrekking op activiteiten uitgevoerd door het PPO (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving) in samenwerking met de NAK-Agro (Nederlandse Algemene Keuringsdienst), waarbij getracht wordt een relatie te leggen tussen de PCR-bepaling van *F. sulphureum*, of *F. coeruleum* uit grondmonsters en het optreden van droogrot in 25 praktijksituaties (per jaar). De PCR-bepaling op het TNO (Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek) bestaat achtereenvolgens uit een kweekstap van 4 gram grond in een *Fusarium*-specifiek medium, DNA-extractie en zuivering, gevolgd door PCR-vermeerdering van *F. sulphureum*- en *F. coeruleum*-specifieke DNA-fragmenten. In deelproject 2 wordt een interne standaard ontwikkeld voor gebruik van de *F. sulphureum*- en *F. coeruleum*-specifieke detectie met PCR. In 1999 is gebruik gemaakt van de bestaande PCR-test (voorbereidingsfase). In 2000 en 2001 is gebruik gemaakt van de TNO-toets met de interne standaard. In 2002 worden nog de partijen pootgoed van 2001 gevolgd tot na opkomst waarna een definitief advies kan worden opgesteld. Deze rapportage omvat het onderzoek betreffende 1999 t/m 2002.

2.2 Onderzoek PPO

2.2.1 Selectie bedrijven en verzameling grond en knolmonsters

In 1999 zijn 25 bedrijven die geen bewaarziektebestrijding uitvoerden en een voor *Fusarium* gevoelig ras teelden door de NAK geselecteerd. 10-15 bedrijven gevestigd in de polders en 10-15 bedrijven gevestigd in de Noordelijke kleigebieden. Van ieder ras waren vier tot acht partijen aanwezig, die minimaal in twee productiegebieden geteeld werden. Van deze bedrijven werd in 1999 de grond door het TNO kwalitatief getoetst op de aanwezigheid van *Fusarium*. Door het PPO werd de *Fusarium*-besmetting bepaald. De aanwezigheid van *Fusarium* in de grond werd getest met de Nielsen en Johnson toets op een referentie ras (Bintje) en op het door de teler geteelde ras (toetsras). Het uiteindelijk optreden van droogrot in de oorspronkelijke partij werd nagegaan (gegevens NAK en teler). Na het teeltseizoen werd bij de pootgoedteler óf bij de ontvangende teler van het pootgoed nagevraagd of er opkomstproblemen met het pootgoed waren opgetreden. In het eerste jaar werd de grond na de oogst in het veld verzameld, tezamen met de grond voor het verplichte AM-onderzoek (NAK). Dit laatste kan de basis vormen voor het advies voor een behandeling tijdens het sorteren. De grond voor dit onderzoek werd verzameld uit de monsters voor AM-onderzoek. Voor AM werd van iedere 1/3 ha de zeefgrond kort na de oogst verzameld. De grondmonsters werden genomen van dezelfde partij als waarvan de knollen verzameld werden. Een goed representatief monster van 100 gr werd uit de AM-monsters genomen. Deze grond werd op het PPO in de koeling opgeslagen.

In 2000 werden 25 bedrijven geselecteerd welke een droogrothistorie hadden en meestal een fungicide-behandeling tijdens het inschuren uitvoerden. Na de oogst werd grond verzameld op het perceel (AM-grond) en later bij het sorteren (sorteergrond). Deze grond werd met de PCR-test en met de Nielsen en Johnson toets op het standaard ras (Desiré) getoetst. De verschillende *Fusarium*-soorten werden ook gekweekt. De sporen hiervan werden verzameld en schone grond werd hiermee met verschillende concentraties geïnfecteerd. Met deze besmette grond werden de knollen van de diverse rassen besmet. De uitslag hiervan geeft een maat voor de gevoeligheid van de rassen.

Voor een eventueel advies voor een knolbehandeling bij het inschuren dienen grondmonsters voor de oogst genomen te worden in het veld. Voor de PCR-bepaling gaan er vijf tot zeven dagen overheen. Dus moeten de grondmonsters minimaal één week voor de oogst genomen worden. In 2000 kan nagegaan worden of hiermee dezelfde resultaten kunnen worden verkregen als voor een advies voor een knolbehandeling bij het

sorteren. Hiertoe is op drie bedrijven op vijf momenten de grond bemonsterd en op elf bedrijven op twee momenten. Op de drie bedrijven is een PCR-toets uitgevoerd tussen loofvernietiging en oogst (A), op AM-grond (AM), op grond uit de partij na wondheling (C), op grond uit de partij vlak voor sorteren in november (D) en op grond uit de partij tijdens het sorteren (E). Van de 11 bedrijven is de PCR-toets uitgevoerd op AM-grond en grond uit de partij tijdens het sorteren.

In 2001 werden 25 bedrijven geselecteerd welke een droogrothistorie hadden en meestal een fungicide-behandeling tijdens het inschuren uitvoerden. Na de oogst werd grond verzameld op het perceel (AM-grond) en bij het sorteren (sorteergrond). Deze grond werd met de PCR-test en met de Nielsen en Johnson toets op het standaard ras (Desiré) getoetst. De verschillende *Fusarium*-soorten werden ook gekweekt. De sporen hiervan werden verzameld en schone grond werd hiermee met verschillende concentraties geïnfecteerd. Met deze besmette grond werden de knollen van de diverse rassen besmet. De uitslag hiervan geeft een maat voor eventuele verschillen in rasgevoeligheid.

2.2.2 Enquete

Bij de telers werden gegevens verzameld over de beschadiging tijdens het rooien of sorteren, type bewaring (mechanisch, kisten enz.) en over het optreden van droogrot in de oorspronkelijke partij tijdens de bewaring of bij het uitpoten (Bijlage 1 en 2). In het voorjaar werd van ieder partij nagegaan of deze geëxporteerd is of in het binnenland is afgezet. In het laatste geval kan nog worden nagegaan aan wie de partij is afgezet. Via deze teler werd bijgehouden of zich opkomstproblemen voordeden. Wanneer bij de opkomst van de aardappelen in het voorjaar bij de telers geen problemen waren opgetreden konden de opgeslagen aardappelen weg. Bij het verzamelen van de knollen beoordeelt de keurmeester de mate en de aard van knolbeschadiging. Verder werd aan de teler gevraagd hoe droogrothistorie van het bedrijf is. Tijdens de partijkeuring gedurende het sorteren werd de partij door de keurmeester van de NAK beoordeeld (geen, sporadisch (1 knol per 250 kg) of meer dan sporadisch). Indien meer dan sporadisch werd standaard door de NAK minimaal 250 kg bij 15 °C weggezet om na te gaan of zich nog meer rot zou gaan ontwikkelen.

2.2.3 PCR-toets

Voor de PCR bepaling van *Fusarium* in grondmonsters is door TNO de volgende methode gebruikt. Van alle grondmonsters werd een hoeveelheid van 4 gram grond gekweekt in 100 ml Czapek Dox broth, bij 21 °C en 150 rpm. Als positieve controle werd een reeks van ca 100, 1000 en 10000 sporen *F. coeruleum* en ca 100, 1000 en 10000 sporen *F. sulphureum* te kweken gezet in aanwezigheid van 4 gram (eerder negatief geteste) grond.

Na homogeniseren werd een monster genomen voor DNA isolatie en zuivering zoals beschreven in TNO rapport V97.826. PCR werd uitgevoerd volgens een multiplex-detectie-methode op de monsters met de geoptimaliseerde methode waarbij de interne standaard aanwezig was om reactie te controleren.

2.2.4 Nielsen en Johnson toets

In 1999 en 2000 zijn de grondmonsters van de geselecteerde percelen getoetst op aanwezigheid van droogrot veroorzakende *Fusarium*. Dit is gebeurd met de Nielsen en Johnson toets op het PPO. In 1999 zijn de grondmonsters in duplo gelijktijdig genomen met de standaard AM-bemonstering (na de oogst van het perceel). In 2000 zijn van alle 25 in dat jaar geselecteerde percelen grond- en aardappelmonsters genomen op twee tijdstippen: gelijktijdig met de AM-bemonstering en bij het sorteren van de partij (globaal tussen december en maart).

Ook is er van iedere partij een aardappelmonster van 100 knollen (maat 40-50 mm) genomen aansluitend aan de bruinrotbemonstering. Alle monsters zijn verzameld door de NAK-agro en daarna centraal op het PPO-agv te Lelystad bewaard (6 °C).

Voor de Nielsen en Johnson toets werden knollen, na 2 minuten te zijn ontsmet in oplossing, doorgesneden. Het hiervoor gebruikte mes werd regelmatig in alcohol ontsmet. Per plot werden 25 knolhelften gelijkmatig bestrooid met 0,1 gram toetsgrond per knolhelft en weggelegd op een vochtig tissue in een kunststof bak (afm. 30 x 20 cm). Na het bestrooien werden de knolhelften met een nevelspuitje bevochtigd en werd om de bak een plastic zak gedaan. De bakken zijn bewaard bij 18 °C en een RV van ca. 95 %. Na 2 weken is van iedere knolhelft een plakje van 0,5 mm gesneden en is het snijvlak beoordeeld op mate van aantasting. Hiertoe zijn de knollen in de klassen 0 t/m 5 ingedeeld: 0 = geen

vlekjes, 1 t/m 5 zie figuur 1. Uit deze indeling is een droogrot index berekend. Ook is er een indeling gemaakt naar percentage aangetast oppervlak. Van elke bak waarin aantasting werd gevonden zijn vijf, voor de bak kenmerkende, stukjes knolweefsel (scheiding gezond-ziek) uitgelegd op een voor *Fusarium* selectief medium (MA+, volgens NAK-agro protocol). Na enkele dagen worden de eventuele veroorzakers van de plekjes geïsoleerd door ze over te enten op PDA + oxytetracycline schalen. Aan de hand van deze reïnculturen wordt de veroorzaker vastgesteld.

In 1999 is de N&J toets in duplo uitgevoerd op knollen van een vatbaar ras (Bintje, van PPO-agv Lelystad) en op knollen afkomstig uit dezelfde partij als de te toetsen grond (diverse rassen).

In 2000 is voor de N&J toets van de AM monsters Bintje gebruikt en voor het toetsen van de sorteergroendmonsters Desiré. In 2001 is AM-grond en sorteergroend getoetst op Desiré.

Figuur 1. N&J klasse-indeling



2.2.5 Opkomsttoets en bewaring

Van telers waar een aantasting verwacht mocht worden werd grond van het betreffende perceel op wel en niet beschadigde knollen gestrooid (opkomsttoets). Hiervoor is van de geselecteerde telers 2 x 25 knollen genomen. 25 knollen zijn met een spijkerhamertje beschadigd en bestrooid met grond waarop de knol is gegroeid. De overige 25 knollen zijn niet beschadigd en ook bestrooid met dezelfde grond. Vervolgens zijn de knollen in papieren zakken gedaan, bevochtigd en 14 dagen bij 18 °C en hoge relatieve luchtvochtigheid bewaard. Na 14 dagen zijn de knollen gepoot in veilingkratten. De opkomst/ gewasstand is beoordeeld. Tenslotte zijn de knollen beoordeeld op *Fusarium*-rot (opkomsttoets) en is het aantal stengels van gezonde knollen en het aantal stengels van zieke knollen geteld. De overgebleven knollen (15-30 stuks) waren steeds opgeslagen bij 5 °C om te zien of zich hier (droog)rot in ontwikkelde. De partij werd laat in het voorjaar beoordeeld (rot na centrale bewaring). Het droogrot dat zich ontwikkelde bij de opkomsttoets en bij de centrale bewaring kon niet altijd aan droogrot worden toegeschreven. Allerlei soorten rot traden op.

2.2.6 Statistische analyse

De correlaties tussen factoren en variabelen zijn bewerkt in GENSTAT 5 Release 4.1. De getallen in de tabellen 1, 7 en 10 geven de betrouwbaarheid van de correlatie aan. De lichtgrijs gemarkeerde getallen geven een correlatie weer met een betrouwbaarheid van >90%. Deze leiden tot een betrouwbare uitspraak over de betreffende correlatie. De donkergrijs gemarkeerde getallen geven een correlatie weer met een betrouwbaarheid van 75-90%. Deze leiden tot een uitspraak over een trend.

3 Resultaten

De uitslagen die verkregen werden op basis van moleculaire technieken (PCR-toets) werden vergeleken met diverse vaststellingen en bepalingen op de bedrijven (NAK-A) en met bepalingen van droogrot op het PPO-laboratorium.

3.1 PCR toets

3.1.1 PCR-toets en enquête

De resultaten van de PCR-toets zijn te zien in bijlage 1. Tabel 1 toont welke factoren (enquête) gerelateerd zijn aan de uitslag van de PCR-toets. In 1999 en 2000 is geen *F. coeruleum* geconstateerd terwijl er in 2001 wel *F. coeruleum* is geconstateerd.

Tabel 1. De F-waarde van de correlatie tussen factoren die met de teelt(wijze) samenhangen en met waarnemingen van de besmetting met droogrot in 1999 t/m 2002.

	PCR-AM grond	PCR-sorteergrond	droogrot bij sorteren	(droog)rot na bewaring ¹
droogrothistorie	0.88	0.74	0.11	0.49
grondsoort	0.68	0.26	0.81	0.13
soort bewaring	0.87	0.51	0.76	0.90
ras	0.78	0.34	0.27	0.80
ontvelling	0.75	0.47	0.82	0.87
rooibeschatiging	0.69	0.52	0.73	0.77
andere beschadiging	0.90	0.53	0.48	0.67
droogrot bij sorteren	< 0.01	0.55	-	<0.01
(droog)rot na bewaring 1	0.13	0.79	<0.01	-

1. van dit soort rot was niet duidelijk of het om rot ontstaan door *Fusarium* ging.

Tabel 1 toont aan dat er een correlatie bestaat tussen de PCR-AM toets en zowel het percentage droogrot bij het sorteren (vastgesteld door de keurmeester van de NAK) als het percentage (droog)rot na de bewaring bij PPO. In één geval is in een partij Santana 5-25 % aangetaste knolen tijdens het sorteren gevonden. Van dezelfde partij vertoonde de PCR-toets van AM-grond tevens een hoge score (3) en het percentage rot na bewaring was in deze partij eveneens hoog. De grondsoort heeft enige invloed op de (droog)rot na bewaring. Aardappelen geteeld op zeelei uit de Zuiderzeepolders resulteerden in meer rot na bewaring dan aardappelen geteeld op zeeleigronden in andere delen van Nederland. Er is een trend dat er een relatie is tussen de droogrothistorie en droogrot bij het sorteren. Daar waar al eerder droogrotproblemen zijn geweest, wordt minder droogrot gevonden. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat op die bedrijven een fungicidenbehandeling is uitgevoerd, of als gevolg van rassenkeuze en/of gunstige rooi- en bewaaromstandigheden (geen beschadiging).

Om een indruk te krijgen in hoeverre de PCR-toets op AM-grond een goede maat is voor een fungicidebehandelingsadvies is de PCR-toets vergeleken met het percentage droogrot vastgesteld bij het sorteren (Tabel 2). De resultaten van 1999 t/m 2001 zijn in deze tabel verwerkt. De PCR-toets heeft in 1999 en 2000 alleen *F. sulphureum*-besmettingen geconstateerd en in 2001 ook *F. coeruleum*-besmettingen.

3.1.2 PCR-toets en partijkeuring op droogrot

Tabel 2. PCR-toets op AM-grond in relatie tot het percentage droogrotknollen op de bedrijven.

percentage droogrot	geen	tot 1 ‰ ¹	1-10 ‰	10-50 ‰	totaal
PCR-AM					
0	41	9	0	0	50
1	8	1	1	0	10
2	1	3	0	0	4
3	2	0	0	1	3
totaal	52	13	1	1	67

1. 1‰ van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

De verwachting dat bij een toename in het percentage droogrot op de bedrijven ook de *Fusarium* via de PCR-toets in AM-grond kan worden aangetoond komt redelijk uit.

Op 41 van de 67 (61%) getoetste bedrijven werd in het AM-grondmonster geen *Fusarium* aangetoond en werden tijdens het sorteren geen aangetaste knollen geconstateerd. Naast deze bedrijven zijn er nog zes bedrijven (9%) die aan de verwachting voldoen doordat en *Fusarium* werd aangetoond en droogrot optrad. Op negen bedrijven (13%) werd geen *Fusarium* in de AM-grond aangetoond maar werden toch tot 1‰ *Fusarium*-knollen tijdens het sorteren geconstateerd (vals negatief). Op acht bedrijven (12%) werd een lichte besmetting in de AM-grond geconstateerd terwijl er geen besmette knollen in de partij optraden (vals positief). Op twee bedrijven (3%) werd een zware besmetting in de AM-grond gemeten en werd bij één bedrijf aantasting in de partij geconstateerd. Op drie bedrijven is *F. coeruleum* aangetoond terwijl alle overige PCR-AM-uitslagen uit *F. sulphureum* voort kwamen. In één geval is in een monster uit sorteerground zowel *F. coeruleum* als *F. sulphureum* aangetoond.

In tabel 3 is de PCR-toets op sorteerground (2000 en 2001) vergeleken met het percentage droogrot tijdens het sorteren. Niet bij alle telers is een grondmonster genomen tijdens het sorteren.

Tabel 3. PCR-toets op de sorteerground in relatie tot het aantal droogrotknollen.

percentage droogrot	geen	tot 1 ‰ ¹	1-10 ‰	totaal
PCR-SORTEERGROND				
0	15	3	0	18
1	3	0	0	3
2	1	2	0	3
3	10	1	1	12
4	3	0	0	3
totaal	32	6	1	39

1. 1‰ van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

De verwachting dat bij een toename in het percentage droogrot ook de *Fusarium* aangetoond door de PCR-toets in sorteerground toeneemt komt in mindere mate naar voren. Op 15 van de 39 bedrijven (38%) werd zowel in de sorteerground als in de partij geen *Fusarium* aangetoond. Op drie bedrijven (8%) werd geen sorteergroundbesmetting aangetoond terwijl er tot 1‰ *Fusarium*-knollen in de partij werden geconstateerd (vals negatief). Op 15 bedrijven werd een besmetting in de sorteerground aangetoond terwijl maar op drie bedrijven aangetaste knollen in de partij werden geconstateerd. Op 14 bedrijven (36%) werd er een duidelijke besmetting (PCR=2, 3 of 4) in de sorteerground aangetoond terwijl er geen aangetaste knollen in de partij werden geconstateerd (vals positief).

Tabel 4 toont de correlatie tussen de PCR-toets op AM-grond en het percentage (droog)rot na centrale bewaring.

Tabel 4. PCR-toets op AM-grond in relatie tot het percentage (droog)rot na centrale bewaring.

(droog)rot na bewaring	< 20	20-40	40-70	70-100	totaal
PCR-AM					
0	41	4	1	0	46
1	3	1	1	0	5
2	4	0	0	0	4
3	2	0	1	0	3
totaal	50	5	3	0	58

1. 1‰ van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

De gevonden rotte knollen waren geen typische droogrotknollen. De rotte knollen tijdens bewaring zijn inbegrepen. De verwachting dat bij een toename in het percentage droogrot na opkomst ook de *Fusarium* in de PCR toets eerder wordt aangetoond komt redelijk tot uiting. 41 van de 58 (71%) bedrijven met de uitslag PCR-AM = 0 vertoonden het laagst aantal (droog)rotte knollen na bewaring, uitpoten en opkomst. Negen bedrijven (16%) met PCR = 1, 2 of 3 vertoonden minder dan 20% (droog)rotte knollen na de bewaring. Één bedrijf met PCR = 3 vertoonde tussen 40 en 70% (droog)rotte knollen na de bewaring.

In tabel 5 wordt de relatie getoond tussen de rassen en het percentage droogrot.

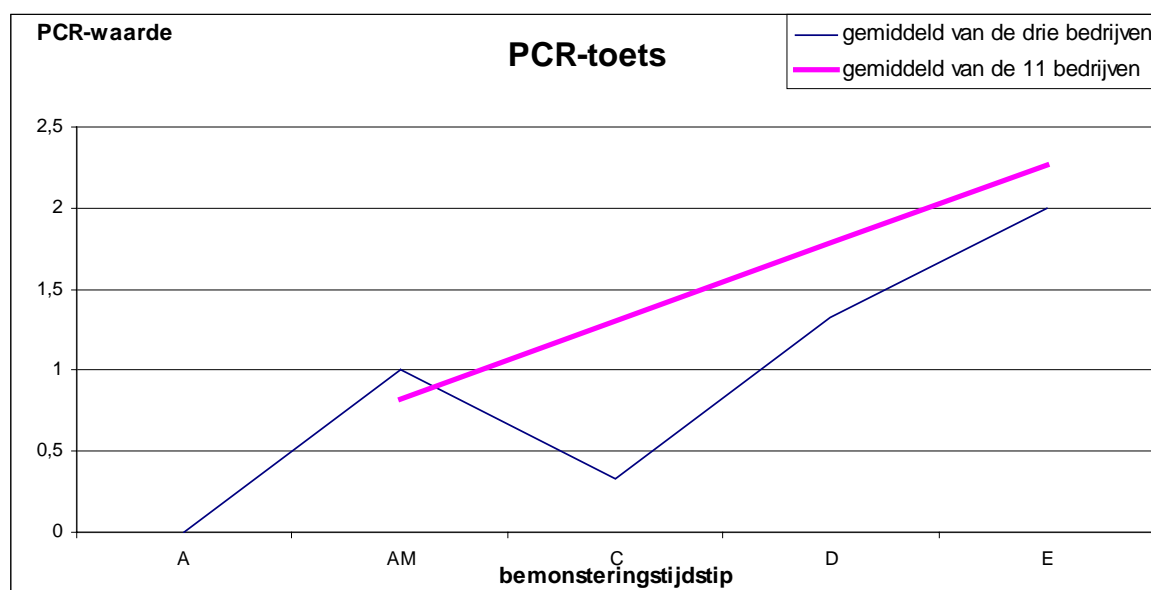
Tabel 5. Het aantal bedrijven met daarin het percentage droogrot en de PCR-AM-toets in relatie tot de rassen.

percentage droogrot Ras	geen	tot 1 ‰ ¹	1-10 ‰	10-50 ‰	totaal	PCR-AM				totaal
						0	1	2	3	
Agria	14	7	0	0	21	12	3	2	1	18
Bintje	12	1	0	0	13	8	1	1	0	10
Felsina	9	1	0	0	10	8	1	1	0	10
Kondor	3	0	0	0	3	3	0	0	0	3
Maritiema	3	0	0	0	3	2	0	0	1	3
Mondial	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Santana	4	2	0	1	7	4	2	0	1	7
Seresta	1	2	0	0	3	2	1	0	0	3
Spunta	10	1	1	0	12	9	2	0	0	11
Starga	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
totaal	57	15	1	1	74	50	10	4	3	67

1. 1‰ van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat in de rassen Mondial, Kondor en Maritiema die in weinig situaties zijn getest geen droogrot tijdens het sorteren is geconstateerd. In het ras Felsina werd in één partij tot 1 ‰ droogrot geconstateerd. Op ditzelfde bedrijf gaf de PCR-AM een waarde van 2 aan. De partijen Bintje vertoonden geen of weinig droogrot in de partij. De PCR-AM bepaling op de grondmonsters bevestigden dit. Agria, Santana, Seresta en Spunta vertoonden relatief meer knollen met droogrot. De PCR-AM-toets gaf dit min of meer ook aan. Van de drie bedrijven met een PCR-AM = 3 werd alleen op het bedrijf met het ras Santana ook veel droogrot in de partij gevonden. Dit geeft aan dat er ook rasverschillen zijn in de gevoeligheid voor *Fusarium*.

Bij 14 telers is op meerdere momenten een grondmonster genomen voor een PCR-bepaling. Op elf bedrijven op twee momenten en op drie bedrijven op vier momenten. In grafiek 1 is het gemiddelde verloop van de PCR-waarde te zien. Het al dan niet toepassen van een fungicidebehandeling tijdens het inschuren had geen invloed op het verloop.



Figuur 1. Het verloop van de PCR-waarden in de bewaartijd (2000).

Uit de grafiek blijkt dat de PCR-waarde tijdens de bewaring op drie bedrijven in eerste instantie op een laag niveau en vervolgens toeneemt. De PCR-waarde is op het moment van AM bemonsteren lager dan op het moment van sorteren (tjdstip E).

In tabel 6 is weergegeven in hoeverre de fungicidebehandeling tijdens het inschuren invloed had op de geconstateerde hoeveelheid droogrot tijdens het sorteren.

Tabel 6. Het gebruiken van een fungicide tijdens het inschuren in relatie tot het percentage droogrot.

percentage droogrot	geen	tot 1 % ¹	1-10 %	10-50 %	totaal
fungicidebehandeling					
ja	24	7	1	0	32
nee	32 (7)	7	0	1	40 (15)
totaal	56 (31)	14	1	1	72 (47)

1. 1% van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

In de meeste gevallen is thiabendazool, imazalil of een combinatie van deze fungiciden gebruikt. Er komt geen duidelijk effect naar voren. Dit komt doordat het eerste jaar bedrijven zijn gezocht die geen fungiciden gebruikten. Dit geeft aan dat het probleem op die bedrijven niet groot is. Slechts één teler met een hoog percentage droogrot had het pootgoed niet met fungiciden behandeld. Laten we het eerste jaar buiten beschouwing (het tweede en derde jaar zijn bedrijven gezocht die in meer of mindere mate problemen hadden met *Fusarium*) dan gelden de tussen haakjes genoemde cijfers. Dan zien we dat een fungicidebehandeling belangrijker is. Bijna de helft van de niet behandelde partijen geeft toch enige mate van aantasting terwijl dit bij de behandelde partijen behoorlijk minder is.

Tabel 7. Het gebruiken van een fungicide bij het inschuren in relatie tot de PCR-toets op sorteergond.

PCR- sorteergond	0	1	2	3	4	totaal
fungicidenbehandeling						
Ja	13	1	2	8	1	25
nee	5	2	1	3	2	13
totaal	18	3	3	11	3	38

1. 1% van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

Het al dan niet behandelen met een fungicide tijdens het inschuren had geen invloed op de uitslag van de PCR-toets (geen remming PCR-reactie; *Fusarium* blijft aantoonbaar aanwezig in de aanhangende grond) bij sorteren.

3.2 Nielsen & Johnson toets (N&J toets).

De resultaten van de N&J-toets staan in bijlage 1. De N&J-toets is in 1999 uitgevoerd op het geteelde ras en op een referentieras (cv. Bintje). In 2000 is de toets alleen uitgevoerd op een referentieras (cv. Desiré; weinig gevoelig voor *F. culmorum*). In 2001 is de toets uitgevoerd met AM-grond en sorteergroend op een referentieras (cv: Desiré) In tabel 8 is een vergelijking gemaakt tussen de N&J-toets en het percentage droogrot om te beoordelen in hoeverre de N&J-toets op een referentieras een maat is voor een voorspelling of al dan niet een fungicide gebruikt moet worden.

Tabel 8. De F-waarde van de correlatie tussen factoren die met de teelt(wijze) samenhangen en met waarnemingen van de besmetting met droogrot in 1999 t/m 2001.

	N&J-toetsras AM-grond 1999 ²	N&J-referentieras AM-grond 1999 t/m 2001	sorteergroend 2001	droogrot bij sorteren	(droog)rot na bewaring ¹
Droogrothistorie	0.18	0.29	0.38	0.11	0.49
Grondsoort	0.45	0.12	0.08	0.81	0.13
Soort bewaring	0.96	0.25	0.87	0.76	0.90
Ras	0.12	0.30	0.72	0.27	0.80
Ontvelling	0.49	0.82	0.74	0.82	0.87
Rooibeschatiging	0.83	0.32	0.33	0.73	0.77
Andere beschatiging	0.46	0.39	-	0.48	0.67
Droogrot bij sorteren	0.86	0.59	0.29	-	<0.01
(droog)rot na bewaring ¹	0.61	0.77	0.80	<0.01	-

1. van dit soort rot was niet duidelijk of het om rot ontstaan door *Fusarium* ging.

2. De N&J-toets alleen in 1999 met het geteelde ras zelf uitgevoerd

In de N&J-toets met het toetsras zijn geen betrouwbare correlaties geconstateerd. Wel is er een trend dat het ras invloed heeft op de N&J-toetsuitslag en dat er een correlatie bestaat tussen de droogrothistorie en de N&J-toets op het toetsras. Het ras Santana vertoonde meer aantasting in deze toets dan het ras Kondor. Het ras Santana kwam er in één geval heel slecht uit en kan daardoor de overige partijen slecht beïnvloeden. Bekend is dat het ras Santana gevoeliger is voor ziekten waardoor extra aandacht geboden is. Net als bij de PCR-toets zien we dat de N&J-toets meer aantasting laat zien als het bedrijf geen droogrothistorie heeft. Er is een correlatie tussen de grondsoort en de N&J-toets op het referentieras. De N&J-toets gedaan met sorteergroend op het referentieras vertoonde met grond van aardappelen geteeld op zandgrond meer aantasting dan de toets gedaan met grond van aardappelen geteeld op kleigrond buiten de Zuiderzeepolders.

Tabel 9 laat een correlatie zien tussen de N&J-toets op het referentieras en het percentage droogrot tijdens het sorteren. Van 1999 t/m 2001 is dit gedaan met AM-grond maar in 2001 ook met sorteergroend.

Tabel 9. N & J-toets op het referentieras in relatie tot het percentage droogrot op de bedrijven .

percentage droogrot	geen	tot 1 % ¹	1-10 %	10-50 %	totaal
N&J-toets referentieras AM-grond ² (1999-2001)					
< 3	18	4	0	1	23
3-6	25	7	0	0	32
6-9	8	4	1	0	13
9-12	6	0	0	0	6
totaal	57	15	1	1	74
N&J-toets referentieras sorteergroend ² (2001)					
< 3	9	4	0	0	13
3-6	2	0	0	0	2
6-9	1	1	0	0	2
9-12	6	1	0	0	7
totaal	18	6	0	0	24

1. 1% van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

2. dit is een indexcijfer op basis van het percentage oppervlakte van de knolschijf wat door *Fusarium* is aangetast.

De verwachting dat bij een toename in het percentage droogrot bij de teler ook de *Fusarium*-besmetting in de N&J-toets toeneemt komt weinig tot uiting. Voor zes bedrijven met de hoogste uitslag in de M&J-toets met AM-grond was geen droogrot opgetreden. Hiermee lijkt de N&J-toets (gestandaardiseerd door PPO) een minder goede relatie met het optreden van droogrot te vertonen dan de PCR-toets. Met name een zwaar besmette partij met *F. sulphureum* werd in de N&J-toets niet herkend.

In tabel 10 wordt de correlatie aangetoond tussen de rassen en het percentage droogrot en de N&J-toets.

Tabel 10. Het percentage droogrot en de N&J-toets op het referentieras in relatie tot de rassen.

percentage droogrot						N&J-toets op AM-grond					N&J-toets sorteerground				
	geen	tot 1 % ¹	1-10 %	10-50 %	totaal	< 3	3-6	6-9	9-12	totaal	< 3	3-6	6-9	9-12	totaal
RAS															
Agria	14	7	0	0	21	5	11	3	2	21	4	1	0	4	9
Bintje	12	1	0	0	13	2	5	4	2	13	2	0	0	2	4
Felsina	9	1	0	0	10	4	3	1	2	10	4	0	0	0	4
Kondor	3	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Maritiema	3	0	0	0	3	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0
Mondial	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
Santana	4	2	0	1	7	2	4	1	0	7	0	0	0	1	1
Seresta	1	2	0	0	3	0	2	1	0	3	0	0	0	0	0
Spunta	10	1	1	0	12	5	4	3	0	12	3	0	1	0	4
Starga	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
totaal	57	15	1	1	74	23	32	13	6	74	13	2	2	7	24

1. 1% van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

Uit tabel 10 blijkt dat de rassen Kondor en Maritiema minder *Fusarium* in de N&J-toets op AM-grond en sorteerground vertonen dan de overige rassen. Dit komt overeen met het optreden van droogrot in de partijen bij de telers. Ook blijkt dat de N&J-toets op sorteerground voor besmette partijen tot hogere uitslagen te leiden waren. Dit komt overeen met de waarnemingen voor de PCR-toets.

3.3 Opkomsttoets

De resultaten van de opkomsttoets zijn te zien in bijlage 1. In 1999 zijn alleen die partijen onderworpen aan een opkomsttoets, waar de PCR uitslag positief was, waar *Fusarium* werd geïsoleerd uit knolbesmettingen van de N&J-toets of waar de N&J-toetsuitslagen hoger waren. In 2001 zijn alle knollen beschadigd om droogrot te bevorderen. Tabel 11 toont welke factoren invloed kunnen hebben op het weggroten van de moederknol in de opkomsttoets.

Tabel 11. De F-waarde van de correlatie tussen factoren die met de teelt(wijze) samenhangen en met waarnemingen van de besmetting met droogrot na opkomst in 1999 t/m 2001.

	opkomsttoets		droogrot bij sorteren	(droog)rot na bewaring ¹
	Niet beschadigd 1999-2000	Wel beschadigd 1999-2000		
Droogrothistorie	0.83	0.67	0.11	0.49
Grondsoort	<0.01	0.03	0.81	0.13
Soort bewaring	0.60	0.82	0.76	0.90
Ras	0.01	0.07	0.27	0.80
Ontvelling	0.79	0.78	0.82	0.87
Rooibeschadiging	0.72	0.35	0.73	0.77
Andere beschadiging	0.24	0.14	0.48	0.67
Droogrot bij sorteren	0.85	0.91	-	<0.01
(droog)rot na bewaring ¹	0.36	0.71	<0.01	-

1. van dit soort rot was niet duidelijk of het om rot ontstaan door *Fusarium* ging.

Grondsoort en ras hebben een relatie met droogrot in de opkomsttoets. Zandgronden vertoonden zowel op beschadigde als op niet-beschadigde knollen meer aantasting dan de overige grondsoorten. In relatie tot het ras vertoonden de rassen Maritiema, Starga en Seresta veel aantasting in de opkomsttoets. Deze rassen kwamen weinig voor in de toets dus een eventuele uitschieter weegt zwaarder op het gemiddelde dan wanneer er meerdere partijen zijn met dit ras. In mindere mate lijkt andere beschadiging (zoals groeischeuren, drukplekken en schurft) *Fusarium*-rot te stimuleren in de opkomsttoets. Er is geen verband tussen de opkomsttoets en droogrot bij het sorteren. Dit kan komen doordat de droogrotknollen tijdens de (relatief warme) bewaring al waren verrot (hoger correlatie)

In tabel 12 is de hoeveelheid droogrot en de opkomst in relatie tot de rassen weergegeven.

Tabel 12. Het aantal bedrijven met daarin het percentage droogrot en de opkomsttoets in relatie tot de rassen.

Percentage droogrot						opkomsttoets niet beschadigd					opkomsttoets wel beschadigd				
	geen	tot 1 % ¹	1-10 %	10-50 %	totaal	< 25	25-50	50-75	75-100	totaal	< 25	25-50	50-75	75-100	totaal
RAS															
Agria	14	7	0	0	21	6	1	2	1	10	8	4	3	1	16
Bintje	12	1	0	0	13	4	2	0	0	6	5	4	0	1	10
Felsina	9	1	0	0	10	0	1	2	0	3	1	1	2	0	4
Kondor	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maritiema	3	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Mondial	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santana	4	2	0	1	7	5	0	1	0	6	4	2	1	0	7
Seresta	1	2	0	0	3	0	0	1	2	3	0	1	0	2	3
Spunta	10	1	1	0	12	4	2	0	0	6	6	1	0	0	7
Starga	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
totaal	57	15	1	1	74	20	6	6	3	35	24	13	8	4	49

1. 1% van 250 kg aardappelen komt overeen met 5 knollen.

Het ras Kondor is niet onderzocht in deze toets. De rassen Agria, Felsina en Seresta vertoonden in de

opkomsttoets meer (droog)rot dan op grond van de uitval zoals dat bij het sorteren werd geconstateerd.

Na aflevering van het pootgoed zijn de partijen gevolgd. Slechts in één geval zijn opkomstproblemen in het nieuwe groeiseizoen ontstaan, maar alleen in de knollen die de teler zelf heeft gepoot. Het overige is naar Hongarije gegaan en daar zijn geen klachten van binnen gekomen. De PCR-toets op sorteergroed gaf aan dat in de grond *Fusarium sulphureum* (klasse 2) aanwezig was. De partij was bij het inschuren behandeld en er kwam bij het sorteren alleen sporadisch droogrot voor. De aangepaste Nielsen en Johnson toets gaf geen besmetting van de grond te zien.

4 Discussie

Wanneer met de PCR-toets de *Fusarium*-besmetting van de grond wordt vastgesteld is de vraag wat de beste methode is om de uitslag van de bepaling aan te relateren. In eerste instantie lijkt de droogrotbesmetting in de partij bij de teler de beste maatstaf. Evenwel het al dan niet optreden van droogrot (bij aanwezigheid van *Fusarium*) is onder andere afhankelijk van de vatbaarheid van het ras, de rooi- en bewaaromstandigheden, het al dan niet toepassen van een fungicidebehandeling en dergelijke. Daarom lijkt het beter te kiezen voor een centrale opslag van verzamelde knollen. Het optreden van droogrot is dan te beoordelen na centrale bewaring en ook na opkomst in een bakkenproef. Daarnaast werd de Nielsen & Johnson toets gebruikt om na te gaan of de grond besmet was door grond op de knolhelften te verdelen en na twee weken te beoordelen op droogrot. De uitslag bleek afhankelijk van de aanwezigheid van *F. culmorum* en van het gebruikte ras. Daarom werd later voor het toetsen van de grond met één standaard ras (cv. Desiré) gewerkt, die weinig gevoelig is voor *F. culmorum*, maar wel gevoelig is voor *F. sulphureum* en *F. coeruleum* (Tivoli e.a., 1983). Deze aanpassing werkte goed.

In alle toetsen was de aantasting in het eerste jaar het laagst. Het eerste jaar zijn bedrijven gekozen die geen fungicidenbehandeling uitvoerden. Dit houdt in dat de bedrijven doorgaans weinig problemen hebben met droogrot. Dit bleek dus ook uit de toetsen.

In 70% van de PCR-bepalingen in AM-grond kwam de uitslag van de bepaling overeen met het al dan niet optreden van droogrot in de bewaring bij de telers. De overige PCR-uitslagen kwamen niet overeen. Er waren vals positieve en vals negatieve uitslagen. Vals negatieve en positieve uitslagen kunnen makkelijk ontstaan wanneer de bemonstering van eenderde hectare voor AM-bepaling niet representatief is voor het perceel. Daarnaast is het ook mogelijk dat het optreden van sporadisch rot in de partij abusievelijk aan *Fusarium* wordt toegeschreven. Op twee bedrijven met echte droogrotproblemen werd de aantasting goed voorspeld met de PCR-toets op AM-grond.

Een beter verband werd aangetoond tussen de PCR-toets op sorteerground en het optreden van droogrot omdat de PCR-toets op sorteerground meer onderscheidend was dan op AM-grond (hogere uitslagen). Er lijken nu evenwel iets meer vals positieve uitslagen op te treden. De vals positieve uitslagen kunnen worden toegeschreven aan goede oogst- en bewaaromstandigheden en raseffecten die het optreden van droogrotsymptomen onderdrukken ondanks dat *Fusarium* aanwezig is. Bovendien heeft tabel 3 slechts betrekking op één jaar met relatief veel droogrotsymptomen. Bij vergelijking van het optreden van droogrot op de bedrijven met de uitslagen van de PCR-toets en de N&J-toets komt de PCR-toets beter naar voren. De N&J-toets heeft geen betrouwbare correlatie met één of andere waarneming van droogrot.

Tot nu leek de N&J-toets de beste toets te zijn om het optreden van droogrot te voorspellen. Afgezien van de PCR-toets lijkt de bewaartoets een betrouwbaardere relatie te geven met het optreden van droogrot. Dit verband zou verder uitgezocht moeten worden en er zou moeten worden nagegaan of de bewaartoets eerder en sneller kan worden uitgevoerd.

De PCR-toets met AM-grond levert goede resultaten op om de besmetting van grond met *Fusarium* vast te stellen. Dit tijdstip van grond verzamelen en de analysetijd van een week maken het niet mogelijk om een advies te geven voor bewaarziektebestrijding bij inschuren maar wel bij sorteren. Voor een advies bij inschuren zou de grond bij het doodspuiten van het gewas verzameld moeten worden. Dan lijkt de besmetting nog zo laag te zijn, dat deze moeilijk aangetoond kan worden. Voor een advies bij het sorteren zou de grond ook later in november in de bewaring verzameld kunnen worden. De kans op een positieve uitslag wordt dan groter, waardoor ook de kans op vals positieve uitslagen. Daar staat tegenover dat de kans op vals negatieve uitslagen veel kleiner is. In sommige jaren is de besmetting zo laag, dat er aanzienlijk op de kosten voor bewaarziektebestrijding kan worden bespaard. Uitstel van een eventuele bewaarziektebestrijding naar het sorteren heeft veel voordelen. De knollen zijn veel minder behangen met grond en de snelheid van de knollen over de sorteerlijn is lager dan de snelheid van de knollen over de inschuurlijn, wat de bestrijding effectiever maakt. Ook kunnen grote knollen, die worden uitgesorteerd, worden afgezet in het consumptiekanaal en hoeven dus niet te worden behandeld. En een eventuele besmetting met *Fusarium* kan beter worden vastgesteld (PCR-toets, eventuele bewaartoets en het optreden van droogrotknollen in de partij). In sommige gevallen zal een bewaarziektebestrijding bij het inschuren toch

noodzakelijk zijn. Dit kan zijn indien het bedrijf reeds een lange historie van droogrot kent, veel beschadiging van de knol is opgetreden, een gevoelig ras is geteeld, op een ziekteontvankelijke grondsoort is geteeld, indien andere bewaarziekten als zilverschurft en Phoma bestreden moeten worden én indien de bewaarcondities niet optimaal zijn. De teler en de contracterende handelsorganisatie zouden baat kunnen hebben bij een beslissingsondersteunend model voor bewaarziektebestrijding.

5 Samenvatting

Het TNO heeft een PCR-toets ontwikkeld om *Fusarium sulphureum* en *Fusarium coeruleum*-besmettingen in grond aan te tonen. In 1999, 2000 en 2001 is deze toets gebruikt om na te gaan of hiermee droogrotbesmettingen voorspeld kunnen worden. Op grond van positieve resultaten kunnen dan adviezen van behandeling met fungiciden tegen bewaarziekten gegeven worden. Daartoe zijn elk jaar 25 telers benaderd om van partijen aardappelen de *Fusarium*- en de droogrotbesmetting vast te stellen. Het eerste jaar is de PCR-toets uitgevoerd op grond, wat door de NAK is bemonsterd voor AM-bepaling. Het tweede en derde jaar is naast de toetsing op AM-grond ook een toets op sorteerground uitgevoerd. Alle telers zijn aan een enquête onderworpen en hebben daarin vragen als droogrothistorie, mate van beschadiging, grondsoort, ras, ontvelling en bewaarmethode beantwoord. Enkele telers hebben in 2000 hun aardappelen met een fungicide behandeld. Sommigen deden dat bij het inschuren, anderen bij het sorteren. Dit zijn factoren die invloed kunnen hebben op de mate van droogrotaantasting in een partij aardappelen. Naast de PCR-toets is de AM-grond getoetst middels de Nielsen & Johnson toets (N&J-toets). Gemiddeld over drie jaar bleek 70% van de PCR-bepalingen in AM-grond overeen te komen met het al of niet optreden van droogrot in de partijen bij de telers. Voor eenderde deel waren er vals negatieve en vals positieve uitslagen die toegeschreven kunnen worden aan bemonsteringsverschillen of aan ras, oogst- en bewaarcondities die het optreden van droogrot onderdrukken. Het onderscheidend vermogen van de toets neemt toe tijdens het bewaar seizoen. De PCR-toets lijkt zeer geschikt voor advisering van het al of niet behandelen met een fungicide bij het sorteren van aardappelen.

6 Conclusies

- ◆ De PCR-toets op AM-grond geeft in goede mate aan in hoeverre droogrot in een partij aardappelen voor kan gaan komen tijdens bewaring.
- ◆ De N&J-toets op één referentieras geeft in mindere mate een goede voorspelling van het optreden van droogrot dan de PCR-toets op AM-grond of sorteergrond.

Aangehaalde literatuur

- ◆ Tivoli B., Jouan B., Lemarchand E., 'Etude de facteurs modifiant la mesure du potentiel infectieux des sols infestés par les *Fusarium* responsables de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre', Potato Research, 26, 1983, p. 203-218.

Bijlage 1

Enquete en uitslagen 1999 t/m 2002.

1	droogrothistorie	1	geen	4	ontvelling,	1	0 %
		2	Weinig (1 op de 10)		rooibeschatiging	2	1-5 %
		3	Regelmatig (meer dan 1 op de 10)		en anders	3	6-25 %
2	grondsoort	1	Zeeklei zuiderzeepolders			4	26-50 %
		2	Zeeklei elders			5	51-75 %
		3	rivierklei			6	76-100 %
		4	zand	5	droogrot	1	geen
		5	dalgrond			2	< 1 ‰
3	bewaring	1	Mechanische koeling in kisten			3	1-10 ‰
		2	Mechanische koeling in de box			4	11-50 ‰
		3	Mechanische koeling anders			5	51-250 ‰
		4	Buitenluchtkoeling in kisten			6	251-1000 ‰
		5	Buitenluchtkoeling in box				
		6	Buitenluchtkoeling anders				