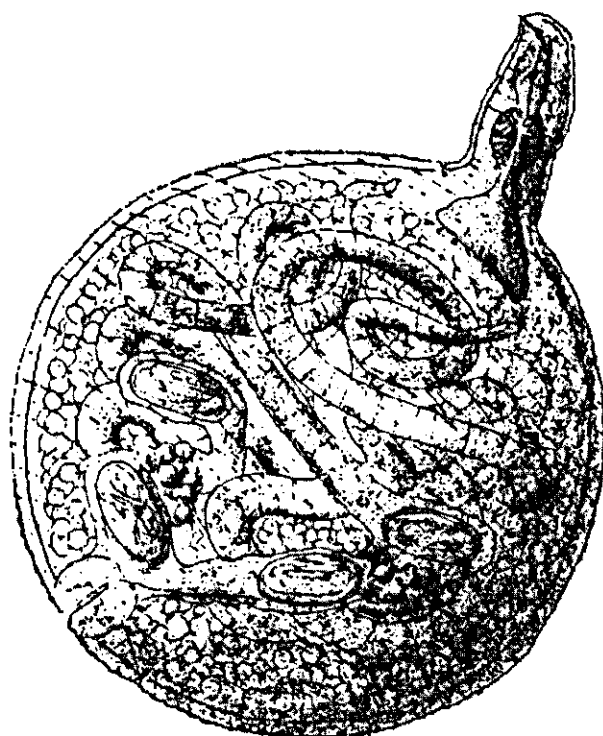


WACO

Werkgroep **A**ardappel**C**ysteaaltjes**O**nderzoek

Samenvattingen van de workshop TERRA

PAGV,
16 november 1993



Participerende instellingen:

DLO-Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
DLO-Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO)
DLO-Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek (CPRO-DLO)
DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)
Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV)
H.L. Hilbrandslaboratorium voor Bodemziekten (HLB)
Vakgroep Nematologie van de Landbouwuniversiteit Wageningen (NEM-LUW)

Werkgroep **A**ardappel**C**ysteaaltjes**O**nderzoek

Samenvattingen van de Workshop TERRA

PAGV

16 november 1993

Participerende Instellingen:

DLO-Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

DLO-Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO)

DLO-Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek (CPRO-DLO)

DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)

Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV)

H.L. Hilbrandslaboratorium voor Bodemziekten (HLB)

Vakgroep Nematologie van de Landbouwuniversiteit Wageningen (NEM-LUW)

Programma

WACO workshop TERRA op 16 november 1993 op het PAGV te Lelystad

| | | |
|-------|---|----------------------------|
| 09.30 | Opening | Paul Maas (TERRA) |
| 09.40 | TERRA: de doelstellingen | Bas Janssens (LEI-DLO) |
| 10.10 | TERRA in het fabrieksaardappelgebied | Nol Mulder (HLB) |
| 10.30 | pauze | |
| 11.00 | Bemonsteringsmethoden voor de detectie van aardappelmoehheid | Tom Been (IPO-DLO) |
| 11.30 | Vitaliteitsbepaling van de besmetting | Hettie Regeer (HLB) |
| 12.00 | Management van virulentie en resistentie genen "Pathotypen" | Rolf Folkertsma (NEM-LUW) |
| 12.30 | lunch | |
| 13.30 | Rassekeuze bij aardappelmoehheid | Henk Schouten (CPRO-DLO) |
| 14.00 | Populatiodynamische modellen van aardappelcysteeltjes | Rob van Haren (IPO-DLO) |
| 14.30 | Schaderelatie (tolerantie) voor aardappelcysteeltjes | Marcel van Oijen (AB-DLO) |
| 15.00 | pauze | |
| 15.30 | Een stochastisch model voor de schatting van opbrengstverliezen door aardappelcysteeltjes | Corrie Schomaker (IPO-DLO) |
| 16.00 | Knelpunten bij de ontwikkeling van TERRA | Rien Nijboer (PAGV) |
| 16.30 | Sluiting | Cees van Loon (WACO) |

TERRA: De doelstellingen

Bas Janssens (LEI-DLO)

De inleiding betreft aspecten rondom de ontwikkeling van een geautomatiseerd begeleidingssysteem voor de bodemgezondheid. Doel van het project is het ontwikkelen van een begeleidingssysteem dat de agrarische ondernemer ondersteunt bij de besluitvorming betreffende de bodemgezondheid.

Tijdens de informatie-analyse is gebleken dat de materie complex is (meerdere bemonsteringssystemen en modellen) en slechts gedeeltelijk gestructureerd. Er moest (en moet) nog een belangrijk stuk kennis-analyse plaatsvinden. Dit in tegenstelling tot eerder ontwikkelde teeltbegeleidingssystemen waarvoor reeds een aantal adviesprocedures ontwikkeld waren.

Omwille van de beheersbaarheid van het project zijn keuzes gemaakt:

- opsplitsing in trajecten kennisanalyse en ontwerp plus realisatie;
- starten met modellen die redelijk uitgekristalliseerd zijn, andere modellen en nieuwe kennis kunnen in een latere fase opgenomen worden (verbetering advisering);
- starten met één bemonsteringssysteem (stroken); aansluitend verbreding naar andere bemonsteringssystemen (blokken);
- Van information engineering naar een prototyping aanpak (efficiënt, relatief goedkoop, niet uitgekristalliseerde kennis);
- belangrijkste doel is om zo snel mogelijk adviesprocedures te ontwikkelen;
- besmettingen en bemonsteringsgegevens zijn plaatsgebonden. Er heeft geen complete technische realisatie van de problematiek rondom plaatsgebonden informatie plaatsgevonden (geen GIS nabouwen) maar gegeven de softwaretechnische mogelijkheden is voor een pragmatische oplossing gekozen;
- problematiek beperkt houden tot de AM. Andere keuzecriteria bij rassenkeuze in eerste instantie niet meenemen;

Consequentie van deze keuzes is dat het eerste prototype een aantal beperkingen bevat. Door de beperkte technische mogelijkheden voor oplossing van de problematiek rondom de plaatsgebonden informatie kan het prototype getoetst worden op bedrijven met rechthoekige percelen die gebruik maken van strokenbemonstering. Het huidige prototype is gericht op een perceelsspecifiek advies en omvat de volgende onderdelen:

- registratie van relevante bedrijfs- en teeltgegevens noodzakelijk voor adviesprocedures (gereed);
- plaatsbepaling: definiëren van besmettingssituatie uitgaande van de geregistreerde gegevens/ bemonsteringsuitslagen; o.a. haardreconstructie en besmettingskwalificatie (in ontwikkeling);
- advisering: adviesprocedures voor rassenkeuze (eerste prototype), grondontsmetting en wijzigen teeltfrequentie zijn in ontwikkeling.

Een eerste versie van het ontwikkelde prototype zal op een beperkt aantal akkerbouw-bedrijven en bij een aantal instanties getoetst worden.

Toekomst:

- uitbreiding naar andere bemonsteringssystemen (blokken)/besmettingssituaties
- uitbreiding/verbetering adviesprocedures (o.a. economie)
- oplossing voor problematiek rondom de plaatsgebonden informatie
- bredere toetsing/implementatie van het systeem
- andere bodemgebonden ziekten en plagen

Bemonsteringsmethoden voor de detectie van aardappelmoeheid

T.H. Been (IPO-DLO)

Doel van het onderzoek is het ontwikkelen van methoden om kleine besmettingshaarden met grote én bekende waarschijnlijkheid op te sporen. Hiervoor zijn in de Flevopolders besmettingshaarden intensief bemonsterd en werd een model ontwikkeld dat de vorm van deze besmettingshaarden beschrijft én de kans dat er één of meer cysten uit worden getrokken. Een bemonsteringsmethode die kleine besmettingshaarden met 90% detectiekans opspoorde, gebaseerd op dit model, kwam in 1988 gereed. Alle erkende, voor AM bemonsterende, instanties in Nederland (De Groene Vlieg, de regionale keuringsdiensten van de N.A.K. en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek) bieden deze methode aan de teler aan. Al in 1989 werd de methode, AMI (A.M.-intensief) genaamd, toegepast op 300 ha en dit areaal nam toe tot ca. 12.000 ha in 1992. De voor de PD ontwikkelde methode middels welke telers ontheffing kunnen krijgen van de wettelijk verplichte preventieve grondontsmetting in een 1 op 3 bouwplan met vatbare rassen of van de wettelijk verplichte teelt van resistente rassen, heeft in 1991 geleid tot een besparing voor de telers van een bedrag van 1.4 miljoen gulden. De schatting van besparingen op grondontsmettingsmiddelen in zowel 1992 als 1993 belooft op het dubbele. In de Flevopolders waar het bemonsteringssysteem het eerst is geïntroduceerd, is de grondontsmetting met 90% gedaald ten opzichte van de in het MJGP gehanteerde peiljaren terwijl landelijk een gemiddelde reductie op zware gronden van 60% is gerealiseerd. In 1990 is het onderzoek naar besmettingshaarden uitgebreid naar de rest van Nederland (N-Groningen, Friesland, Zeeland en W-Brabant) en in het voorjaar van 1993 zijn de laatste data ter beschikking gekomen. Dit jaar is begonnen met de analyse van bijna 40 besmettingshaarden. Een eerste analyse werd gebruikt voor de ontwikkeling van een softwarepakket om de dataverwerking te automatiseren. Een tweede analyse werd gebruikt om het haardmodel te testen. Hieruit bleek dat het model inderdaad voor heel Nederland geldig is. Een derde en vierde analyse (de laatste nog niet helemaal voltooid) zijn uitgevoerd om de parameterruimten van het model te kwantificeren en verschillende correlaties te testen. Bijvoorbeeld: Veranderen de lengte- en breedtegradiënten met de ouderdom van de haard (centrale populatiedichtheid)? Antwoord: NEE. Zowel gewone als multiple regressie (de hele haard in een keer fitten) is toegepast.

Verder is gewerkt aan een vraag die zowel door de bemonsterende instanties als door TERRA is gesteld: de reconstructie van besmettingshaarden (oppervlak en intensiteit), binnen bepaalde betrouwbaarheidsgrenzen, aan de hand van de uitslagen van de intensieve bemonstering. Hiervoor is met behulp van de Monte Carlo benadering een methode ontwikkeld die de kansen op een x-aantal cysten bij een gegeven haard, eventueel per bemonsterde strook, kan uitrekenen. De benodigde software hiervoor is intussen geïmplementeerd in SAMPLE V. 3.0, het bemonsteringsprogramma dat in 1988 werd ontwikkeld en sindsdien is uitgebreid. Zodra de uitslagen van de vierde analyse beschikbaar zijn kan de definitieve (bivariate) verdeling van de lengte- en breedtegradient worden geconstrueerd waarna de referentiegegevens voor de reconstructie kunnen worden gegenereerd.

Vanaf 1994 kan dan op basis van de AMI resultaten, namelijk het aantal besmette stroken en gevonden cysten per besmetting, de omvang van de haard en de te verwachten schade worden geschat. Er kan dan een advies aan de teler worden gegeven dat er op is gericht om de besmetting zo te beheren dat aardappelteelt op langere termijn zonder grondontsmetting mogelijk blijft. Grondontsmetting ter bestrijding van een pleksgewijze besmetting blijkt altijd ineffectief en onrendabel te zijn.

Vitaliteitsbepaling

H. Regeer (HLB)

Op percelen met een oude besmetting van het aardappelcysteaaltje komen veel lege en half lege cysten voor. Voor deze percelen is het aantal cysten per eenheid grond geen maat voor de besmetting. Daarom wordt het aantal levende larven en eieren per eenheid grond bepaald. De op verschillende laboratoria in gebruik zijnde methoden blijken grote verschillen op te leveren in de uitslagen van de besmettingsniveaus, onder andere als gevolg van het feit dat de levend/dood bepaling sterk persoonsafhankelijk is. Een wektoets geeft beter vergelijkbare resultaten. Verschillen in besmettingsuitslagen worden dan voornamelijk veroorzaakt door verschillen in de cystinhoud in verschillende sub(grond)monsters.

Als een wektoets wordt uitgevoerd bij 20°C, met een eisuspensie en vers bereide wekstof, wordt in 10-20 dagen de maximale wekking bereikt. *Globodera rostochiensis* wordt bij deze temperatuur sneller en beter gewekt dan *G. pallida*. Zowel diapauze als periodiciteit lijken de wekbaarheid van uit cysten vrijgemaakte eieren ook te beïnvloeden. De eieren uit cysten afkomstig uit luchtdroog gemaakte grondmonsters die ca. 3 maanden bij 20°C zijn bewaard, werden beter gewekt dan die afkomstig uit cysten die op hetzelfde moment werden getoetst, maar direct na het drogen van de grondmonsters werden opgespoeld. De invloed van het moment waarop het te bewaren grondmonster is genomen wordt momenteel onderzocht. Of door de bewaring de duur van de diapauze, de periodiciteit in de wekbaarheid, of beide worden beïnvloed, wordt eveneens onderzocht.

Als een eisuspensie wordt gemaakt zonder dat de cysten uit het debris zijn gezocht, had dit debris geen invloed op de wekking. Dit gold zowel voor het debris van een zandgrond (5% organische stof) als voor dat van een dalgrond (13% organische stof).

Door bij het opschonen de cysten niet te laten uitdrogen, zoals wel gebeurt bij het opschonen met behulp van aceton, werd eerder in de tijd een betere wekking verkregen. Bij *G. rostochiensis* lijkt de invloed van diapauze op de wekking dan zelfs vrijwel afwezig. Bovendien lijkt ook de invloed van periodiciteit op de wekking afwezig.

De activiteit van de gebruikte verse wekstof heeft een grote invloed op de wekking. Alle factoren die deze activiteit bepalen, zijn nog niet opgehelderd. De grondsoort waarop de aardappels worden geteeld, draagt in belangrijke mate bij aan de activiteit. Dit wordt waarschijnlijk aan de ene kant veroorzaakt doordat de aardappelplant in de ene grondsoort een beter wortelstelsel ontwikkelt dan in een andere en aan de andere kant door stoffen in het percolaat van verschillende gronden die de wekking stimuleren (humuszuren?). Ook de pH van de wekstof is een belangrijke faktor voor de wekactiviteit.

Omdat het voor een goede levend/dood bepaling met name van belang is dat er slechts larven hoeven te worden geteld, wordt ook gezocht naar een mogelijkheid de larven vrij te maken uit eieren, zonder dat hiervoor een wektoets wordt gebruikt.

Het feit dat een larve levend is, zegt nog niets over het infectievermogen van de larve. In samenwerking met Rob van Haren (IPO) wordt gezocht naar de mogelijkheid een goede levend/dood bepaling te koppelen aan een infectieusiteitsbepaling gebaseerd op de energiereserves van de larven.

Management van virulentie en resistentie genen

Rolf T. Folkertsma, Marga P.E. van Gent-Pelzer, Koen E. de Groot
(Nematologie- LUW)

In het kader van het MJPG project "Detektie en identifikatie van aardappelcysteeltjes populaties" wordt onderzoek gedaan naar een nieuwe indeling van populaties van het aardappelcysteeltje. Bij deze indeling wordt gebruik gemaakt van moleculaire technieken waarmee het mogelijk is verschillende families van populaties (virulentiegroepen) binnen beide soorten te herkennen.

De aardappelcysteeltjes, *Globodera rostochiensis* en *G. pallida*, zijn rond 1850 vanuit Zuid-Amerika in Europa geïntroduceerd. Slechts een klein deel van de enorme genetische variatie in Zuid-Amerika is in Europa terecht gekomen. Het is aannemelijk dat alle in Nederland/Europa voorkomende populaties afstammen van een relatief klein aantal geïntroduceerde populaties, de zogenaamde "founder"-populaties.

Het doel van het onderzoek is het ontrafelen van familiebanden tussen populaties.

Populaties uit verschillende haarden in Nederland worden daartoe gekarakteriseerd met behulp van moleculaire technieken (2D eiwit elektroforese en RAPD PCR). Daarnaast wordt de virulentie in de afzonderlijke populaties bepaald. Dit zal resulteren in een indeling van populaties in families, de virulentiegroepen. Een virulentiegroep bestaat uit populaties die afkomstig zijn van één "founder"-populatie.

De indeling in groepen is met name van belang voor de resistentie-veredeling tegen aardappelmoeheid. Het is momenteel onduidelijk met welke en hoeveel populaties getoetst moet worden voor het verkrijgen van geschikte resistente rassen. Vooral *G. pallida* is heterogener dan het klassieke pathotypeschema doet vermoeden. Populaties die voor toetsing gebruikt worden zijn vaak niet representatief voor Nederland/Europa. Door nu uit iedere virulentiegroep een vertegenwoordigende toetspopulatie te kiezen, kunnen kwekers efficiënter veredelen op duurzame resistentie tegen aardappelmoeheid.

De indeling maakt tevens een correct gebruikswaardeonderzoek en klassificatie van resistente rassen mogelijk. Daarvoor zijn twee zaken van belang:

- a. de maximale relatieve vatbaarheid. De maximale relatieve vatbaarheid is vooral belangrijk indien de besmetting niet verder wordt onderzocht. Wanneer bijvoorbeeld bekend is dat de relatieve vatbaarheid voor ras "X" maximaal 10% bedraagt, kan er zonder verdere analyse van de cysten in de grondmonsters toch een betrouwbaar advies aan de teler uitgebracht worden.
- b. de frequentieverdeling van de relatieve vatbaarheid. Voor het evalueren van de gebruikswaarde van een cultivar is het van belang te weten hoe vaak op die cultivar een bepaalde relatieve vatbaarheid voor de populaties in Nederland voorkomt.

Andere voordelen van de evaluatie van de gebruikswaarde op basis van een indeling van populaties in virulentiegroepen zijn:

- a. het opsporen van rassen die onderling verwisselbaar zijn,
- b. het opsporen van rassen die in één richting verwisselbaar zijn, en
- c. het opsporen van rassen die een aanvullend of complementair resistentie spectrum hebben.

Ook wordt het met deze nieuwe indeling mogelijk resistentiemanagement per regio uit te voeren. De virulentiegroepen binnen beide soorten zijn niet regelmatig verdeeld over Nederland. Door per regio te kijken welke groepen wel en niet voorkomen is het mogelijk om per regio globale teeltadviezen te geven. Tenslotte biedt de groepenindeling de mogelijkheid een moleculaire virulentiegroepen ("pathotypen") toets te ontwikkelen. Daarmee wordt de onnauwkeurige en tijdrovende rassenkeuzetoets overbodig. Voor elke virulentiegroep zullen moleculaire markers geselecteerd worden. Populaties uit het veld worden met behulp van deze markers in een bepaalde virulentiegroep geplaatst waarna een teeltadvies volgt.

Rassekeuze bij aardappelmoetheid

Henk Schouten (CPRO-DLO)

Op CPRO-DLO wordt op verschillende fronten aan aardappelmoetheid gewerkt:

| Onderwerp | Financieringsbron | Kontaktpersoon | Periode |
|---|----------------------------|---------------------------------------|-----------|
| 1. Bepaling resistentie en tolerantie van 40 aardappelrassen, en virulentie van <i>G. pallida</i> -populaties | Herstruct. & CPRO | Henk Bonthuis | 1992-1995 |
| 2. Opsporing monogene resistentie tegen <i>G. pallida</i> | Herstruct., CPRO, LUW, NAA | Coosje Hoogendoorn, Jaap Bakker (LUW) | 1994-1996 |
| 3. Duurzaamheid van AM-resistentie | CPRO | Henk Schouten | 1991-1995 |

Sub 1. Bepaling resistentie en tolerantie van 40 aardappelrassen, en virulentie van *G. pallida*-populaties. Einde 1995 dienen van de top-40 van de aardappelrassen de relatieve vatbaarheden en toleranties voor *G. pallida* te zijn bepaald. Ook is dan bekend hoe groot de variatie in relatieve vatbaarheid per ras is als gevolg van verschillen in virulentie van de gebruikte *G. pallida*-populaties. De eerste reeks nauwkeurige resistentie- en virulentiegetallen wordt voorjaar 1994 verwacht.

Sub 2. Opsporing monogene resistentie tegen *G. pallida*. De huidige geniteurs voor resistentie tegen *G. pallida* zijn meestal ontstaan door samenvoeging van resistentiegenen uit meerdere bronnen. Daardoor erft hun resistentie meestal polygeen over. Dit bemoeilijkt en vertraagt inkruisen van resistentie in rassen. Ook in wetenschappelijke zin werkt polygene resistentie vertroebelend: de resistentiegenen zijn moeilijk aanwijsbaar, en daardoor is niet goed definieerbaar tegen welke resistentiegenen aaltjes al dan niet virulent zijn (een pathotypesysteem wordt onmogelijk). In dit project wordt een monogene, eenvoudig inkruisbare resistentie tegen *G. pallida* in wilde *Solanum*-soorten opgespoord.

Sub 3. Duurzaamheid van AM-resistentie. Door middel van experimenten wordt onderzocht hoe snel een populatie in virulentie toeneemt als resistente rassen worden verbouwd. De resultaten uit de experimenten proberen we te verklaren door middel van simulatiemodellen. Eén experiment zal hier in het kort worden besproken:

Duurzaamheid van resistentie tegen *G. pallida* in het veld.

Door het HLB en de PD werden in 1983 proeven uitgevoerd op acht percelen met voornamelijk "Pa2"-besmetting voor onderzoek aan verschuivingen van virulentie. Op ieder perceel werden veldjes aangelegd in vier herhalingen, waarbij per veldje continu één ras werd verbouwd. Na drie jaar en vooral na vier jaar dacht men in één perceel een sterke toename van de relatieve vatbaarheid van D-rassen te zien. Om te voorkomen dat populaties zich verder zouden ontwikkelen naar virulentie waar geen resistentie tegen was, werden de veldproeven gestaakt. Van twee percelen echter waar geen verschuiving van virulentie was

waargenomen, werd grond verzameld, zodat in bakken in afgesloten ruimten de proef kon worden voortgezet. Acht jaar na aanvang van de veldproeven kreeg het CPRO-DLO van het HLB uit deze bakken grondmonsters. Met ei-suspensies uit deze grondmonsters bepaalde Annelies Beniers (CPRO-DLO) in vier herhalingen in 10 kg-potten relatieve vatbaarheden van rassen voor deze populaties.

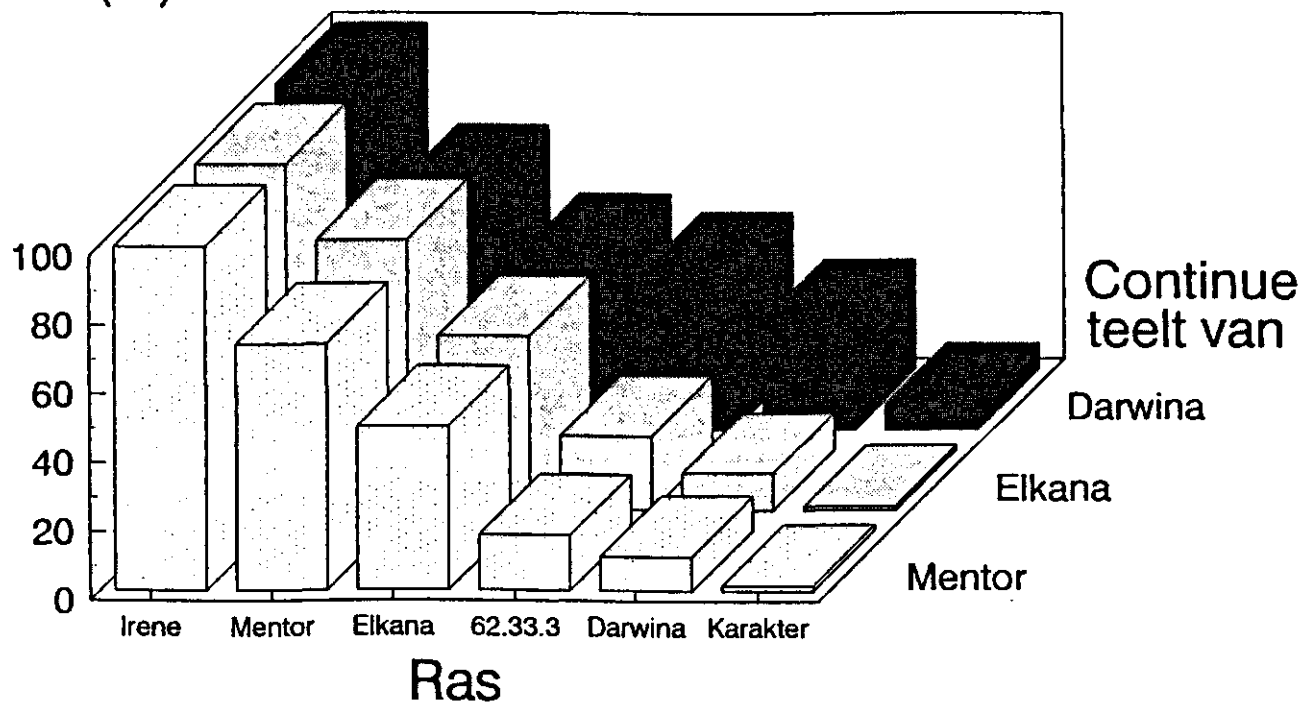
Uit bijgaande figuren blijkt dat acht jaar teelt van Elkana niet leidde tot significante toename van virulentie ten opzichte van acht jaar teelt van Mentor. Continue teelt van Darwina leidde echter op beide percelen wel tot een significante ($P < 0.01$) toename van virulentie: De relatieve vatbaarheid van Darwina was 8 % voor de populaties uit de "Mentor-veldjes", maar 30 % voor de populaties van de "Darwina-veldjes". Door teelt van Darwina nam ook virulentie voor de geniteur SVP (Vtⁿ)² 62.33.3 - waar Darwina o.a. van afgeleid is - significant toe van 15 % tot 38 %. Dit geeft aan dat afwisseling van rassen afkomstig van eenzelfde resistentiebron niet zinvol is voor vertraging van resistentiedoorbraak. Teelt van Darwina liet de virulentie voor Karakter niet significant toenemen. (Eenvoudig gezegd: Er vond wel opschuiving plaats naar "Pa3", maar daar had Karakter goede resistentie tegen).

Nog nodig voor TERRA:

Een praktische toets die niet alleen antwoord geeft op de vraag welk ras tegen de betreffende veldpopulatie de hoogste resistentie heeft, maar ook of de relatieve vatbaarheid van dat ras snel verhoogd zal worden door selectie naar virulentie. Dit laatste is voor rassekeuze op middellange termijn van belang. De betrouwbaarheid zo'n toets moet afgestemd zijn op de eisen van de akkerbouwer. De toets moet bovendien betaalbaar zijn.

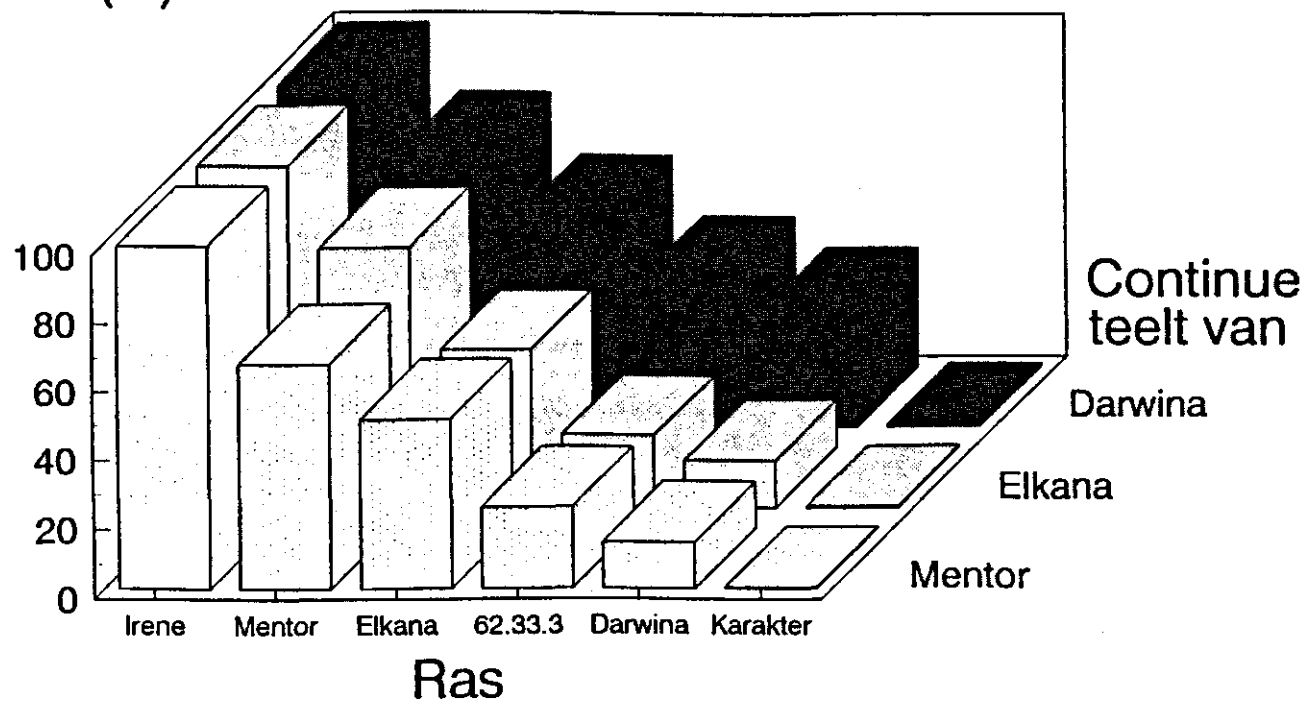
Populaties uit perceel 1

RV (%)



Populaties uit perceel 2

RV (%)



Vatbaarheid van zes rassen ten opzichte van het vatbare ras Irene (RV) voor *Globodera pallida*-populaties die afkomstig zijn uit veldjes waar acht jaar lang Mentor, Elkana of Darwina is verbouwd. De veldjes waren aangelegd in vier herhalingen per perceel.

Populatiodynamische modellen van aardappelcysteaaltjes gebaseerd op individuele dynamische energie budgetten

R.J.F. van Haren (IPO-DLO)

Organismen nemen energie op voor onderhoud, groei en reproductie. De koppeling van deze processen wordt gestuurd door een aantal beslissingsregels. Bij min of meer constante voedseldichtheid resulteren deze regels in een parallelle groei van somatisch en reproductief weefsel van een organisme. Aardappelcysteaaltjes (*Globodera palida*) gevestigd in wortels van een vatbare aardappel cultivar (bintje) vertonen deze parallelle groei van somatisch en reproductief weefsel. Dit impliceert dat het aantal geproduceerde eieren proportioneel is met de grootte van het aaltje. De groei van de aaltjes is volgens een Bertalanffy groeicurve (een 'gladde' asymptotische curve). Hieruit is af te leiden dat de voedselvoorziening gedurende de ontwikkeling van het aaltje min of meer constant is en dat er een maximale grootte is die de aaltjes kunnen bereiken.

De maximale grootte van het aaltje wordt bepaald door de hoeveelheid beschikbaar voedsel en de kwaliteit hiervan. De hoeveelheid en kwaliteit van het voedsel verschillen waarschijnlijk bij verschillende aardappelcultivars. Bij metingen van groei van aaltjes op resistente en vatbare rassen zijn grote verschillen gevonden in de uiteindelijke groottes die de aaltjes konden bereiken. Een indeling van waardplantgeschiktheid van cultivars door de uiteindelijke grootte van het aaltje als maat te nemen is hierdoor mogelijk. Deze indeling heeft een absolute schaal omdat iedere aaltjessoort één maximale uiteindelijke grootte heeft. Naast de waardplantgeschiktheid is ook de intraspecifieke competitie van de aaltjes van belang. Bij toenemende populatiedruk op de waardplant neemt de gemiddelde hoeveelheid en kwaliteit van het voedsel voor de aaltjes af. De intraspecifieke competitie veroorzaakt dus een afname van het aantal geproduceerde eieren per cyst bij toenemende populatiedruk. Een maat voor intraspecifieke competitie is afname van maximale grootte of afname van het aantal eieren per cyst met toenemende populatiedruk. Intolerante aardappelcultivars verdragen weinig aaltjes waardoor de intraspecifieke competitie voor de aaltjes groot is. Tolerante planten verdragen veel aaltjes waardoor de intraspecifieke competitie klein is. Cultivars kunnen op tolerantie ingedeeld worden door veranderingen in grootte en/of aantal eieren per cyst ten gevolge van intraspecifieke competitie van aaltjes als maat te nemen. Technieken om zowel waardplantgeschiktheid als tolerantie te bepalen zijn ontwikkeld in samenwerking met het Centrum voor Plantebiotechnologie en Biochemie van de Universiteit van Leeds.

Populatiodynamische consequenties van deze individuele interacties kunnen direct gesimuleerd worden met behulp van de toegepaste theorie. Verschillende teeltscenarios worden gesimuleerd. De ruimtelijke dynamiek van populaties in het veld wordt gekoppeld aan de teeltscenarios.

Schaderelatie (tolerantie) voor aardappelcysteaaltjes

M. van Oijen (AB-DLO)

Opbrengstderving door aardappelcysteaaltjes blijkt slechts ten dele afhankelijk te zijn van de initiële aaltjesdichtheid: gelijke dichtheden kunnen tot verschillende schade leiden. Gewaskundig en plantenfysiologisch onderzoek in Groot-Brittannië (Rothamsted, SCRI) en Nederland (LUW-Nematologie, CABO-DLO) heeft een belangrijk deel van de variatie in schade kunnen toeschrijven aan interactie met raseigenschappen (tolerantie) en omgevingsfactoren, (pH, bemestingsniveau, bodemtype etc.). Voor betrouwbare opbrengstvoorspelling is kennis van de fysiologische oorzaken van deze interacties noodzakelijk.

Het betreffende werk heeft geleid tot twee plausible hypothesen voor het mechanisme waardoor de schade wordt veroorzaakt: 1 penetratie van wortels door aaltjes veroorzaakt een hormonaal signaal dat via het xyleem wordt doorgegeven en direkt tot vermindering van de fotosynthese leidt; 2 aaltjes veroorzaken reductie van grootte en effectiviteit van het wortelstelsel met als gevolg verminderde nutriëntenopname en uiteindelijk verlaagde groeisnelheid. In deze bijdrage wordt experimenteel en modelmatig onderzoek gerapporteerd waarin de onderliggende mechanismen van schade en interactie met omgevingsfactoren worden gekwantificeerd. Om realistische aaltjesverdeling, wortelgroei, nutriëntenopname en fotosynthese te bewerkstelligen zijn de proeffactoren onderzocht in veldproeven en niet in potproeven. De proeffactoren waren: besmettingsniveau (hoog/laag c.q. niet/wel ontsmet), mate van bodemverdichting (zwaar/matig/niet verdicht) en cultivar (Darwina, Elles, Bintje, Mentor). Ter toetsing van de twee geponeerde schademechanismen zijn de volgende metingen uitgevoerd: wortelgroei (in tijd en ruimte), wortelsterfte, nutriëntenopname (N, P, K), gewas- en bladfotosynthese, bodembedekking (alsmede LAI), groei van bladeren, stengels, wortels en knollen. De metingen wijzen erop dat het hormonale mechanisme altijd speelt, maar dat bij grote schade een verstoorde nutriëntenhuishouding mede verantwoordelijk is. De mechanismen zijn op eenvoudige wijze opgenomen in een simulatiemodel voor aardappelgroei op basis van lichtonderschepping en lichtbenuttingsefficiëntie.

Stochastische modellen voor de populatiedynamica en de betrekking tussen populatiedichtheid en relatieve opbrengst van aardappelcysteeltjes

Corrie Schomaker (IPO-DLO)

De oorsprong en de onderbouwing van de stochastische modellen die er zijn om voorspellingen te doen m.b.t. de populatiedynamica van en de opbrengstreductie door aardappelcysteeltjes worden toegelicht.

Speciale aandacht wordt gegeven aan:

1. De aannamen bij deze modellen en de biologische implicaties ervan;
2. De biologische betekenis van de parameters;
3. De variabiliteit van de parameters en hun eventuele frequentieverdelingen.
4. De voorspellende waarde van de modellen.

De aandachtspunten worden geïllustreerd met enkele voorbeelden van combinaties van rassen en nematodenpopulaties.

Er wordt een simulatiemodel gepresenteerd waarin de kans op bepaalde opbrengstreducties wordt geschat m.b.v. de kans op het voorkomen van bepaalde aaltjesdichtheden op combinaties van nematodenpopulaties en aardappelcultivars. Hiertoe wordt het populatiedynamische model gekoppeld aan de betrekking tussen aaltjesdichtheid vóór het poten en relatieve knolopbrengst.

Als de tijd het toelaat wordt nader ingegaan op tolerantie-eigenschappen van aardappelcultivars voor bepaalde aaltjespopulaties en schattingsmethoden ervan, inclusief de bijbehorende statistische problemen.

Knelpunten bij de ontwikkeling van TERRA

Rien Nijboer (PAGV)

Tijdens de inleiding zal worden ingegaan op de knelpunten zoals die zich bij de ontwikkeling van TERRA voordoen. Het gaat daarbij specifiek om knelpunten van inhoudelijke aard (kennishiaten). Daarnaast wordt ingegaan op één punt van technisch-inhoudelijke aard, te weten de registratie en analyse van plaatsgebonden gegevens.

Als deelgebieden in de kennis m.b.t. aardappelmoetheid kunnen worden onderscheiden:

- Bemonstering: Inzicht in de kwaliteit en onzekerheid van een bemonsteringsuitslag (o.a. detectiekwaliteit).
- Besmettingsomvang: De afbeelding of het model van de besmettingsverdeling over het perceel bij een bemonsteringsuitslag.
- Besmettingstypering: Het classificeren van de besmetting naar soort en(patho)type.
- Verspreiding: Inzicht in de (passieve) verspreiding van een besmetting, met name binnen een perceel.
- Populatiodynamica: Verwachte ontwikkeling van de besmettingssituatie n.a.v. een aardappelteelt (rasverschillen), vruchtwisseling, ontsmetting en opslag.
- Schadeberekening: Berekening van verwachte schade op basis van de besmettingssituatie (rasverschillen).
- Genetische aanpassing: Inzicht in de genetische verschuiving binnen een populatie in relatie tot de bedrijfsvoering (rassenkeuze), waardoor de virulentie zou veranderen.

Als uitgangspunt voor het signaleren van de inhoudelijke knelpunten werd de toepasbaarheid van de kennis binnen TERRA genomen. Daarbij wordt kennis met name als toepasbaar ervaren indien deze kan leiden tot een kwantificeerbare onderbouwing van relevante adviezen (rassenkeuze, teeltfrequentie, ontsmetting, herbemonstering).

Voor het toepassen van kennis in een systeem als TERRA dient beschikbare kennis aldus aan de volgende eisen te voldoen:

- a. de kennis binnen een deelgebied dient te zijn geïntegreerd of integreerbaar te zijn in één model (of rekenregel), dat een voldoende afspiegeling geeft voor de zich in de praktijk voordoende situaties.
- b. de rekenregels of modellen van de diverse samenhangende (kennis)deelgebieden dienen een dusdanige input en output te hebben dat ze onderling kunnen communiceren.
- c. de waarden voor toegepaste modelparameters dienen (als een complete set) bekend te zijn.
- d. daar waar in de modellen bedrijfsspecifieke informatie wordt gebruikt is het noodzakelijk dat deze informatie ook betrouwbaar en genormaliseerd kan worden vastgesteld.

De kennis t.a.v. aardappelpycysteaaltjes voldoet in het algemeen niet aan de gestelde eisen.

Enkele voorbeelden zijn:

- ad a: de kennis zoals die voortkomt uit diverse proeven die de invloed van milieufactoren op schade door aardappelpycysteaaltjes hebben bestudeerd, blijkt niet of moeizaam vertaalbaar naar een model.
- ad b: het besmettingsmodel voor jonge besmettingen (haardmodel) is ruimtelijk, terwijl populatiodynamische modellen (Seinhorst) puntmodellen zijn.
- ad c: momenteel wordt gewerkt aan het vaststellen van de relatieve vatbaarheden van een reeks van rassen ten opzichte van twee *G. pallida* (patho)typen. Deze cijfers betekenen een belangrijke verrijking t.o.v. de voorgaande situatie waarin rassen slechts gekwalificeerd werden als A,C,D of E resistent, waardoor veel in de praktijk bruikbare rasinformatie niet beschikbaar was. Toch is ook deze reeks nog niet geheel systematisch omdat niet van alle in de praktijk geteelde rassen de relatieve vatbaarheden bekend zijn.
- ad d: een afspiegeling van de besmettingsintensiteit wordt verkregen door het aantal levende larven in een monster. Dit wordt niet bij iedere bemonsteringsmethode vastgesteld.