

Modificatie rassenkeuzetoets A.M. PAGV en Hilbrandslaboratorium, 1993

Verslag van een aantal toetsingen van methoden die gebruikt worden om rassenkeuzetoetsen uit te voeren met aanbevelingen ter verbetering van deze methoden

Report of tests of a number of methods used for closed-container tests and an indication for possible improvements of these methods

ing. T.G. van Beers (PAGV)
drs. H. Regeer (HLB)
ir. L.P.G. Molendijk (PAGV)

verslag nr. 181
oktober 1994



HLB H.L. HILBRANDS
LABORATORIUM
VOOR
BODEMZIEKTEN

Mr. P.J. Troelstralaan 1a, postbus 323,
9400 AH Assen, tel. 05920-46616

PROEFSTATION



LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 03200-91111, fax 03200-30479

JST: 557161
JST serie: 57053



INHOUD

SAMENVATTING	5
SUMMARY	8
1. INLEIDING	10
1.1 Algemeen	10
1.2 De toets	12
1.3 Probleemstelling en doel	15
2. VERGELIJKING METHODEN VOOR 25 PERCELEN	16
2.1 Materiaal en methoden	16
2.2 Resultaten	18
2.3 Discussie	20
2.4 Conclusie	22
3. TOETSING CLOSED-CONTAINERMETHODEN	23
3.1 Materiaal en methoden	23
3.2 Resultaten 55 ml potjes	25
3.3 Resultaten 125 ml potjes	26
3.4 Percentage van de cysten aan de buitenzijde	27
3.5 Vermeerdering per potgrootte	28
3.6 Relatieve vatbaarheid	29
3.7 Discussie	31
4. DISCUSSIE ALGEMEEN	34
5. CONCLUSIE	40
Bijlage 1. Een rekenvoorbeeld.	42

Bijlage 2.	Wiskundig modellen populatiedynamica.	43
Bijlage 3.	Relatieve Vatbaarheid.	45
Bijlage 4.	Variatiecoëfficiënt van een variabele met lognormale verdeling.	48
Bijlage 5.	Verband tussen variatiecoëfficiënt en betrouwbaarheidsinterval van een variabele met lognormale verdeling.	49

SAMENVATTING

Een constante maat voor de resistentie van een aardappelras voor een aardappelcysteaaltjes-populatie is de relatieve vatbaarheid (RV). Dit geeft de maximale vermeerdering aan op een ras in verhouding tot de maximale vermeerdering op een volledig vatbaar ras

Om de relatieve vatbaarheid van een aardappelras voor een populatie van het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida* vast te stellen is een toets nodig die betrouwbare en reproduceerbare resultaten oplevert. De vraag was of met de huidige methoden de doelstellingen van de toets, zoals hierboven beschreven, wel gehaald kunnen worden.

De methoden die momenteel in de praktijk gebruikt worden zijn, voor kwekers, een closed-containertoets met besmette grond in enkelvoud voor de eerste screening van rassen en voor telers, een closed-containertoets met besmette grond in drie herhalingen.

Een closed-containertoets wordt uitgevoerd door potgrond met een hoeveelheid met cysten besmette grond in een doorzichtig plastic potje te doen. Hierin wordt een klein aardappelknolletje gepoot en vervolgens wordt het potje afgesloten weggezet bij 20°C, in het donker. Na een aantal weken wordt het aantal cysten geteld wat zich tegen de buitenzijde van de potjes bevindt.

Bronnen van variatie bij deze toetsen zijn de gebruikte methoden van inoculeren, het bepalen van de eindpopulatie en de potgrootte.

Het doel van de proef was, de (on)mogelijkheden van een closed-containertoets uit te testen en eventuele verbeteringen aan te geven.

Voor 25 percelen is de variatiecoëfficiënt van de relatieve vatbaarheid, zoals die wordt gevonden met de huidige praktijktoetsen, bepaald. Hetzelfde is gedaan voor varianten van de toets, waarbij een constante beginbesmetting is aangebracht. Hieruit bleek dat met de huidige toets waarbij als inoculum besmette grond wordt gebruikt, de spreiding in de resultaten zo groot is dat de hiermee bepaalde relatieve vatbaarheid voor een ras ook veel hoger of lager uit kan vallen. Op basis van deze

toetsuitslagen onderscheid maken tussen verschillende rassen is dan ook niet betrouwbaar. De oorzaak hiervan is de onbekende en vaak hoge P_i . Om met veldcysten een constante lage P_i in te kunnen stellen is het noodzakelijk om met gewekte larven te werken. Hierdoor gaat de spreiding van de gevonden relatieve vatbaarheid aanzienlijk omlaag.

Een uitgebreide toetsing van closed-containermethoden is uitgevoerd in 20 herhalingen met de rassen Mentor, Elles en Elkana. Er is gewerkt met twee maten closed-containers, 55 ml en 125 ml. Als inoculum is gebruikt, eisuspensie, gewekte larvensuspensie en cysten, van een gekweekte populatie. Er is op twee tijdstippen gepoot, gelijk met inoculeren en een week voor inoculeren. Zowel het aantal cysten wat zich aan de buitenzijde van de potjes bevond alsook het totaal aantal cysten per potje is bepaald.

Uit deze toetsing bleek dat, voor een optimale vermeerdering, bij ei-inoculatie direct met poten geïnoculeerd moet worden. Bij larven-inoculatie kan beter een week voor inoculeren gepoot worden.

Verder bleek dat de variatie in de tellingen voor de 55 ml potjes lager uitvalt dan in de 125 ml potjes.

Het percentage cysten dat zich aan de buitenzijde van de potjes bevindt is erg variabel. Er bestaan verschillen in vermeerdering tussen de 55 ml en 125 ml potjes maar ook in vermeerdering op Mentor tussen de gebruikte methoden. Dit laatste heeft tot gevolg dat de bepaalde relatieve vatbaarheden met de gebruikte methoden niet constant zijn voor de rassen. Er kan dus geen eenduidige uitspraak gedaan worden over de juiste relatieve vatbaarheid en hoe die zich verhoudt tot de werkelijke relatieve vatbaarheid in het veld.

Uiteindelijk kan gesteld worden dat een closed-containertoets bruikbaar is voor telers en kwekersdoeleinden mits de juiste methoden gebruikt worden.

Cysten of met cysten besmette grond kunnen niet als inoculum gebruikt worden vanwege de variabele inhoud van de cysten. Als gewerkt wordt met een gekweekte populatie kan het best met eisuspensie geïnoculeerd worden, hoe dit uitvalt voor een veldpopulatie is niet bekend.

Wordt er gewerkt met gewekte larven dan moeten er één à twee herhalingen meer

ingezet worden om dezelfde nauwkeurigheid te bereiken. Dit geldt zowel voor cysten van een gekweekte populatie als voor veldcysten. Alleen de cysten tellen die zich aan de buitenzijde van de potjes bevinden gaat ten koste van de nauwkeurigheid. Er blijven nog vragen open ten aanzien van verschillen in gevoeligheid van rassen voor kleine potjes en daarmee de afwijking van de in de toets gevonden relatieve vatbaarheid, van de werkelijke relatieve vatbaarheid in het veld. Vervolgonderzoek wordt in 1994 uitgevoerd.

SUMMARY

A constant standard for measuring the resistance of a variety of potato to a population of potato-cyst nematodes is the relative susceptibility. This shows the maximum multiplication on a variety in comparison with the maximum multiplication on a fully susceptible variety.

In order to establish the relative susceptibility of a potato variety to a population of the potato cyst nematode *Globodera pallida*, a test is necessary which produces reliable and reproduceable results. The problem was whether the objectives of the test, as described above, could be achieved with the present methods.

The methods currently used are: a single closed container test with infested soil for the initial screening of varieties for plant breeders and a closed container test with soil with three replicates for growers.

A closed-container test is carried out by filling little transparent pots with potting soil mixed with an amount of infested soil. A small potato tuber is inserted in the pot which is then placed in the dark at 20°C. After a few weeks a count is made of the number of eelworm visible against the outer sides of the pot.

Sources of variation in these tests are the methods of inoculation, determination of the final population and the size of the pot.

The aim of the experiment was to test the (im)possibilities of a closed container test and indicate any possible improvements. The variation coefficient of the relative susceptibility, as found in present tests used in practical farming, was determined for twenty-five plots. The same was done for test variants, using a constant low initial population density. This showed that with the present test using contaminated soil as an inoculum, the variation in the results is so great that the relative susceptibility of a variety determined by this method can also turn out much higher or lower. Drawing a distinction between different varieties on the basis of these test results is consequently unreliable. The reason for this is the unknown and often high initial population density (P_i). In order to be able to ensure a constant low P_i with field population, it is essential to work with hatched larvae. This considerably reduces the range of the relative susceptibility found.

Extensive testing of closed-container methods was carried out in 20 replicates with the varieties Mentor, Elles and Elkana. Two sizes of closed-container were used: 55 ml and 125 ml. The inoculum used was: egg-suspension, hatched larvae suspension and cysts, from a population grown in a glasshouse. Planting took place at two different times: at the same time as inoculation and a week before inoculation. Both the number of cysts on the outer side of the pots and the total number per pot were ascertained. These tests demonstrated that for optimum multiplication, in the case of egg-inoculation, inoculation should take place immediately after planting. In the case of larvae inoculation, planting can best be done a week before inoculation.

It was also demonstrated that variation in the counts was lower in the 55 ml pots than in the 125 ml pots.

The percentage of cysts located on the outer side of the pots varies greatly. Differences in multiplication exist between the 55 ml pots and the 125 ml pots, but there are also differences in multiplication on Mentor between the methods used. The result of the latter is that the determined relative susceptibilities are not constant for the varieties with the methods used. It is therefore impossible to make any definite pronouncement regarding the correct relative susceptibility and how this relates to the actual relative susceptibility in the field.

It is clear, however, that a closed-container test is usable by growers and breeders provided that the right methods are used. Cysts or infested soil cannot be used as an inoculum due to the variable contents of the cysts. If a specially bred population is used, it can best be inoculated with egg-suspension. The effect of this on a field population is unknown. If hatched larvae are used, one or two additional replicates are necessary to achieve the same degree of accuracy. This applies to both cysts from a bred population and field cysts. If the cysts are only counted on the outer side of the pots, it will be at the expense of accuracy.

There are still questions regarding differences in the sensitivity of varieties regarding small pots and consequently the difference between the relative susceptibility found in the test and the actual relative susceptibility in the field. Further research will follow in 1994.

1. INLEIDING

1.1 Algemeen

Het is voor telers van groot belang tijdig informatie te hebben over de aard en de omvang van een eventuele besmetting met aardappelcyste-aaltjes, *Globodera rostochiënsis* en/of *Globodera pallida*. Dit is noodzakelijk om een goed beeld te hebben van het te kiezen resistente ras en de eventuele noodzaak tot grondontsmetting.

Resistentie tegen aardappelmoehheid werkt voor *Globodera pallida* en *Globodera rostochiënsis* niet hetzelfde. De meeste resistentie tegen *G. rostochiënsis* is afkomstig uit de *Solanum tuberosum ssp. andigena*, de herkomst van de resistentie tegen *G. pallida* is de *Solanum vernei*. De resistentie tegen *G. rostochiënsis* berust op een enkel gen en werkt absoluut. De larven worden wel gelokt en dringen de wortels binnen maar slagen er niet in te ontwikkelen tot volwassen vrouwtjes zodat er geen nieuwe eieren gevormd worden. De resistentie tegen *G. pallida* berust op meerdere genen en is niet absoluut maar partieel ofwel gedeeltelijk. Dit betekent dat er nog wel vrouwtjes volwassen worden en eieren vormen maar minder vrouwtjes dan op een vatbaar ras. Bovendien hebben deze vrouwtjes een geringere inhoud. In het verleden werden biotype D en E (Pa2 respectievelijk Pa3) onderscheiden op grond van de vorming van cysten op geniteur (VTⁿ) 62-33-3. Het grootste deel van de *G. pallida* populaties in Noord-Oost Nederland werd hiermee gekarakteriseerd als Pa 3, waar op dat moment nog geen resistentie tegen beschikbaar was. Desondanks bleken er toch rassen te zijn die slechts een geringe vermeerdering gaven. Deze rassen waren blijkbaar gedeeltelijk (partieel) resistent. Hoeveel vermeerdering er op een *G. pallida* resistent ras optreedt hangt af van de mate van resistentie voor de populatie, of anders gezegd de mate van virulentie die in de populatie voor een ras aanwezig is. Belangrijk bij *G. pallida* resistentie is dat, behalve de vermeerdering, ook de maximale populatiedichtheid die gevormd wordt onder een resistent ras maar

een gedeelte is van die onder een vatbaar ras.

Om tot de keuze van het juiste ras op een met *G. rostochiënsis* besmet perceel te komen is een soortsbepaling voldoende. Er zijn voldoende resistente rassen beschikbaar. Een soortsbepaling is in geval van een *G. pallida* besmetting niet voldoende omdat dit nog niets zegt over de virulentie van die specifieke populatie voor een ras. Om daar inzicht in te krijgen zal gekeken moeten worden naar de vermeerdering van die populatie op een aantal rassen. Eind jaren tachtig werd hiervoor de rassenkeuzetoets ontwikkeld.

Een constante maat voor de resistentie van een ras voor een populatie is de relatieve vatbaarheid (RV). Dit geeft de maximale vermeerdering aan op een ras in verhouding tot de maximale vermeerdering op een volledig vatbaar ras.

In formulevorm:

$$RV = \frac{\text{maximale vermeerdering resistent ras}}{\text{maximale vermeerdering vatbaar ras}} \times 100\%$$

De bepaling van deze verhouding gebeurt bij een vaste, van te voren ingestelde, lage begindichtheid (P_i) van maximaal vijf levende larven per gram grond.

De vermeerdering op een ras met een RV van bijvoorbeeld 10% zal maximaal een tiende deel zijn van de vermeerdering op het vatbare referentie-ras. Ook de maximale populatiedichtheid op dit ras is maar een fractie van de maximale populatiedichtheid van het vatbare ras.

Afhankelijk van de teeltfrequentie zijn verschillende RV's nodig om de aanwezige populatie op niet schadelijke niveaus te houden. Voor een 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 zijn dit respectievelijk 10%, 15%, 24% en 37% (voor de aannames en rekenvoorbeeld om tot deze getallen te komen zie bijlage 1).

Naarmate de teeltfrequentie toeneemt worden er steeds hogere eisen aan de resistentie van rassen gesteld om de populatie, zonder chemische bijsturing, op een laag niveau te houden.

Om rassen met bovengenoemde relatieve vatbaarheden te kunnen benutten is een goede toets nodig. Zo kan worden voorkomen dat er een ras gekozen wordt met een te hoge relatieve vatbaarheid voor het gewenste bouwplan, welke een te hoge vermeerdering geeft.

Een geheel ander doel waartoe de 'rassenkeuzetoets'-methode wordt benut is door kwekers bij het screenen van resistentie tegen aardappelmoeheid. Hierbij is van belang dat er geen rassen afgekeurd worden die bruikbare partiële resistentie hebben.

1.2 De toets

Om de relatieve vatbaarheid van een ras voor een populatie vast te stellen is een toets nodig die betrouwbare en reproduceerbare resultaten oplevert.

Bovendien mag de werkelijke relatieve vatbaarheid van een ras niet veel hoger zijn dan de gevonden toetsuitslag om te voorkomen dat de teler een te grote vermeerdering riskeert. Bovendien moet de toets ook nog betaalbaar blijven.

De bovenstaande eisen maken dat de variatie in de toetsresultaten, uitgedrukt in de variatiecoëfficiënt (VC) niet te hoog mag zijn. Hoe lager de VC des te nauwkeuriger de toets.

De gebruikers van de toets zijn:

- telers, voor het kiezen van een geschikt ras;
- kwekers, voor een eerste screening van nieuwe rassen;
- onderzoek, voor het vaststellen van verschillen in RV met voldoende nauwkeurigheid, voor bijvoorbeeld de rassenlijst.

De huidige methoden die voor de toets gebruikt worden zijn:

Voor kwekers, vanwege het vele te toetsen materiaal, een closed-containertoets met besmette grond in enkelvoud voor de eerste screening.

Voor telers is er een closed-containertoets met besmette grond geïnoculeerd in drie

herhalingen.

Een closed-containertoets wordt uitgevoerd door potgrond met een hoeveelheid met cysten besmette grond in een doorzichtig plastic potje te doen. Hierin wordt een klein aardappelknolletje gepoot en vervolgens wordt het potje afgesloten weggezet bij 20°C, in het donker. Na een aantal weken wordt het aantal cysten dat zich tegen de wand van het potje bevindt geteld.

Welke relatieve vatbaarheden (RV's) bij verschillende toets-(on)nauwkeurigheden nog van elkaar te onderscheiden zijn (het onderscheidend vermogen van de toets) wordt toegelicht aan de hand van tabel 1.

In de tabel staat voor elke VC, gemeten RV combinatie het betrouwbaarheidsinterval waarbinnen de werkelijke relatieve vatbaarheid kan liggen. (Voor de formule waarmee de betrouwbaarheidsintervallen zijn berekend, zie bijlage 4.)

Om binnen een toets rassen met een verschillende relatieve vatbaarheid van elkaar te kunnen onderscheiden moet de verhouding tussen het ras met de hoogste RV en het ras met de laagste RV minimaal de factor f (zie tabel laatste bladzijde bijlage 4) zijn.

(hoogste RV / laagste RV = minimaal f)

Tabel 1. 95% betrouwbaarheidsinterval van de RV bij verschillende VC's.

VC →	10%	25%	35%	80%
RV ↓ f →	1,216	1,620	1,947	3.969
1%	1 - 1	1 - 2	1 - 2	0 - 4
4%	3 - 5	2 - 6	2 - 8	1 - 16
10%	8 - 12	6 - 16	5 - 19	3 - 40
15%	12 - 18	9 - 24	8 - 29	4 - 60
24%	20 - 29	15 - 39	12 - 47	6 - 95
37%	30 - 45	23 - 60	19 - 72	9 - 147

Uit de tabel blijkt dat de laagste relatieve vatbaarheid van 1% zelfs met een toets met een VC 80% wel goed te onderscheiden is van een relatieve vatbaarheid van 4% en hoger.

Een ras met een toetsuitslag van 15% RV in een toets met een variatiecoëfficiënt van 35% kan een werkelijke RV hebben die tussen de 8% en 29% relatieve vatbaarheid ligt.

Het is belangrijk dat voor elke gebruikersgroep de vereiste VC gekozen wordt.

Voor telers is dit belangrijk om geen hoge vermeerdering op een besmet perceel te riskeren en voor kwekers om geen rassen met een bruikbare partiële resistentie af te keuren.

Het Hilbrands Laboratorium voor Bodemziekten (HLB) te Assen heeft in 1993, in samenwerking met de bemonsteringsinstanties: Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek (BLGG) te Oosterbeek, en de Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK) te Assen op 25 percelen de huidige rassenkeuzetoets zoals die nu wordt toegepast, getoetst. Daarnaast werd een aantal mogelijke verbeteringen onderzocht.

De resultaten van deze toetsing zullen eerst worden besproken, gevolgd door de resultaten van de hieronder beschreven toetsing. Uiteindelijk wordt over het geheel een discussie gevoerd en conclusies getrokken.

Een verdergaande toetsing van de closed-containermethode is in 1992 in het kader van project 33313 'Modificatie rassenkeuzetoets en verbetering vitaliteitsbepaling A.M.' door het PAGV in samenwerking met het HLB opgezet en uitgevoerd.

Deze proef is uitgevoerd met drie verschillende inoculi, twee verschillende poot-tijdstippen, twee maten closed containertjes, op drie rassen, in 20 herhalingen. De resultaten zijn verwerkt naar aantal cysten aan de buitenzijde van de potjes, aantal cysten totaal in de potjes, het percentage van het totaal aantal cysten dat zich aan de buitenzijde bevindt, de vermeerdering en de relatieve vatbaarheid.

1.3 Probleemstelling en doel

Er is een toets nodig met een niet te hoge variatiecoëfficiënt zodat de resultaten betrouwbaar en reproduceerbaar zijn.

Bronnen van variatie bij de toetsen zoals die nu in gebruik zijn, zijn de gebruikte methoden van inoculeren, bepalen van de eindpopulatie, de potgrootte.

Voor kwekersdoeleinden wordt maar één herhaling ingezet, voor telersdoeleinden zijn dit er drie, maar net als bij de kwekers wordt als inoculum grond waar cysten in zitten gebruikt, er is dus per potje niet precies bekend wat de begindichtheid (P_i) is. De vermeerdering hangt sterk af van de begin-dichtheid van de populatie.

Bovendien wordt niet het totale aantal cysten bepaald maar alleen de cysten geteld die zich aan de buitenzijde van de potjes bevinden. Hierbij wordt aangenomen dat het gedeelte van de cysten dat zich aan de buitenzijde bevindt een vast deel van de totale populatie is.

Het is de vraag of met deze methoden de doelstelling van de toets om betrouwbare en reproduceerbare resultaten te krijgen wel gehaald kan worden.

Het doel van deze proef is om de (on)mogelijkheden van de closed-containertoets uit te testen en eventuele verbeteringen aan te geven.

2. VERGELIJKING METHODEN VOOR 25 PERCELEN

Van de huidige rassenkeuzetoets, waarbij als inoculum besmette grond van het perceel wordt gebruikt, is bekend dat er tussen de herhalingen van hetzelfde ras een grote spreiding in de uitslagen (aantal cysten ten opzichte van Mentor) kan optreden. Eén van de oorzaken kan zijn dat de beginbesmetting (P_i) niet constant is. In dit onderzoek is voor 25 percelen bepaald wat de variatiecoëfficiënt voor de relatieve vatbaarheid van de huidige praktijktoets is. Daarnaast is dit voor dezelfde percelen ook onderzocht voor varianten van de toets waarbij geprobeerd is wel van een constante beginbesmetting uit te gaan.

2.1 Materiaal en methoden

Van 25 percelen zijn, in een samenwerking van het H.L. Hilbrandslaboratorium voor Bodemziekten (HLB), het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) en de Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK, Assen), rassenkeuzetoetsen uitgevoerd. De beginbesmetting (P_i) is op verschillende wijzen aangebracht (zie tabel 2). Daar waar de besmetting is aangebracht in de vorm van besmette grond van het betreffende perceel, ligt de P_i niet vast. Er is een schatting gemaakt van de P_i op grond van de besmettingsbepalingen van het BLGG (aantal cysten per 200 ml grond). Met behulp van wektoetsen, uitgevoerd op het HLB, is de gemiddelde inhoud per cyste bepaald.

Tabel 2. Opzet rassenkeuzetoetsen. De toetsen zijn uitgevoerd bij twee verschillende instanties voor dezelfde 25 percelen, zes rassen per perceel. In het geval als inoculum besmette grond is gebruikt, is de PI geschat (zie tekst).

potgrootte (ml)	grondsoort	inoculum	PI (larven/ml)	aantal herhalingen per ras	uitvoerende instantie
125	perceel	besmette grond	6-125	3	A
55	potgrond	cysten	5	4	A/B
55	potgrond	larven	5	4	B

Als voor de inoculatie besmette grond van het perceel is gebruikt, is door deze grond, in verband met een goede vochtregulatie, wat potgrond gemengd. De 125 ml potjes zijn met dit mengsel gevuld. Voor de inoculatie met cysten zijn cysten van de besmette percelen opgespoeld. Hiervan zijn alleen de op het oog goed gevulde cysten gebruikt voor inoculatie. Van deze cysten is de gemiddelde levende inhoud bepaald met behulp van een wektoets. Aan de hand hiervan is berekend hoeveel van deze cysten moesten worden toegevoegd voor de gewenste PI. Deze cysten zijn door de potgrond in de potjes gemengd. In beide hiervoor beschreven toetsopzetten is het knolletje van het gewenste ras gelijk met de inoculatie gepoot. De potjes zijn afgesloten in het donker weggezet bij 20°C gedurende acht weken.

Voor de inoculatie met larven zijn cysten van de besmette percelen opgespoeld en vervolgens vermalen tot eisuuspensies. Na tien dagen wekken in verse wekstof zijn de larven gebruikt voor de inoculatie. De knolletjes zijn één week voor de inoculatie gepoot. Alleen goed doorwortelde potjes zijn gebruikt voor de toets. In dit geval zijn de afgesloten potjes zes weken bij 20°C in het donker geplaatst.

Gebruikte rassen: Mentor, Saturna, Elkana, Elles, Karnico en Seresta, potmaat van de knollen 28 mm.

Na de 6-8 weken in het donker zijn de, aan de buitenkant van de potjes zichtbare, cysten geteld. Berekend is het percentage cysten ten opzichte van Mentor, dit is hier de relatieve vatbaarheid (RV) genoemd.

Dus:

$$RV = \frac{\text{aantal aan de buitenkant zichtbare cysten resistente ras}}{\text{aantal aan de buitenkant zichtbare cysten Mentor}} \times 100\%$$

Opgemerkt moet worden dat hier slechts het aantal cysten dat aan de buitenkant zichtbaar is, is bepaald. Voor de echte relatieve vatbaarheid zou de eindbesmetting (Pf) in levende eieren en larven bepaald moeten worden. Hier wordt aangenomen dat de inhoud van de cysten op de verschillende rassen niet zal verschillen en dat de cysten die aan de buitenkant zichtbaar zijn een evenredig deel vormen van het totaal aantal gevormde cysten.

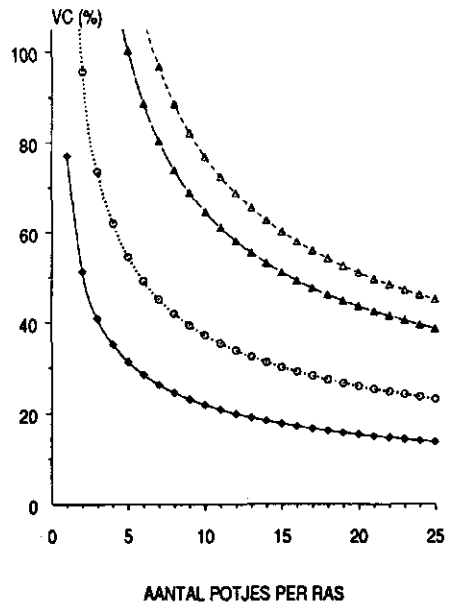
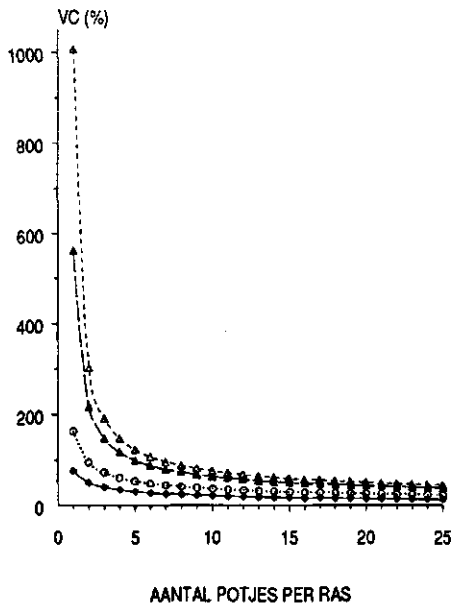
2.2 Resultaten

De analyses zijn slechts uitgevoerd voor 16 percelen omdat, wegens tekort aan inoculum, op de overige percelen niet alle rassen zijn getoetst.

De variatiecoëfficiënt (VC) van de relatieve vatbaarheid in afhankelijkheid van het aantal herhalingen per ras is berekend en weergegeven in figuur 1 en 2.

Zowel wanneer besmette grond als inoculum werd gebruikt als wanneer werd geïnoculeerd met larven bleek dat de eindbesmetting (aantal aan de buitenkant zichtbare cysten) van de verschillende rassen significant van elkaar verschilde ($P \leq 0,007$). Enige uitzondering hierop vormden de rassen Mentor en Saturna, waartussen bij geen van beide methoden een verschil in eindbesmetting was. Bij vergelijking van beide methoden bleek verder dat, wat betreft de eindbesmetting, de interactie methode * ras significant groter was dan de interactie perceel * ras ($P \leq 0,05$).

De gemiddelde relatieve vatbaarheid van de verschillende rassen voor deze percelen is met beide methoden bepaald en weergegeven in tabel 3. Hieruit blijkt dat de volgorde van de relatieve vatbaarheid van de verschillende rassen voor beide methoden gelijk is, maar dat de hoogte van de vastgestelde relatieve vatbaarheid sterk verschildt. Het aantal cysten gevormd per larve inoculum is voor de methode waarbij is geïnoculeerd met larven significant hoger ($P < 0,001$) dan wanneer besmette grond is gebruikt als inoculum. Ook tussen de rassen is er een significant verschil in



Figuur 1 en 2. Variatiecoëfficiënt (VC) van de relatieve vatbaarheid (RV) berekend op grond van het aantal gevormde cysten op het resistente ras ten opzichte van aantal cysten op het vatbare ras. De toets is uitgevoerd in closed containers. De beginbesmetting is aangebracht door middel van cysten (Δ , \blacktriangle), gewekte larven (\blacklozen) of besmette grond (\circ). De figuur rechts is een uitvergroting van de figuur links, in die zin dat de schaal van de y-as is aangepast.

het aantal cysten gevormd per larve inoculum ($P < 0,001$), hetgeen voor rassen met een verschillende RV ook verwacht mocht worden. Het verschil tussen de rassen in het aantal cysten gevormd per larve inoculum is echter voor beide methoden niet gelijk, hetgeen blijkt uit het feit dat de interactie methode \times ras, wat betreft dit aantal cysten per larve inoculum, significant is ($P < 0,001$).

Voor de methode waarbij besmette grond als inoculum is gebruikt, geldt voor een aantal rassen dat naarmate de beginbesmetting hoger is, het aantal gevormde cysten ook hoger is. Dit verband is voor een aantal rassen significant ($P \leq 0,0076$). Voor Karnico, Elles en Seresta ging dit echter niet op.

Bij een hogere Pi wordt het aantal cysten gevormd per larve inoculum lager. Dit is een significant verband voor alle rassen ($P \leq 0,0138$).

Tabel 3. Relatieve vatbaarheid (RV) van en vermeerdering op een aantal rassen, berekend op grond van de uitslagen van twee verschillende rassenkeuzetoetsen, uitgevoerd in closed containers. Gemiddelde van toetsen van 16 percelen. De vermeerdering is uitgedrukt als het aantal cysten gevormd per levende larve in het inoculum (cyst/l). Zowel de RV als cyst/l is berekend op grond van aan de buitenkant zichtbare cysten.

inoculum ► ras ▼	besmette grond		larven	
	RV (%)	cyst/l	RV (%)	cyst/l
Mentor	100	0,077	100	0,187
Saturna	109	0,088	101	0,187
Elkana	39	0,031	69	0,131
Karnico	23	0,015	44	0,054
Elles	12	0,031	29	0,090
Seresta	1	0,001	2	0,003

2.3 Discussie

Uit figuur 1 en 2 blijkt de VC voor de RV, voor een toets uitgevoerd met drie herhalingen per ras aanzienlijk te verschillen per methode van inoculeren. Als inoculatie plaatsvindt met besmette grond is deze VC circa 75%, wordt geïnoculeerd met cysten dan ligt de VC rond de 170% en bij inoculatie met larven rond de 40%.

Uit de figuur kan ook worden afgelezen hoeveel herhalingen per ras per methode nodig zijn voor een bepaalde VC. Wil men bijvoorbeeld een VC van 35% voor de relatieve vatbaarheid dan zijn 11 herhalingen per ras nodig als wordt geïnoculeerd met besmette grond, circa 40 herhalingen als wordt geïnoculeerd met cysten en slechts vier herhalingen als wordt geïnoculeerd met larven. Voor alle methoden geldt dat voor halvering van de VC vier maal zoveel herhalingen per ras nodig zijn.

Als met cysten is geïnoculeerd, is de variatiecoëfficiënt van de relatieve vatbaarheid dusdanig hoog, dat zelfs bij een zeer groot aantal herhalingen per ras, het nauwelijks mogelijk is verschillen tussen rassen aan te tonen. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het feit dat de inhoud van veldcysten zeer variabel is, een gegeven dat bekend is uit de literatuur en eerder onderzoek. Voor een geschatte Pi van vijf levende larven per ml grond hoefde slechts weinig cysten te worden toegevoegd. De kans op

grote verschillen in Pi is daardoor groot. De toets is in deze opzet geen verbetering en is daarom in een groot deel van de analyses buiten beschouwing gelaten. De toets waarbij besmette grond als inoculum wordt gebruikt, wordt in de praktijk alleen uitgevoerd als er meer dan vijf levende cysten per 200 ml grond zijn gevonden. De beginbesmettingen zijn hier vaak veel hoger dan vijf levende larven per ml grond. Het aantal cysten per potje is dus veel groter dan bij de inoculatie met opgespoelde cysten. Mogelijk is dit de reden dat de spreiding in de resultaten bij toets waarbij besmette grond als inoculum wordt gebruikt duidelijk lager is dan wanneer slechts een klein aantal opgespoelde cysten worden gebruikt als inoculum.

Bij de inoculatie door middel van besmette grond wordt, als per ras drie herhalingen worden ingezet (de huidige praktijktoets), gewerkt bij een VC voor de RV van 75% (figuur 1 en 2). Bij deze VC kan van de gevonden RV met een betrouwbaarheid van 95% slechts worden gezegd dat deze RV zal liggen tussen een waarde die circa vier maal lager of vier maal hoger is. Een, op grond van de uitslag van de toets, geschatte vermeerdering van 10% ten opzichte van Mentor, kan in werkelijkheid dus ook bijna 40% worden en een RV van 25% kan ook bijna dezelfde vermeerdering geven als Mentor. Uit tabel 2 blijkt bovendien dat de hoogte van de vastgestelde RV bij de verschillende methoden niet gelijk is. Wanneer besmette grond is gebruikt als inoculum ligt de gemeten RV meestal lager dan wanneer is geïnoculeerd met larven. Dit kan veroorzaakt worden doordat de verhouding buitenkant cysten/totaal aantal cysten bij de verschillende potgroottes sterk verschilt per ras, maar vooral ook doordat bij de besmette grond methode de toets vaak wordt uitgevoerd bij een te hoge Pi. Op Mentor blijken zich bij een hogere Pi meer cysten te vormen terwijl dit verband voor Karnico, Elles en Seresta niet werd gevonden. Dit heeft direct invloed op de berekende RV. Uit het feit dat voor het aantal gevormde cysten geldt dat de interactie (methode * ras) significant groter is dan de interactie (perceel * ras) blijkt dat de hoogte van de gemeten RV dus meer afhankelijk is van de methode waarmee deze wordt bepaald en dus waarschijnlijk van de Pi waarbij deze bepaald wordt, dan van het perceel waarvoor deze wordt bepaald.

Als de toets met besmette grond wordt uitgevoerd in bijvoorbeeld zeven herhalingen per ras, dan loopt de VC terug naar 45%. Een geschatte RV kan dan ruim twee maal hoger of lager uitvallen. Als deze RV echter is bepaald bij een te hoge Pi kan deze

veel gunstiger uitvallen dan hij in werkelijkheid is.

Als wordt geïnoculeerd met larven is de variantie van de Pf lager. Met vier herhalingen per ras is de VC voor de RV 35%, bij acht herhalingen 25%. In het eerste geval zou een geschatte RV van 10% met 95% betrouwbaarheid in het ongunstigste geval niet hoger uitvallen dan 19%, in het tweede geval zou deze 10% niet hoger zijn dan 16%.

De vastgestelde RV's zijn bij de laatste methode steeds hoger dan die bij de besmette grond methode. Uit het feit dat er voor het aantal cysten gevormd per larve in het inoculum een significante interactie tussen methode en ras is, blijken niet alle rassen even gevoelig voor een variatie in de Pi, waardoor de RV dus afhankelijk wordt van de hoogte van de Pi waarbij deze is bepaald.

2.4 Conclusie

Van de huidige praktijktoets, waarbij als inoculum besmette grond wordt gebruikt, is de spreiding in de uitslagen zo groot dat een hiermee bepaalde relatieve vatbaarheid van de een ras ook vier maal hoger of lager uit kan vallen. Onderscheid maken in de relatieve vatbaarheden van verschillende rassen is dan ook weinig betrouwbaar. Alleen als in de toets van een ras een zeer lage relatieve vatbaarheid wordt vastgesteld ($\leq 5\%$), geeft dit aan dat dit ras waarschijnlijk inderdaad een geringe vermeerdering zal geven. De onbekende en vaak te hoge Pi heeft echter een grote invloed op de waarde van de vastgestelde RV. Werken met een lagere Pi geeft bij deze veldcysten echter weer aanleiding tot een veel grotere VC van de RV.

Als geïnoculeerd wordt met gewekte larven en gewerkt wordt met een vaste Pi zijn, voor dezelfde betrouwbaarheid, veel minder herhalingen nodig dan wanneer wordt gewerkt met besmette grond.

Het aantal cysten gevormd per larve in het inoculum wordt sterk beïnvloed door de hoogte van de Pi. De invloed van de Pi op de Pf is echter voor alle rassen niet gelijk. Het is daarom noodzakelijk te werken bij een constante lage Pi.

3. TOETSING CLOSED-CONTAINERMETHODEN

3.1 Materiaal en methoden

De proef is uitgevoerd in 20 herhalingen met de rassen Mentor (vatbaar), Elkana en Elles. Voor deze rassen is gekozen omdat ze qua resistentie goed van elkaar verschillen. Er is gewerkt met twee maten closed containertjes, 55 ml en 125 ml. Dit zijn de twee maten die nu in de praktijk routinematig toegepast worden. De proefopzet staat weergegeven in tabel 4.

Als grond is gebruikt potgrond (Trio 17 speciaal).

De beginbesmetting is op vijf levende larven per ml grond gebracht. Deze lage P_i is nodig om een maximale vermeerdering te verkrijgen.

Er zijn drie typen inoculum gebruikt, eisuspensie, gewekte larven suspensie en (alleen in de 125 ml potjes) cysten. Er is gebruik gemaakt van een gekweekte populatie (de IPO-Pa3 standaard populatie) zodat de inhoud van de cysten redelijk constant is en ook met het cystinoculum de begindichtheid (P_i) op vijf levende larven per gram grond gebracht kon worden.

Van de eisuspensie is visueel de levend/dood verhouding bepaald. Bij het gewekte larven-inoculum hoeft dit niet omdat alleen levende larven gewekt worden en via een eizeefje (25 μm maaswijdte) gescheiden zijn van de dode eieren en larven. Voor de wekking is gebruik gemaakt van verse wekstof. Dit is het percolaat van potten waar aardappelen op worden gekweekt.

De aardappelknolletjes (maat 28 mm) zijn bij de larven inoculatie één week voor het inoculeren gepoot. Als controle voor het effect van het poottijdstip werd hierbij een extra behandeling ingezet, alleen op Mentor, waarbij de knolletjes gelijk met inoculeren zijn gepoot.

De knolletjes bij de eieren inoculatie zijn gelijk met inoculeren gepoot. Als controle voor het effect van het poottijdstip werd hierbij een extra behandeling ingezet, alleen op Mentor, waarbij de knolletjes een week voor het inoculeren zijn gepoot.

De knolletjes bij de cyst-inoculatie zijn gelijk met inoculeren gepoot.

De potjes zijn gedurende 6-8 weken weggezet bij 20°C, in het donker.

Bij de met ei-suspensie en larven-suspensie geïnoculeerde potjes zijn na zes weken de cysten geteld die zich aan de buitenzijde van het potje bevinden. Voor de met cysten geïnoculeerde potjes is dit na acht weken gebeurd omdat het langer duurt voordat alle larven uit de cysten gelokt zijn. Het tellen van de cysten is gedaan door met een scherp voorwerp het potje in twee vakken te verdelen die in een beeldveld van de binoculair passen. De potjes zijn onder een binoculair bij een tien maal vergroting beoordeeld.

Na twaalf weken waren de cysten afgerijpt en zijn de potjes opengemaakt om te kunnen drogen. Na het drogen is de inhoud van de potjes door een huishoudezeef gewreven en vervolgens geacetoneerd. Het acetoneren is uitgevoerd in maatkolven van 200 ml door het gezeefde monster (de 125 ml potjes in twee keer) in de kolf te brengen, daar wat aceton bij te voegen en hard te schudden. Daarna werd de kolf tot de rand gevuld met aceton en kregen de cysten even de tijd om naar boven te drijven waarna deze vervolgens over een filter werden uitgegoten. Het debris onder in de kolf werd weggegooid. Toen de filters gedroogd waren zijn de cysten uitgezocht en geteld.

Tabel 4. Proefschema. Toelichting bij poottijdstip 1 = direct met inoculeren gepoot, 2 = één week voor inoculeren gepoot. De proef is uitgevoerd in 20 herhalingen. Pi vijf levende larven/ml grond. Populatie IPO Pa3.

ras	potgrootte	inoculum	poottijdstip
Mentor	55 ml en 125 ml	eisuspensie	1 en 2
Elles	55 ml en 125 ml	eisuspensie	1
Elkana	55 ml en 125 ml	eisuspensie	1
Mentor	55 ml en 125 ml	larvensuspensie	1 en 2
Elles	55 ml en 125 ml	larvensuspensie	2
Elkana	55 ml en 125 ml	larvensuspensie	2
Mentor	125 ml	cysten	1
Elles	125 ml	cysten	1
Elkana	125 ml	cysten	1

3.2 Resultaten 55 ml potjes

Tabel 5. 55 ml potjes. Gemiddeld aantal cysten per potje aan de buitenzijde en totaal per potje met de variatiecoëfficiënt van de behandeling.

Poottijd 1 = direct met inoculeren, 2 = één week voor inoculeren.

ras	poottijd	inoculum	buitenzijde	variatie-coëfficiënt (%)	totaal	variatie-coëfficiënt (%)
Mentor	1	eieren	22	37	91	20
Mentor	2	eieren	16	40	33	27
Elles	1	eieren	10	45	34	22
Elkana	1	eieren	17	31	64	22
Mentor	1	larven	22	38	56	31
Mentor	2	larven	29	64	67	30
Elles	2	larven	12	48	26	50
Elkana	2	larven	24	45	52	33

Het aantal gevormde cysten is voor ei-inoculatie, direct met poten geïnoculeerd, significant hoger ($P < 0,001$) dan wanneer er een week voor inoculeren gepoot is.

Voor larven-inoculatie is dit juist omgekeerd ($P = 0,017$).

Er is geen significant verschil in het aantal gevormde cysten tussen ei-inoculatie (direct met poten geïnoculeerd) en de larven-inoculatie (direct met poten geïnoculeerd). Alleen bij de buitenzijde-tellingen worden significant ($P = 0,019$) meer cysten gevormd, als bij de larven-inoculatie een week voor inoculeren gepoot wordt.

3.3 Resultaten 125 ml potjes.

Tabel 6. 125 ml potjes. Gemiddeld aantal cysten aan de buitenzijde en totaal per potje met de variatiecoëfficiënt van de behandeling.

Poottijd 1 = direct met inoculeren, 2 = één week voor inoculeren.

ras	poottijd	inoculum	buitenzijde	variatie-coëfficiënt (%)	totaal	variatie-coëfficiënt (%)
Mentor	1	eieren	47	43	128	33
Mentor	2	eieren	26	41	77	49
Elles	1	eieren	13	79	69	53
Elkana	1	eieren	31	28	97	44
Mentor	1	larven	37	43	112	29
Mentor	2	larven	43	39	114	41
Elles	2	larven	20	50	63	13
Elkana	2	larven	36	78	100	31
Mentor	1	cysten	148	46	173	61
Elles	1	cysten	49	74	76	64
Elkana	1	cysten	92	52	141	56

Het aantal gevormde cysten is voor ei-inoculatie, direct met poten geïnoculeerd, significant hoger ($P < 0,001$) dan wanneer er een week voor inoculeren gepoot is.

Voor larven-inoculatie is er geen significant verschil in poottijdstip.

Er is geen significant verschil tussen ei-inoculatie en de larven-inoculatie.

Voor de buitenzijde-tellingen zijn de ei- en larven-inoculatie significant ($P < 0,001$) lager dan de cysten-inoculatie.

Voor de totaal-tellingen geldt dit niet voor Elles. Voor Mentor ei- en larven inoculatie is het aantal cysten significant (respectievelijk $P = 0,05$ en $P = 0,035$) lager dan de Mentor cyst-inoculatie. Voor Elkana ei- en larven-inoculatie is het aantal cysten ook significant (respectievelijk $P = 0,05$ en $P = 0,006$) lager dan de Elkana cyst-inoculatie.

3.4 Percentage van de cysten aan de buitenzijde

Tabel 7. Percentage van het totaal aantal cysten dat zich bevindt aan de buitenzijde van potjes, met de variatiecoëfficiënt van de behandeling.

Poottijd 1 = direct met inoculeren, 2 = één week voor inoculeren.

ras	poottijd	inoculum	percentage 125 ml	variatie- coëfficiënt	percentage 55 ml	variatie- coëfficiënt
Mentor	1	eieren	42	69	25	45
Mentor	2	eieren	36	41	46	37
Elles	1	eieren	23	93	26	42
Elkana	1	eieren	36	52	26	23
Mentor	1	larven	32	33	39	44
Mentor	2	larven	39	33	39	39
Elles	2	larven	30	29	48	36
Elkana	2	larven	36	58	46	28
Mentor	1	cysten	100	55	-	-
Elles	1	cysten	68	50	-	-
Elkana	1	cysten	68	24	-	-

Er is een grote spreiding in het percentage cysten aan de buitenzijde. Voor de 55 ml potjes zijn de percentages bij de ei-inoculatie lager dan die bij de larven-inoculatie. Dit is significant verschillend ($P = 0,004$) gemiddeld over alle rassen, maar niet voor elk ras apart. Voor Mentor is een aanwijzing voor een verschil ($P = 0,084$), voor Elkana ($P = 0,023$) en Elles ($P = 0,013$) is het significant. Voor de 55 ml potjes is verder alleen voor de ei-inoculatie het percentage cysten aan de buitenzijde wanneer een week voor inoculeren wordt gepoot significant ($P = 0,005$) hoger dan het percentage direct met poten geïnoculeerd.

Voor de 125 ml potjes is het percentage cysten aan de buitenzijde bij de behandeling met cysten geïnoculeerd significant ($P < 0,001$) hoger.

Tussen de ei- en larveninoculatie is geen significant verschil. Er is ook geen significant verschil tussen de poottijdstoppen.

3.5 Vermeerdering per potgrootte

Tabel 8. Per potsort het aantal gevormde cysten per ei/larve Pi.
 Poottijd 1 = direct met inoculeren, 2 = één week voor inoculeren.

ras	poottijd	inoculum	125 ml aantal cysten per ei Pi	55 ml aantal cysten per ei Pi	significant verschil 125-55 ml P-waarde
Mentor	1	eieren	0,20	0,36	< 0,001
Mentor	2	eieren	0,12	0,13	-
Elles	1	eieren	0,11	0,14	-
Elkana	1	eieren	0,15	0,26	< 0,001
Mentor	1	larven	0,18	0,22	0,013
Mentor	2	larven	0,18	0,27	0,002
Elles	2	larven	0,10	0,10	-
Elkana	2	larven	0,16	0,21	0,028
Mentor	1	cysten	0,28	-	-
Elles	1	cysten	0,12	-	-
Elkana	1	cysten	0,23	-	-

In tabel 8 is het aantal gevormde cysten per ei/larve in de Pi als maat voor de vermeerdering gegeven.

De vermeerdering in de 55 ml potjes valt hoger uit dan in de 125 ml potjes. Alleen Elles is qua vermeerdering ongevoelig voor de potgrootte. Voor de behandelingen waar een significant verschil bestaat in vermeerdering tussen de potgroottes, staat de P-waarde in laatste kolom van tabel 6.

De vermeerdering in de Mentor cyst-inoculatie is significant hoger ($P < 0,001$) dan Mentor larven- en ei-inoculatie (125 ml).

De vermeerdering in de 55 ml potjes is voor Mentor en Elkana ei-inoculatie, direct met poten geïnoculeerd significant hoger (respectievelijk $P < 0,001$ en $P = 0,005$) dan de larven-inoculatie, een week voor inoculeren gepoot.

3.6 Relatieve vatbaarheid

Tabel 9. De relatieve vatbaarheid van de rassen bij de verschillende methoden.
Poottijd 1 = direct met inoculeren, 2 = één week voor inoculeren.

ras	poottijd	inoculum	RV buitenzijde	RV totaal	RV buitenzijde	RV totaal
			125 ml	125 ml	55 ml	55 ml
Mentor	1	eieren	100	100	100	100
Elles	1	eieren	28	54	45	37
Elkana	1	eieren	66	76	77	70
Mentor	2	larven	100	100	100	100
Elles	2	larven	47	55	41	39
Elkana	2	larven	84	88	83	78
Mentor	1	cysten	100	100	-	-
Elles	1	cysten	33	44	-	-
Elkana	1	cysten	62	82	-	-

De relatieve vatbaarheid van Elles en Elkana valt niet binnen elke toetsmethode hetzelfde uit.

Voorals ei-inoculatie, direct met poten geïnoculeerd geeft een sterk wisselende RV. De RV voor Elles, in de 125 ml potjes, aan de buitenzijde geteld [28] is significant ($P < 0,001$) lager dan de 125 ml potjes, totaal geteld [54]. Bij dezelfde behandeling is de RV voor Elles, in de 55 ml potjes aan de buitenzijde geteld [45] significant ($P = 0,009$) hoger dan de 125 ml potjes aan de buitenzijde geteld [28].

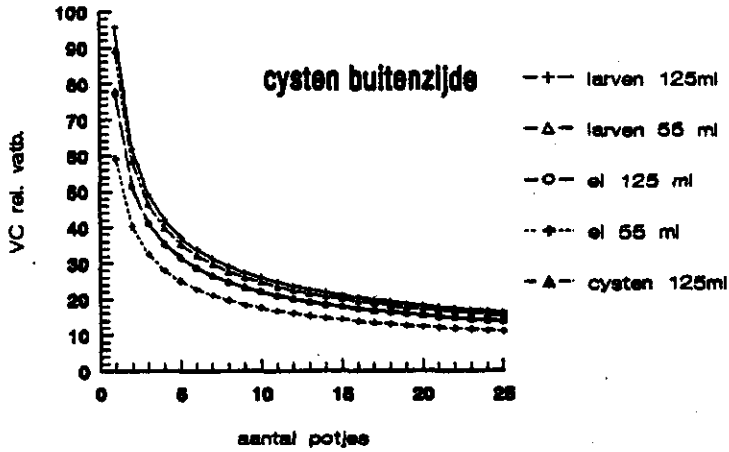
De RV voor Elles in de 125 ml potjes, totaal geteld [54] is niet significant hoger dan de RV in de 55 ml potjes, totaal geteld [37].

Voor de Elles larven-inoculatie, een week voor inoculeren gepoot is de RV in de 125 ml potjes, totaal geteld [55] significant ($P = 0,013$) hoger dan de 55 ml potjes, totaal geteld [39].

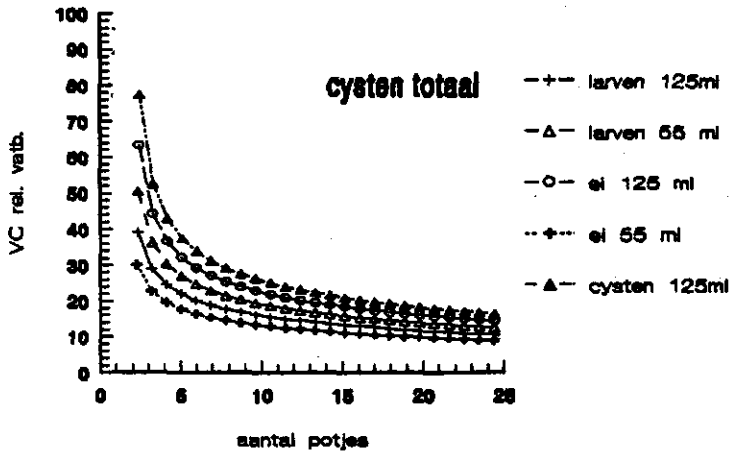
De RV voor Elles cysten-inoculatie, totaal geteld [44] is significant ($P = 0,006$) hoger dan de aan de buitenzijde getelde [33] potjes.

De RV voor Elkana cysten-inoculatie, totaal geteld [82] is significant ($P = 0,016$) hoger dan de aan de buitenzijde getelde [62] potjes.

Voor de variatiecoëfficiënt van de relatieve vatbaarheid zijn figuur 3 en 4. Hier zijn van elke methode, zowel voor het aantal cysten aan de buitenzijde als het totaal aantal cysten de variatiecoëfficiënt uitgezet op de Y-as tegen het aantal herhalingen per behandeling op de X-as.



Figuur 3. Variatiecoëfficiënt van de relatieve vatbaarheid.



Figuur 4. Variatiecoëfficiënt van de relatieve vatbaarheid.

Er zijn maar twee methoden waarbij het voor de variatiecoëfficiënt nauwelijks uitmaakt of de buitenkant geteld wordt of het totaal aantal cysten bepaald wordt, dit zijn de 125 ml ei-inoculatie en de cysten-inoculatie.

De ei-inoculatie methode in de 55 ml potjes levert zowel bij de buitenzijde tellingen als de totaalstellingen de laagste variatiecoëfficiënt. Bij de buitenzijdetellingen zijn de larven 55 ml-methode en de ei 125 ml-methode gelijk, evenals de larven 125 ml-methode en de cystmethode.

Bij de totaalstellingen geeft de 125 ml larven-methode na de 55 ml ei-methode de laagste variatiecoëfficiënt. De cystmethode geeft de hoogste variatiecoëfficiënt gevolgd door de 125 ml ei-methode.

Voor de buitenzijde en totaalstellingen is de volgorde van oplopende variatiecoëfficiënt:

1 ei-inoculatie 55 ml totaal

2 larven-inoculatie 125 ml totaal

3 larven-inoculatie 55 ml totaal

3 ei-inoculatie 55 ml, buitenzijde

4 ei-inoculatie 125 ml totaal

4 ei-inoculatie 125 ml buitenzijde

4 larven-inoculatie 55 ml buitenzijde

5 cysten inoculatie 125 ml buitenzijde

5 larven-inoculatie 125 ml buitenzijde

5 cysten-inoculatie 125 ml totaal

3.7 Discussie

Uit de resultaten (tabel 5 en 6) blijkt dat er bij ei-inoculatie gelijk met poten geïnoculeerd moet worden om een optimale vermeerdering te krijgen.

De reden dat dit pottijdstip bij ei-inoculatie zoveel belangrijker is dan bij larven-inoculatie komt waarschijnlijk doordat een deel van de aardappelwortels al te oud zijn (dus niet meer binnen te dringen zijn) als de larven eenmaal uit de eieren gelokt zijn.

Bij larven inoculatie kan beter een week voor inoculeren gepoot worden maar dit gaf alleen bij de 55 ml potjes een significant verschil.

Dat zou kunnen komen doordat het voor de larven te lang duurt voordat er wortels beschikbaar komen om binnen te dringen waardoor er inoculum sterft.

Er worden significant meer cysten gevonden bij de met cysten geïnoculeerde potjes. Het lijkt erop dat het inoculum in cystenvorm minder kwetsbaar is.

Hoe het komt dat de 55 ml potjes er qua variatie steeds het best uitkomen in vergelijking tot de 125 ml variant laat zich voor de totaal tellingen moeilijk verklaren. Beide potsoorten zagen er goed doorworteld uit. Bij de buitenzijdetellingen zit er in verhouding in de 55 ml potjes een groter deel van de wortels aan de buitenzijde wat de lagere variatie voor de buitenzijde tellingen in de 55 ml potjes verklaart.

Het is niet duidelijk waarom het percentage van de cysten dat zich aan de buitenzijde van de potjes bevindt zo variabel is. Bij de 55 ml potjes is het percentage cysten aan de buitenzijde lager voor ei-inoculatie, direct met poten geïnoculeerd, dan voor larven-inoculatie, beide pottijdstippen. Het zou kunnen zijn dat het ei-inoculum direct rond de knol de wortels al binnendringt terwijl bij de larven-inoculatie de verse wortelpuntjes zich al aan de buitenzijde van de potjes bevinden als de larven geïnoculeerd worden. Dit wordt ook onderbouwd door het feit dat voor ei-inoculatie, direct met poten geïnoculeerd, de percentages significant lager liggen dan voor ei-inoculatie, een week na poten geïnoculeerd.

In de 125 ml potjes bestaan deze verschillen niet maar hier zit in verhouding een kleiner gedeelte van de wortels tegen de buitenzijde.

Bij de 125 ml potjes is het percentage cysten aan de buitenzijde voor de cysten-inoculatie wel significant hoger. Hier is geen verklaring voor.

Het percentage cysten gevormd aan de buitenzijde is voor de behandeling met cysten geïnoculeerd gemiddeld 100%. Dit komt doordat het ook voorkwam dat er

aan de buitenzijde meer cysten geteld waren dan totaal. Bij deze potjes moet met het acetoneren iets fout gegaan zijn. Aangezien dit alleen bij een aantal potjes van de met cysten geïnoculeerde behandeling voorkomt hebben we geen reden om aan te nemen dat er met het acetoneren van de overige potjes ook iets mis is gegaan.

De verschillen in vermeerdering tussen 125 ml potjes en 55 ml potjes zijn moeilijk te verklaren. In beide potsoorten zijn even grote knolletjes gepoot. Als deze knolletjes dezelfde hoeveelheid wortels vormen, zouden er in een 55 ml potje in verhouding meer wortels per ml grond voorkomen waardoor er meer gelegenheid is voor de larven om binnen te dringen. Dit kan worden nagegaan door wat knolletjes op 125 ml en 55 ml potjes te zetten en na een aantal weken de hoeveelheid gevormde wortel te bepalen.

De verschillen in relatieve vatbaarheid bij de verschillende methoden worden veroorzaakt door de verschillen in vermeerdering op Mentor. Deze verschillen in vermeerdering tussen de methoden en potgroottes zijn moeilijk te verklaren.

4. DISCUSSIE ALGEMEEN

Uit tabel 7 is af te lezen hoe variabel het percentage is van de cysten dat zich aan de buitenzijde van de potjes bevindt. Dit verklaart dan ook de hogere variatiecoëfficiënt van de buitenzijde-tellingen ten opzichte van de totaaltellingen in de uiteindelijke relatieve vatbaarheidsbepaling van de rassen.

Nog een reden waarom het beter zou zijn de totale inhoud van de potjes te bepalen is vanwege het feit dat niet bekend is of het percentage cysten aan de buitenzijde van de potjes rasafhankelijk is.

Het bepalen van de totale inhoud van de potjes is duurder, de buitenkanttelling vervalt maar daar staat weer tegenover dat de potgrond gezeefd en geacetoneerd wordt en dat daarna de cysten uitgezocht en geteld worden. Vooral het uitzoeken van de cysten is tijdrovend.

De cystinhoud is niet bepaald omdat in closed containertjes normale plantgroei ontbreekt waardoor de cysten niet normaal ontwikkelen. Er zijn sterke aanwijzingen dat de cystinhoud op een resistent ras lager is dan op een vatbaar ras waardoor de, in de proef bepaalde relatieve vatbaarheid, overschat wordt. De vermeerdering in het veld kan dus lager uitvallen dan op grond van deze relatieve vatbaarheidsbepaling mocht worden verwacht.

Cysten of met cysten besmette grond is niet als inoculum te gebruiken. Vooral cysten van een veldpopulatie zijn zo variabel van inhoud dat volstrekt niet bekend is bij wat voor dichtheid de vermeerdering tot stand komt. De vermeerdering is bij een hoge Pi lager dan bij een lage Pi maar niet in gelijke mate voor alle rassen. De verschillen in relatieve vatbaarheid tussen rassen kunnen dan niet meer verklaard worden.

Hoewel de 55 ml ei-methode (uitgevoerd met een gekweekte populatie) de laagste variatiecoëfficiënt oplevert is het een overweging om toch met gewekte larven te gaan werken omdat dan de (subjectieve) visuele methode om de levend/dood verhouding te bepalen vermeden kan worden. Een nadeel is dat het voor een veldpopulatie niet eenvoudig is om de levend/dood verhouding te bepalen. Het

levend/dood bepalen vergt een aantal mensen die daarin goed geschoold zijn. Het nadeel echter van de larven-methode is weer dat de wekking niet altijd optimaal is en alle oorzaken daarvan nog niet goed bekend zijn. Indien het cystmateriaal niet de beperkende factor is hoeft dit echter geen probleem te zijn.

De vermeerdering op Mentor is in de 55 ml potjes hoger dan in de 125 ml potjes. De gevoeligheid van het referentieras voor potgrootte is zeer ongewenst omdat dan de RV van de toetsrassen ook anders wordt en onduidelijk is welke het best de werkelijke RV van een ras op een perceel benadert.

Verder onderzoek moet dan ook gedaan worden naar andere vatbare rassen die mogelijk minder gevoelig zijn voor potgrootte. Er valt hierbij te denken aan Irene, Désirée en Maritta.

Ook de gevoeligheid van alle toetsrassen voor potgrootte zou bepaald moeten worden voordat ze aangeboden worden binnen een rassenkeuzetoets.

Om te bepalen wat nu de werkelijke relatieve vatbaarheid van de rassen is moet vervolgonderzoek plaatsvinden met dezelfde populatie in 5 kg of 10 kg potten.

Binnen een rassenkeuzetoets worden op verzoek van de teler ook wel rassen met een hoge relatieve vatbaarheid meegenomen. Nu is het zo dat de spreiding rond de gevonden RV bij hoge relatieve vatbaarheden groter uitvalt (zie tabel 1) Bijvoorbeeld bij een VC 35%, zal een RV 4% liggen tussen de 2% en 8% en een RV 37% liggen tussen de 19% en 72%. Met een toetsuitslag met zo'n spreiding kan de teler niet uit de voeten. De spreiding zou omlaag te krijgen zijn door van deze rassen een groter aantal herhalingen in te zetten maar het is de vraag of deze extra inspanning informatie oplevert waar de teler wat aan heeft.

Dit wordt uiteengezet voor de meest geteelde fabrieksaardappelrassen Elkana, Karnico, Astarte, Karida en Producent en Elles.

De RV's voor Astarte en Elkana liggen boven de 37%. Zelfs in een 1:5 bouwplan zijn deze rassen niet te telen zonder grondontsmetting. Het is dan weinig interessant om te weten of dit nu RV 50% of RV 80% is, het geeft hooguit aan hoe efficiënt de grondontsmetting na de teelt moet zijn. Om twee rassen met een zo hoge RV van elkaar te onderscheiden is een VC nodig van maximaal 10% hetgeen met een

closed-containertoets slecht uitvoerbaar is.

Voor de andere rassen geldt dat een VC van 25% nodig is om met voldoende nauwkeurigheid de RV vast te stellen. Onderscheid tussen Karnico (gemiddeld RV 39%) en Producent (gemiddeld RV 28%), tussen Karida (gemiddeld RV 16%) en Elles (gemiddeld RV 25%) of Karnico en Ellis is met een closed containertoets minder goed uitvoerbaar omdat de RV's van deze rassen te dicht bij elkaar liggen. Hiervoor mag de VC maximaal 20% zijn, dit betekent dat de toets voor alle rassen met gevekte larven, in 55 ml potjes waarvan het totaal aantal cysten bepaald wordt, in minimaal acht tot veertien herhalingen ingezet moet worden.

Als het voor telers gewenst is om met een rassenkeuzetoets, rassen met bruikbare partiële resistentie (van 4% tot 37%) van elkaar te onderscheiden, bijvoorbeeld RV 10% van RV 20%, is een toets met een VC van 25% goed bruikbaar. (Zie ook tabel 1)

Indien het verbeteren van de toetsmethode om deze VC te bereiken tot gevolg heeft dat er, vanwege de kostprijs, maar enkele rassen getoetst kunnen worden is het een pragmatischer benadering om de rassenkeuzetoets te zien als een agressiviteitbepaling. In deze benadering wordt de closed-containertoets gebruikt als agressiviteitstoets waarbij voor een aantal standaardrassen de gemiddelde RV vergeleken wordt met de RV die een specifieke populatie heeft voor die rassen. Hierbij moet opgemerkt worden dat nog onderzocht moet worden of de, met de closed-containertoets gevonden RV, de werkelijke RV in het veld benadert.

De toets kan dan door telers gebruikt worden om te kijken wat de populatie op zijn perceel doet in vergelijking tot, bijvoorbeeld, het gebied. Ligt de RV van een ras voor die populatie dan veel hoger dan gemiddeld voor dat gebied, dan kan die populatie als agressief aangemerkt worden.

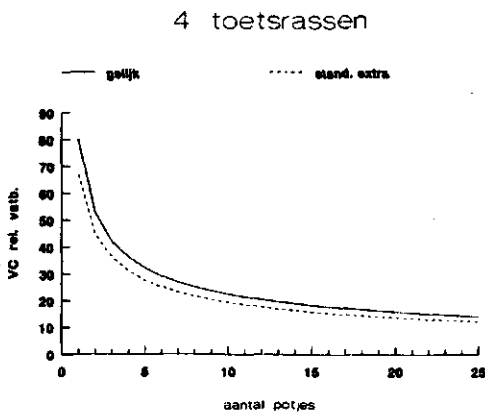
Van één of meer extra (keuze)rassen kan onderzocht worden of de RV bruikbaar is voor het perceel, maar onderscheid maken tussen veel rassen is dan niet goed mogelijk (zie hierboven).

Indien kwekers willen inspringen op de vraag naar bruikbare partiële resistente rassen met een hogere RV dan nu op de rassenlijst voorkomen, zal het van de nauwkeurigheid van de toets afhangen welk gedeelte van de nummers aangehou-

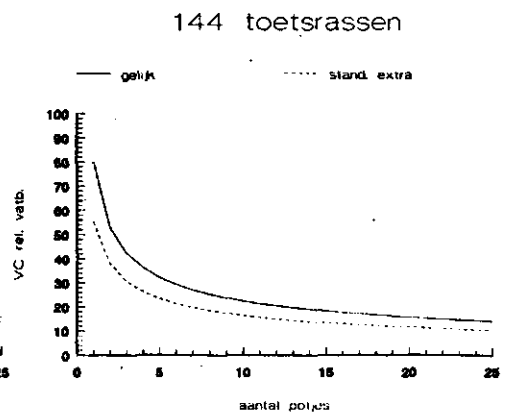
den wordt. Om niet ongewild rassen met een relatieve vatbaarheid tot 24% af te keuren zou men bij een toets met een VC van respectievelijk 10%, 25%, 35% en 80% alle nummers met een toetsuitslag tot respectievelijk 29%, 39%, 47% en 95% (zie tabel 1) RV moeten aanhouden.

Met het aantal herhalingen van het vatbare standaardras dat in de toets meegenomen wordt is ook een verbetering van de VC te behalen. Wanneer de proef uitsluitend tot doel heeft om elk toetsras te vergelijken met het standaardras dan is de efficiency van de aangewende onderzoeksinspanning maximaal wanneer het aantal herhalingen van het standaardras vermenigvuldigd wordt met de wortel uit het aantal toetsrassen (zie bijlage 3).

Het effect van deze aanpassing wordt geïllustreerd aan de hand van figuur 5 en 6. Hierin is voor verschillende aantallen toetsrassen de verlaging van de variatiecoëfficiënt uitgezet. Uit figuur 6 valt af te lezen dat bij vier toetsrassen, er zonder extra moeite een winst van 5% te behalen is met dezelfde methode. Bijvoorbeeld vier toetsrassen en het standaardras in vijf herhalingen. De VC wordt 32%.



Figuur 5. Variatiecoëfficiënt bij standaard extra.



Figuur 6. Variatiecoëfficiënt bij standaard extra.

Of vier toetsrassen in vijf herhalingen en het standaardras in $\sqrt{4} * 5 = 10$ herhalingen. De VC wordt 27%.

Bijvoorbeeld 30 potjes beschikbaar, vier toetsrassen en standaardras in zes herhalingen. De VC is dan 30%. Als het standaardras in $\sqrt{4} * 5 = 10$ herhalingen en de vier toetsrassen in vijf herhalingen wordt ingezet wordt de VC 27%.

Bij de berekeningen (zie bijlage 1) van de nog bruikbare RV binnen een bouwplan is geen rekening gehouden met eventuele selectie van virulente individuen binnen een populatie. Dit is het deel van de populatie dat het resistentiemechanisme van een ras weet te omzeilen en zich toch normaal kan vermeerderen terwijl de rest van de populatie (a-virulent) uitsterft (of zich slecht vermeerdert als de RV van een ras hoog is). Hoe snel dit kan verlopen hangt af van het percentage virulente individuen binnen een populatie. Een belangrijke reden voor een langzame toename van de virulentie is dat het a-virulente deel van de populatie wel gewoon mannetjes vormt die hun genetisch materiaal weer mengen met de virulente vrouwtjes zodat een gedeelte van de nakomelingschap van deze vrouwtjes weer a-virulent is.

Bovendien worden binnen een teeltseizoen niet alle cysten leeggelokt zodat ook in het volgende teeltseizoen weer a-virulente individuen aanwezig zijn.

Afwisselen van resistente rassen met vatbare rassen vertraagt het selectieproces, maar de populatie van zowel avirulente aaltjes als virulente aaltjes vermeerdert zich dan zo snel op de vatbare rassen dat grondontsmetting of toepassing van granulaten structureel noodzakelijk wordt en bij een 1:3 of 1:2 teelt zelfs onvoldoende is voor beheersing van de populatiegroei. Als men de keuze heeft uit meerdere rassen met afdoende resistentie kan afwisselen natuurlijk wel zonder noodzaak voor grondontsmetting.

Essentieel daarbij is wel dat de rassen van elkaar verschillen met betrekking tot resistentie-achtergrond. Afwisselen van rassen die dezelfde resistentiegenen bevatten vertraagt het selectieproces niet.

Indien, op een perceel, voor elke aardappelteelt een rassenkeuzetoets uitgevoerd wordt kan in de loop der tijd, aan eventuele verschuivingen van de RV op dezelfde toetsrassen, gezien worden of er selectie optreedt en loopt men hiermee één teelt

vooruit op het moment dat dit op het perceel optreedt. Efficiënter zou zijn om in een toets te onderzoeken of er op een perceel gevaar voor selectie bestaat. Hiervoor zou vervolgonderzoek naar de bruikbaarheid van de closed-containertoets als selectietoets gewenst zijn.

5. CONCLUSIE

De toetsen die nu in de praktijk gebruikt worden zijn niet geschikt voor de doelen waarvoor ze gebruikt worden. De VC's zijn veel te groot om de conclusies die aan de toets-uitslagen verbonden worden te rechtvaardigen.

Dit heeft tot gevolg dat telers een te hoge vermeerdering riskeren op hun perceel en dat kwekers teveel bruikbaar materiaal weggooien.

In tabel 10 is bij twee variatiecoëfficiënten, welke voor kwekers en telers wenselijk zouden kunnen zijn, het aantal herhalingen per toetsmethode gezet, afgeleid uit de figuren 3 en 4.

Tabel 10. Benodigde aantal herhalingen per ras bij de gewenste variatiecoëfficiënt per doelgroep. Bepaald met een gekweekte populatie (IPO Pa3).

telling ▶ methode ▼	buitenzijde VC 35%	buitenzijde VC 25%	totaal VC 35%	totaal VC 25%
125 ml larven	5 à 6	11	1 à 2	3
55 ml larven	4	8	2 à 3	5
125 ml eieren	4	8	4	7
55 ml eieren	3	5	1	1 à 2
125 ml cysten	5	10	5	10

Uit tabel 10 blijkt dat er voor een variatiecoëfficiënt van 25% aanzienlijk meer potjes nodig zijn dan voor een variatiecoëfficiënt van 35%. Ook heeft het bepalen van het totaal aantal cysten per potjes een aanzienlijke reductie in het benodigde aantal potjes tot gevolg.

De 55 ml eieren methode (uitgevoerd met een gekweekte populatie) kan over het geheel met het minste aantal herhalingen toe.

De methode waarbij in een 55 ml potje met eispensie geïnoculeerd wordt en de aardappelknol direct gepoot wordt, en het totaal aantal cysten wordt bepaald, levert

de laagste variatiecoëfficiënt op. Voor een toets met een variatiecoëfficiënt van 35% is dan maar één herhaling nodig en voor een toets met een variatiecoëfficiënt van 25% twee herhalingen. Hoe dit uitvalt als gewerkt wordt met een veldpopulatie is niet bekend.

Wordt er toch gekozen voor een 55 ml potje met larven geïnoculeerd dan moet er voor een variatiecoëfficiënt van 35% één à twee herhalingen meer ingezet worden en voor een variatiecoëfficiënt van 25% drie herhalingen meer. Dit geldt zowel voor de gekweekte populatie als voor veldpopulaties.

Gezien het aantal herhalingen verdient het de voorkeur om het totaal aantal cysten van de potjes te bepalen boven de methode waarbij alleen de buitenzijde geteld wordt.

Wordt er toch voor gekozen om alleen de buitenzijde te tellen dan moeten er voor een variatiecoëfficiënt van 35% twee herhalingen meer ingezet worden en voor een variatiecoëfficiënt van 25% drie herhalingen meer ingezet worden.

De closed containermethode is niet geschikt te maken voor onderzoeksdoeleinden welke een variatiecoëfficiënt vereisen van maximaal 10%.

Indien het aantal rassen binnen de toets beperkt is, is het beter om voor de telers te spreken over een populatie agressiviteitstoets.

De closed-containertoets is bruikbaar voor telers en kwekersdoeleinden mits de juiste methoden gebruikt worden. Er blijven nog wel enkele vragen open ten aanzien van verschillen in gevoeligheid van rassen voor kleine potjes, en daarmee de afwijking van de in de toets gevonden RV, van de werkelijke RV, en de mogelijkheden om de toets te gebruiken als selectietoets. Vervolgonderzoek is hiervoor gewenst.

Bijlage 1. Een rekenvoorbeeld.

Aanname : vermeerdering vatbaar ras 15 maal afname niet aardappeljaar 35% (x 0,65).

Voorwaarden : volledige bestrijding van aardappelopslag het besmettingniveau op het perceel nog laag is.

Doel : geen toename van populatie tussen twee teelten, de vermeerdering mag dan maximaal één maal zijn.

teelt	afname tussen teelten		vermeerdering		RV die nodig is
1:2	0,65 * 1,5		= 1		1,5/15 * 100 = 10%
1:3	0,65 * 0,65	=	0,42 * 2,3 = 1		2,3/15 * 100 = 15%
1:4	0,65 * 0,65 * 0,65	=	0,27 * 3,6 = 1		3,6/15 * 100 = 24%
1:5	0,65 * 0,65 * 0,65 * 0,65	=	0,18 * 5,6 = 1		5,6/15 * 100 = 37%

Hieruit blijkt dat er naarmate de teelfrequentie toeneemt er steeds hogere eisen aan de resistentie van rassen gesteld moet worden om de populatie op een laag niveau te houden. Ook is te zien dat bij een 1:5 teelt nog met een vrij hoge RV goed te werken valt.

Bijlage 2. Wiskundig modellen populatiedynamica.

Twee belangrijke grootheden in de populatiedynamica zijn:

P_i = populatiedichtheid bij begin experiment.

P_f = populatiedichtheid aan eind van experiment.

Een derde grootheid, de vermeerdering (P_f/P_i) wordt berekend uit de P_f en P_i :

$$P_f / P_i = \frac{P_f}{P_i} \quad (1)$$

De P_i en P_f kunnen worden uitgedrukt in het aantal larven of cysten per eenheid grond. De P_f/P_i heeft uiteraard geen eenheid. In paragraaf 3.1 worden twee modellen besproken waarmee de relatie tussen de P_f en de P_i kan worden beschreven. Beide modellen hebben twee parameters:

a = maximale vermeerdering

M = maximale P_f

Bijlage 2.1 Schatten maximale vermeerdering en maximale populatiedichtheid.

Bijlage 2.1.1 Invers lineaire polynoom model.

De P_f/P_i kan worden gefit aan de P_f met een Generalized Linear Model (Distribution = gamma; LINK = reciprocal). In paragraaf 8.3.3 van McGullagh & Nelder, Generalized Linear Models (1989), staat dit model beschreven als een Invers lineaire polynoom:

$$\frac{1}{P_f / P_i} = \frac{1}{a} + \frac{P_f}{M} \quad (2)$$

Omdat bij distribution = gamma de reciproque de canonical link is leidt dit model tot de zelfde parameterschattingen, met dezelfde standard errors als het model:

$$\frac{1}{P_i} = \frac{1}{aP_i} + \frac{1}{M} \quad (3)$$

Bijlage 2.1.2 Exponentiële model.

$$P_i = M - Me^{-\frac{aP_i}{M}} \quad (4)$$

Bijlage 2.1.3 Kenmerken populatiedynamica modellen.

Er is geopperd door Seinhorst en Trudgill dat voor twee rassen A en B door invloed van milieu de waarde van de parameters a en M varieert maar dat blijft gelden:

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{M_A}{M_B} \quad (5)$$

hieruit volgt dat het quotient a_i/M_i gelijk is voor elk willekeurig ras i. Voor model (2) en (3) betekent dit dat voor twee rassen A en B geldt dat bij $P_i = P_{i-A} = P_{i-B}$ het quotiënt P_{i-A}/P_{i-B} constant is en gelijk aan de twee quotiënten uit (5) voor willekeurige P_i . Op deze veronderstellingen zijn de rassenkeuzetoetsen gebaseerd die gebruik maken van het begrip relatieve vatbaarheid.

Bijlage 3. Relatieve Vatbaarheid.

Om informatie te verkrijgen over de mate waarin het aardappelcysteeltje zich vermeerderd op een aantal toetsrassen, worden potproeven genomen waarbij van elk toetsras bijvoorbeeld t potten, en van een standaardras s potten, met grond met een aardappelknol worden ingezet. Elke pot wordt geïnoculeerd met dezelfde hoeveelheid cysten of larven. Aan het eind van de proef wordt het aantal cysten dat per pot gevormd is bepaald. Per ras wordt de gemiddelde P_i berekend. Met deze gemiddelde P_i 's en de voor elk ras gelijke P_i kan voor elk toetsras de relatieve vatbaarheid (RV) worden berekend:

$$RV = \frac{P_f P_{f\text{-toetsras}}}{P_f P_{f\text{-standaardras}}} = \frac{P_{f\text{-toetsras}}}{P_{f\text{-standaardras}}} \quad (1)$$

Omdat elk ras eenzelfde P_i heeft, is RV gelijk aan het quotiënt $P_{f\text{-toetsras}}/P_{f\text{-standaardras}}$. De statistische verwerking van rassenkeuzetoetsen kan plaatsvinden door variantie analyse uit te voeren op de natuurlijke logaritme van de P_i . Wanneer er potten voorkomen met $P_i = 0$, kan eerst bij de P_i worden opgeteld voor de logaritmische transformatie wordt uitgevoerd. De logaritmische transformatie stabiliseert de variantie van de P_i . De variantie van de P_i zelf is namelijk hoger bij rassen met hoge a en M en dus hoge P_i . De gemiddelde P_f op de logaritmische schaal van elk te toetsen ras minus de gemiddelde P_f van het standaardras op de logaritmische schaal is nu gelijk aan:

$$\log (P_{f\text{-toetsras}}) - \log (P_{f\text{-standaardras}}) = \log \left(\frac{P_{f\text{-toetsras}}}{P_{f\text{-standaardras}}} \right) = \log (RV) \quad (2)$$

De Residual Mean Square uit de variantieanalyse tabel is een schatting van de variantie van P_i op de logaritmische schaal (σ^2) op basis van één waarneming. De variantie van de logaritme van de relatieve vatbaarheid berekend als het gemiddelde van $\log P_{f\text{-toetsras}}$ minus het gemiddelde van $\log P_{f\text{-standaardras}}$ is gelijk aan:

$$\sigma_{\log RV}^2 = \sigma^2 \left(\frac{1}{s} + \frac{1}{t} \right) \quad (3)$$

s = aantal herhalingen van het standaardras

t = aantal herhalingen van elk toetsras

De variatiecoëfficiënt RV (VC_{RV}) gelijk is aan (zie bijlage 1).

$$VC_{RV} = 100 \sqrt{e^{\sigma_{\log RV}^2} - 1} \quad (4)$$

Het 95% tweezijdig betrouwbaarheidsinterval voor RV is gelijk aan

$$Btb_{1-\alpha} RV = \left(\frac{RV}{f_{1-\alpha}}, RV \cdot f_{1-\alpha} \right) \quad (5)$$

waarbij:

$$f_{1-\alpha} = e^{t_{df,0.95,tweezijdig} \cdot \sigma_{\log RV}} \quad (6)$$

df = het aantal vrijheidsgraden van de restvariantie in de variantie-analysetablel.

$t_{df,0.95,tweezijdig}$ is die waarde waarbij 95% van de kansdichtheid van een t-verdeelde variabele met df vrijheidsgraden ligt tussen $-t_{df,0.95,tweezijdig}$ en $+t_{df,0.95,tweezijdig}$.

Verder kan worden getoetst, bij bijvoorbeeld 5% onbetrouwbaarheid, of de RV van twee toetsrassen verschillend is, hetgeen overeenkomt met de toets of de P_i 's van deze toetsrassen verschillen. Op de logaritmische schaal is de Least Significant Difference (Lsd) voor twee toetsrassen gelijk aan:

$$LSD = t_{df,0.95,tweezijdig} \cdot \sqrt{\frac{2\sigma^2}{t}} \quad (7)$$

Op de ongetransformeerde schaal kan men toetsen of er verschil is tussen de gemiddelde P_i 's of gemiddelde RV's van twee toetsrassen door de P_i van het ras met de hoogste P_i te delen door de P_i van het ras met de laagste P_i . Wanneer dit quotient groter is dan

$$e^{t_{df,0.95,tweezijdig} \cdot \sqrt{\frac{2\sigma^2}{t}}} \quad (8)$$

dan verschillen de P_i 's van de beide toetsrassen en dus ook hun relatieve vatbaarheid bij onbetrouwbaarheid 5%.

Wanneer de proef uitsluitend als doel heeft om elk toetsras te vergelijken met het standaardras dan kan s , het beste als volgt worden gekozen:

Stel: s = aantal herhalingen van het standaardras

t = aantal herhalingen van elk toetsras

c = aantal beschikbare potten voor experiment

r = aantal te toetsen rassen.

Nu geldt:

$$s + tr = c \quad \rightarrow \quad t = \frac{c - s}{r} \quad (9)$$

Invullen in f , de term tussen haakjes in (3), geeft:

$$f = \frac{1}{s} + \frac{r}{c - s} \quad (10)$$

$$\frac{\partial f}{\partial s} = \frac{-1}{s^2} + \frac{r}{(c - s)^2} \quad (11)$$

Gelijkstellen van $\partial f/\partial s$ aan 0 geeft:

$$rs^2 = (c - s)^2 \quad (12)$$

Omdat $c - s$ gelijk is aan rt volgt:

$$rs^2 = r^2 t^2 \quad (13)$$

waaruit volgt

$$\frac{s}{t} = \sqrt{r} \quad (13)$$

Wanneer de proef dus uitsluitend als doel heeft om elk toetsras te vergelijken met het standaardras dan is de efficiency van de aangewende onderzoeksinspanning maximaal wanneer het standaardras \sqrt{r} maal zoveel herhalingen heeft als elk toetsras.

Voorbeeld: negen toetsrassen, 84 potten beschikbaar. Dan elk toetsras in zeven herhalingen en standaardras in 21 herhalingen.

Bijlage 4. Variatiecoëfficiënt van een variabele met lognormale verdeling.

Stel $X \sim n(\mu, \sigma^2)$. Dan heeft de variabele $Y = e^X$ een lognormale verdeling. Nu geldt:

$$\text{Mediaan } Y = e^\mu \quad (1)$$

De verwachting van Y zal wordt aangeduid met $E Y$, de variantie van Y met s^2 . De moment genererende functie $M(t)$ van de normaal verdeelde variabele $X \sim n(\mu, \sigma^2)$, is gelijk aan de verwachting van e^{tX} :

$$M(t) = e^{\mu t + \frac{\sigma^2 t^2}{2}} \quad (2)$$

De verwachting van Y is $E Y = E e^X$ is te berekenen door in (2) voor $t = 1$ in te vullen:

$$E Y = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \quad (3)$$

De verwachting van Y^2 is $E Y^2 = E (e^X)^2 = E e^{2X}$ is te berekenen door in (2) voor $t = 2$ in te vullen:

$$E Y^2 = e^{2\mu + 2\sigma^2} \quad (4)$$

Uit

$$s^2 = E Y^2 - (E Y)^2 \quad (5)$$

volgt:

$$s^2 = e^{2\mu + 2\sigma^2} - e^{2\mu + \sigma^2} = e^{2\mu + \sigma^2} \cdot (e^{\sigma^2} - 1) \quad (6)$$

De standaardafwijking van Y is gelijk aan:

$$s = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \cdot \sqrt{e^{\sigma^2} - 1} \quad (7)$$

De variatiecoëfficiënt van Y (VC) is gelijk aan $s / E Y$:

$$VC = \sqrt{e^{\sigma^2} - 1} \quad (8)$$

De VC wordt vaak met 100 vermenigvuldigd en is dan het percentage van het gemiddelde. Voor $0 \leq \sigma \leq 0,5$ geldt $VC \approx \sigma$.

Bijlage 5. Verband tussen variatiecoëfficiënt en betrouwbaarheidsinterval van een variabele met lognormale verdeling.

Met behulp van μ_X en σ_{μ_X} kan een $1-\alpha$ tweezijdig betrouwbaarheidsinterval ($Btbh_{1-\alpha}$) voor μ_X worden berekend:

$$Btbh_{1-\alpha} \mu_X = \mu_X \pm z_{1-\alpha} \cdot \sigma_{\mu_X} \quad (9)$$

$z_{1-\alpha}$ is de waarde waarbij $1-\alpha$ van de kansdichtheid van een standaard normaal verdeelde variabele ligt tussen $-z_{1-\alpha}$ en $+z_{1-\alpha}$. $Btbh_{1-\alpha}$ voor μ_Y is gelijk aan:

Stellen we nu:
$$Btbh_{1-\alpha} \mu_Y = e^{\mu_X \pm z_{1-\alpha} \cdot \sigma_{\mu_X}} = \mu_Y \cdot e^{\pm z_{1-\alpha} \cdot \sigma_{\mu_X}} \quad (10)$$

$$f_{1-\alpha} = e^{z_{1-\alpha} \cdot \sigma_{\mu_X}} \quad (11)$$

dan is een $(1-\alpha)$ tweezijdig betrouwbaarheidsinterval voor μ_Y gelijk aan

$$Btbh_{1-\alpha} \mu_Y = \left(\frac{\mu_Y}{f_{1-\alpha}}, \mu_Y \cdot f_{1-\alpha} \right) \quad (12)$$

In onderstaande tabel is $f_{1-\alpha}$ vermeld als functie van de variatiecoëfficiënt en α .

Tabel 5.1 $f_{1-\alpha}$ als functie van de variatiecoëfficiënt in procenten (VC) en tweezijdige onbetrouwbaarheid (α) = 0,50, 0,33, 0,20, 0,10 en 0,05 en 0,01. $z_{1-\alpha}$ is gelijk aan respectievelijk 0,675, 0,974, 1,282, 1,645, 1,960, 2,576.

σ^2	σ	VC	f_{50}	f_{67}	f_{90}	f_{90}	f_{95}	f_{99}
0,002	0,050	5	1,034	1,050	1,066	1,086	1,103	1,137
0,010	0,100	10	1,070	1,102	1,136	1,178	1,216	1,293
0,022	0,149	15	1,106	1,156	1,211	1,278	1,340	1,468
0,039	0,198	20	1,143	1,213	1,289	1,385	1,474	1,665
0,061	0,246	25	1,181	1,271	1,371	1,499	1,620	1,886
0,086	0,294	30	1,219	1,331	1,457	1,621	1,778	2,130
0,116	0,340	35	1,258	1,393	1,546	1,749	1,947	2,400
0,148	0,385	40	1,297	1,455	1,638	1,885	2,128	2,698
0,184	0,429	45	1,336	1,519	1,734	2,027	2,320	3,023
0,223	0,472	50	1,375	1,584	1,832	2,175	2,524	3,376
0,264	0,514	55	1,414	1,650	1,933	2,329	2,739	3,759
0,307	0,555	60	1,454	1,716	2,035	2,490	2,965	4,172
0,352	0,594	65	1,492	1,783	2,140	2,655	3,201	4,614
0,399	0,631	70	1,531	1,850	2,246	2,826	3,448	5,087
0,446	0,668	75	1,569	1,917	2,354	3,001	3,704	5,589
0,495	0,703	80	1,607	1,984	2,463	3,180	3,969	6,121
0,544	0,737	85	1,644	2,051	2,573	3,363	4,243	6,682
0,593	0,770	90	1,681	2,118	2,684	3,550	4,525	7,273
0,643	0,802	95	1,718	2,184	2,795	3,740	4,816	7,891
0,693	0,833	100	1,753	2,250	2,907	3,933	5,113	8,538
0,793	0,891	110	1,823	2,381	3,131	4,326	5,728	9,912
0,892	0,944	120	1,891	2,509	3,355	4,728	6,367	11,390
0,990	0,995	130	1,956	2,635	3,578	5,136	7,026	12,966
1,085	1,042	140	2,019	2,759	3,800	5,548	7,704	14,633
1,179	1,086	150	2,080	2,879	4,020	5,964	8,397	16,387

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹

Verslagen

- | | | |
|--|---|------|
| 181. Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994 | f | 15,- |
| 180. Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkomst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994 | f | 15,- |
| 179. Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994 | f | 15,- |
| 178. Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994 | f | 15,- |
| 177. Vezelhennepeel als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994 | f | 15,- |
| 176. Bedrijfs-Systemen Onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F. Wijnands, september 1994 .. | f | 15,- |
| 175. Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssystemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994 | f | 20,- |
| 174. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994 | f | 35,- |
| 173. Opbrengst, rendement en kwaliteit van wintertarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994 | f | 15,- |
| 172. Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder, A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994 | f | 15,- |
| 171. Chemische bestrijding van valse meeldauw (<i>Bremia lactucae</i>) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994 | f | 15,- |
| 170. Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994 | f | 15,- |
| 169. Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994 | f | 15,- |
| 168. Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboon <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994 ... | f | 15,- |
| 167. Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijentoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wiling, maart 1994 | f | 15,- |
| 166. De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994 | f | 15,- |
| 165. Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994 | f | 15,- |
| 164. Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993 | f | 15,- |
| 163. De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993 | f | 15,- |
| 162. Herfstbehandeling van Engels raagrass bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993 | f | 20,- |
| 161. Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. | | |

¹Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

	Ing. R.D. Timmer, november 1993	f	15,-
160.	Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebbers, november 1993	f	15,-
159.	Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f	25,-
158.	Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor winterarwe Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993	f	15,-
157.	The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f	15,-
156.	Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993	f	15,-
155.	Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmais. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f	15,-
154.	Gebruik van insektengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993	f	15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f	15,-
152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993	f	15,-
151.	Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992	f	10,-
150.	Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992	f	10,-
149.	Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
148.	Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais. Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992	f	10,-
147.	Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992	f	10,-
146.	Bedrijfsystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992	f	10,-
145.	Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992	f	10,-
144.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, okt. 1992	f	10,-
143.	Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmais, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992.	f	10,-
142.	Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992	f	25,-
141.	Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992	f	10,-
140.	De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
139.	De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en winterarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-
138.	Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
137.	Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
136.	Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991.	f	10,-

135.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
134.	Het verloop van weggroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991.	f	10,-
133.	Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-
132.	Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991	f	10,-
131.	Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991.	f	10,-
130.	Landbouwtechnische ,economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
129.	Bepaling van de informatiebehoefte van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
128.	Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991.	f	10,-
127.	Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.	f	10,-
125.	Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (Cichorium intybus L. var. foliosum) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmais bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten . Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
119.	Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
118.	Graszaadstengelgalmmuggen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
116.	Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
115.	Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f	10,-
114.	Onderzoek naar het effect van systematische nematociden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f	10,-
113.	Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaaltje in de optredende schade bij continue teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
112.	Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
111.	Teelt van bakwaardig tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f	10,-
110.	Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
109.	(Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
108.	Optimale plantgetal van snijmais en van korrelmais. Ir. J.J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107.	Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart- Roodzant, juli 1990	f	10,-
106.	Stikstofdeling bij snijmais. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
105.	Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f	10,-
104.	Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen Rhizoctonia op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
103.	Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus Y ¹ . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
102.	Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-

101. Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990	f	10,-
100. Teeltvervroeging bij suikerbieten. Dr.ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
99. Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990	f	10,-
98. Zuiveringslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
97. Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990	f	10,-
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-
95. Stikstofbemesting van peen. Dr. ir. J.H.G.Slangen, ir. H.H.H. Titulear, ir. H. Niers en dr.ir. J. van der Boon, januari 1990	f	10,-

Publikaties

71. Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
70a. Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b. Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67. 28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
62. Verspreiding van onkruiden en plantenziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
59. Bedrijfshygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f	15,-

Themaboekjes

17. Themadag onderzoek agrificatie en 'nieuwe' gewassen	f	35,-
16. Themadag aardappelen	f	25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14. Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991.	f	15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f	15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f	15,-

Teelthandleidingen

64. Teelt van suikerbieten, september 1994	f	30,-
63. Teelt van sla, augustus 1994	f	40,-
62. Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-
61. Teelt van haver, februari 1994	f	20,-
60. Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
59. Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
58. Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f	30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f	25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993	f	30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993	f	25,-

52. Teelt van zaaiuien, juni 1993	f	30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f	35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f	10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f	10,-
48. Teelt van doperwtten, december 1992	f	15,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992	f	15,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	f	10,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f	20,-
44. Teelt van rammenas, april 1992	f	15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992	f	15,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f	15,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f	10,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f	10,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f	15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f	15,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f	15,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f	20,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f	10,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f	15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f	15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f	15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f	15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990	f	15,-
29. Teelt van augurken, november 1990	f	15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989	f	15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f	15,-
26. Graszaad, oktober 1988	f	15,-
25. Luzerne, september 1988	f	15,-
24. Kroten, juli 1988	f	15,-
23. Wintertarwe, september 1987	f	15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f	10,-
17. Sluitkool, mei 1985	f	10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-"), maart 1985	f	12,50
13. Voederbieten, april 1983	f	10,-
12. Witlof, augustus 1989	f	20,-

Korte teeltbeschrijvingen

8. Chinese kool, november 1989	f	10,-
1. Teunisbloemen, maart 1986	f	5,-

Niet opgenomen in de reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfs- administratie), januari 1988	f	35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988	f	5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen. Als u vanuit het buitenland bestelt, wordt u verzocht (in totaal) f 15,- extra over te maken.

PAGV-jaarabbonementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerde onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondsgroente-praktijk	vollegroondsgroente-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekeningnummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement. U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (inclusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.