

Gevoeligheid aardappelrassen voor Trichodoriden 2005

De gevoeligheid van aardappelrassen voor de aaltjessoorten
Paratrichodorus pachydermus en *Trichodorus similis*

J. Hoek, E. Brommer en L. P. G. Molendijk

© 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.

Dit is een **vertrouwelijk** document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat PPO B.V. heeft uitgevoerd in opdracht van het HOOFDPRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Postbus 29739
2502 LS Den Haag
Telefoon: (070) 370 87 08
Fax: (070) 370 84 44
Internet: <http://www.hpa.nl>
Email: hpa@hpa.agro.nl



PPO projectnummer: 500140

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, 8219 RH, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK, Lelystad
Tel. : 0320 29 11 11
Fax : 0320 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	5
2	INLEIDING	7
2.1	Trichodoriden	7
2.2	Probleemstelling en doel van het onderzoek	7
3	MATERIAAL EN METHODEN	9
3.1	Weersomstandigheden tijdens de teelt	11
3.2	Gegevensopslag en – verwerking.....	11
4	RESULTATEN	13
4.1	Opbrengst en kwaliteit in relatie tot ras en voorbehandeling	15
4.2	Opbrengst in relatie tot aantal Trichodoriden.....	18
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	21
5.1	Discussie	21
5.2	Conclusies	22

1 Samenvatting

Trichodoriden zijn aaltjes die behoren tot de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus*. In Nederland komen tien Trichodoridesoorten voor, waarvan *P. teres*, *P. pachydermus*, *T. similis* en *T. primitivus* het meest belangrijk zijn. Suikerbiet, ui, witlof en rode biet zijn heel gevoelig voor schade door Trichodoriden. Maar ook in aardappelen, peen, schorseneer, koolzaad en diverse peulvruchten kunnen deze aaltjes veel schade veroorzaken. Daarnaast zijn aardappelen en enkele bolgewassen gevoelig voor het tabaksratelvirus (TRV) dat door Trichodoriden wordt overgebracht. In aardappelen kan TRV in gevoelige rassen 'kringerigheid' in de knollen veroorzaken, in tulpen kan 'ratel' ontstaan wat kan leiden tot declassering of afkeuring.

Trichodoriden vormen een toenemend probleem voor de teelt van zetmeelaardappelen doordat ze opbrengst- en kwaliteitsverliezen veroorzaken en tabaksratelvirus kunnen overbrengen. In dit onderzoek is nagegaan of er bij zetmeelaardappelen rasverschillen zijn in schadegevoeligheid voor Trichodoriden.

Het onderzoek is in 2005 uitgevoerd op een perceel te Alteveer waarvan bekend was dat er een besmetting met Trichodoriden aanwezig was. In 2003 zijn op dit perceel aardappelen geteeld en in 2004 is er wintertarwe verbouwd. Uit het grondmonster dat kort voor de teelt is genomen bleek dat de populatie bestond uit *Paratrichodorus pachydermus* (65%) en uit *Trichodorus similis* (35%). Voorafgaand aan de aardappelteelt in 2005, zijn de drie voorbehandelingen uitgevoerd om verschillende besmettingsniveaus te creëren. In de nazomer van 2004 is een grondontsmetting uitgevoerd en daarnaast zijn in het najaar en de winter rogge en bladrammenas geteeld. In de proef zijn in 2005 vier aardappelrassen onderzocht: Seresta, Aveka, Katinka en Festien. Deze rassen zijn, ná overleg tussen HPA, de Commissie Vaktechniek en PPO-agv, uitgekozen gezien het areaal en de mogelijkheid van rasverschillen in gevoeligheid voor Trichodoriden.

De drie voorbehandelingen hebben geleid tot zeer verschillend niveau van Trichodoriden besmetting. Ná grondontsmetting was het aantal Trichodoriden zeer laag (minder dan 10 aaltjes per 250 ml grond), ná bladrammenas hoog (bijna 150 aaltjes per 250 ml grond) en na rogge zeer hoog (bijna 300 aaltjes per 250 ml grond). Ná grondontsmetting stierf het gewas trager af dan na bladrammenas en rogge, maar er was geen verband tussen de snelheid van afsterving en mate van besmetting met Trichodoriden direct voor de teelt. De rassen Seresta en Aveka stierven eerder af dan Katinka en Festien, wat gezien de verschillen in vroegheid van de rassen ook te verwachten was.

Festien had het hoogste uitbetalingsgewicht, de andere drie rassen verschilden in dit opzicht weinig van elkaar. Bij alle rassen was het uitbetalingsgewicht ná grondontsmetting het hoogste. Ná bladrammenas was het uitbetalingsgewicht van Katinka relatief wat lager dan van de andere rassen. Na bladrogge gold dit voor Katinka en Aveka. Festien vertoonde de minste variatie in uitbetalingsgewicht door de voorbehandeling. Gezien het uitbetalingsgewicht bij verschillende Trichodoride dichtheden, lijken Seresta en Festien minder schadegevoelig dan Aveka en Katinka, maar dit was statistisch onvoldoende betrouwbaar.

Er kwam veel kringrigerigheid in de knollen voor. Er zijn wat dat betreft geen betrouwbare verschillen tussen de voorbehandelingen gevonden. Ook ná grondontsmetting was het percentage knollen met kringrigerigheid hoog, ondanks de zeer geringe populatiedichtheid met Trichodoriden vlak vóór de teelt. Wat kringrigerigheid betreft was er sprake van een zeer betrouwbaar raseffect: Festien leek het minst gevoelig voor kringrigerigheid, Seresta het meest en Aveka en Katinka namen een tussenpositie in. In acht nemend dat deze resultaten slechts gebaseerd zijn op één onderzoeksjaar, lijken er rasverschillen te zijn in gevoeligheid voor kringrigerigheid. Er was wat betreft kringrigerigheid geen interactie tussen de rassen en voorbehandelingen.

Gezien de resultaten van dit éénjarige onderzoek verdient het aanbeveling om bij zetmeelaardappelen verder onderzoek te doen naar verschillen tussen rassen in gevoeligheid voor opbrengstschade veroorzaakt door Trichodoriden.

2 Inleiding

2.1 Trichodoriden

Trichodoriden zijn obligate parasieten, die behoren tot de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus*. Er zijn momenteel 35 Trichodoridesoorten bekend. In Nederland komen tien Trichodoridesoorten voor, waarvan *P. teres*, *P. pachydermus*, *T. similis* en *T. primitivus* het meest belangrijk zijn. Deze vier aaltjesoorten kunnen alle tabaksratelvirus overbrengen. Van *P. teres* is bekend dat dit aaltje vooral voorkomt op mariene zandgronden (o.a. Flevoland, Texel). *T. primitivus* is vooral aanwezig op lichte zavelgronden in Friesland en Groningen en *P. pachydermus* komt op veel zandgronden in Nederland voor.

Er was in het verleden weinig informatie over de afzonderlijke Trichodoriden beschikbaar en daarom werd bij de waardplantstatus en de schadegevoeligheid tot enkele jaren geleden geen onderscheid tussen de individuele soorten gemaakt. De laatste jaren komt er echter – onder andere vanuit PPO-AGV onderzoek – meer informatie beschikbaar, waaruit duidelijk is geworden dat de waardplantstatus van gewassen en groenbemers voor de diverse Trichodoride aaltjes (aanzienlijk) uiteen kan lopen.

Trichodoriden kunnen, afhankelijk van de invloed van het jaar, in een groot aantal gewassen kwantitatieve en kwalitatieve schade veroorzaken. Tot de meest (schade)gevoelige gewassen behoren suikerbiet, ui, witlof en rode biet. Maar ook in aardappelen, peen, schorseneer, koolzaad en diverse peulvruchten kunnen deze aaltjes veel schade veroorzaken. Groenbemers als bladrammenas, gele mosterd, raaigras, rogge, Facelia en Tagetes ondervinden (vrijwel) geen schade van Trichodoriden, maar beïnvloeden wel de omvang van de populatie van deze aaltjes.

Daarnaast zijn aardappelen (en enkele bolgewassen) gevoelig voor het tabaksratelvirus (TRV) dat door Trichodoriden wordt overgebracht. In aardappelen kan TRV in gevoelige rassen 'kringerigheid' in de knollen veroorzaken, wat kan leiden tot declassering of afkeuring. In tulp en gladiol veroorzaakt TRV in schadegevoelige rassen respectievelijk 'k'ratel' en 'kartelrand', wat eveneens aanleiding kan zijn tot declassering of afkeuring.

2.2 Probleemstelling en doel van het onderzoek

Bij meerdere aaltjesoorten (aardappelcysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes etc.) is bekend dat er bij een gewas dat in principe veel schade kan ondervinden, toch aanzienlijke rasverschillen kunnen bestaan in schadegevoeligheid. Rassen die weinig schadegevoelig zijn, hebben bij hogere aaltjesdichtheid (veel) minder opbrengstverlies dan schadegevoelige rassen. Rassen die weinig schadegevoelig zijn, worden daarom vaak 'tolerant' genoemd.

Van de aardappelrassen Festien en Karakter is bekend dat ze niet schadegevoelig zijn voor *Pratylenchus penetrans*. In de praktijk bestaat de indruk dat er ook aardappelrassen zijn die minder schadegevoelig zijn voor Trichodoriden. Het is echter niet zeker of dit inderdaad het geval is. **Dit onderzoek is dan ook uitgevoerd om na te gaan of er bij zetmeelaardappelen rasverschillen zijn in schadegevoeligheid voor Trichodoriden.** Het onderzoek is in 2004 en 2005 uitgevoerd op een perceel te Alteveer waarvan bekend was dat er een besmetting met Trichodoriden (met name *P. pachydermus*) aanwezig was. Er zijn vier aardappelrassen onderzocht, namelijk: Seresta, Aveka, Katinka en Festien. Deze rassen zijn uitgekozen ná overleg met de vakgroep akkerbouw van LTO. Gebaseerd op praktijkervaringen wordt verondersteld dat deze vier rassen uiteen zouden kunnen lopen in schadegevoeligheid voor Trichodoriden.

3 Materiaal en methoden

De proef is uitgevoerd op een perceel nabij de plaats Alteveer. De proef is aangelegd en verzorgd vanuit de PPO locatie in Valthermond.

In het recente verleden was op dit proefperceel *P. pachydermus* aanwezig. In het najaar van 2004 is getracht om op de strook waar de proef zou worden aangelegd, verschillen in de mate van beginbesmetting (Pi) te creëren door 'dwars' op de toekomstige proef in stroken een drietal behandelingen uit te voeren, namelijk:

- Teelt van bladrogge (ras: Nikita). Van rogge werd verondersteld dat het een goede waardplant voor dit aaltje is, waardoor de populatie zich (sterk) zou kunnen vermeerderen.
- Teelt van bladrammenas (ras: Commodore). Van bladrammenas werd aangenomen dat het een matige waardplant voor dit aaltje is, waardoor de populatie maar weinig of niet zou vermeerderen.
- Toepassing grondontsmetting. De populatie zou bij een geslaagde grondontsmetting tot nul (de detectiegrens) of tot een zeer laag aantal teruggebracht kunnen worden.

De groenbemesters zijn gezaaid op 10 september 2004 en toen bemest met 30 kg N per ha.

De grondontsmetting vond plaats op 15 november met Monam (actieve stof: *metam-natrium*). Op 22 maart 2005 zijn alle groenbemesters doodgespoten met 3 liter Roundup (actieve stof: *glyfosaat*) per ha, waarna de gewasresten op 8 april zijn ondergewerkt. De teelt van rogge is heel goed geslaagd en de teelt van bladrammenas is vrij goed geslaagd (gewashoogte ongeveer 50 cm).

Op 18 april 2005 zijn de veldjes bemonsterd, waarbij de mate van besmetting per veldjes voorafgaand aan de teelt is vastgelegd. De afzonderlijke aaltjessoorten zijn op het PPO-AGV laboratorium geteld.

De resultaten hiervan worden wat de Trichodoriden betreft weergegeven in hoofdstuk 4.

De totale proefoppervlakte was 12 bij 144 meter (1728 m²). De proef is uitgevoerd in vier herhalingen (blokken). Elke herhaling was onderverdeeld in drie hoofdplots (stroken) met verschillende voorbehandeling uit 2004 (teelt van bladrammenas, teelt van rogge, grondontsmetting). De hoofdplots waren onderverdeeld in vier subplots (de afzonderlijke veldjes) waarop de vier verschillende aardappelrassen zijn geteeld. In onderstaande tabel zijn de meest relevante proefgegevens van de proef opgenomen.

Tabel 1. Proefgegevens schadegevoeligheid van aardappelrassen voor Trichodoriden, Alteveer 2005

Locatie	Alteveer
Codering	KP 578
Voorvrucht 2003	Aardappelen
Voorvrucht 2004	Wintertarwe en divers (zie proefopzet)
Grondsoort	Zandgrond
pH	5.1
Afslibbaarheid (%)	-
Organische stof %	3.4
Omvang bruto veld	3 x 12 meter
Omvang netto veld	1,5 x 9 meter
Monsterdatum aaltjes	18 april 2005
Pootdatum:	25 april 2005
Rugafstand	75 cm
Pootafstand in de rug	30 cm
Behandeling tegen Rhizoctonia	Moncereen vlb. (1 liter per ton op 25 april)
Ras	4 rassen: Seresta (A), Aveka (B), Katinka (C), Festien (D)
Ruggen opbouw	Aanaarden op 17 juni 2005
Loofklappen en doodspuiten proef	26 september 2005: 2.5 liter Reglone (a.s. <i>diquat</i>) per ha 19 oktober 2005: loofklappen
Oogstdatum	20 oktober 2005

De keuze voor de te onderzoeken rassen (Seresa, Aveka, Katinka en Festien) is gemaakt door het HPA in overleg met de Commissie Vaktechniek van LTO en de onderzoeker van PPO te Valthermond. De keuze voor deze rassen is gebaseerd op meerdere overwegingen, namelijk: het huidige en het verwachte toekomstig areaal en de verwachting dat er rasverschillen zouden zijn wat betreft schadegevoeligheid voor Trichodoriden (persoonlijke mededeling K. Wijnholds).

Grondmonster:

- K-getal: 12
- P-AL: 43 / Pw-getal: 35
- N_{min}: niet bepaald

Bemesting:

- Op 8 april is 25 m³ varkensdrijfmest per ha uitgebracht, omgerekend was dit 120 kg N per ha, 88 kg P₂O₅ per ha en 152 kg K₂O per ha.
- op 28 april is 81 kg N per ha gegeven in de vorm van kalkammonsalpeter (KAS).
- op 13 juni is 27 kg N per ha gegeven in de vorm van kalkammonsalpeter (KAS).

In de nazomer en herfst is het gewas tweemaal beoordeeld:

- op 24 augustus:
 - mate van gewasvergeling: 0 = geen vergeling zichtbaar, 10 = volledig vergeeld.
 - mate van afsterving: 0 = niet zichtbaar, 10 = volledig afgestorven.
- op 22 september: inschatting percentage groen loof.

Ná de oogst is van elk veld een monster knollen achtergehouden. Dit monster is op 2 november beoordeeld op aantasting. Het monster als geheel (ongeveer 100 knollen) is uitwendig beoordeeld op aantasting door schurft en Rhizoctonia. Hiervoor is de volgende schaal gehanteerd:

score	omschrijving aantasting
0	niet
1	zeer licht
2	licht
3	matig
4	zwaar
5	zeer zwaar

Vervolgens zijn per veld 30 knollen overlans doorgesneden en beoordeeld op kringerigheid, waarbij de volgende klassenindeling voor de mate van aantasting gehanteerd: geen, zeer licht (spikkelvormige aantasting, meestal ook vrij vaag), licht, matig en zwaar. Uit deze klassen is als volgt een aantastingindex berekend:

$$\text{Index} = \{ [(\# \text{ geen} * 0) + (\# \text{ zeer licht} * 0,5) + (\# \text{ licht} * 1) + (\# \text{ matig} * 2) + (\# \text{ zwaar} * 3)] / 30 \} * (10/9)$$

Deze index loopt van 0 (geen enkele knol aangetast) tot 100 (alle knollen zwaar aangetast).

3.1 Weersomstandigheden tijdens de teelt

In tabel 2 zijn de gegevens opgenomen van het KNMI weerstation in Eelde (het meest nabij de proef gelegen weerstation). Deze cijfers geven een beeld van de weersomstandigheden tijdens de teelt.

Tabel 2. **Weergegevens per maand, KNMI weerstation Eelde, 2005**

maand	temperatuur in gr C.		neerslag in mm		zonneshij in uur	
	2005	normaal	2005	normaal	2005	normaal
april	9.7	7.5	55	44	218	156
mei	11.8	11.9	55	58	215	204
juni	15.4	14.4	51	73	235	182
juli	17.1	16.5	103	73	142	190
augustus	15.6	16.5	119	57	161	189
September	15.0	13.5	54	72	203	129
Oktober	12.6	9.6	48	70	171	99

April was zacht, zonnig en vrij nat. Mei vertoonde een weerbeeld dat weinig afweek van het langjarig gemiddelde. Juni was warm, vrij droog en zonnig. Juli was vrij warm, maar nat en somber. In augustus was het weer aan de koele kant, met veel neerslag (vooral met zware buien rond half augustus). September en oktober waren warm, vrij droog en heel zonnig.

3.2 Gegevensopslag en – verwerking

Dit projectrapport, de proefgegevens en andere belangrijke informatie is opgeslagen op het volgende gebied: Nematoden – NEM Projecten – 520140 Gevoeligheid zetmeelrassen Tricho

Belangrijke informatie is opgeslagen in de volgende bestanden:

- PI_KP578 Alteveer2005.xls: diagnoseformulier, spoelresultaten en determinaties.
- Gewasdata_KP578 Alteveer2005.xls: waargenomen, gemeten en berekende gewasgegevens.

De gegevens zijn statistisch geanalyseerd met Genstat , 8th edition. Voor de meeste gegevens is daarbij gebruik gemaakt van ANOVA, waarbij voor onderlinge vergelijking van objecten de procedures PAIRTEST en PPAIR zijn gebruikt. De berekening van de objectgemiddelden van de beginbesmetting (de Pi) is uitgevoerd door de aantallen aaltjes per veld te verhogen met één en daarna een log10 transformatie door te voeren. Met de aldus getransformeerde parameters is variantieanalyse uitgevoerd, waarna de objectgemiddelden zijn teruggetransformeerd en zijn verminderd met één. Deze (via transformatie en terugtransformatie verkregen) objectgemiddelden worden vaak aangeduid met de term 'medianen'. Als er bij de berekende objectgemiddelden ongelijke letters zijn vermeld, houdt dat in dat er tussen deze objecten een significant verschil bestaat.

In de tabellen komen de volgende statistische termen voor:

- Variantieanalyse
 - F-prob., is een afkorting van F probability. Dit cijfer geeft de kans aan dat de verschillen tussen objecten door het toeval zijn veroorzaakt. Als de F prob. kleiner is dan 0,05 (dus minder dan 5 %) dan wordt aangenomen dat dit te klein is om aan het toeval toe te schrijven en wordt verondersteld dat de verschillen door de objecten zijn veroorzaakt.
 - LSD 5%, is afkorting van Least Significant Difference. Dit is het kleinste significante ("betrouwbare") verschil tussen twee objecten bij een onbetrouwbaarheid van 5%.
 - LSQ 5%, is een afkorting van Least Significant Quotiënt. Deze LSQ vervangt de LSD bij variantieanalyse op LOG getransformeerde variabelen. Als het quotiënt van twee (terug getransformeerde) objectgemiddelden groter is dan de LSQ, dan is het verschil tussen deze twee objecten significant.
Werkwijze:
 - ❖ variabelen via Log¹⁰ transformeren
 - ❖ variantieanalyse op de aldus getransformeerde variabelen levert (getransformeerde) objectgemiddelden en een lsd (5%)
 - ❖ objectgemiddelden terugtransformeren (als machten van 10)
 - ❖ LSD terugtransformeren tot LSQ ($lsq = 10^{lsd}$)
 - ❖ quotiënt van twee variabelen vergelijken met LSO.
- Regressieanalyse:
 - F-prob., is een afkorting van F-probability. Dit cijfer geeft de kans aan dat het verband tussen twee variabelen, die in het regressiemodel zijn opgegeven, significant is.
 - T-prob., is een afkorting van T probability. Dit cijfer geeft de kans aan dat de ingeschatte waarde (van de parameter waarvoor de T prob. is berekend) afwijkt van nul. Als dit minder is dan 0.05 (minder dan 5 %), dan wordt aangenomen dat dit te klein is om aan het toeval toe te schrijven en wordt verondersteld dat de parameter ongelijk is aan nul.
 - Standaardfout: de parameter waar deze standaardfout bij behoort, zal met 95 procent betrouwbaarheid liggen in de 'bandbreedte' die gevormd wordt door het gemiddelde plus of min tweemaal de standaardfout.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de proef beschreven. De belangrijkste gegevens zijn in dit hoofdstuk weergegeven in een aantal tabellen, namelijk:

- aantal Trichodoriden voorafgaand aan de aardappelteelt (monsternamen: 18 april 2005).
- gewasgegevens: gewasbeoordelingen, versgewicht (ton per ha), onderwatergewicht (OWG) en uitbetalingsgewicht (ton/ha).
- productgegevens: (inwendige) knolbeoordeling van kringrigheid, (uitwendige) knolbeoordeling op schurft en Rhizoctonia.

In de tabellen wordt behandeling voorafgaand aan de teelt van aardappelen (teelt van bladrammenas, teelt van rogge, grondontsmetting) soms afgekort met de term 'voorbehand'.

Tabel 3. Mediaan aantal Trichodoriden per 250 ml grond voorafgaand aan de aardappelteelt, KP 578, Alteveer 2005

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid.
bladrammenas	146	132	134	155	141
ontsmet	2	3	3	7	3
bladrogge	220	261	271	425	285
gemiddeld	40	46	49	76	51

	F prob.	LSQ
voorbehandeling	< 0.001	1.87
ras	0.41	2.24
voorbehandeling.ras (gelijke voorbeh.)	0.96	3.70 4.04

Bij determinatie bleek dat de Trichodoriden bestonden uit *Paratrichodorus pachydermus* (65%) en uit *Trichodorus similis* (35%). Daarnaast was ook Pratylenchus aanwezig, vooral in de vorm van *P. penetrans* (77% van de Pratylenchus populatie).

Zoals verwacht mocht worden is het effect van de voorbehandeling op het aantal Trichodoriden groot en zeer significant. De doelstelling om door de voorbehandeling (teelt van bladrammenas, teelt van rogge, ontsmetting) drie duidelijk van elkaar te onderscheiden niveaus van besmetting te realiseren, is in deze proef dan ook goed gelukt. Na de grondontsmetting zijn er heel weinig aaltjes aanwezig, na bladrogge veel en bladrammenas neemt een tussenpositie in. Gezien de LSQ en de objectmedianen, verschillen de drie voorbehandelingen allemaal significant van elkaar. Het effect van het ras is niet significant. Dat was ook niet te verwachten want de aaltjesaantallen zijn bepaald vóórdat de aardappelen gepoot waren. Opvallend is wel de hogere besmetting op de veldjes waar later het ras Festien gepoot zou worden.

Tabel 4. Gewasvergelijng ¹ op 24 augustus, KP 578, Alteveer 2005

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
bladrammenas	0.6	3.0	0.1	0.5	1.1
ontsmet	0.3	3.3	0.1	0.4	1.0
bladrogge	1.0	3.8	0.0	0.0	1.2
gemiddeld	0.6	3.3	0.1	0.3	1.1

	F prob.	LSD 5%
voorbehand	0.62	0.5
ras	< 0.001	0.5
voorbehand.ras (gelijke voorbehand)	0.31	0.8 0.8

1) gewasvergelijng: 0 = niet, 10 = volledig.

Tabel 5. Gewasafsterving ² op 24 augustus, KP 578, Alteveer 2005

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
bladrammenas	0.3	0.9	0.0	0.0	0.3
ontsmet	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3
bladrogge	0.3	2.0	0.0	0.0	0.6
gemiddeld	0.2	1.3	0.0	0.0	0.4

	F prob	LSD 5%
Voorbehand	0.07	0.3
ras	< 0.001	0.2
Voorbehand.ras	0.001	0.4
(gelijke voorbehand)		0.4

2) gewasafsterving: 0 = niet, 10 = volledig.

Op 24 augustus was bij sommige rassen het begin van veroudering zichtbaar. Bij Aveka was duidelijk sprake van vergeling van het bladapparaat en ook al van enige afsterving. Bij Katinka en Festien was er heel weinig vergeling te zien en was er geen afsterving waarneembaar. Seresta vertoonde iets vergeling en heel weinig afsterving. Deze resultaten zijn overeenkomstig de vroegheid van de rassen in de Rassenlijst. Wat betreft vergeling waren er geen betrouwbare verschillen tussen de voorbehandelingen. Wel leek de afsterving wat hoger te zijn bij bladrogge voorvrucht.

Tabel 6. Percentage groen gewas, 22 september, KP 578, Alteveer 2005

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
Bladrammenas	6	0	45	53	26
Ontsmet	15	0	60	75	38
Bladrogge	4	0	23	54	20
Gemid.	8	0	43	60	28

	F prob	LSD 5%
Voorbehand	0.006	8.4
ras	< 0.001	11.5
Voorbehand.ras	0.17	18.5
(gelijke voorbehand)		19.9

Bij de beoordeling op 24 augustus leek het afstervingsproces vooral bij Aveka en ook enigszins bij Seresta begonnen te zijn. Dit werd bevestigd bij de beoordeling op 22 september, want toen was Aveka geheel afgestorven en bij Seresta was nog geen tien procent groen blad over. Bij Katinka en Festien was toen nog wel veel groen loof aanwezig. De rasverschillen tussen Aveka en Seresta aan de ene kant en Katinka en Festien aan de andere, waren ook significant. Ook het voorbehandelingseffect was significant. Ná grondontsmetting was het percentage groene massa betrouwbaar hoger dan na de beide andere objecten. Ook tussen rogge en bladrammenas zat er in dit opzicht verschil, maar dit was niet significant.

4.1 Opbrengst en kwaliteit in relatie tot ras en voorbehandeling

In deze paragraaf wordt de opbrengst, het onderwatergewicht, het uitbetaalgewicht en de mate van kringerigheid van de rassen ná de verschillende voorbehandelingen weergegeven. Daarnaast wordt ook de mate van aantasting door schurft en Rhizoctonia vermeld.

Tabel 7. **Veldopbrengst in ton per ha, KP 578, Alteveer 2005**

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
Bladrammenas	46.3	50.7	50.7	52.0	49.9
Ontsmet	56.2	57.5	62.5	59.1	58.9
Bladrogge	50.3	48.2	50.0	54.5	50.8
Gemiddeld	50.9	52.2	54.4	55.2	53.2

	F prob	LSD 5%
Voorbehandeling	0.004	4.2
ras	0.008	2.6
voorbehandeling.ras (gelijke voorbeh.)	0.13	5.4
		4.5

Het effect van voorbehandeling en het raseffect op de aardappelopbrengst per ha waren beide (zeer) significant. Festien en Katinka hebben de hoogste veldopbrengst. Seresta en Aveka blijven daar wat bij achter. Ontsmetting levert een betrouwbaar hogere opbrengst op dat bladrammenas en bladrogge, die onderling niet of nauwelijks van elkaar verschillen. Dit 'voorbehandelingseffect' komt bij elk ras in meer of mindere mate terug. Wel lijkt de opbrengst van Seresta bij bladrammenas als voorvrucht sterker achter te blijven dan de andere rassen.

Tabel 8. **Onderwatergewicht, KP 578, Alteveer 2005**

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
Bladrammenas	530	516	518	562	531
Ontsmet	512	516	503	548	520
Bladrogge	538	518	539	556	538
Gemiddeld	527	517	520	555	530

	F prob	LSD 5%
Voorbehandeling	0.03	12.2
ras	< 0.001	12.7
voorbehandeling.ras (gelijke voorbeh.)	0.32	21.4
		22.0

Het effect van voorbehandeling en het raseffect op het onderwatergewicht waren beide (zeer) significant. Festien heeft verreweg het hoogste onderwatergewicht, de andere drie rassen verschillen in dit opzicht weinig van elkaar. Bij ontsmetting is het onderwatergewicht het laagste, bij rogge het hoogste, bladrammenas zit daar tussen. Het onderlinge verschil tussen rogge en ontsmetting was betrouwbaar.

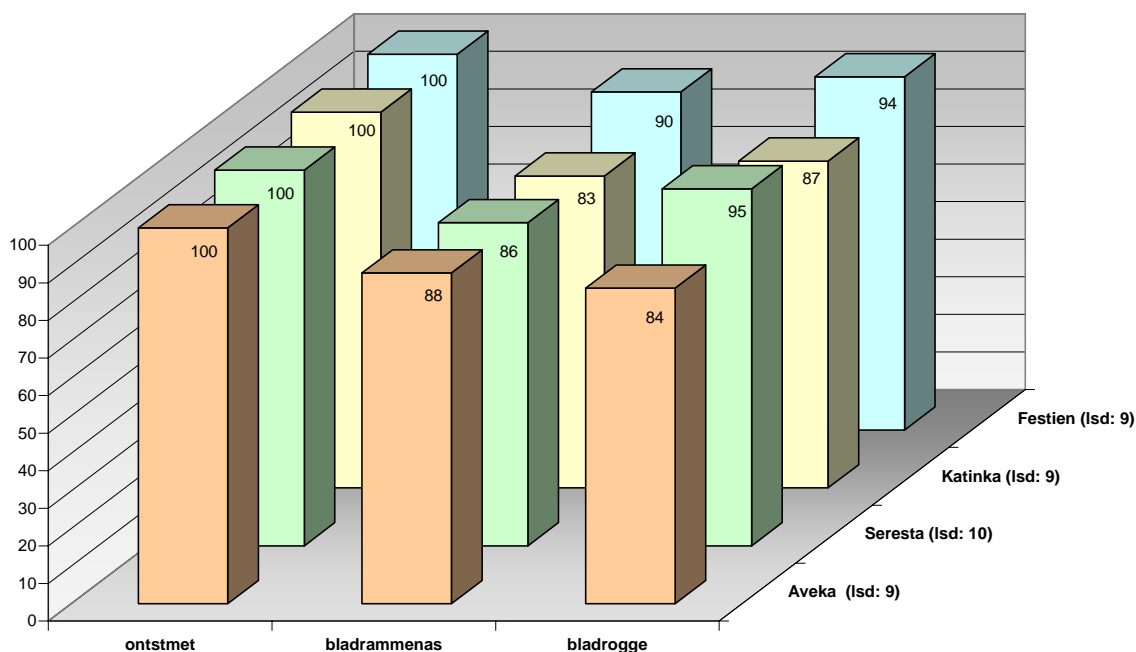
Tabel 9. **Uitbetaalgewicht (ton per ha), KP 578, Alteveer 2005**

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
Bladrammenas	66.2	70.4	70.2	79.7	71.6
Ontsmet	77.2	79.7	84.1	88.1	82.3
Bladrogge	73.4	67.1	73.1	82.7	74.1
Gemiddeld	72.3	72.4	75.8	83.5	76.0

	F prob	LSD 5%
Voorbehandeling	0.004	4.8
ras	< 0.001	4.3
voorbehandeling.ras (gelijke voorbeh.)	0.39	7.5
		7.4

Zowel voorbehandeling als ras hadden een significante invloed op het uitbetaalgewicht. Het uitbetaalgewicht van Festien was betrouwbaar hoger dan van de andere rassen, die onderling niet betrouwbaar van elkaar verschilden. Na grondontsmetting was het uitbetaalgewicht betrouwbaar hoger dan ná bladrammenas en bladrogge, die onderling – gemiddeld over alle rassen heen - niet betrouwbaar van elkaar verschilden. Bij elk ras was de opbrengst ná grondontsmetting het hoogst.

In figuur 1 zijn de uitbetaalgewichten relatief weergegeven, waarbij het uitbetaalgewicht ná grondontsmetting per ras op 100 is gezet. Hierdoor wordt duidelijker in welke mate het uitbetaalgewicht bij verschillende groenbemesters en rassen achterblijft in uitbetaalgewicht ten opzichte van grondontsmetting. Bij Festien lijkt het uitbetaalgewicht bij bladrammenas en rogge relatief minder terug te lopen dan bij de andere rassen.



Figuur 1. Relatief uitbetaalgewicht (ontsmet = 100) per ras bij de verschillende vóórbehandelingen, KP 578, Alteveer 2005.

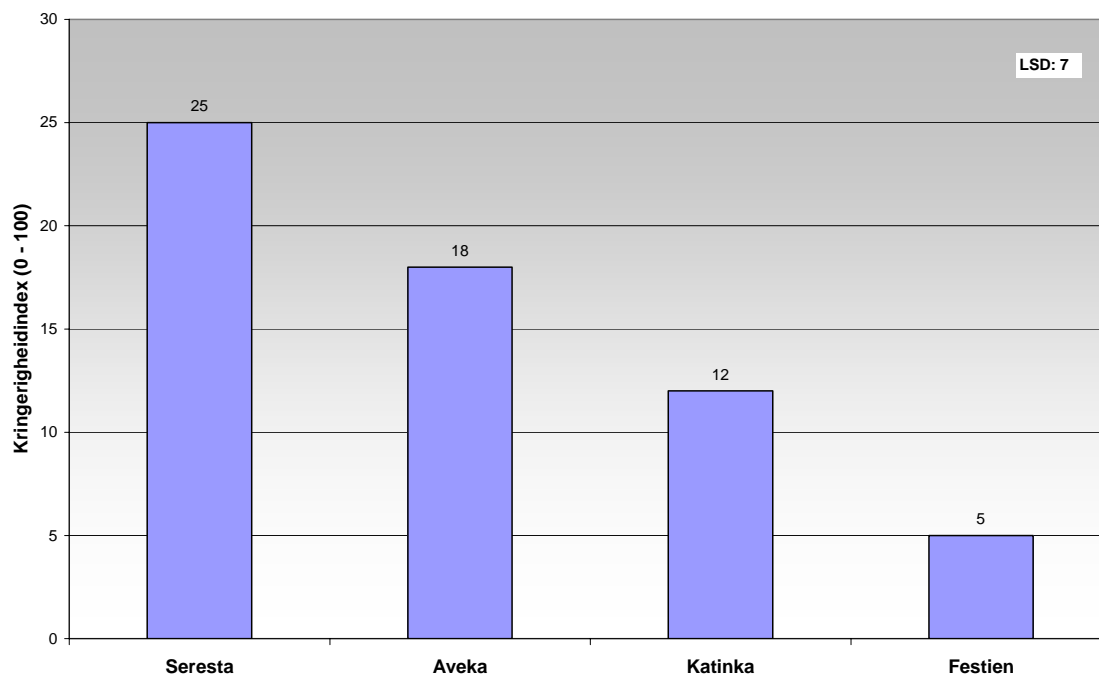
Tabel 10. Kringrigheidindex (0-100)¹ van aardappelknollen, KP 578, Alteveer 2005

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
bladrammenas	25	26	15	7	18
ontsmet	26	15	7	3	13
bladrogge	23	14	12	4	13
gemiddeld	25	18	12	5	15

	F prob	LSD 5%
voorbehandeling	0.31	9
ras	< 0.001	7
voorbehandeling.ras	0.75	13
(gelijke voorbeh.)		12

1) 0 = geen kringrigheid; 100 = alle knollen zwaar aangetast.

De kringrigheidindex lijkt ná bladrammenas wat hoger te zijn dan ná grondontsmetting en bladrogge, maar deze verschillen in vóórbehandeling zijn niet betrouwbaar. De rasverschillen in de kringrigheidindex zijn dat wel. Bij Festien is de aantasting van kringrigheid het laagste, bij Seresta het hoogste. De gemiddelde waarde van de kringrigheidindex per ras is ook weergegeven in figuur 2.



Figuur 2. Gemiddelde kringrigheidindex per ras, KP 578, Alteveer 2005.

Tabel 11. **Beoordeling aardappelknollen op schurftaantasting (schaal 0 - 5)¹, KP 578, Alteveer 2005**

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
Bladrammenas	2.8	1.3	2.3	2.3	2.1
ontsmet	2.0	2.0	3.5	2.5	2.5
bladrogge	2.3	2.0	2.8	1.8	2.2
gemiddeld	2.3	1.8	2.8	2.2	2.3

	F prob	LSD 5%
voorbehandeling	0.71	1.2
ras	0.06	0.8
voorbehandeling.ras (gelijke voorbeh.)	0.37	1.5
		1.3

1) 0 = geen aantasting, 5 = zeer zware aantasting

Het effect van de voorbehandeling is niet significant. Ook het raseffect is dat niet, maar de F prob. van 0.06 geeft wel een indicatie dat er een raseffect zou kunnen zijn.

Tabel 12. **Beoordeling aardappelknollen op Rhizoctonia aantasting (schaal 0 - 5)¹ KP 578, Alteveer 2005**

voorbehand \ ras	Seresta	Aveka	Katinka	Festien	Gemid
bladrammenas	0.5	1.3	0.3	0.8	0.7
ontsmet	0.8	0.5	0.3	0.3	0.4
bladrogge	0.8	0.8	0.3	1.0	0.7
gemiddeld	0.7	0.8	0.3	0.7	0.6

	F prob	LSD 5%
voorbehandeling	0.57	0.6
ras	0.23	0.6
voorbehandeling.ras (gelijke voorbeh.)	0.71	1.0
		1.0

1) 0 = geen aantasting, 5 = zeer zware aantasting

De gemiddelde aantasting door Rhizoctonia was laag. Voorbehandeling en ras hadden geen significant effect op de mate van Rhizoctonia aantasting.

4.2 Opbrengst in relatie tot aantal Trichodoriden

In deze paragraaf is, via regressieanalyse, nagegaan of er een verband bestaat tussen het uitbetalingsgewicht en de dichtheid aan Trichodoriden vóórafgaand aan de teelt. Het (veronderstelde) lineaire verband tussen beide grootheden is weergegeven in formule 1.

$$y = a + b * x \quad (1)$$

Omschrijving van de variabelen in (1):

- y: uitbetalingsgewicht in ton per ha.
- x: aantal Trichodoriden per 250 ml grond.
- a: uitbetalingsgewicht in ton per ha bij afwezigheid van Trichodoriden.
- b: opbrengstverandering in ton per ha bij één Trichodoride meer per 250 ml grond.

In dit regressiemodel zijn ook de rassen als factor ingebracht. Dit leverde een F prob. van 0.008 op met een percentage verklaarde variantie van 25. Er was dus sprake van een significante samenhang tussen de voorspelling volgens het model en het werkelijke uitbetalingsgewicht, maar de precisie van deze voorspelling is gering, want verreweg het grootste deel van de variatie kan door het model niet verklaard worden.

Per modelfactor was de F prob. als volgt:

Modelfactor	F prob.
aantal trichodoriden	0.52
Ras	0.001
interactie aantal trichodoriden en ras	0.35

De invloed van het aantal Trichodoriden op het uitbetalingsgewicht is niet significant, de invloed van het ras is dat wel. Als er rassen zijn die minder schadegevoelig zijn dan andere, dan zou dit tot uiting moeten komen via een lage F prob. van de factor 'interactie aantal Trichodoriden en ras'. Dit is echter niet het geval. De conclusie is dat in deze proef niet (betrouwbaar) is aangetoond dat er rasverschillen zijn in schadegevoeligheid.

De resultaten van de analyse in de vorm van beide parameters uit de lineaire vergelijking, de standaardfouten en de bijbehorende T. prob. zijn per ras weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 13. **Parameters A en B in de lineaire relatie tussen het uitbetaalgewicht en de populatiedichtheid van Trochodoriden, KP 578, Alteveer 2005**

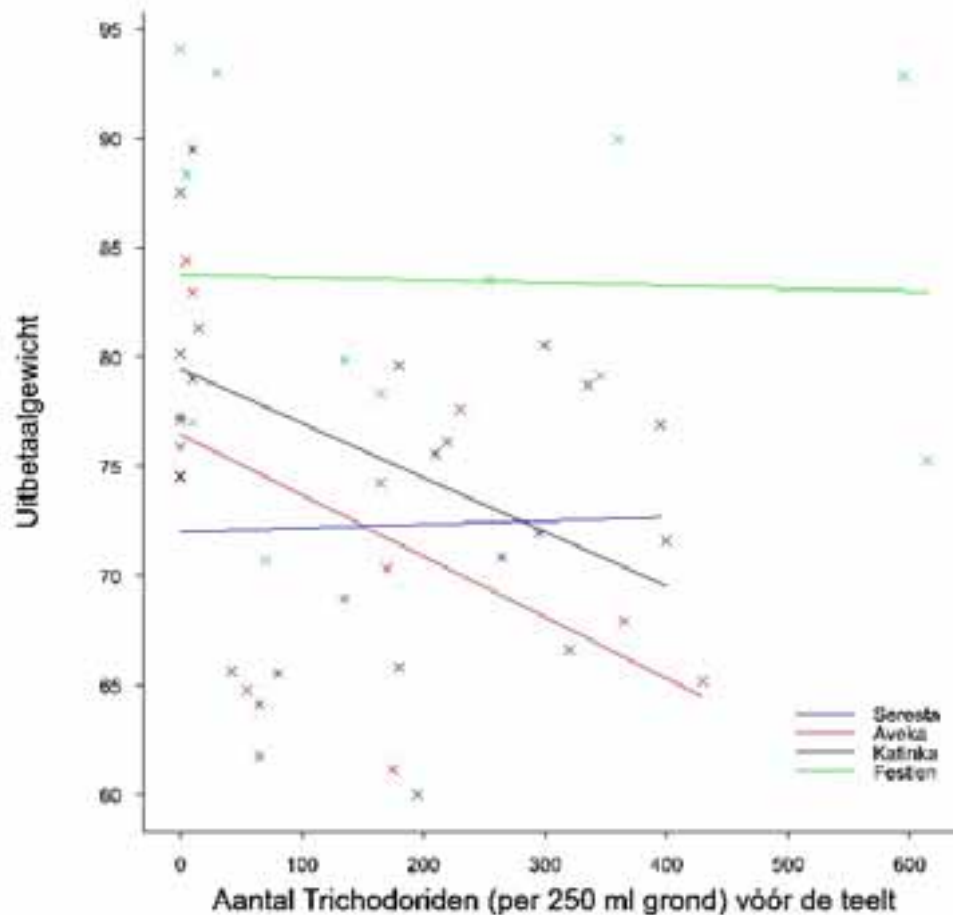
Parameter	Ras	grootte parameter		standaardfout	t. prob.
A	Seresta	72.0	a	3.15	< 0.001
A	Aveka	76.5	ab	3.17	< 0.001
A	Katinka	79.5	ab	3.31	< 0.001
A	Festien	83.8	b	3.11	< 0.001
B	Seresta	0.002	a	0.015	0.91
B	Aveka	- 0.028	a	0.016	0.09
B	Katinka	- 0.025	a	0.017	0.15
B	Festien	- 0.001	a	0.010	0.90

Parameter A geeft een inschatting van het opbrengstniveau zonder besmetting met Trichodoriden. De opbrengst van Festien is met bijna 84 ton per ha het hoogst van alle rassen. Ook in deze analyse is het verschil tussen Seresta en Festien betrouwbaar.

Parameter B geeft een inschatting van het opbrengstdaling (in ton per ha) bij toename met één Trichodoride aaltje per 250 ml grond. Bij Seresta en Festien ligt deze zeer dichtbij 0 (de kans dat dit getal gelijk is aan nul is bij deze rassen respectievelijk 91 en 90 procent). Bij Aveka en Katinka is dit getal aanzienlijk groter en is de ingeschatte opbrengstderving respectievelijk 28 en 25 kg per ha per Trichodoride aaltje. Maar de bijbehorende T. prob. zijn bij beide rassen hoger dan 0.05, zodat statistisch niet kan worden geconcludeerd

dat de opbrengstderiving werkelijk afwijkt van nul.

Het verband tussen uitbetaalgewicht en aantal Trichodoriden is weergegeven in figuur 3. De spreiding van de afzonderlijke punten rondom de lijnen geeft al aan dat een groot deel van de variatie in de waarnemingen, niet door het model verklaard kon worden.



Figuur 3. Uitbetaalgewicht per ras, afhankelijk van de dichtheid aan Trichodoriden voorafgaand aan de teelt.

Het vrijwel horizontaal lopen van de lijnen bij Seresta en Festien geeft aan dat bij deze rassen de opbrengst niet of nauwelijks daalt als het aantal Trichodoriden toeneemt. Het verloop van de lijnen bij Aveka en Katinka duidt er op dat bij deze rassen bij een toenemend aantal Trichodoriden de opbrengst wel lijkt te dalen. Maar zoals hiervoor al is aangegeven (zie tabel 13, onder factor B) is dit effect statistisch niet betrouwbaar.

5 Discussie en conclusies

5.1 Discussie

Het verschil in voorbehandeling, door de teelt van rogge en bladrammenas en toepassing van grondontsmetting, heeft beantwoord aan het doel want er zijn voorafgaand aan de aardappelteelt verschillende besmettingsniveaus van Trichodoriden gecreëerd met een lage besmetting na grondontsmetting, een hoge besmetting ná bladrammenas en een zeer hoge besmetting na rogge. De rassen Aveka en Seresta waren eerder afgestorven, dan de rassen Katinka en Festien. Ná grondontsmetting was het gewas langer groen dan na bladrammenas en rogge. Ná bladrogge leek de afsterving wat sneller te verlopen dan ná bladrammenas, maar dit verschil was niet betrouwbaar.

Bij de opbrengst en het uitbetalingsgewicht bleek dat grondontsmetting tot betrouwbare hogere opbrengsten leidde dan de beide andere voorbehandelingen. Het verschil in uitbetalingsgewicht tussen de beide groenbemesters bladrammenas en rogge was gering en statistisch niet betrouwbaar. Wat betreft de rassen had Festien de hoogste opbrengst en ook betrouwbaar het hoogste uitbetaalgewicht. De andere drie rassen verschilden niet betrouwbaar van elkaar in uitbetaalgewicht. In deze proef is ongeveer 200 kg stikstof per ha gegeven. Mogelijk is dat voor de rassen Seresta en Aveka aan de lage kant geweest, want door PPO agv te Valthermond wordt momenteel voor deze rassen een stikstofgift van 225 tot 250 kg per ha geadviseerd (persoonlijke mededeling K. Wijnholds). Bij een hogere stikstofbemesting zou de opbrengst van Seresta en Aveka wellicht wat hoger zijn geweest.

Er was bij de opbrengst en het uitbetaalgewicht geen (significante) interactie tussen ras en voorbehandeling, wat inhoudt dat alle rassen min of meer op dezelfde manier reageerden op de voorbehandelingen. Wel leek het uitbetalingsgewicht bij Katinka na bladrammenas wat meer achter te blijven en na bladrogge leek dat te gelden voor Aveka. Festien lijkt wat uitbetalingsgewicht betreft het minst te reageren op de voorbehandeling (zie figuur 1) en lijkt in die zin van de hier onderzochte rassen het meest stabiel te zijn. Uit het verband tussen uitbetalingsgewicht en de dichtheid van Trichodoriden vlak vóór de teelt, kwam naar voren dat Seresta en Festien minder schadegevoelig leken dan Aveka en Katinka. Maar het verschil tussen de rassen was statistisch niet voldoende betrouwbaar.

De aantasting door kringerigheid was gemiddeld over de gehele proef hoog, maar het merendeel van de aangetaste knollen was licht aangetast. Kringerigheid kwam méér voor na bladrammenas, maar het verschil met rogge en grondontsmetting was niet betrouwbaar. Tussen rogge en grondontsmetting was er vrijwel geen verschil in kringerigheidindex. Dit is opvallend, gezien het grote verschil tussen beide behandelingen wat betreft de dichtheid aan Trichodoriden vlak voor de teelt (ontsmetting: 3 per 250 ml grond, rogge: 285 per 250 ml grond). Dit bevestigt de conclusies uit eerder onderzoek dat een gering aantal Trichodoriden al tot aanzienlijke aantasting door tabaksratelvirus (de veroorzaker van kringerigheid) kan leiden. Alle rassen in dit onderzoek vertoonden kringerigheid, maar er zijn wel grote rasverschillen in gevoeligheid geconstateerd: Festien was het minst gevoelig, Seresta het meest en Aveka en Katinka namen een tussenpositie in. Er was geen significante interactie tussen ras en voorbehandeling.

Er kwam schurft bij veel knollen voor. Er was geen effect van de voorbehandeling op de mate van schurft, maar Aveka leek wat minder en Katinka wat meer vatbaar te zijn dan de andere rassen. Daarnaast kwam ook Rhizoctonia (lakschurft) op de knollen voor, maar er waren geen betrouwbare verschillen in aantasting van Rhizoctonia tussen voorbehandelingen en rassen.

5.2 Conclusies

Grondontsmetting in het voorafgaande najaar heeft geleid tot zeer lage aantallen Trichodoriden vlak voor de teelt van zetmeelaardappelen. Na bladrammenas was de besmetting met Trichodoriden vrij hoog, na rogge zeer hoog. De rassen Seresta en Aveka stierven eerder af dan Katinka en Festien, wat gezien de verschillen in vroegheid ook te verwachten was. Ná grondontsmetting stierf het gewas trager af dan na bladrammenas en rogge.

Festien had het hoogste uitbetalingsgewicht, de andere drie rassen verschilden in dit opzicht niet betrouwbaar van elkaar. Bij alle rassen was het uitbetalingsgewicht ná grondontsmetting het hoogste. Katinka leek relatief slechter te presteren ná bladrammenas voor Katinka en Aveka leek dit te gelden ná rogge. Bij Festien leek het uitbetalingsgewicht het minste te reageren op de voorbehandeling.

Als het gaat om uitbetalingsgewicht lijken Seresta en Festien lijken minder schadegevoelig dan Aveka en Katinka, maar dit raseffect was statistisch niet voldoende betrouwbaar.

Er kwam veel kringerigheid in de knollen voor. Er was geen betrouwbare invloed van de voorbehandeling op de mate van kringerigheid. De aantasting door kringerigheid was ook ná grondontsmetting hoog, ondanks de geringe besmetting met Trichodoriden vlak vóór de teelt. Een (heel) gering aantal Trichodoriden kan blijkbaar onder de juiste omstandigheden al leiden tot een hoge besmetting met tabaksratelvirus (en daardoor bij gevoelige rassen tot kringerigheid).

Bij alle rassen kwam kringerigheid voor, maar de verschillen tussen de rassen in mate van kringerigheid waren betrouwbaar. Festien was het minst gevoelig, Seresta het meest en Aveka en Katinka namen een tussenpositie in. Er was geen (significante) interactie tussen ras en voorbehandeling.

Bij de onderzochte zetmeelrassen is een verschil in gevoeligheid voor opbrengstschade veroorzaakt door Trichodoriden niet betrouwbaar aangetoond, maar de resultaten van dit ene jaar geven op zijn minst een sterke indicatie dat er in dit opzicht wel rasverschillen zijn. Het verdient dan ook aanbeveling om dit onderzoek in de toekomst voort te zetten en uit te breiden.