

NN 36654

---

Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de  
Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond

---

# Themadag

## Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen

themaboekje nr. 12  
22 november 1991



Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de  
Groenteteelt in de Vollegrond, Postbus 369,  
8200 AJ Lelystad, tel. 03200 - 91800

Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de  
Vollegrond, Postbus 430, 8200 AK Lelystad,  
tel. 03200 - 91111

PROEFSTATION



LELYSTAD



0000 0456 7679

ish 515150

LANDSCHAFTS UNIVERSITÄT  
WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT  
WIEN

---

# Inhoud

---

	blz.
Voorwoord..... <i>ir. A. Riemens, directeur PAGV</i>	5
Inleiding op het thema..... <i>ir. A. Oldekamp, PD</i>	7
Intensieve bemonstering aardappelmoeheid..... <i>ir. L.P.G. Molendijk, PAGV</i>	11
Schade door het aardappelcysteaaltje <i>Globodera pallida</i> en tolerantie van het aardappelgewas..... <i>ir. A. Mulder, ing. R. Velema en ing. M. Boerma, HLB</i>	19
Beheersing van aaltjes in het bouwplan..... <i>ir. A. Mulder, ing. Js. Roosjen en ing. G. Veninga, HLB</i>	28
Zwartbenigheid in de aardappelteelt; op welke grond te doorgronden?..... <i>ir. N.J.M. Roozen, PAGV</i>	37
Mogelijkheden en vooruitzichten voor de beheersing van bodemgebonden ziekten van de aardappel met groenrooien..... <i>ir. A. Mulder (HLB), dr.ir. L.J. Turkensteen (IPO-DLO), ir. A. Bouman (IMAG-DLO), dr. P. Kastelein (IPO-DLO) en ing. E. Schepel (HLB)</i>	44
Minder chemische middelen bij de bestrijding van <i>Rhizoctonia solani</i> in aardappelen op klei-en zavelgrond..... <i>ir. J.G. Lamers, PAGV</i>	53
Ontwikkeling begeleidingssysteem bodemgezondheid..... <i>ing. S.R.M. Janssens, LEI-DLO</i>	63

PAGV : Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad  
PD : Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen  
HLB : H.L. Hilbrands Laboratorium voor Bodemziekten, Assen  
IPO-DLO : Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen  
IMAG-DLO : Instituut voor Mechanisatie Arbeid en Gebouwen, Wageningen  
LEI-DLO : Landbouw - Economisch Instituut, Den Haag/Lelystad

---

## Voorwoord

---

De wijze waarop in Nederland land- en tuinbouw beoefend wordt (nauwe vrucht-opvolgingen, zonder dat schade aan gewassen getolereerd wordt) is er de oorzaak van dat er problemen met bodemgebonden ziekten en plagen zijn.

Het vervangen van de nauwe rotaties door ruimere of het accepteren van schade is geen oplossing. Enerzijds kan dit niet vanwege bedrijfseconomische motieven; anderzijds stelt de markt eisen aan de kwaliteit van het produkt.

Vele bodemgebonden ziekten en plagen konden tot nu toe redelijk in de hand gehouden worden, dankzij het gebruik van een aanzienlijke hoeveelheid bestrijdingsmiddelen. Het gewijzigde beleid ten aanzien van de gewasbescherming en de beperking van het gebruik van chemische middelen, dwingt tot een andere benadering.

In het voorliggende themaboekje worden de resultaten van vele jaren onderzoek omtrent de problemen met bodempathogenen in relatie tot de aardappelteelt gepresenteerd. Naast nu reeds praktisch bruikbare informatie beschrijft het themaboekje ook mogelijke oplossingsrichtingen voor de toekomst. Dit met het oog op het realiseren van een duurzame, veilige en concurrerende landbouw, die voldoende maatschappelijk draagvlak heeft.

Wij hopen dat de tot nu toe bereikte resultaten in het onderzoek een positieve bijdrage leveren aan de verbetering van de kwaliteit van de produktiewijze en aan het behoud van de kwaliteit van aardappelen.

Vanaf deze plaats wil ik de auteurs van de verschillende bijdragen, alsmede de redactionele ondersteuning, van harte dank zeggen voor hun inzet bij de totstandkoming van deze publikatie.

De directeur PAGV,

ir. A.J. Riemens

# Inleiding op het thema

ir. A. Oldekamp, PD

## Waarom terugdringen bestrijdingsmiddelengebruik in de aardappelteelt

Een plaatsbepaling van de bodemgebonden ziekten en plagen in de aardappelteelt in het kader van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG) kan worden geïllustreerd aan de hand van de figuren 1 en 2 over het gebruik aan chemische bestrijdingsmiddelen. Uit deze overzichten blijkt dat het middelengebruik in de akkerbouwsector verhoudingsgewijs erg hoog is en dat daarvan de grond-

ontsmettingsmiddelen bijna 70% uitmaken. Logischerwijs betekent dit dat het beleid, het onderzoek en de voorlichting veel aandacht heeft voor reductie van het gebruik van grondontsmettingsmiddelen.

Duidelijk is dat de overheid de inzet van chemische bestrijdingsmiddelen wil terugdringen om het perspectief van een duurzame, veilige en concurrerende land- en tuinbouw zeker te kunnen stellen. Ze heeft dit beleid vertaald in concrete taakstellingen. De noodzaak van een andere wijze van produceren blijkt echter ook uit een veranderde instelling en een veranderd koopgedrag van de consument. Een toenemende vraag naar ecologisch geteelde producten is hier een voorbeeld van. Daarnaast zullen milieukritische toepassingen van chemische bestrijdingsmiddelen vanuit het oogpunt van persistentie en uitspoeling, gefaseerd worden afgebouwd.

Er is echter ook een direct landbouwkundige noodzaak om het bestrijdingsmiddelengebruik terug te brengen. De kosten van gewasbescherming kunnen aanzienlijk omlaag door kritischer met het gebruik om te gaan. Daarnaast blijkt dat de chemische gewasbescherming in een kwetsbare situatie terecht komt door resistentie- en adaptatieproblemen.

Een afname van de beschikbaarheid aan chemische bestrijdingsmiddelen betekent dat de gewasbescherming -de beheersing en bestrijding van ziekten en plagen- op een andere leest geschoeid moet gaan worden. Het accent zal gaan verschuiven van het achteraf ingrijpen naar het voorkomen van het optreden van ziekten en plagen en naar biologische en geleide bestrijdingssystemen.

De mogelijkheden om achteraf in te grijpen door het inzetten van chemische bestrijdingsmiddelen zullen immers worden beperkt.

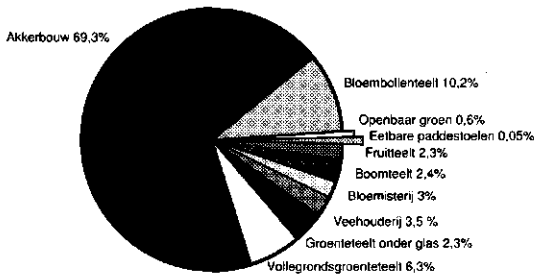


Fig. 1. Bestrijdingsmiddelen; verdeling huidig gebruik naar sector.

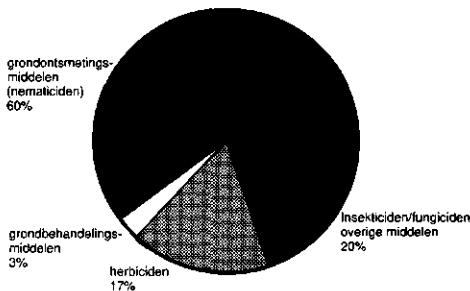


Fig. 2. Bestrijdingsmiddelen; verdeling huidig verbruik naar type middel.

Een lijn die overigens vanuit het fundamentele en praktijkonderzoek al geruime tijd geleden is ingezet en waarvan de resultaten vandaag gepresenteerd kunnen worden.

## **Frequentiebeperking grondontsmetting**

Om de taakstelling voor de reductie van grondontsmettingsmiddelen (bijna 70% van het bestrijdingsmiddelengebruik in de akkerbouwsector) zeker te stellen, is per 1993 een beperking van de ontsmettingsfrequentie voorzien. Deze beperking betreft de middelen op basis van dichloorpropeen, metam-natrium en dazomet.

Deze beperking houdt in dat in een periode van vier jaar op eenzelfde perceel of perceelsgedeelte maximaal eenmaal mag worden ontsmet. Hierbij zal tot 1995 een uitzondering mogelijk zijn voor die sectoren/gebieden waar introductie van de frequentiebeperking op te grote problemen zal stuiten. De frequentiebeperking legt in feite een "plafond" aan in het gebruik. Dit laat echter onverlet dat alleen ontsmet zou moeten worden als het echt noodzakelijk is. Het is en blijft een taak voor het onderzoek en de voorlichting hiervoor mogelijkheden te ontwikkelen en bij de praktijk te brengen.

## **Grondontsmetting bij aangetoonde noodzaak**

In de Meerjarenplan-regeringsbeslissing is vooralsnog open gelaten op welk moment wordt ingebouwd dat alleen mag worden ontsmet indien de noodzaak daartoe is aangetoond.

Om dit criterium te kunnen operationaliseren is het vereist dat:

- kwalitatieve en kwantitatieve detectietechnieken beschikbaar komen die;
  - in de praktijk inzetbaar zijn en dat;
  - hanteerbare drempelwaarden zijn ontwikkeld.
- Het voorgaande is nog niet gerealiseerd.

Dit mag en zal de voortgaande ontwikkeling in onderzoek en voorlichting richting geleide bestrijdingssystemen, waarbij chemisch ingrijpen beperkt wordt tot die situaties waar het echt nodig is, niet vertragen. Juist in de aardappelteelt zijn perspectieven aanwezig om op deze wijze met gewasbescherming om te gaan. Het is cruciaal om deze perspectieven via onderzoek en voorlichting zo snel mogelijk om te zetten in voor de praktijk hanteerbare systemen. Immers, de reductiedoelstellingen zullen in 1995 in twee trappen worden geëvalueerd. Mocht blijken dat de totale reductiedoelstelling voor wat betreft het grondontsmettingsmiddelengebruik niet is gehaald dan zal per sector worden bezien waar extra maatregelen noodzakelijk zijn. Alvorens perspectieven te illustreren met enkele voorbeelden is het goed om nog een aantal algemene opmerkingen te plaatsen over de ontwikkeling en introductie van geleide bestrijdingssystemen in de praktijk.

## **Knelpunten bij ontwikkeling introductie geleide bestrijdingssystemen**

De ervaring leert dat het ontwikkelen van geleide bestrijdingssystemen in fasen gebeurt. Ontwikkelde methodieken en schadedrempels worden steeds bijgesteld en geoptimaliseerd op basis van nieuw verworven kennis en ervaringen.

Om als praktijk maximaal te kunnen profiteren van beschikbaar komende systemen als het gaat om reductie van het bestrijdingsmiddelengebruik, dienen ook nog niet geoptimaliseerde systemen, waar dat verantwoord is, door de praktijk te worden benut. Om mogelijke ongelukken op bedrijfsniveau te voorkomen zal steeds zorgvuldig aangegeven moeten worden welke mogelijke risico's aanwezig zijn bij het toepassen van een nog niet geoptimaliseerd systeem en hoe deze risico's zo klein mogelijk kunnen worden gehouden.

Dit stelt hoge eisen aan de voorlichtingsboodschap maar ook aan de individuele teler. Kennis over de ziekte of plaag, schade-

drempels, rasinvloeden etc. moet bij elkaar gebracht worden. Een meerwaarde treedt op indien deze kennis kan worden gekoppeld aan meer "bedrijfspecifieke" gegevens: bouwplansamenstelling, teeltfrequentie, voorkomen opslag, grondsoort etc.

Alleen dan kan het meest optimale moment van grondbemonstering worden gekozen.

Het programma van de Themadag "Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen" weerspiegelt ook deze integratie. Het gaat uiteindelijk om het managen van aspecten van bodemgezondheid waarbij meer niet-bedrijfspecifieke, organismegerichte informatie wordt gekoppeld aan meer bedrijfspecifieke informatie.

Een potentieel knelpunt is dat het traject tussen "onderzoektafel" en volledige introductie van een systeem van geleide bestrijding lang kan zijn. Het is veelal aan te bevelen een door het onderzoek ontwikkeld systeem allereerst op meer beperkte schaal onder verschillende omstandigheden, bijvoorbeeld in een regio, op een aantal bedrijven, uit te testen. Ook de regionale onderzoekcentra kunnen hier een rol in spelen. Op deze wijze kunnen latere teleurstellingen in de praktijk worden voorkomen.

Deze aanpak vraagt echter de nodige capaciteit en kwaliteit van onderzoek en 1<sup>e</sup>- en 2<sup>e</sup> lijnsvoorlichting. Alleen door een gezamenlijke inspanning waarbij bijvoorbeeld ook de PD een rol zou kunnen spelen, is deze aanpak te realiseren.

Geleide bestrijdingssystemen zullen in toenemende mate de basis vormen voor het gewasbeschermingshandelen van de individuele teler. Grondbemonstering staat hierbij centraal voor een aantal bodemziekten en -plagen. Het blijkt dat een toenemend aantal onderzoekende instanties zich op deze interessante markt begeeft. Om wildgroei te voorkomen is het noodzakelijk aan deze bemonsteringen protocollen te verbinden waarin voorwaarden ten aanzien van de bemonsteringsintensiteit, de hoeveelheid te verzamelen grond, de diepte van bemonsteren etc. zijn opgenomen. Een soort "APK-keuring" voor methodieken dus.

De PD oriënteert zich op dit moment op de mogelijkheid van overheidswege een "Technische commissie Methodieken" in te stellen. Deze commissie zou als hoofdtak moeten krijgen het ten behoeve van onderzoekende instanties vaststellen van bemonsteringsprotocollen.

## **Perspectieven geleide bestrijdingssystemen**

De perspectieven van geleide bestrijdingssystemen kunnen waarschijnlijk het best worden geïllustreerd aan aardappelmoehheid. Ondanks het feit dat de intensieve grondbemonsteringsmethodiek nog niet is "uitontwikkeld" heeft de praktijk deze methodiek reeds op een aanzienlijk areaal toegepast. De inzetbaarheid van de intensieve grondbemonstering is aanzienlijk vergroot nu op routinematige basis met behulp van ELISA soortsbepaling AM mogelijk is. Door de ontwikkelingen in de tijd op het perceel op deze wijze te volgen is eerder ingrijpen mogelijk ingeval van een lichte besmetting. Een opbouw tot het niveau waarbij deze met het routinematige PD-opsporingsonderzoek kan worden aangetoond wordt hiermee voorkomen. Dit blijft belangrijk vanwege de quarantainestatus van het aardappelcysteestaaltje, ook na de realisatie van de interne vrije EG-markt.

Het AM-beleid heeft geanticipeerd op deze positieve ontwikkeling door een ontheffing van de verplichte preventieve grondontsmetting te verlenen indien het perceel op basis van een intensieve bemonstering vrij van AM blijkt te zijn.

In tabel 1 is voor een aantal gebieden het areaal waarvoor een ontheffing van de verplichte preventieve grondontsmetting is verleend, vermeld. Om de "inspanningen" in de verschillende gebieden te kunnen vergelijken is het areaal waarvoor ontheffing is gegeven omgerekend in percentages van het gemiddeld ontsmet areaal op jaarbasis voor de periode 1987 t/m 1990, dat bij de PD is gemeld.

**Tabel 1.** Overzicht ontheffing preventieve grondontsmetting teeltjaar 1991.

gebied	aantal ontheffingen	oppervlakte in ha	% van gemiddelde ontsmette areaal 1987 t/m 1990
Noordelijk kleiakkerbouwgebied	144	499,48	12,8
Noordelijk zandgebied	8	35,88	11
Noord-Holland	42	202,75	15
Flevoland	91	663,65	10,8
Midden-Nederland	8	25,86	43,5
Zuidoost-Nederland	3	8,00	3,7
Zuidwestelijk zeekleigebied	121	375,52	11,7
<b>totaal</b>	<b>417</b>	<b>1811,14</b>	<b>11,9</b> (van 15219,8 ha)

De bemonsteringsmethodiek zal verder worden ontwikkeld en geoptimaliseerd, ook voor het Noordoostelijk zand- en dalgronden-gebied. De verwachting is dan ook gerechtvaardigd dat een intensieve bemonstering op AM, mits voldoende vaak en op het juiste moment in het teeltschema uitgevoerd, een belangrijke bijdrage zal leveren aan de reductie van de grondontsmetting ter bestrijding van AM.

Uit het onderzoek blijken eveneens perspectieven voor de "teelt" van krielaardappelen als vanggewas om een versnelde reductie van de AM- populatie op het perceel te bewerkstelligen. Onduidelijk is nog of en onder welke condities dit perspectief in een praktijktoepassing kan worden omgezet. Hierbij zullen niet zozeer wettelijke drempels (AM-beleid, braakregeling) de grootste obstakels vormen maar veel meer de noodzaak van een exacte timing als het gaat om het afdoden van het krielgewas. Te lang wachten zal immers een tegengesteld effect dan beoogd veroorzaken; een vermeerdering van AM.

Onderzoek, voorlichting en organisaties als de PD zouden nader moeten bezien hoe introductie kan plaatsvinden en in hoeverre deze introductie vergezeld moet gaan van een eventueel regiogewijs, begeleidingssysteem ten behoeve van de individuele teler. Ook ten aanzien van *Rhizoctonia solani*, lakschurft in aardappelen, zijn perspectieven voor een geleide bestrijding. Door het onderzoek zijn in een model organismegerichte

gegevens en meer bedrijfspecifieke gegevens bij elkaar gebracht. Waar het nu op aankomt is dit model allereerst op beperkte schaal in de praktijk te toetsen. Indien geen aansluiting kan worden gevonden bij de innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw is het uitzetten van het model op de regionale onderzoekcentra wellicht een optie. Er moet in ieder geval worden voorkomen dat perspectieven te lang "op de plank" blijven liggen.

## Samenvattend

- het terugdringen van het bestrijdingsmiddelengebruik vraagt om het ontwikkelen en introduceren van geleide bestrijdingssystemen;
- geleide bestrijdingssystemen dienen zo snel als mogelijk en verantwoord in de praktijk te worden geïntroduceerd. De 1e- en 2e-lijns voorlichting speelt hierbij een cruciale rol. Een fasegewijze introductie, bijvoorbeeld eerst op beperkte (regio) schaal zal hierbij soms voor de hand liggen;
- de PD oriënteert zich op het instellen van een "Technische Commissie Methodieken" die protocollen vaststelt voor door onderzoekende instanties te hanteren bemonsterings- en onderzoeksmethodieken;
- (potentiële) perspectieven van geleide bestrijdingssystemen zijn: intensieve bemonstering AM, teelt krielaardappelen als vanggewas en bestrijding *Rhizoctonia*.



# Intensieve bemonstering aardappelmoeheid

ir. L.P.G. Molendijk, PAGV

## Inleiding

In de dertiger jaren was vanuit Engeland en Duitsland bekend dat cysteaaltjes grote schade konden berokkenen aan de aardappelteelt. In 1941 werd ook in Nederland vastgesteld dat de aardappelmoeheidssymptomen op een perceel in Katwijk werden veroorzaakt door aardappelcysteaaltjes. Daarmee was de introductie van het aardappelcysteaaltje in Nederland een geconstateerd feit. In 1943 werden er wettelijke maatregelen uitgevaardigd om het gevaar van verdere verspreiding in te dammen. Via opsporingsonderzoek door de PD, keuring van potgoed, maximum teeltfrequentie van aard-

appelen en later ook verplichte preventieve grondontsmetting en de verplichte teelt van AM-resistente rassen is geprobeerd verspreiding van de aardappelcysteaaltjes en de opbouw van populaties te voorkomen.

Anno 1991 moet worden geconcludeerd dat alle maatregelen ten spijt de verspreiding gestaag is doorgedaan en dat nu in geheel Nederland besmettingen met het aardappelcysteaaltje voorkomen.

De hoge aardappelteeltfrequentie, het probleem van de aardappelopslag, slechte bedrijfshygiëne, tegenvallende dodingscijfers bij de grondontsmetting zijn allemaal factoren die ertoe hebben bijgedragen dat de uitgezette strategie niet het gewenste eindresultaat heeft opgeleverd.

Vroegtijdiger detectie via intensieve bemonstering en gerichte inzet van resistente rassen zijn gereedschappen om deze ongewenste ontwikkeling te keren.

## Huidige AM-situatie

In figuur 1 staat het verloop van het aantal besmet verklaarde hectares in de IJsselmeerpolders weergegeven. Hier was sprake van een schone uitgangssituatie. In de loop van de tijd is het gebied steeds sterker besmet geraakt.

Opvallend is de snelle toename van het aantal besmette hectares in Oostelijk-Flevoland. In de Noordoostpolder is sprake van een tragere toename die enigszins lijkt te stabiliseren. Een mogelijke verklaring is dat vanwege de over het algemeen zwaardere gronden in Oostelijk-Flevoland de grondontsmetting hier minder succesvol is geweest dan op de lichtere gronden van de Noordoostpolder. Daarnaast is ook de aard-

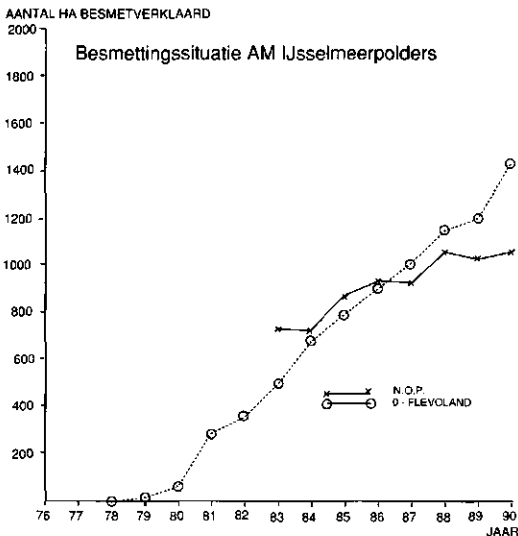


Fig. 1. Verloop van het aantal hectares besmet verklaard areaal voor de Noordoostpolder en Oostelijk-Flevoland (PD jaarcijfers).

appelopslagsituatie op de zwaardere gronden vaker ongunstig dan op de lichte gronden. Ook de recent gestarte bemonsteringen in Zeeland en Zuid-Holland bevestigen het beeld dat de AM-problematiek groeiende is. De conclusie is dat de tot nu toe ingezette strategie onvoldoende is gebleken om de aardappelteelt in nauwe bouwplannen te kunnen handhaven. De negatieve trend zet zich door ondanks een grote inzet van nematociden. Een andere strategie is noodzakelijk. Om te komen tot de beheersing van aardappelmoehheid zonder een overmatig maar met een gericht gebruik van grondontsmettingsmiddelen op basis van de inzet van resistente rassen als kernmaatregel, is een perceelsgerichte aanpak op basis van perceelsspecifieke informatie noodzakelijk.

De teler moet weten:

- of er op zijn percelen AM-besmettingen voorkomen;
- zo ja, waar deze gesitueerd zijn;
- het besmettingsniveau;
- de aardappelvasteaaltjessoort die voorkomt;
- en met welke voor hem beschikbare resistente rassen de betreffende populatie te bestrijden is.

Deze informatie moet worden verzameld via grondbemonstering en karakterisering van de aangetroffen populatie.

## AM-bemonstering

De wijze van grondbemonstering is al lang onderwerp van discussie. Duidelijk is dat naarmate het monster dat verzameld wordt groter is en is samengesteld uit meer steken in een nauwer raster, de kwaliteit van het monster beter wordt. De vraag is echter welk monster voor het gestelde doel goed genoeg is. In relatief schone situaties zoals in de IJsselmeerpolders is het doel besmettingen op te sporen die nog zo klein zijn dat ze met resistente rassen kunnen worden bestreden.

Om antwoord te kunnen geven op de vraag hoe de bemonstering voor detectiedoeleinden er in de Flevopolders uit zou moeten zien, is het IPO onder leiding van drs. Been en drs. Schomaker in 1987 begonnen met het in kaart brengen van een twaalftal besmettingen op door de PD besmet verklaarde percelen. Hiertoe werd op de besmet

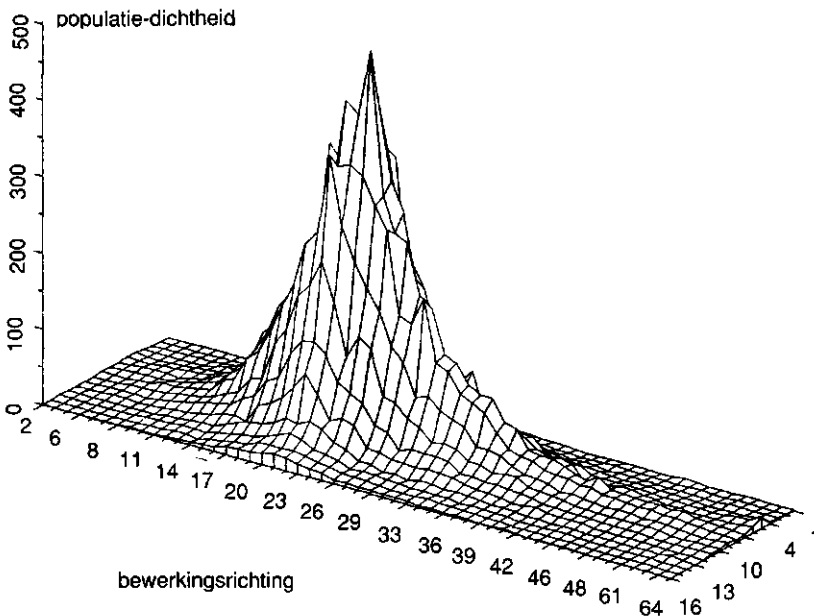


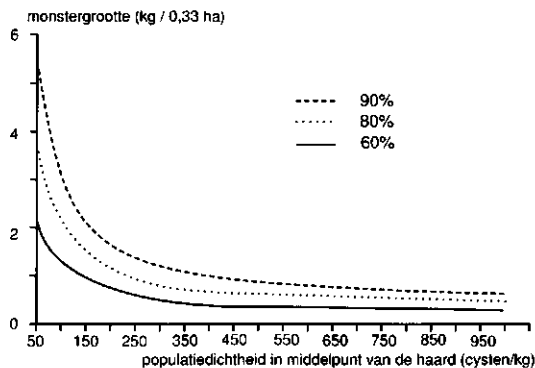
Fig. 2. Karakteristieke haardvorm AM (Been & Schomaker).

verklaarde stroken uitgezocht waar de besmetting zich precies bevond om vervolgens de besmetting meter voor meter intensief uit te monstren (1,5 kg grond per m<sup>2</sup>).

Uit de resultaten van deze bemonsteringen bleek dat voor de uitgemonsterde besmettingen een algemeen patroon geldt. De besmettingen zijn ovaalvormig, parallel aan de bewerkingsrichting. Het verloop van het aantal cysten per kilo vanuit het centrum van de haard naar de randen toe blijkt volgens vaste gradiënten te verlopen. Dit impliceert dat haarden met gelijke besmettingsniveau's in het centrum min of meer dezelfde lengte en breedte hebben en ook omgekeerd dat bij een haard van een bepaalde lengte een vaste breedte hoort met een aan de lengte en breedte gekoppelde centrale besmettingsgraad.

Deze stelselmatigheden maakten het voor Been en Schomaker mogelijk een computermodel op te zetten waarin een standaardhaard is vastgelegd en waarop alle mogelijke bemonsteringsvarianten op konden worden losgelaten. Als uitgangspunt werd een haard genomen met een centrale dichtheid van 50 cysten/kg. Het bij deze haard behorende besmettingsniveau is nog zo laag dat zonder kans op groeiremming een resistent ras kan worden geteeld. Uit de berekeningen kan worden geconcludeerd dat een raster van 5 x 5 m een goed bemonsteringsraster is. Afhankelijk van de grootte van de haard (gebaseerd op niveau van besmetting in het centrum) en de gewenste kans van detectie kan de bijbehorende monstergrootte worden gekozen.

Gebaseerd op deze onderzoeksresultaten is in eerste instantie de firma De Groene Vlieg DGV uit Nieuwe Tonge in 1988 in samenwerking met IPO en PAGV begonnen om voor de berekende bemonsteringsgrootte en het bemonsteringsraster een systeem te ontwikkelen waarmee deze hoeveelheden in de praktijk ook op een efficiënte wijze kunnen worden gemonsterd en verwerkt. Aansluitend ontwikkelde de firma Faber uit Creil



**Fig. 3:** De hoeveelheid grond nodig om een haard met een bepaalde populatiedichtheid in het middelpunt op te sporen met een vastgestelde nauwkeurigheid. De lijnen geven detectiekansen van 90, 80 en 60 % aan. Been & Schomaker, gewasbeschermingsdossier 2/1989.

(NOP) een bemonsteringsjeep en kwamen er verschillende boereninitiatieven om de bemonstering te vergemakkelijken. Ook het BLGG en de NAK kwamen in de loop van 1990 op de markt, zodat de teler nu bij drie instanties terecht kan om een intensieve bemonstering te laten uitvoeren of om zelf genomen monsters te laten verwerken.

De in 1990 door de PD geboden mogelijkheid om een ontheffing te krijgen voor de verplichte preventieve grondontsmetting op basis van een onbesmetverklaring bij intensieve bemonstering op 90% detectie van 100 cysten centraal door één van de drie bemonsteringsinstanties, heeft een stimulans gegeven voor de introductie van intensieve bemonstering in de praktijk.

## **Uitbreiding van de intensieve bemonstering naar de rest van Nederland**

Wanneer de in de polders gevonden haardkarakteristieken ook in de rest van Nederland geldend zijn, betekent dit dat de bere-



Bemonsteringsjeep (fa. Faber).

kende bemonsteringsgroottes en -rasters voor de rest van Nederland dezelfde betrouwbaarheden van detectie opleveren. Hier kan echter niet op voorhand vanuit gegaan worden. Het is goed voor te stellen dat lengte- en breedtegradiënten grondsoortgebonden zijn of dat de teelt van resistente rassen de verdeling van cysten beïnvloedt. Om ook voor andere gebieden dan de IJsselmeerpolders te kunnen aangeven welke betrouwbaarheden er bij bemonsterings-systemen horen en omgekeerd welke bemonstering voor welk doel optimaal is, is het nodig in die gebieden de hardkarakteristieken te meten.

Een samenwerkingsverband van IPO, PAGV, PD, NAK is in het voorjaar van 1990 gestart met bemonsteringen in Friesland, Groningen, Zeeland en West-Brabant. Met dezelfde participanten gecombineerd met het HLB is er in het najaar van 1990 ook een project in de Veenkoloniën gestart.

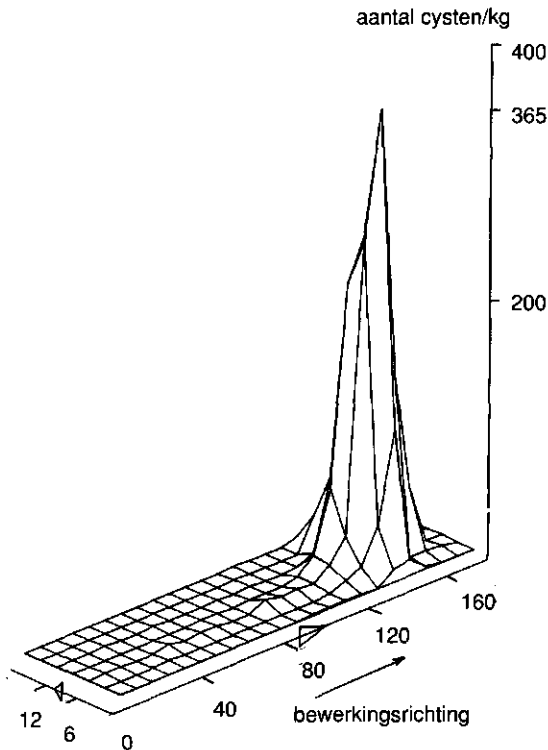
Ligt in de kleigebieden de nadruk in eerste instantie op de detectie van AM, voor de Veenkoloniën is het nodig een systeem te ontwikkelen waarmee met bekende betrouwbaarheid het aanwezige populatieniveau kan worden ingeschat. In deze regio is immers niet detectie het doel maar moet de be-

slissing om al dan niet grond te ontsmetten of het al dan niet telen van een meer of minder gevoelig ras worden ondersteund.

In het kader van de Teelt Beschermende Maatregelen is er door het HLB op 6 percelen empirisch onderzoek verricht om te komen tot de keuze van de juiste bemonsteringsmethodiek. Het ligt in de bedoeling om na afronding van het intensieve bemonsterings-project in 1993 tot een gezamenlijke evaluatie te komen en zo mogelijk een advies uit te brengen over de wijze van bemonstering waarmee voor de zand- en dalgronden een betrouwbare schatting van het populatieniveau gemaakt kan worden.

## **Aangetroffen besmettingen bij het project intensieve bemonstering**

Enkele voorbeelden van situaties aangetroffen in het project intensieve bemonstering. Door de PD besmet verklaarde stroken werden in een raster van 3 x 8 m onderverdeeld en de centrale vierkante meter werd bemonsterd. Elk getal staat voor het aantal gevonden cysten per kilogram grond.

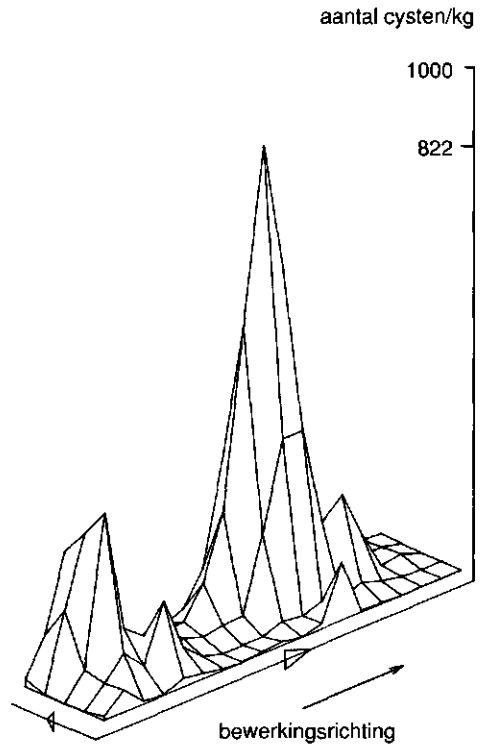


**Fig. 4.** Friesland: haard - AM

Figuur 4 betreft een perceel in Friesland waar sprake is van een haard die zeer analoog is met de haarden zoals die in Flevoland zijn gevonden. Nog uit te voeren berekeningen van een groot aantal van deze haarden zullen moeten uitwijzen of de haardkarakteristieken ook overeenkomstig zijn.

Figuur 5 betreft een veel oudere en zwaardere besmetting waarin een hoofdhaard met een secundaire haard wordt gevonden. In de figuren 6, 7 en 8 staan voorbeelden van totaal afwijkende patronen.

Figuur 6 betreft een perceel waar een sloot werd gedempt met sorteergroend. De bron van de perceelsbesmetting is nog duidelijk zichtbaar: de sloot springt er als een berg van besmetting bovenuit. Het besmette hoekje in figuur 7 blijkt samen te vallen met de plaats van de vroegere volkstuin.

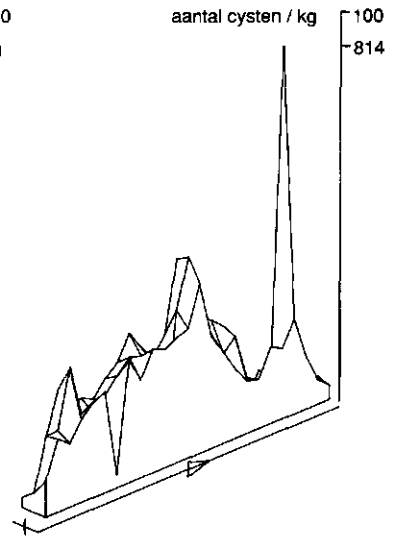
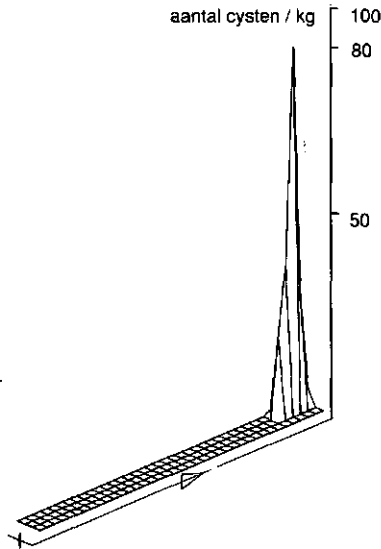
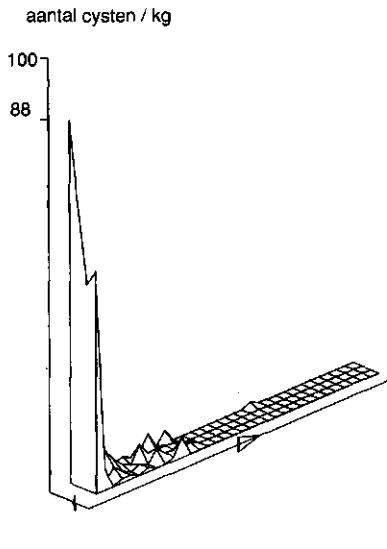


**Fig. 5.** Friesland: hoofdhaard met secundaire haard

Figuur 8 betreft een perceel dat geheel geëgaliseerd is met sorteergroend. Het leverde een egale besmetting van het perceel op. Wanneer dit soort uitzonderingen regel zouden zijn, zou een algemeen advies voor bemonstering onmogelijk worden. Wat hier nog eens geïllustreerd wordt is dat sorteergroend zeer risicovol materiaal is dat niet terug kan op het veld.

## Resultaten intensieve bemonstering

De tabellen 1 en 2 vermelden de bemonsteringsresultaten van het opsporingsonderzoek van de PD, het intensieve onderzoek van de NAK-Noordzeepolders en het onderzoek van DGV. De gegevens hebben betrekking op de resultaten van De Groene



**Fig. 6.** Friesland: gedempte sloot.

**Fig. 7.** Groningen: volkstuin.

**Fig. 8.** Zeeland: sorteergrond.

Vlieg (DGV) van oogst '89 en voor het overige op oogst '90 voor zover in januari '91 verwerkt.

Ondanks dat het bij de intensieve bemon-

stering om een bemonsterd areaal van een kleine 2000 ha handelt, is dit nog steeds een kleine steekproef van het totale areaal. Bij een derde tot de helft van de percelen is een

**Tabel 1.** Resultaten AM-bemonsteringen in IJsselmeerpolders van PD, NAK-Emmeloord (1990) en DGV (1989, 1990) in ha's.

instantie	hectares bemonsterd	% besmet	% besmet met levende cysten	% Ro	% Pa	%Ro + Pa
DGV 89	351	16	5,5	80	20	0
DGV 90	1224	8	3,2	50	35	15
NAK-Emmeloord	536	1,4	0,3	91	9	0
PD-opsporing	22306	3,9	1,9	95	5	0

**Tabel 2.** Resultaten AM-bemonsteringen in de IJsselmeerpolders van NAK-Emmeloord (1990) en DGV (1989, 1990) in aantallen percelen.

Instantie	percelen bemonsterd	% besmet	% besmet met levende cysten	% Ro	% Pa	% Ro + Pa
DGV 89	49	47	20	80	0	0
DGV 90	171	64	32	50	35	15
NAK-Emmeloord	101	40	19			

besmetting aanwezig of aanwezig geweest. Uit het aantal hectares blijkt dat het meestal maar om beperkte perceelsgedeelten gaat. De NAK en de PD komen met opvallend lagere besmettingscijfers dan De Groene Vlieg. Hiervoor is een aantal redenen aan te wijzen. De meeste bemonsteringen die door De Groene Vlieg worden uitgevoerd zijn van de intensiefste nauwkeurigheid (50 cysten centraal 90 % kans op detectie); de NAK bemonstering heeft betrekking op de 100 cysten centraal bemonstering. Hierdoor vindt De Groene Vlieg kleinere besmettingen. Een andere oorzaak kan zijn dat de NAK zijn werkgebied vooral in de Noordoostpolder op pootgoedpercelen heeft gehad waar de besmetting lager is en waar ook het aantal dode besmettingen veel hoger, is terwijl De Groene Vlieg meer over de polders verdeeld werkt. Verder valt het op dat De Groene Vlieg veel meer *Globodera pallida* vindt. Algemeen kan wel de conclusie worden getrokken dat er in de polders wel degelijk met *Globodera pallida* (biotype D/E) rekening gehouden moet worden. Zoals gezegd kan de geringe omvang van het bemonsterde areaal een vertekend beeld geven. Wanneer deze lijn zich echter doorzet, wijst dit erop dat de PD-bemonstering het puntje van de ijsberg aantoont en dat veel besmettingen nog onder de wettelijke aantoonbaarheidsgrens zitten.

De resultaten van de soortsbepaling wijzen erop dat het zeer lage percentage *Globodera pallida* (biotype D/E) besmettingen die de PD heeft geconstateerd, moet worden toegeschreven aan het feit dat een groot aantal besmettingen te weinig cysten bevatten waaraan geen bepaling wordt uitgevoerd zodat ze automatisch als *G.rostochiensis* besmetting worden geboekt. De DGV-gegevens geven een hoge fractie *G.pallida* besmetting te zien en een groot aantal percelen waarop de beide soorten worden aangetroffen. Deze bemonsteringsresultaten illustreren nog eens de noodzaak van de intensieve bemonstering gekoppeld aan een goede soortsbepaling en een betrouwbare rassenkeuzetoets.

## Voorbeeld van advisering gebaseerd op de uitslag van een intensieve bemonstering

De intensieve bemonstering stelt de teler in staat zeer gericht te reageren op de aangetroffen besmettingssituatie. In de meeste gevallen zijn op percelen waar nog nooit een besmetverklaring heeft gelegen, de gevonden besmettingen zo klein dat met de inzet van een resistent ras kan worden volstaan. Slechts in uitzonderingssituaties is een grondontsmetting op de zwaarst besmette stroken nodig.

Figuur 9 is een voorbeeld van een bemonsteringsuitslag van een zwaar besmette kavel op een bedrijf in Oostelijk-Flevoland. Op 50, 112 en 148 meter vanaf het vaste meetpunt liggen duidelijk drie haarden. Deze drie besmettingen zijn al zo groot dat ze inmiddels door de PD besmet verklaard zijn. De tussenliggende besmettingen liggen nog onder het wettelijk aantoonbaarheidsniveau. De besmetting rond 148 meter vanaf het vaste meetpunt is in 1986 al besmet verklaard, maar werd na een dubbele grond-

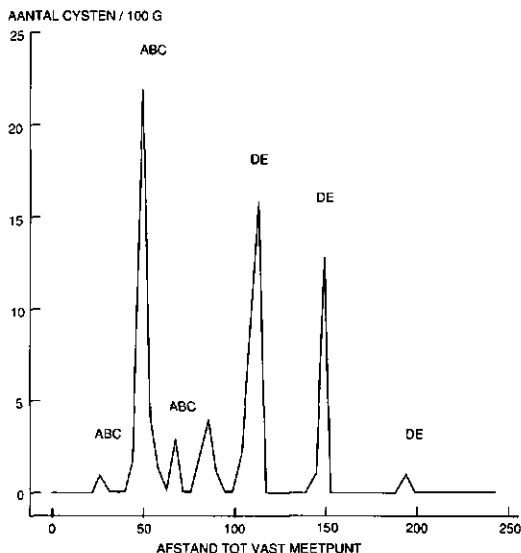


Fig. 9 Resultaat uitslag intensieve bemonstering.

ontsmetting en de teelt van een AM-resistent ras in 1988 weer vrij gegeven. De teelt van Bintjes in 1990 was voldoende om weer tegen een besmet-verklaring aan te lopen. Het advies is om de eerste 72 meter een AM-A-resistent ras te telen en op de rest van het perceel een ABCD-resistent ras. Ook na de volgende teelt moet worden bemonsterd om na te gaan of de gekozen oplossing heeft gewerkt. Gezien het niveau van besmetting valt er geen schade van betekenis te verwachten, zodat grondontsmetting geen zin heeft.

richte inzet van resistente rassen gebaseerd op vroegtijdige opsporing van besmettingen en karakterisering van de populatie. In gebieden waar andere veel polyfagere aaltjessoorten een belangrijke rol spelen, zullen ook bemonsteringssystemen en schaderelaties voor de relevante soorten moeten worden ontwikkeld.

## Perspectieven

De toepassing van intensieve bemonsteringssystemen voor aardappelcysteaaltjes maakt perceelsgerichte aanpak van de AM-problemen met een minimum aan grondontsmetting mogelijk.

Door de nauwkeurigheid van de te ontwikkelen systemen wordt het mogelijk maatregelen te nemen voordat de besmettingsniveau's de wettelijke aantoonbaarheidsgrens overschrijden.

Doordat een besmetting een aantal aardappelteelten eerder wordt ontdekt dan tot nu toe het geval is, zullen na sanering van de oude besmettingen (zoals aangetroffen in figuur 9) de overblijvende besmettingen veel kleiner van omvang zijn en alle zonder grondontsmetting aangepakt kunnen worden. Ook de risico's van verspreiding zijn bij de overblijvende haarden kleiner.

Wanneer bemonsteringsresultaten met een bekende betrouwbaarheid worden opgeleverd, zullen ze als basis kunnen dienen voor een beslissingondersteunend systeem dat gebaseerd op de verwachte populatieontwikkeling en schade, voorspellingen zal kunnen doen over het effect van verschillende keuzes op het gebied van grondontsmetting, rassenkeuze, teeltfrequentie etc. De noodzaak van grondontsmetting kan zonder risico's voor de teler voor wat betreft AM sterk worden verminderd. Dit door ge-



# Schade door het aardappelcysteeltje *Globodera pallida* en tolerantie van het aardappelgewas

ir. A. Mulder, ing. R. Velema en ing. M. Boerma, HLB

## Inleiding

De mate waarin planteparasitaire aaltjes schade aanrichten wordt bepaald door een veelheid aan factoren, zoals levenswijze van het aaltje, aard van het parasitisme, gevoeligheid van planten en hun vitaliteit. Dit geheel wordt nog gecompliceerder door de opbouw van de biotoop waarin aaltjes en plantewortels leven. Bepalend voor de wortelontwikkeling en de mobiliteit van aaltjes zijn structuur en textuur van de grond, de beschikbaarheid van vocht en lucht (Wallace, 1958; Lee & Atkinson, 1976) en de bodemtemperatuur. Het binnendringen van aardappelwortels

door kleine aantallen larven van aardappelcysteeltjes kan wortelgroei en -ontwikkeling stimuleren; aantasting door grote aantallen larven echter vertraagt de wortelgroei en leidt uiteindelijk tot een slecht ontwikkeld wortelstelsel. Dit heeft een minder goede doorworteling van de bodem tot gevolg, waardoor de planten een geringer volume aan grond kunnen benutten om water en voedingszouten aan te onttrekken (Evans & Trudgill, 1978). Dit heeft voor de plant een chronisch tekort aan voedingselementen tot gevolg (Trudgill, 1980), resulterend in een tragere groei en een minder goede ontwikkeling van het loof.

Bovengrondse symptomen van aantasting door aardappelcysteeltjes zijn niet specifiek. Zware aantastingen komen tot uiting door kleiner blijvende, armoedige planten met verschijnselen van verdroging en gebrek aan voedingselementen (Oostenbrink,

Tabel 1. Perceelgegevens van een vijftal proefplaatsen waar voor elke aardappelteelt de besmettingsgraad is bepaald.

proef- veld	plaats	grondsoort	org. stof %	* s.g.	pH- KCl	vocht leverend vermogen	rassen	onderzoeks- jaren	soort aaltje
AZ	Odoorn	zandgrond (heideontginning)	4,7	1,40	5,2	slecht tot matig	Eba 77 t/m 80 Mentor 81 t/m 83	77 t/m 83	G.rostochiensis
KBV	Rolde	leemhoudende zandgrond	5,0	1,56	5,3	matig	Prominent	74 t/m 82	G.pallida
BCV	Borger- compagnie	oude versleten dalgrond	7,2	1,32	5,1	matig	Prominent	73 t/m 81	G.pallida
SW	Smilde	versleten dalgrond	10,2	1,10	5,0	goed	Prevalent '73, '77, '78 Element '74, '75 Prumex '76 Astarte '79, '81, '82 Ehud '80, '83	73 t/m 83	G.pallida
HB	Bergentheim	jonge dalgrond	21,0	1,08	5,2	zeer goed	Prominent	81 t/m 83	G.pallida

\* s.g. = soortelijk gewicht van de grond.

1950; Grainger, 1951; Spears, 1968). De planten verouderen snel en sterven te vroeg af. Hierna worden onderzoeksresultaten weergegeven omtrent schade door aardappelvormende cysteetjes op zand- en dalgronden in noordoost-Nederland, rasverschillen in gevoeligheid voor schade, de wijze waarop de schade tot uiting komt en wat de gevolgen zijn voor opbrengst en sortering. Tenslotte wordt aangegeven hoe op zand- en dalgronden de gevoeligheid van het aardappelpgewas voor aantasting door *Globodera pallida* wordt beïnvloed door de pH van de bodem.

## Effect van grondsoort op schade door aardappelvormende cysteetjes

Naast de populatiedichtheid van het aardappelvormende cysteetje wordt de aan het gewas toegebrachte schade bepaald door grondsoort, bodemgesteldheid en weersgesteldheid. Op een aantal grote langjarige proefvelden, waarvan de relevante gegevens zijn weergegeven in tabel 1, werd voor elke aardappelteelt de besmettingsgraad bepaald. Per object werden bouwvoordiep grondmonsters van 200 cc genomen, samengesteld uit 16 steken. Na drogen aan de lucht werden de monsters gewogen en gespoeld. De vitaliteit van de cyste-inhoud werd bepaald met behulp van de kleurstof New Blue R (Shepherd, 1962). Na afsterving van het gewas werd per object de knolopbrengst van 9 m, (overeenkomend met 36 planten) bepaald en weergegeven als uitbetaald gewicht in kg/10 m.

Voor alle onderzoeksjaren werden de gevonden besmettingen gegroepeerd:  $\leq 200$ , 200-500, 500-1.000, 1.000-2.000, 2.000-5.000, 5.000-10.000 en  $> 10.000$  levenskrachtige eieren en larven per 200 ml grond (Roosjen & Mulder, 1985). Om jaarinvloeden zo veel mogelijk te beperken zijn ze weergegeven als relatieve data, waarbij de uitbetaalde gewichten van de lichtste besmettingen ( $< 200$  levende larven/200 ml grond) op 100 werden gesteld. De resultaten zijn weerge-

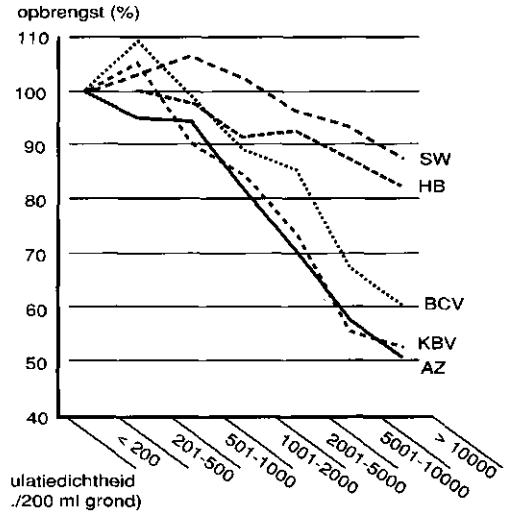


Fig. 1. Effect van de populatiedichtheid van aardappelvormende cysteetjes op de opbrengst van fabrieksaardappelen.

geven in figuur 1.

Lichte besmettingen (tot 500 levende larven/200 ml grond) hebben geen opbrengstderiving (uitbetaald gewicht) tot gevolg. Op een aantal proefvelden wordt bij besmettingen van 200-500 l.v./200 ml grond en stimulerend effect waargenomen. Door Jones (1957) werd een zelfde opbrengstverhogend effect bij bieten waargenomen bij lichte aantastingen door het bietencysteetje, *Heterodera schachtii*.

Neemt de besmetting echter toe, dan wordt de schade door dit aaltje aanzienlijk. Zowel de schadedrempel als de mate van schade bij hoge besmettingen blijkt in sterke mate af te hangen van de grondsoort (zie figuur 1). Naast het vochtleverend vermogen van de grond spelen ook andere opbrengstbeperkende factoren een belangrijke, niet goed te kwantificeren, rol. Zo werden op de schrale gronden regelmatig symptomen van aantasting door *Verticillium dahliae* waargenomen; op de oprachtige gronden was dit niet of in veel mindere mate het geval.

Op schrale- en leemhoudende zandgronden (AZ en KBV) en versleten dalgronden (BCV) met in het algemeen een minder goede vochtleverantie wordt bij besmettingen van

rond de 1500 levende larven per 200 ml grond een opbrengstderiving van 10% gemeten. Op voldoende vochthoudende gronden (HB en SW) wordt een dergelijk effect pas bij veel hogere besmettingen waargenomen.

Bij hogere populatiedichtheden neemt de schade op de schralere gronden ook veel sneller toe dan op vochthoudende gronden. Bij besmettingen van >10.000 levende larven per 200 ml grond worden op de droogtegevoelige gronden opbrengstderivingen tot 50% gemeten, terwijl deze voor de vochthoudende gronden bij dergelijke besmettingen beperkt blijven tot 15 à 20%.

### **Effect van aantasting door *Globodera pallida* op groei en ontwikkeling van aardappelrassen**

Uit waarnemingen in praktijkpercelen en proefvelden (Mulder, 1976; intern rapport POC) was duidelijk geworden dat de rassen verschillen in gevoeligheid voor aantasting door aardappelpycysteaaltjes. (Huijsman e.a., 1969; Trudgill & Cotes, 1983; Velema & Boerma, 1987; Boerma & Velema, 1988) Met de komst van rassen met (partiële) resistentie tegen *G. pallida* als Atréla en Darwina werden zeer gevoelige rassen geïntroduceerd. Een in 1988 uitgevoerd veldexperiment gaf meer inzicht in de wijze waarop de verschillende rassen op een zware aantasting door het witte aardappelpycysteaaltje reageren. Het onderzoek werd uitgevoerd op een zwaar met *G. pallida* (type Pa-2) besmette, droogtegevoelige zandgrond met 6,5% organische stof en een pH-KCl van 5,2. Het gebruikte proefschema was dat van een splitplot in 4 herhalingen, waarvan bij extreme droogte twee herhalingen konden worden berekend. Verschillen in besmettingsgraad werden gecreëerd door bepaalde objecten te ontsmetten met 300 l Monam gc/ha. Om N-effecten te vermijden werden de ontsmettingen uitgevoerd in het voorjaar (1 april 1988). Om verschillen in grondbewerkingen te voorkomen werden

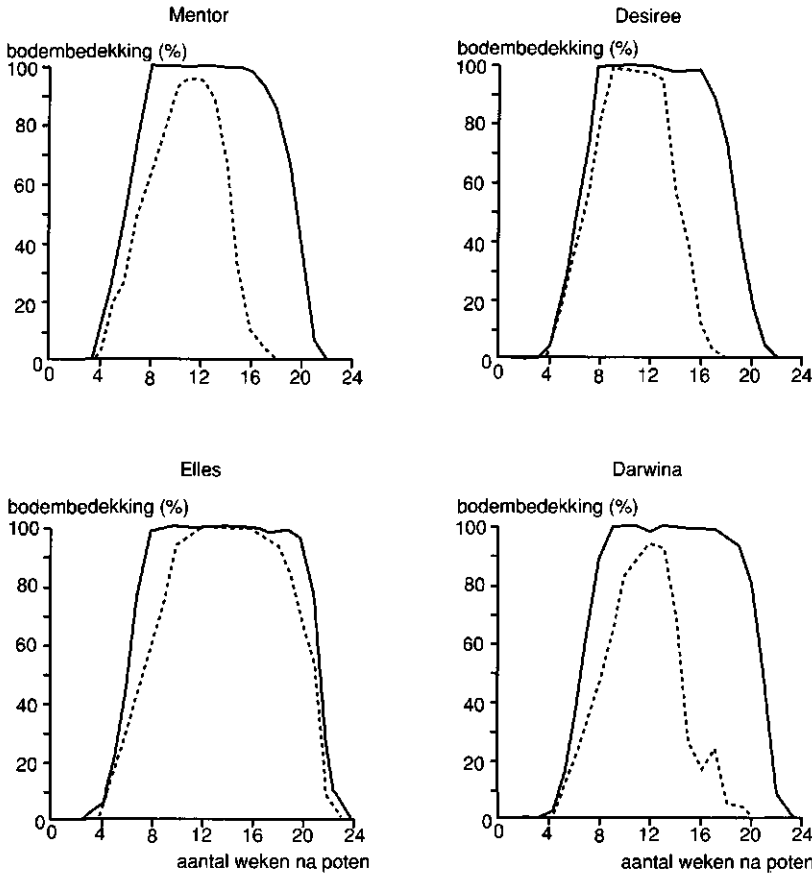
ook de niet ontsmette objecten bewerkt met de injecteur. Na drie weken werd het gehele proefveld bewerkt met een vaste-tandcultivator, waarna de licht voorgesiepte knollen van de rassen Mentor, Désirée, Darwina en Elles op 28 april met de hand werden gepoot; plantverband 75 x 30 cm. De potermaat voor Désirée was 45-55 mm, voor de overige rassen 35-55 mm.

Bij het potten varieerde de beginbesmetting op de ontsmette veldjes van 480-540 levende larven/100 g grond (ca. 1450 l.lv./200 cc grond) en op de niet ontsmette veldjes van 2100-3100 l.lv./100 g grond (ca. 7275 l.lv./200 cc grond). Het gewas heeft in 1988 niet aan droogte geleden.

Loofgroei en ontwikkeling werden vastgelegd door wekelijks het percentage grondbedekking te bepalen. De resultaten van de metingen aan het loof zijn weergegeven als het met groen loof bedekte deel van de bodem (figuur 2).

Op de zwaar met *G. pallida* besmette veldjes werden in de loofgroei drie verschillende typen van gewasreactie waargenomen. De rassen Mentor en Darwina reageren direct na opkomst met een sterke vertraging in de loofontwikkeling, gevolgd door snelle veroudering en afsterving nog voor het gewas gesloten was. Het ras Désirée vertoonde direct na opkomst een veel geringere groei-vertraging. De schade voor dit ras blijkt vooral te worden veroorzaakt door een veel te vroege afsterving van het loof. Het ras Elles daarentegen wordt vooral in haar beginontwikkeling vertraagd, waarna herstel intreedt, en het gewas zich in de tweede helft van de groeiperiode normaal verder ontwikkelt. Verwacht mag worden dat de beschreven gewasreacties in het loof hun weerslag vinden in aantal en grootte der knollen en in de knolopbrengst.

De rooiing voor de eind oogst werd uitgevoerd op 11 oktober. De opbrengsten werden gesorteerd en gewogen, het aantal knollen geteld en het onderwatergewicht van 5.000 g aardappelen bepaald. De resultaten van de eindrooi na afsterving van het gewas zijn weergegeven in tabel 2 en figuur 3. Het aantal oogstbare knollen neemt bij een

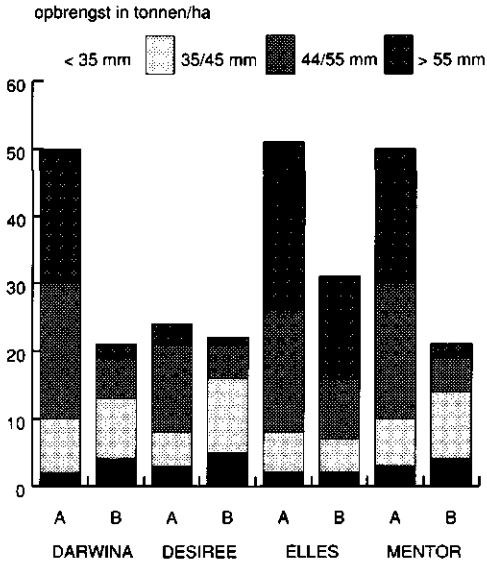


**Fig. 2.** Loofontwikkeling van aardappelrassen op matig en zwaar met *G. pallida* besmette grond, uitgedrukt als bedekkingspercentage van de bodem met groen loof.  
 — matig besmet (ca. 500 l.v./100 g grond)  
 - - - zwaar besmet (ca. 2600 l.v./100 g grond)

**Tabel 2.** Effect van populatiedichtheid van *Globodera pallida* op opbrengst en sortering van de rassen Mentor, Désirée, Darwina en Elles.

ras	populatiedichtheid <i>Globodera pallida</i>					
	ca. 500 l. lv./100 g grond			ca. 2600 l. lv./100 g grond		
	knolopbr. in kg/10 m <sup>2</sup>	aantal knollen	gem. knolgew. in g	knolopbr. in kg/10 m <sup>2</sup>	aantal knollen	gem. knolgew. in g
Mentor	52,1	610	85	22,1 (42)	408 (67)	54 (64)
Désirée	55,5	640	87	22,7 (41)	505 (79)	45 (52)
Darwina	50,1	513	98	20,0 (42)	326 (64)	64 (65)
Elles	50,2	530	94	32,4 (65)	364 (67)	89 (95)

\* l.lv. = levende larven; ( . . . ) relatief t.o.v. de matig besmette veldjes.



**Fig. 3.** Effect van aantasting door *G. pallida* op opbrengst en sortering van de rassen Darwina, Désirée, Elles en Mentor. A - op matig besmette grond; B - op zwaar besmette grond.

zware aantasting door *G. pallida* bij alle rassen af (met 21% voor Désirée en rond 35% voor de overige rassen). Het aantal knollen dat tot oogstbare maten uitgroeit, wordt vooral bepaald door de mate van groeivertraging in het eerste deel van de groeiperiode. De uiteindelijke kg-opbrengst blijft voor de rassen Mentor, Désirée en Darwina op de zwaar besmette velden beperkt tot ruim 20 kg/10 m (40% van de opbrengst op de licht besmette veldjes). Dit wordt veroorzaakt door de vroege afsterving van het loof, waardoor de knollen te fijn blijven. Door het lang groen blijven van het loof van Elles groeien de oogstbare knollen op de zwaar besmette veldjes tot vrijwel dezelfde grootte uit als op de licht besmette velden.

De schade door groeivertraging in het begin van de groeiperiode komt vooral tot uiting doordat veel minder knollen uitgroeien tot oogstbare maten (>28 mm).

In het tweede deel van de groeiperiode is de schade een gevolg van het te vroege afsterven van het gewas. Dit komt in de opbrengst vooral tot uiting doordat de knollen te fijn blijven (zie figuur 3).

## Invloed van de zuurgraad van de bodem op gevoeligheid van het aardappelgewas voor een aantasting door *Globodera pallida*

De zand- en dalgronden in noordoost-Nederland zijn van nature zuur en arm aan plantenvoedende stoffen. Als gevolg daarvan werden er van oudsher gewassen verbouwd die goed groeien bij relatief lage pH, zoals aardappelen, rogge en haver.

Afhankelijk van het organische-stofgehalte van de bodem lagen de meest voorkomende pH-waarden in de zeventiger jaren tussen 4,5 en 5,0. Met de komst van meer kalkminnende gewassen als suikerbieten, veldbonen en erwten is het pH-advies voor het veenkoloniale bouwplan daaraan aangepast. Voor zandgronden met 5% organische stof en een bouwplan met 50% fabrieksaardappelen, 25% suikerbieten en 25% graan wordt thans geadviseerd de pH op 5,7 te brengen. Uit praktijkervaringen en waarnemingen op de pH-trappen-proefvelden van het Instituut voor Rationele Suikerproductie werd de indruk verkregen dat de gevoeligheid van het aardappelgewas voor aantasting door het aardappelcysteaaltje bij hogere pH-waarden toeneemt (Wiltling, 1988).

Om verbanden tussen pH en schadegevoeligheid te kunnen bepalen, werden met ingang van 1988 op vermeerderings- en tolerantieproefvelden per veldje de aaltjesdichtheid voor het poten, de pH-KCl en de opbrengsten per veldje gemeten. Op proefveld VH - 1988 varieerde de pH-KCl van 4,9 - 6,1 en de besmettingsgraad van 25 - 1500 levende larven per 200 ml grond; op proefveld TR - 1989 varieerde de zuurgraad van 4,7 - 5,6 en de besmettingsgraad van 150 - 10.000 levende larven per 200 ml grond.

De veldgewichten zijn omgerekend tot relatieve gegevens, waarbij de opbrengsten van de veldjes met een pH-KCl  $\leq$  5,4 en een besmetting  $\leq$  500 levende larven per 200 ml grond per ras op 100 zijn gesteld.

Er zijn te weinig data beschikbaar om het

**Tabel 3.** Veldopbrengst per ras bij lichte besmetting met *Globodera pallida* (<500 l.lv./200 ml grond) en een pH-KCl  $\leq$  5,4.

proefveld VH - 1988, zandgrond; o.s.% = 5,0 100% = .. kg/10 m <sup>2</sup>		proefveld TR - 1989, zandgrond; o.s.% = 6,5 100% = .. kg/10 m <sup>2</sup>	
Astarte	48	Astarte	54
Darwina	53	Darwina	49
Elles	50	Elles	59
		Karnico	59
		Mentor	43
		Producent	64
		Prominent	56

**Tabel 4.** Relatieve opbrengsten (veldgewichten) van aardappelen bij oplopende besmettingsniveaus van *Globodera pallida* en oplopende waarden van de pH-KCl van de bodem. (. . .) = aantal waarnemingen.

Besmettingsgraad in l.lv./200 ml grond	pH-KCl				
	< 4,8	4,9-5,1	5,2-5,4	5,5-5,7	5,8-6,1
$\leq$ 500	100 (3)	100 (7)	100 (4)	97 (19)	94 (11)
500 - 1000	100 (3)	93 (3)	88 (8)	82 (9)	70 (9)
1000 - 2000	88 (2)	84 (11)	79 (22)	67 (24)	53 (13)
2000 - 5000	87 (2)	77 (4)	67 (2)	63 (2)	-
> 5000	75 (2)	62 (9)	55 (8)	54 (1)	-

pH-effect voor ieder ras te bepalen. Voor alle rassen was de waargenomen reactie gelijk gericht (toenemende gevoeligheid bij toenemende pH-waarden), terwijl de verschillen in reactie zo gering waren dat het verantwoord is ze samen te voegen.

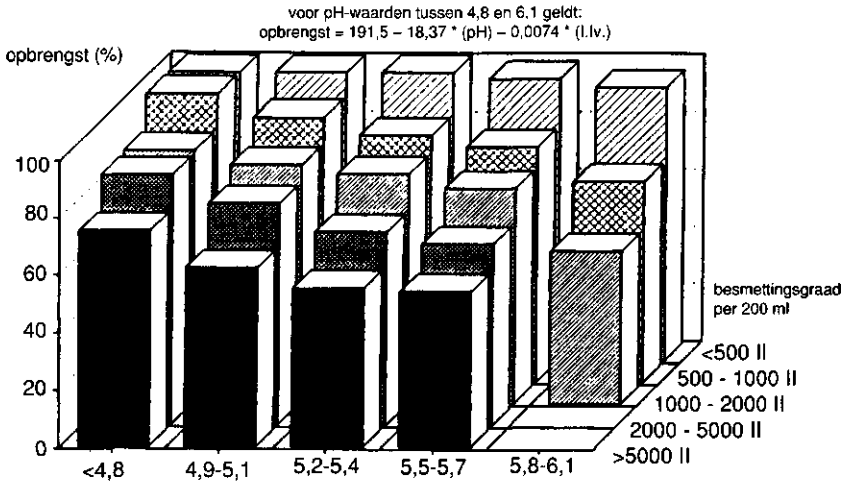
Bij de verdere bewerking van de proefresultaten zijn zowel de pH-waarden als de besmettingen ingedeeld in klassen. De resultaten van beide proefvelden sluiten goed op elkaar aan (Mulder e.a., 1989, 1990) en worden gecombineerd weergegeven in tabel 4 en figuur 4.

Op de noordoostelijke zand- en dalgronden speelt de zuurgraad van de grond een belangrijke rol in de mate waarin aardappelen door het a.c.a. worden geschaad. Bij een pH-KCl van 5,4 en lage besmettingen (< 500 l.lv./200 ml grond) wordt geen opbrengstdering waargenomen.

## Tolerantie van fabrieksaardappelrassen

De afgelopen jaren zijn drie proefvelden aangelegd ter bepaling van de gevoeligheid van het huidige fabrieksaardappelrassenbestand voor een aantasting door het witte aardappelcysteaaltje, *Globodera pallida*.

De proefvelden zijn aangelegd op zand- (TRC) en dalgrond (TVK), besmet met pathotype Pa-2. Verschillen in besmettingsniveau werden verkregen door het proefveld in het voorjaar gedeeltelijk te ontsmetten. Op geen van de proefvelden heeft het gewas geleden aan droogte. Naast de fabrieksaardappelrassen uit de rassenlijst zijn de rassen Appassionate (AM 78-3778) en Smid 82-266 in het onderzoek opgenomen; het eerste ras omdat het zeer gevoelig is gebleken, het tweede omdat het tot nu toe het meest tolerante is bevonden.



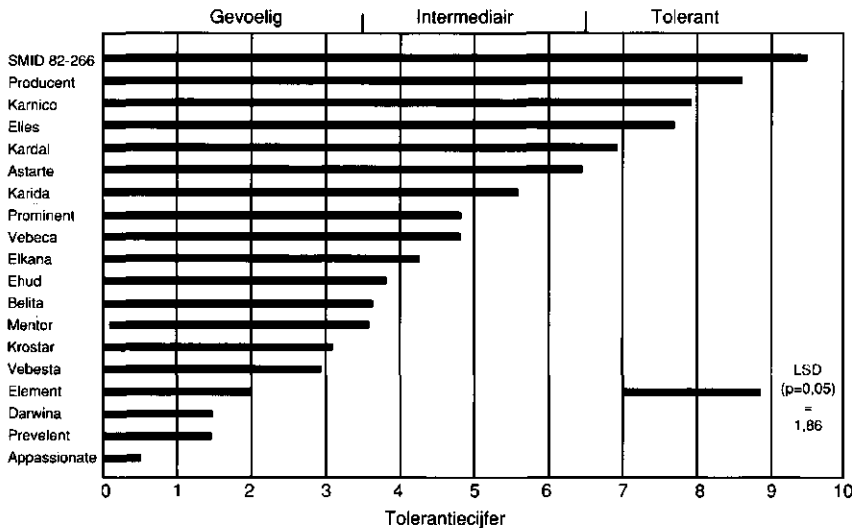
**Fig. 4.** Effect van de zuurgraad van de grond op gevoeligheid voor schade van aardappelen door aantasting door het witte aardappelcysteaaltje, *Globodera pallida*.

Om rassen ten aanzien van gevoeligheid voor aardappelcysteaaltjes met elkaar te kunnen vergelijken zijn twee factoren van belang, te weten:

- de relatieve opbrengst van de niet-ontsmette veldjes t.o.v. de ontsmette,
- de opbrengst die het ras bij het hoge

besmettingsniveau kan bereiken.

Om een waarde voor tolerantie te kunnen berekenen zijn de proefresultaten van elf standaardrassen <sup>1)</sup> per factor gemiddeld en op "5" gesteld. Vervolgens zijn per herhaling voor elk ras de twee factoren gerelateerd aan deze waarde en gemiddeld. Dit resul-



**Fig. 5.** Gevoeligheid van fabrieksaardappelryassen voor schade door het witte aardappelcysteaaltje, *Globodera pallida*.

<sup>1)</sup> de standaardrassen zijn in volgorde van gevoeligheid voor *Globodera pallida*: Appassionate (AM 78-3778), Darwinia, Element, Mentor, Elkana, Prominent, Astarte, Elles, Karnico, Producent en Smid 82-266.

teert voor elk ras in een cijferwaardering ( $x$ ). Om tot een waardecijfer voor tolerantie ( $z$ ) tussen 1 en 10 te komen, wordt het verschil tussen de verkregen waarde ( $x$ ) en de "5" verdubbeld en met vijf vermeerderd; waardecijfer voor tolerantie:  $z = (x - 5) * (2 + 5)$ ;  $0 < z \leq 10$ .

Omdat de waardecijfers ( $z$ ) per herhaling worden berekend, kan uit de over de jaren verkregen resultaten een tolerantiecijfer per ras worden berekend en de spreiding worden bepaald. De resultaten zijn weergegeven in figuur 5, waarbij de rassen in volgorde van tolerantie zijn weergegeven en ingedeeld in drie groepen: gevoelig, intermediair en tolerant.

## Samenvatting

Aantasting van de wortels door *Globodera pallida* heeft een minder goede doorworteling van de bodem tot gevolg, waardoor de mogelijkheid voor opname van water en mineralen wordt beperkt. Bovengronds heeft dit in het begin van de groeiperiode een tragere loofontwikkeling tot gevolg. Bij gevoelige aardappelrassen veroudert het loof snel en sterft voortijdig af. Bij minder gevoelige rassen treedt na beschadiging in het begin van de groeiperiode herstel in, waarna het gewas zich normaal verder ontwikkelt en vrijwel op de normale tijd afsterft. Door de beschadiging in het begin van de groeiperiode ontwikkelen zich minder knollen tot oogstbare grootte; door de te snelle veroudering en afsterving wordt de knolgroei sterk beperkt.

Het redelijk tolerante ras Elles toont als gevolg van de aaltjesaantasting een duidelijk tragere beginontwikkeling en lijdt daardoor ook schade doordat minder knollen uitgroeien. Door het later ingetreden herstel kan de verdere groeiperiode volledig worden benut, groeien de aangelegde knollen volledig uit en wordt de schade beperkt tot een reductie van 35%. De rassen Darwina, Désirée en Mentor sterven na een meer of minder trage beginontwikkeling veel te vroeg

af, waardoor het geringere aantal knollen ook niet meer kan uitgroeien. De opbrengst-reductie in kilogrammen neemt daardoor toe tot 60%; gerekend naar een marktbaar produkt voor consumptierassen is de schade nog veel groter.

Binnen het bestand aan fabrieksaardappelrassen zijn grote verschillen in gevoeligheid voor schade aangetoond. De meer tolerante rassen worden vooral in het begin van de vegetatieperiode geschaad en kunnen door het later optredende herstel de rest van de vegetatieperiode volledig benutten, waardoor de schade beperkt blijft.

De heersende zuurgraad van de bodem lijkt van grote invloed op de schadegevoeligheid van het aardappelgewas voor een aantasting door aardappelcysteaaltjes. Bij pH > 5,2 neemt de gevoeligheid voor schade toe.

## Literatuur

Boerma, M. & R. Velema, 1988. Onderzoek naar de gevoeligheid van aardappelrassen voor aantasting door het aardappelcysteaaltje. Assen, SIO. Onderzoek 1988. (1988): 122-123.

Evans, K. & D.M. Trudgill, 1978. Nematode Pests of Potatoes. In: The Potato Crop; Ed. Harris, P.M.. London, Chapman & Hall.

Grainger, J., 1951. The golden eelworm. Studies on the ecology and control of the Potato Root Eelworm, *Heterodera rostochiensis*. Research Bulletin 10 of the West of Scotland Agricultural College, Auchincruive.

Huijsman, C.A., C.H. Klinkenberg & H. den Ouden, 1969. Tolerance to *Heterodera rostochiensis* Woll. among potato varieties and its relation to certain characteristics of root anatomy. European Potato Journal 12 (1969): 134-147.

Jones, F.G.W., 1957. Soil populations of beet eelworms (*Heterodera schachtii*) in relation to cropping. III. Further experiments with microplots and pots. Nematologica 2 (1957): 257-272.

Lee, D.L. & H.J. Atkinson, 1976. Physiology of Nematodes. London, The Macmillan Press Ltd.. (1976): 215 pp.



Mulder, A., G. Veninga & Js. Roosjen, 1989. Invloed van de pH op de opbrengst van fabrieksaardappelen op met a.c.a. besmette grond. Assen, SIO, Onderzoek 1989 (1989): 164-166.

Mulder, A., R. Velema & M. Boerma, 1990. De invloed van de pH op de opbrengst van fabrieksaardappelen op met *Globodera pallida* besmette grond. Assen, SIO, Onderzoek 1990 (1990): 126-129.

Oostenbrink, M., 1950. Het aardappelaaltje. Een gevaarlijke parasiet voor de eenzijdige aardappel-cultuur. Wageningen, Plantenziektenkundige Dienst. Verslagen en Mededelingen No. 115. (1950): 230 pp.

Shepherd, A.M., 1962. New Blue R, a stain that differentiates between living and dead nematodes. *Nematologica* 8 (1962): 201-208.

Spears, J.F., 1968. The golden Nematode Handbook. Survey Laboratory, control and quarantine procedures. Washington DC, United States Department of Agriculture. Agricultural Handbook no. 353 (1968): 81 pp.

Roosjen, Js. & A. Mulder, 1985. Onderzoek naar het effect van aantasting door het aardappelcysteaaltje op de opbrengst van fabrieksaardappelen. Assen, SIO, Onderzoek 1985 (1985): 167-171.

Trudgill, D.L., 1980. Effects of *Globodera rostochiensis* and fertilisers on the mineral nutrient content and yield of potato plants. *Nematologica* 26 (1980): 243-254.

Trudgill, D.L. & L.M. Cotes, 1983. Difference in tolerance of potato cultivars to potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*) in field trials with and without nematicides. *Annals of Applied Biology* 102 (1983): 373-384.

Velema, R. & M. Boerma, 1987. Onderzoek naar het effect van de hoogte van de populatie van het aardappelcysteaaltje op de opbrengst van fabrieksaardappelen. Assen, SIO. Onderzoek 1987 (1987): 156-158.

Wallace, H.R., 1958. Movement of eelworms. I. The influence of pore size and moisture content of the soil on the migration of larvae of the beet eelworm, *Heterodera schachtii* Schmidt. *Annals*

of Applied Biology 46 (1958): 86-94.

Wiltling, P., 1988. Bodem- en bemestingsonderzoek, kalk- en pH-trappen proefvelden. Bergen op Zoom, IRS-jaarverslag 1988, projectnr. 04-08 (1988): 24-26.

---

# Beheersing van aaltjes in het bouwplan

---

ir. A. Mulder, ing. Js. Roosjen en ing. G. Veninga, HLB

## Inleiding

De geschiedenis heeft geleerd dat vooral grondsoort, gewaskeuze en gewasopvolging bepalen welke fytophage aaltjes op de voorgrond treden. Poriëngrootte en -volume van de zand- en dalgronden maken deze in vergelijking met klei- en zavelgronden uitermate geschikt voor vele fytophage- en saprophage aaltjessoorten.

Bij de teelt van "niet-waardplant"-gewassen nemen de aaltjespopulaties door natuurlijke oorzaken af. Afhankelijk van de toerusting van de aaltjessoort en de bodemomstandigheden kan deze afname meer of minder spectaculair zijn.

Meestal is het sanerend effect van de vruchtwisseling omgekeerd evenredig met de vermeerderingsmogelijkheden en de overlevingskansen van de aaltjessoort. In deze bijdrage wordt een overzicht gegeven van voor de (toekomstige) akkerbouw belangrijke plantenparasitaire aaltjessoorten, en mogelijkheden deze vaak complexe materie in vruchtwisselingsverband te beheersen. Omdat de ontwikkelingen rond aardappelpycysteaaltjes in het fabrieksaardappelgebied aangeven wat in de andere teeltgebieden kan worden verwacht, wordt hieraan speciaal aandacht besteed.

## Indeling van aaltjes naar levenswijze en aard van het parasitisme

Op grond van levenswijze en aard van het parasitisme kunnen planteparasitaire aaltjes in groepen worden ondergebracht zoals aangegeven in tabel 1.

### Wortelaaltjes

Aantasting door wortelaaltjes kan tot meer of minder ernstige verstoring leiden van de wortelfunctie van planten, wat een beperkte opname van water en nutriënten tot gevolg heeft. Te velde leiden plagen door wortelaaltjes vaak tot valplekken. Ook kunnen egaal slecht groeiende gewassen met gebreksverschijnselen het gevolg zijn.

"Vrijlevende wortelaaltjes" leven in de grond in de directe omgeving van de wortel en gebruiken deze als voedselbron. Daardoor wordt de groei van de wortelpunten geremd en de voedselopname beperkt. De tot deze groep behorende relatief grote aaltjes zijn gevoelig voor grondbewerking d.m.v. ploegen en freezezen. In akkerbouwmatige teelten zijn daardoor weinig problemen met deze aaltjesgroep te verwachten.

"Cyste- en wortelknobbelaaltjes" brengen hun leven grotendeels in de wortels door, en prikkelen de plant tot vorming van enorme complexen van reuzencellen (zgn syncytia) waaruit ze zich voeden. Hierdoor wordt het transport van water en voedingsstoffen vaak ernstig verstoord.

Belangrijke cystevormende aaltjes zijn geleen witte aardappelpycysteaaltjes, *Globodera rostochiensis* en *G. pallida*, witte en gele bietencysteaaltjes, *Heterodera schachtii* en *H. trifolii* f.sp. beta en het havercysteaaltje *H. avenae*.

De *Globodera* sp. kunnen zich uitsluitend op aardappelen vermeerderen; de *Heterodera* sp. hebben daarentegen uitgebreide waardplantreeksen. (Hyink & Oostenbrink, 1968; Mulder e.a. 1990) Er zijn aanwijzingen dat door cysteaaltjes aangetaste gewassen kwetsbaarder worden voor gelegenheidsparasieten als bijvoorbeeld *Verticillium dahliae* (Hide e.a., 1983).

Van de wortelknobbelaaltjes zijn voor de aardappelteelt het noordelijk wortelknobbel-

**Tabel 1.** Praktische indeling van vele soorten planteparasitaire aaltjes (naar Maas, 1986).

AALTJESGROEP	BESCHADIGING VAN DE WAARDPLANT EN GEVOLG	
<b>wortelaaltjes</b>		
vrijlevende wortelaaltjes	wortelgroei, voedselopname	
cysteaaltjes	wortelgroei, voedselopname; voedingstransport	dwerggroei (valplekken)
wortelknobbelaaltjes	wortelgroei, voedselopname; voedingstransport	
wortellesieaaltjes	verzwakking van het ziekteafweersysteem	
<b>bladaaltjes</b>	knoppen, bladeren	misvormingen
<b>stengelaaltjes</b>	stengels, bollen, knollen	misvormingen rotting
<b>rotaaltjes</b>	bollen en knollen	rotting
<b>virusoverdragende aaltjes</b>	wortelgroei, virusoverdracht kwaliteit	virusziekten

aaltje, *Meloidogyne hapla* en het maiswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi*, van belang. Beide hebben uitgebreide waardplant-reeksen (Decker, 1969; O'Bannon e.a., 1982; Santo e.a. 1980). *M. hapla* heeft vrijwel alle dicotyle planten tot waard, terwijl *M. chitwoodi* zich ook op monocotylen kan vermeerderen. In aardappelen kan *M. chitwoodi* grote invloed hebben op kwaliteit van de aardappelknollen.

"*Wortellesieaaltjes*" behoren allen tot de *Pratylenchoidea*, leven voornamelijk in de wortels, verstoren de wortelfunctie en verzwakken het afweersysteem van de plant tegen bodemschimmels (Martin e.a., 1982, Rowe e.a., 1985). Ze vermeerderen zich sterk op vele gewassen, waaronder granen en grassen, aardappelen, peen en vlinderbloemigen. Op biet en koolsoorten is de vermeerdering gering. (Mulder e.a., 1990)

#### Bladaaltjes

*Aphelenchoides* sp. tasten de groeipunten van bovengrondse plantendelen aan en kunnen deze beschadigen en vernietigen. Het gevolg is dat de planten worden misvormd en veelal niet meer tot bloei komen. Ze vormen in de huidige akkerbouw geen probleem, maar kunnen zich met de introductie van nieuwe gewassen als onder andere snijen droogbloemen in de toekomst wel tot probleem ontwikkelen.

#### Stengelaaltjes

*Ditylenchus dipsaci* tast onder- en bovengrondse stengeldelen aan. Dit leidt tot sterke misvorming, vaak gevolgd door rotting. Dit aaltje kenmerkt zich door een aantal gespecialiseerde typen, zoals het hyacinthen-type, het narcissen-type en het rogge/aardappel/uien-type. Dit laatste type kan in

de akkerbouw grote schade aanrichten in onder andere haver, rogge (reup), aard-appels en uien (kroef).

**Rotaaltjes** Rotaaltjes (o.a. *Ditylenchus destructor*) tasten uitsluitend ondergrondse stengeldelen aan en kunnen ernstige verliezen veroorzaken door knol- en bolrot in aardappelen en de bloembollenteelt. Het aaltje kan op veel voorkomende onkruiden overleven.

#### Virusoverdragende aaltjes

De *Trichodoridae* vormen een speciale sub-groep binnen de vrijlevende wortelaaltjes. Ze vermeerderen zich matig tot sterk op vrijwel alle gewassen; alleen op haver en vlas is de vermeerdering gering. Met uitzondering van haver, rogge en gerst kunnen alle akkerbouwgewassen door beschadiging van de wortelpunten en verstoring van de voedselopname matig tot sterk worden geschaad. Zeer gevoelig zijn biet, veldboon, ui en peen. Een bijzondere rol speelt dit aaltje als vector van het tabaksratelvirus (TRV) bij aardappelen en bloembolgewassen (Van Hoof, 1962, 1968), en het vroege verbruiningsvirus bij erwt.

## Onkruiden en aaltjes

Met uitzondering van aardappelcysteaaaltjes kunnen alle belangrijke planteparasitaire aaltjes onkruiden als waardplant benutten. Vrijwel alle dicotyle onkruiden behoren tot de waardplanten van *Meloidogyne hapla* (Decker, 1969; Mulder & Lutgert, 1977), terwijl vele monocotyle onkruiden tot de waardplanten van het havercysteaaaltje, *Heterodera avenae* behoren, onder andere wilde haver, straatgras, struisgras, raaigrassen (Decker, 1969). Tot de waardplantenreeks van het bieten-cysteaaaltje *H. schachtii* behoren vrijwel alle ganzevoetachtigen en veelknopigen als Perzikkruid. Tot de waardplanten van *Pratylenchus* spp., de wortellesieaaltjes, behoren onder andere kweekgras, straatgras, muur en de melganzevoet, terwijl tot de waardplanten voor het aardappel- en roggetype

van het stengelaaltje, *Ditylenchus dipsaci*, onder andere kweekgras, straatgras, windhalm, perzikkruid, melganzevoet, muur en veel andere wijd verspreide onkruidsoorten moeten worden gerekend (Decker, 1969; Green, 1981). Het eertijds zo beruchte veenkoloniale aardappelaaltje, *Ditylenchus destructor*, heeft ook akkermunt, melkdistel, paardebloem, ridderzuring en akkermelkdistel, moerasandoorn, akkerdistel, klein hoefblad en kweekgras tot waard (Faulkner & Darling, 1961; Decker, 1969; Anderson, 1971; Moore, 1971; Bongers, 1988). Onkruiden spelen een belangrijke rol bij de instandhouding en overdracht van het Tabaks Ratelvirus (TRV), veroorzaker van stengelbont en kringrigheid bij aardappelen. Tot de dragers van TRV behoren onder andere akkerviooltje, herderstasje, knopkruid, dauw-netel, witte ganzevoet en muur (Maykasz, 1991). Dit laatste onkruid speelt een speciale rol. Het fungeert als symptoomloze drager van TRV, en geeft het virus via het zaad door aan de volgende generatie muurplanten. Door zich te voeden aan de wortels van met virus besmette planten nemen de vrijlevende wortelaaltjes, *Paratrichodorus pachydermus* en verwante soorten tevens virus op en brengen dit over op wortels van onder andere aardappelplanten (Van Hoof, 1964, 1968). Alleen door de vector weg te nemen kan besmetting met TRV worden voorkomen.

## Beheersing van aaltjesproblemen in het bouwplan, in het bijzonder met betrekking tot de aardappelteelt

Gewaskeuze en -opvolging, grondsoort en beschikbare bestrijdingsmogelijkheden bepalen welke aaltjessoorten zich tot schadelijke niveau's zullen vermeerderen. Daarnaast is, in het bijzonder voor gronden met een hoge onkruiddruk, een goede onkruidbestrijding essentieel voor de beheersing van grondgebonden ziekten en plagen. Het gunstig effect van vruchtwisseling gaat ver-

loren als nematoden zich op onkruidplanten kunnen handhaven en vermeerderen.

Het feit dat aardappelcysteaaltjes zich uitsluitend op aardappelgewassen kunnen vermeerderen, slechts één generatie per jaar ontwikkelen, en anders dan aardappelopslag geen waardplanten hebben in het onkruidbestand, maakt de beheersing van deze aaltjes in principe eenvoudig.

Andere belangrijke aaltjessoorten kunnen zich op een reeks van gewassen en onkruiden vermeerderen (Decker, 1969; Oostenbrink 1972). Ze ontwikkelen meestal meerdere generaties per gewas, waardoor de aaltjesdichtheid in korte tijd van praktisch niet aantoonbaar tot zeer hoog kan toenemen, terwijl de meeste aaltjes reeds schadelijk zijn bij lagere besmettingsniveau's dan aardappelcysteaaltjes (figuur 1).

De textuur (ruimtelijke opbouw) van de **zand- en dalgronden** maakt deze zeer geschikt als leefmilieu voor vele aaltjessoorten. Gecombineerd met de hoge onkruiddruk en de rijkdom aan onkruidsoorten geeft dit aanleiding tot het ontstaan van zeer complexe aaltjesproblemen die met vruchtwisselingsystemen,

hoe ruim ook opgezet, niet zijn te beheersen. Vooral de combinaties aardappelcysteaaltjes resp. bieten-cysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes en *Trichodoridae* leiden voor de noordoostelijke, resp. zuidoostelijke zand- en dalgebieden zonder aanvullende chemische bestrijding tot onoplosbare problemen. Aardappelcysteaaltjes resp. bieten-cysteaaltjes zijn voor deze gebieden slechts één van de te beheersen aaltjesproblemen (Mulder e.a. 1990).

Voor de **marine zandgronden** doet zich een vergelijkbare situatie voor. Hoewel de onkruiddruk op deze gronden veel geringer is dan op de lichte gronden op het oude land is het gecombineerde probleem van onder andere cysteaaltjes en de zeer polyfage wortelknobbelaaltjes en *Trichodoridae* met louter vruchtwisseling niet oplosbaar.

Op de zwaardere **zavel- en kleigronden** ligt de situatie wezenlijk anders. De textuur van deze gronden maakt ze over het algemeen minder geschikt als leefmilieu voor een aantal belangrijke aaltjessoorten, onder andere het noordelijk wortelknobbelaaltje. Verder is de onkruiddruk op deze gronden in vergelijking met de zand- en dalgebieden gering,

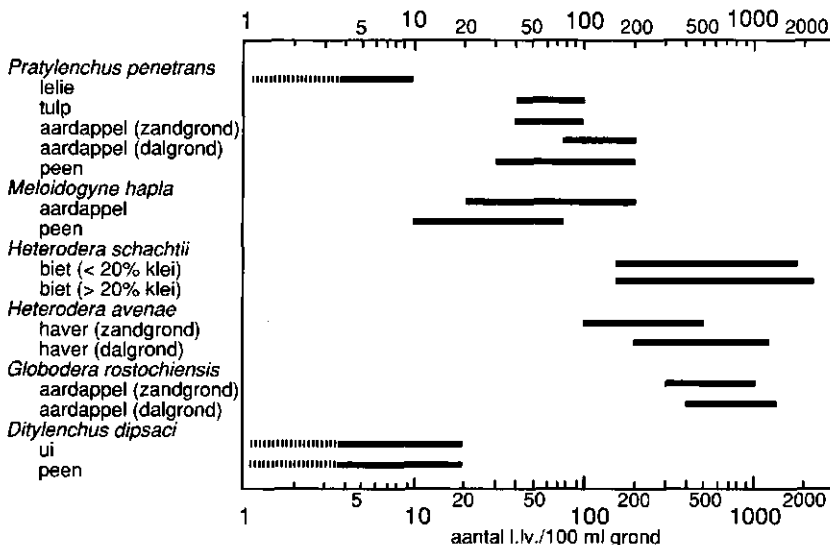


Fig. 1. Schadedrempels van enkele belangrijke aaltjessoorten in verschillende gewassen; effect van de grondsoort (naar Oostenbrink, 1972).

waardoor de overlevingsmogelijkheden van vele aaltjessoorten zeer worden beperkt. Op de zwaardere gronden kan van vruchtwisseling dan ook meer effect worden verwacht dan op de lichte gronden. Voor de polyphage bietencysteaaaltjes, met een vrij hoge natuurlijke afsterfing, kunnen geïntegreerde bestrijdingssystemen worden ontwikkeld (Heijbroek, 1990). Problemen worden verwacht voor aaltjessoorten die zonder waardgewas lange tijd in bodem kunnen overleven, zoals aardappelcysteaaaltjes. In ontwikkeling zijnde, specifiek op *Globodera rostochiensis* en *G. pallida* gerichte, bestrijdingsmethodieken (wekstof) bieden daarvoor voor de zware gronden meer perspectief dan voor de zand- en dalgronden.

## Situatie rond aardappelcysteaaaltjes

Binnen de populaties van aardappelcysteaaaltjes komen twee duidelijk van elkaar te onderscheiden soorten voor, *Globodera rostochiensis*, het gele aardappelcysteaaaltje en *G. pallida*, het witte aardappelcysteaaaltje. Beide soorten hebben hun eigen pathotypen. De herkomst van de besmettingen is bepalend voor de pathotypensamenstelling van de veldpopulaties.

In Nederland zijn tot nu toe van *G. rostochiensis* de pathotypen Ro-1, Ro-2/3, Ro-4 en Ro-5 aangetroffen, en van *G. pallida* de typen Pa-2 en Pa-3.

## Korte schets van de ervaringen in het fabrieksaardappelgebied

In de zestiger jaren behoorde meer dan 95% van de besmettingen in het gebied tot *Globodera rostochiensis*. Het in 1968 ingevoerde geïntegreerde bestrijdingssysteem bestond uit de componenten vruchtwisseling (1:2), grondontsmetting (1x per 4 jaar of per twee aardappelteelten) en een afwisselend gebruik van resistente en vatbare aardappelrassen. Het werd na 1968 algemeen

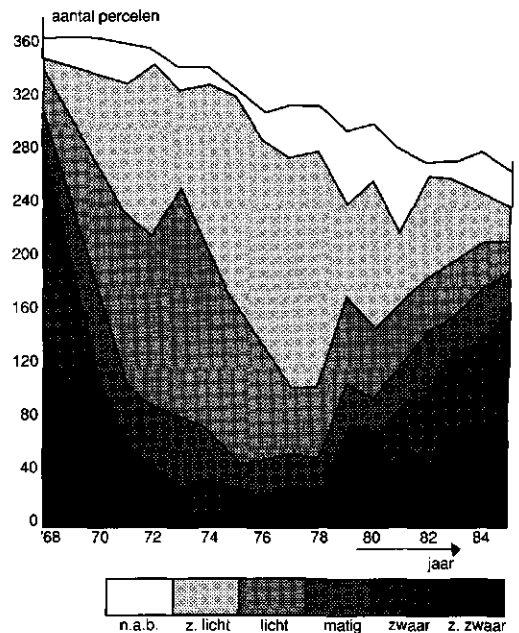


Fig. 2. Verloop van het besmettingsniveau op geselecteerde zwaar besmette percelen in het fabrieksaardappelgebied.

toegepast, met dien verstande dat vrijwel uitsluitend gebruik werd gemaakt van rassen met resistentie tegen pathotype Ro 1,4 (eerder pathotype A genoemd). Sindsdien is op een groot aantal percelen het verloop van de besmetting met het aardappelcysteaaaltje gevolgd.

Uit de in figuur 2 weergegeven resultaten blijkt dat dit bestrijdingssysteem aanvankelijk zeer goed heeft gewerkt.

Er heeft een zeer snelle daling plaats gehad van het aantal zeer zwaar en zwaar besmette percelen. Op een klein aantal percelen lukt het niet de besmetting beneden de grens van zeer zwaar besmet te brengen. Uit het in 1968 uitgevoerde pathotypenonderzoek blijkt dat deze percelen toen al besmet waren met pathotype D (= pa-2) van *G. pallida*. Voor die percelen heeft men dus tot in de tachtiger jaren niet kunnen beschikken over resistente rassen. Na 11 à 12 jaar begint zowel het aantal besmette percelen als de mate waarin ze besmet zijn

weer toe te nemen. Deze stijgende tendens heeft zich tot en met de oogst van 1985 voortgezet en blijkt geheel te worden veroorzaakt door het niet meer effectief zijn van de beschikbare resistentie in de aardappelrassen. Het overgrote deel van de aaltjespopulaties blijkt verschoven van pathotype A (ro-1) naar type D en E (pa-2,3), waartegen tot voor kort geen goede resistente rassen beschikbaar waren.

Door het vrijwel uitsluitend telen van aardappelrassen met resistentie tegen *G. rostochiensis* trad *G. pallida* op de voorgrond. Momenteel bestaat 90-95% van de besmettingen uit *G. pallida* (Mulder & Veninga, 1988). Door het beschikbaar komen van rassen met partiële resistentie tegen *G. pallida* in het eind van de tachtiger jaren is de stijgende tendens afgebroken en neemt het besmettingsniveau weer af.

#### Huidige situatie

Door de introductie van beide soorten aardappelcysteaaaltjes in de teeltgebieden op de jonge gronden is daar een vrij complexe situatie aan het ontstaan. Bedrijven, maar ook gedeelten daarvan en zelfs percelen kunnen zijn besmet met *G. rostochiensis* en/of *G. pallida* en zelfs met mengpopulaties van twee soorten. De ervaringen in het fabrieksaardappelgebied kunnen helpen goede strategieën voor beheersing van deze problematiek te ontwikkelen. De actuele situatie moet voor beide aaltjes verschillend worden ingeschat.

#### **Globodera rostochiensis, het gele aardappelcysteaaaltje**

De pathotypen van *G. rostochiensis* zijn met behulp van een zogenaamde pathotype-toets duidelijk van elkaar te onderscheiden. Bovendien reageren de beschikbare rassen alle op dezelfde wijze, ze zijn wel of niet resistent tegen één of meer pathotypen. Het effect van de teelt van deze rassen is bij lagere aaltjespopulatie onafhankelijk van de populatiedichtheid en het gebruik ervan heeft daardoor een voorspelbaar resultaat. Voor *G. rostochiensis* kunnen dan ook op basis van goed uitgevoerde pathotype-toetsen algemeen geldende, betrouwbare rasadviezen worden gegeven (tabel 2).

Uit dit overzicht blijkt tevens dat er binnen het huidige rassenbestand resistentie beschikbaar is tegen alle in Nederland voorkomende pathotypen van *G. rostochiensis*.

Bij een verstandig gebruik van de beschikbare resistentie worden op de middellange termijn geen problemen verwacht bij de bestrijding van *G. rostochiensis*.

#### **Globodera pallida, het witte aardappelcysteaaaltje**

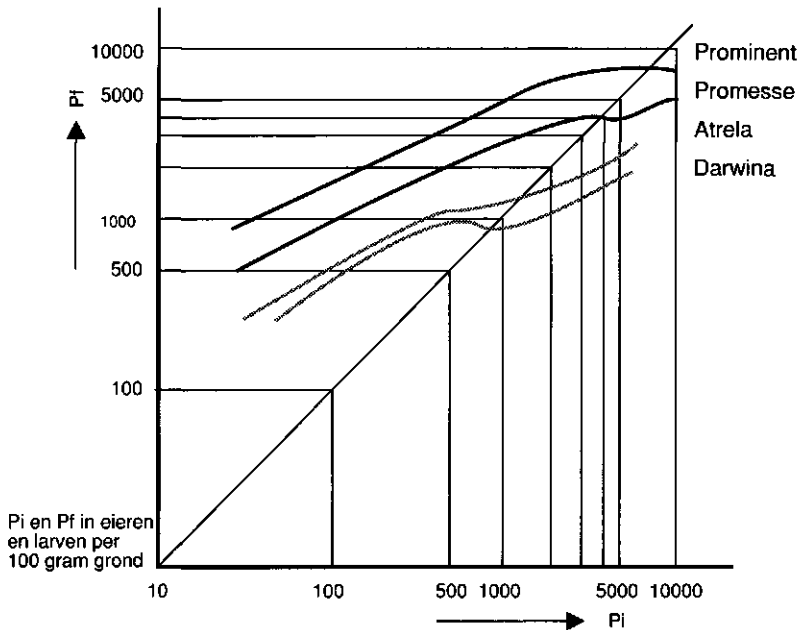
Voor *G. pallida* liggen de zaken geheel anders. Naarmate meer informatie beschikbaar komt, wordt het onderscheid tussen de pathotypen Pa-2 en Pa-3 vager; de heterogeniteit binnen de *G. pallida* populatie als geheel blijkt zeer groot te zijn.

De sinds enkele jaren in de rassen beschikbare resistentie tegen *G. pallida* is van een geheel andere aard dan de reeds lang gebruikte resistentie tegen *G. rostochiensis*.

**Tabel 2.** Schema van de tegen pathotypen van *Globodera rostochiensis* beschikbare resistenties in het assortiment aan fabrieksaardappelrassen.

(toets)ras	resistentie	Ro-1	Ro-2/3	Ro-4	Ro-5
Mentor	vatbaar	+	+	+	+
Saturna	Ro-1,4	-	+	-	+
Mara	Ro-1,2/3	-	-	+	+
Elkana	Ro-1,2/3,4	-	-	-	+
Darwina	Ro-1,2/3,4,5	-	-	-	-

+ vatbaar, - resistent



**Fig. 3.** Effect van de teelt van vier fabrieksaardappelrassen op de populatie van *Globodera pallida*, type Pa-2. Atrela en Darwina resistent tegen Pa-2, Prominent vatbaar voor Pa-2 (Mulder, 1988; Mulder & Jellema, 1988).

Het effect van de teelt van Pa-2 resistente rassen als Darwina en Atrela is sterk afhankelijk van de populatiedichtheid, en toont het typische beeld van een zogenaamde "slechte waard". Dit betekent dat "vrij lage" Pa-2 populaties zich op deze rassen kunnen vermeerderen, terwijl hoge populaties met ca. 50% worden verminderd. Als gevolg van het gebruik van deze rassen (Darwina, Atrela, Elles) zal zich daardoor een evenwichtsniveau instellen bij populatiedichtheden van 1000 à 1500 levende eieren en larven per 100 gram grond; dus op een besmettingsniveau dat als "zwaar" moet worden omschreven en in het algemeen boven de schadegrens van deze rassen ligt (Mulder, 1988; Mulder & Jellema, 1988).

Behalve de "slechte waardplant"-reactie die alle huidige Pa-2 resistente rassen gemeen hebben, heeft het gebruik van verschillende resistentiebronnen en het feit dat deze resistentie polygeen bepaald is, geleid tot een grote genetische variabiliteit binnen het thans beschikbare rassensortiment.

Samen met de heterogeniteit binnen de *G. pallida* populaties heeft dit een zo grote ras/populatie-interactie tot gevolg dat de reacties van de aaltjespopulaties op de verbouwde rassen onvoorspelbaar zijn geworden. Op percelen of gedeelten daarvan van hetzelfde bedrijf blijken ze vaak verschillend te zijn. Zo kan op perceel A Darwina het meest effectief zijn, terwijl op perceel B het ras Elles de voorkeur verdient (Mulder, e.a. 1990). De voor de advisering ten aanzien van *G. rostochiensis* zo succesvolle "klassieke" pathotype-toets biedt in het geval van een besmetting met *G. pallida* geen mogelijkheid om tot een betrouwbaar advies te komen. Voor de individuele akkerbouwer is een oplossing gezocht en gevonden in het zogenaamde "rassenkeuze-onderzoek", waarmee per perceel kan worden bepaald wat de meest geschikte resistente rassen en wat de minst vermeerderende vatbare rassen zijn (Mulder e.a., 1990). Uit deze werkwijze blijkt dat het huidige bestand aan fabrieksaardappelrassen meer mogelijkheden biedt voor



de beteugeling van *G. pallida* dan thans uit rassenberichten en rassenlijst kan worden afgeleid.

Nader onderzoek te velde moet uitwijzen hoe de partiële resistentie tegen *G. pallida* met het meeste effect kan worden benut.

## Samenvatting

Door de voor aaltjes in het algemeen gunstige textuur van de lichte gronden is daar een zo gevarieerde plantpathogene aaltjespopulatie ontstaan dat deze met vruchtwisseling en inzet van resistente rassen tegen aardappelcysteaaltjes niet kan worden beheerst. Wel kunnen vruchtwisselings-systemen zo worden ingericht dat met een geringer beroep op aanvullende chemische bestrijding kan worden volstaan.

Voor teeltgebieden op het oude land wordt deze beheersing nog gecompliceerder door de rijke onkruidflora en hoge onkruiddruk. Een goede onkruidbestrijding tussen en in de gewasrijen is van essentieel belang.

Voor de teeltgebieden op de zware gronden lijkt de situatie in het algemeen minder gecompliceerd doordat enkele moeilijk beheersbare aaltjessoorten daar niet of in geringe mate tot ontwikkeling kunnen komen. Vruchtwisseling kan daar meer sturend worden gebruikt. Wel zijn problemen met aardappelcysteaaltjes te verwachten. Tegen besmettingen met *G. rostochiensis* is resistentie in voldoende mate aanwezig en ook tegen lage populaties effectief te gebruiken. De aard van het resistentie-mechanisme (overgevoelighedsreactie) gebiedt echter deze met overleg in te zetten. Voor *G. pallida* is de situatie veel gecompliceerder. Met behulp van de thans beschikbare resistentie is het niet mogelijk de populatie tot beneden aantoonbare niveau's terug te dringen.

## Literatuur

Anderson, S., 1971. Potatisrötnematoden, *Ditylenchus destructor* Thorne, som skadegörare i potatis (The potato rot nematode, *Ditylenchus*

*destructor* Thorne, as a parasite in potatoes), (1971): 139 pp.

Bongers, T., 1988. De Nematoden van Nederland, KNNV, Natuurhistorische Bibliotheek nr. 46. Schoorl, Pirola, (1988): 408 pp.

Decker, H., 1969. Phytonematologie; Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, (1969): 112 pp.

Faulkner, L.R. & H.M. Darling, 1961. Pathological histology, hosts and culture of the potato rot nematode, *Phytopathology* 51 (1961): 778-786.

Green, C.D., 1981. The effects of weeds and wild plants on the reinfestation of land by *Ditylenchus dipsaci* (stem and bulb nematode) and on the stability of its populations, in: Thresh, J.M., Pests Pathogens and Vegetation. The role of weeds and wild plants in the ecology of crop pests and diseases. London, Pitman Adv. Publishing Program. (1981): 217-224.

Heijbroek, W., 1990. Aanzet tot de ontwikkeling van geïntegreerde gewasbeschermingssystemen voor nematoden in suikerbieten. Bergen op Zoom, Instituut voor Rationele Suikerproductie, Themadag "Geleide en geïntegreerde systemen voor de bestrijding van nematoden in de akkerbouw en het Meerjarenplan voor de Gewasbescherming". (1990): 22-28.

Hide, G.A., D.C.M. Corbett & K. Evans, 1983. Effects of soil treatments and cultivars on "early dying" disease of potatoes caused by *Globodera rostochiensis* and *Verticillium dahliae*. *Ann. appl. Biol.* 104 (1983): 277-289.

Hijink, M.J. & M. Oostenbrink, 1968. Vruchtwisseling ter bestrijding van plantenziekten en -plagen. Wageningen, Plantenziektenkundige Dienst. Separate serie no. 368 (1968): 7 pp.

Hoof, H.A. van, 1962. *Trichodorus pachydermus* and *T. teres* vectors of the early browning virus of peas. *Tijdschrift over Plantenziekten* 68 (1962): 391-396.

Hoof, H.A. van, 1968. Transmission of tobacco rattle virus by *Trichodorus* species. *Nematologica* 14 (1968): 20-24.

Maas, P.W.Th., 1986. Grondontsmetting: een hygiënische maatregel in diverse gewassen met diverse aaltjes. Etten-Leur, Agriben/Rhône

- Poulenc, Kongres "Grondontsmetting nu en in de toekomst" te Amersfoort, (1986): 19-22.
- Martin, M.J., M.R. Riedel & R.C. Rowe, 1982. *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus penetrans*: interactions in the early dying complex of potato in Ohio. *Phytopathology* 72: 640-644.
- Maykasz, F., 1991. Der Eisenfleckigkeit durch gezielten Gründungsanbau begegnen. *Kartoffelbau* 42/7 (1991): 308-309.
- Moor, J.F., 1971. Studies on the persistence of *Ditylenchus destructor*, the potato tuber nematode, with different cropping treatments. *Ir. J. Agric. Res.* 10 (1971): 207-211.
- Mulder, A., 1988. Bodemziekten en -plagen, een bron van voortdurende zorg. Assen, H.L. Hilbrands Laboratorium voor Bodemziekten. Symposium: "Bodemziekten en Bodembescherming in Noordoost Nederland", HLB 88-3 (1988): 9-16.
- Mulder, A. & P. Jellema, 1988. The effect of continuous growing of potato cyst nematode (PCN) resistant varieties on the population and phenotype development of *Globodera pallida*. Wageningen, International Conference on effects of crop rotation on potato production in the temperate zones (1988). Abstracts of conference papers. Mulder, A. & P. Jellema, 1990. On the nature of resistance to *G. pallida* of potato varieties derived from *Solanum vernei*. *Nematologica* 36 (1990): 375.
- Mulder, A. & H.J. Lutgert, 1977. Het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla* Chitwood, '49), voorkomen en verspreiding in het fabrieksaardappelgebied. Assen, SIO, Onderzoek 1977 (1977): 99-105.
- Mulder, A., Js. Roosjen & G. Veninga, 1990. Rassenkeuzeonderzoek - Bepaling van de bruikbaarheid van aardappelrassen met resistentie tegen *Globodera pallida* voor de individuele akkerbouwer en het fabrieksaardappelgebied. Assen, SIO, Onderzoek 1990 (1990): 120-123.
- Mulder, A., Js. Roosjen & G. Veninga, 1990. Duurzame landbouw op de zand- en dalgronden van Noordoost Nederland. Assen, SIO. Verslag HLB 90-2.
- Mulder, A. & G. Veninga, 1988. Praktijkonderzoek naar het verloop van het besmettingsniveau van het aardappelpycysteaaltje en haar pathotypen in het Noordoostelijk Zand- en Dalgrondgebied. Eindverslag van het Federatieonderzoek over de periode 1968-1986. Assen, HLB, 88-2 (1988): 17 pp.
- O'Bannon, J.H., G.S. Santo & A.P. Nyczepir, 1982. Host range of the Columbia root-knot nematode, *Plant. dis.* 66 (1982): 1045-1048.
- Oostenbrink, M., 1972. Evaluation and Integration of Nematode Control Methods. In: Webster, J.M. (ed.), *Economic Nematology*, Academic Press, London: 497-514.
- Rowe, R.C., R.M. Riedel & M.J. Martin, 1985. Synergistic interactions between *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus penetrans* in potato early dying disease. *Phytopathology* 75: 412-418.
- Santo, G.S., J.H. O'Bannon, A.M. Finley & A.M. Golden, 1980. Accurrence and host range of a new Root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific Northwest. *Plant. dis.* 64 (1980): 951-952.

---

# Zwartbenigheid in de aardappelteelt; op welke grond te doorgronden?

---

ir. N.J.M. Roozen, PAGV

## Bacteriën en symptomen

In de Nederlandse pootaardappelteelt zijn drie natrot-bacteriën van belang: *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (Eca), *Erwinia chrysanthemi* (Ech) en *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc). Deze *Erwinia*'s zijn in staat pectine te splitsen, de celwand van aardappels kapot te maken, en knollen te laten rotten. In het verleden werd onderscheid gemaakt tussen zwartbenigheid, veroorzaakt door Eca, en stengelnatrot, veroorzaakt door Ech. Tegenwoordig leeft het idee dat symptomen van de pathogenen niet van elkaar te onderscheiden zijn. In de Angelsaksische literatuur wordt de naam *blackleg* gebruikt voor alle symptomen die vanuit de moederknol ontstaan in het veld (Pérombélon en Kelman, 1987). In dit hoofdstuk zal de term zwartbenigheid gebruikt worden voor planten met symptomen vanuit de knol. De symptomen kunnen variëren van zwarte of donkere verkleuring van de stengelvoet tot vergeling en verwelking van de bladeren en verdroging van de plant. De symptomen kunnen op elk moment tussen opkomst en rooien verschijnen. Meestal wordt slechts één stengel aangetast. Volgens Hyman en Pérombélon (1990) is Ecc niet in staat zwartbenigheid te veroorzaken. Dit organisme is wel in staat in de bewaring natrot te veroorzaken.

## Ontwikkeling van de ziekte

Zwartbenigheid ontwikkelt zich vanuit de bacteriën op de poter. De bacteriën be-

vinden zich in de lenticellen en in oppervlakkige wonden. De knollen gaan rotten wanneer zij bedekt zijn met een waterfilmpje dat de diffusie van zuurstof belemmert. De resistentie van de knol wordt dan aangetast en de bacteriën in de lenticellen kunnen zich vermenigvuldigen (Pérombélon en Lowe, 1975). Het ontstaan van een zieke plant wordt altijd vooraf gegaan door het rotten van de moederknol, waarbij de *Erwinia*'s zich vermenigvuldigen voordat ze de stengel via het vasculaire systeem binnendringen.

Slechts een klein deel van de knollen dat besmet is, ontwikkelt de ziekte ook. De aanwezigheid van ziekteverwekkende *Erwinia*'s op de knollen hoeft dus helemaal niet te betekenen dat er zieke planten in het veld ontstaan. Een veel groter deel van de planten krijgt wel latent besmette stengels. De bacteriën kunnen aanwezig zijn in het loof zonder dat dit zichtbaar is. Voor de teler, maar ook voor de onderzoeker, wordt het bacterieprobleem hierdoor letterlijk en figuurlijk ondoorzichtig.

De bacterie kan door de plant de stolonen bereiken en van daaruit de nieuwe knollen besmetten. Deze infectie via het naveleinde (besmettingsweg 1) komt vooral voor bij planten met symptomen (Pérombélon, pers. comm.) Tijdens het rotten van de moederknol komen de *Erwinia*'s in de bodem terecht en kunnen dan de nieuwe knollen besmetten via de lenticellen (besmettingsweg 2). Dit gebeurt vooral als de bodem nat is (Perombelon, 1976). Hoe langer de bodem nat is, des te groter de kans dat de knol gaat rotten en de nieuwe knollen door de grond besmet raken. De nieuwe knollen kunnen besmet raken zonder dat er planten met zwartbenigheid in het veld waren.

Tijdens het rooien van de aardappels zijn vaak nog rottende moederknollen aanwezig. De *Erwinia*'s die aanwezig zijn in deze rotte knollen verspreiden zich tijdens het rooien over de nieuwe knollen. Met name op plaatsen waar wonden ontstaan kunnen zij zich vestigen. Als de lenticellen openstaan (vochtige omstandigheden!) treden de bacteriën hierdoor de knol binnen en wordt het risico van besmetting van de knollen groter. Het rooien wordt in het algemeen beschouwd als een belangrijke fase waarin besmetting van knollen plaats kan vinden (besmettingsweg 3).

Een aardappelknol zal vaak met meerdere natrotbacteriën besmet zijn. Temperatuur is een belangrijke factor die kan bepalen welke van de drie natrotbacteriën in een bepaalde situatie domineert (Perombelon en Kelman, 1980). Het omslagpunt ligt bij 20°C bodemtemperatuur of 25°C luchttemperatuur. Daaronder is Ech niet of nauwelijks pathogeen en daarboven Eca niet.

In experimenten waarbij knollen zowel besmet werden met Eca als Ecc of met een combinatie van Ech en Ecc ontstond uit deze knollen minder zwartbenigheid dan uit knollen die alleen met Eca of alleen met Ech besmet waren. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door competitie op de moederknol van Ecc met Eca of Ech. Ecc onderdrukte Eca of Ech waardoor er minder zieke planten optraden (Pérombélon et al., 1989).

Door het temperatuureffect en door de competitie tussen de natrotbacteriën onderling kan eenzelfde partij pootgoed die met verschillende *Erwinia*'s besmet is, onder verschillende omstandigheden problemen opleveren met Eca (Schotland), Ech (tropen en subtropen) of geen problemen opleveren (Nederland in bepaalde jaren).

## Preventie en bestrijding

Een effectieve bestrijdingsmethode voor de ziekte is niet aanwezig. Chemische bestrijding is niet effectief omdat het tot op heden

onmogelijk is gebleken de bacterie te bereiken met een chemisch middel. De bacteriën bevinden zich in de knol ingekapseld in de lenticellen, die dicht zijn, of in wonden die slecht bereikbaar zijn voor chemische middelen (Weber, 1990). Bespuiting in het veld werd in het verleden toegepast met koperoxychloride (Elphinstone en Pérombélon, 1987), maar wordt nu niet meer aanbevolen omdat het niet effectief bleek. (Pérombélon per. com.)

Biologische bestrijding is slechts in beperkte mate succesvol gebleken (Axelrood et al., 1988, Liao, 1989). Door de complexiteit van het ziekteproces en de onmogelijkheid om de omstandigheden voldoende te manipuleren in het veld, is de biologische bestrijding van *Erwinia*'s een moeizame aangelegenheid.

Warmwaterbehandeling van de knollen wordt in Schotland toegepast voor de bestrijding van Eca. (Burnette et al., 1990) Voor de Nederlandse situatie biedt dit minder perspectieven. Redenen hiervoor zijn dat wij met een lager besmettingsniveau te maken hebben waarbij het effect van de behandeling geringer is. Een week vertraging in de opkomst, die het gevolg is van de behandeling, kan in ons land niet afdoende gecompenseerd worden tijdens het groeiseizoen. Daarnaast is Ech voor ons een belangrijk pathogeen dat minder goed bestreden wordt door de warmtebehandeling.

Een pootgoedteler is aangewezen op beheersing van de ziekten. Het uitgangsmateriaal is daarbij in de eerste plaats belangrijk. Dit moet minimaal besmet en beschadigd zijn. Daarnaast is het devies om gedurende de hele teelt het maken van beschadigingen en het creëren van vochtige omstandigheden zoveel mogelijk te voorkomen. Met name het rooien is daarbij belangrijk. Het verwijderen van moederknollen tijdens het rooien om versmering vanuit deze knollen te voorkomen is, naast het voorkomen van beschadigingen en het werken onder droge omstandigheden, erg belangrijk.

## Hoe bodemgebonden zijn Erwinia's?

De bodem is voor Erwinia's belangrijk omdat, zoals hierboven is toegelicht, besmetting van de nieuwe knollen voor een belangrijk deel door de bodem plaatsvindt (besmettingsweg 2). Zo beschouwd zijn Erwinia's zeker bodemgebonden. Of de bodem ook een bron is voor primaire infectie is een heel andere vraag.

In dit kader zijn twee vragen belangrijk:

1. Hoe lang overleven de Erwinia's in de grond?
2. Komen Erwinia's ook voor op gewassen die in rotatie met aardappel geteeld worden?

### ad.1

Velden waar aardappels hebben gestaan, zijn in het algemeen direct na de oogst besmet en de besmetting neemt af in de winter tot een laag niveau in het volgend voorjaar. Meneley en Stanghellini (1976) troffen Erwinia's aan in gronden waar aardappels (Ecc en Eca), kool, of suikerbiet (alleen Ecc) hadden gestaan. In velden waar sinds een jaar geen aardappels hadden gestaan werden in september en oktober Erwinia's gedetecteerd, maar in de rest van het jaar amper (Pérombélon en Hyman, 1989).

De omgevingstempertuur, de groundbewerking en de vochtigheid van de grond kunnen de overleving beïnvloeden (De Boer, 1983; Pérombélon en Hyman, 1989).

### ad.2

Pectinolytische Erwinia's worden gevonden in de rhizosfeer van verschillende tussenwaardplanten zoals suikerbiet, tarwe, Lupine (Eca, Mendonca en Stanghellini, 1979) en Chinese kool (Ecc, Mew et al, 1976). Besmette onkruiden werden ook in percelen aangetroffen waar al twee jaar en soms veel langer geen aardappels waren geteeld hoewel de frequentie van de besmetting veel kleiner was: 4% tegenover 87%. In het algemeen nam het aantal besmette onkruiden toe in de loop van het teeltseizoen. De toe-

name van het percentage besmette wortels van onkruiden viel in het algemeen samen met het begin van irrigatie in Colorado en van regen in Schotland. Pérombélon en Hyman (1989) vonden alleen bij brassica's meer bacteriën in de rhizosfeer dan in de grond zonder planten. Overleving was het best bij brassica-planten, matig op grassen en granen en het slechtst op aardappelopslagplanten en onkruiden (tabel 1). Wortels van aardappelopslag bevatten zelden Ecc of Eca in Schotland. Dit zou het gevolg kunnen zijn van antagonistische activiteit. (Graham, 1985, Pérombélon en Hyman, 1989).

Ech is in Nederland gevonden op een aantal siergewassen waaronder Aechmea, Dieffenbachia, Kalanchoë, Philodendron en Scindapsus op Cichorium intybus (Janse en Ruissen, 1988), Begonia bertinii (Saaltink en Kamerman, 1971) en op Dahlia (Saaltink en Maas Geesteranus, 1964). Het belang hiervan is waarschijnlijk beperkt voor de aardappelteelt, omdat deze gewassen uiteraard niet in rotatie met aardappels geteeld worden. Van mais is Ech in andere landen wel geïsoleerd, maar in Nederland niet.

De tendens die uit het onderzoek komt is dat Erwinia's te kort overleven in de grond en op de gewasresten van aardappel om in een rotatie van 1 op 3 of 1 op 4 besmetting te veroorzaken. Daar dienen echter twee restricties bij gemaakt te worden: de detectiemogelijkheden en de bemonsteringstechnieken van de bacterie in de grond zijn beperkt. Met de detectietechnieken waarmee bovengenoemd onderzoek is uitgevoerd in de grond, wordt een gevoeligheid van circa  $10^3$  bacteriën per gram grond bereikt. Indien er dus geen bacteriën gedetecteerd worden kan de populatie Erwinia's nog hoog genoeg zijn om wel degelijk als besmettingsbron te fungeren. Daarnaast is de monstername problematisch: meer dan enkele tientallen grammen grond kunnen niet onderzocht worden. Doordat de bacterie zich onder gunstige omstandigheden erg snel kan delen, kan zo'n lage besmetting waarschijnlijk wel tot infectie van de aardappelplant leiden.

**Tabel 1.** Percentage monsters van de rhizosfeer-grond van verschillende planten, grond zonder vegetatie en waterplassen in velden besmet met *Erwinia carotovora* op 3 bedrijven, 1981-1983 (Perombelon en Hyman, 1989).

	bedrijf A		bedrijf B		bedrijf C	
	aantal getest	besmet (%)	aantal getest	besmet (%)	aantal getest	besmet (%)
rhizosfeer-grond						
grassen	1310	4,5	1000	4,5	1280	3,4
granen	960	1,9	900	2,3	600	1,5
brassica's	75	26,7	36	38,9	43	76,6
onkruiden	380	2,6	406	20,7	241	2,1
aardappelopslag	90	1,1	92	2,0	70	11,4
kale grond	165	4,2	210	1,9	382	1,1
waterplassen	7	85,7	65	56,9	56	67,8

De laatste jaren zijn de mogelijkheden van detectie van *Erwinia*'s verbeterd. Op het IPO is een nieuwe techniek ontwikkeld: de immunofluorescentie koloniekleurings (IFK) (Van Vuurde en Roozen, 1990). Deze techniek is circa 10 maal gevoeliger dan de tot nu toe gangbare technieken. In grondextracten geeft de methode echter vals positieve reacties. De bodem is een moeilijk substraat voor detectie en vooralsnog moeten we constateren dat het onderzoek naar overleving van de bacterie in de (rhizosfeer)grond bemmerd wordt door detectieproblemen. Een sluitend antwoord op de vraag of de grond een belangrijke besmettingsbron voor *Erwinia*'s kan betekenen, is onmogelijk. Met de huidige stand van zaken worden de *Erwinia*'s zo weinig in de grond gedetecteerd, dat het er niet op lijkt. Er zijn geen aanwijzingen dat de rotatie van gewassen van invloed is op de bacterieziekten. De vraag waar de bacterie dan vandaan komt om *Erwinia*-vrij pootgoed te besmetten, moeten we voorlopig onbeantwoord laten.

## Invloed van loofklappen en -trekken op de besmetting van de knollen

Ter illustratie van het feit dat dochterknollen besmet kunnen raken met *Erwinia*'s terwijl

het gewas er geheel gezond uitziet, wordt een experiment in relatie tot loofklappen en -trekken beschreven.

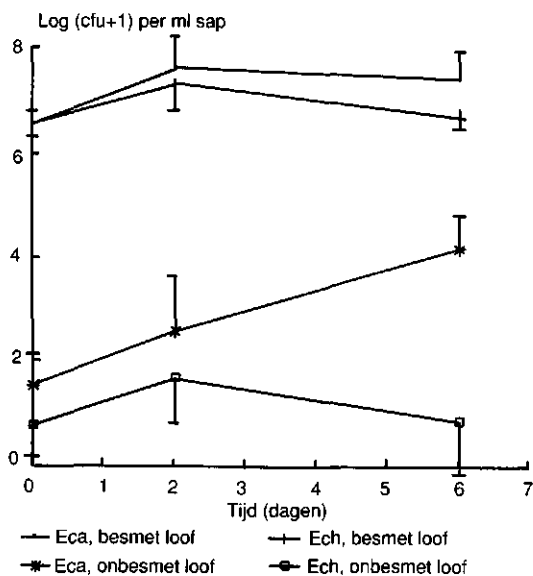
Het loof van symptoomloze planten kan, zoals eerder vermeld, besmet zijn met *Erwinia*'s (Elphinstone en Pérombélou, 1986). De *Erwinia*'s worden niet gedood door mechanische loofvernietiging. Echter ook chemische loofdoding met diquat of finale doodt de bacteriën niet. Na mechanische loofvernietiging kan de populatie *Erwinia*'s zelfs in korte tijd in het loof toenemen (Burgess, 1989; De Haan, 1990).

Het loof komt na de mechanische loofvernietiging op en tussen de ruggen terecht. In deze experimenten werd besmet loof gehakseld, en gelegd op ruggen waarvan het loof verwijderd was. Na kunstmatig beregenen werd onderzocht of de knollen besmet waren vanuit het besmette loof.

## Populatie-dynamica in het loof

Het verloop van de met immunofluorescentie koloniekleurings (IFK) gedetecteerde populatie Eca en Ech in het loof afkomstig van geïnculeerde knollen is vanaf het loofklappen weergegeven in figuur 1. De beginpopulatie in dit loof van symptoomloze planten was voor beide organismen ongeveer gelijk en bedroeg ongeveer  $4 \times 10^6$  levende bacteriën

per ml sap. De spreiding van de populatie was erg klein. De positieve reactie in IFK werd met een tweede toets bevestigd door uit elk van de loofmonsters op t=0 Eca en Ech te isoleren.



**Fig. 1.** Verloop van de populatie IFK positieve kolonies voor *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (Eca) en *Erwinia chrysanthemi* (Ech) in het loof na simulatie van loofklappen en beregning. Op dag 0 is het loof afkomstig van geïnoculeerde poters gehakseld.

De bacteriën konden onder deze omstandigheden een hoge populatie handhaven in het loof. De populatiedynamica van Eca en Ech liep weinig uiteen.

**Tabel 2.** Log (aantal IFK positieve kolonies +1) met serum tegen *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* in knollen na looftrekken en -klappen en beregning. Behandeling met loof vanuit geïnoculeerde poters (Eca-besmet) en met loof van niet geïnoculeerde poters (controle loof) en zonder loof. Knoloppervlak op 2-5 en 5-10 cm onder het grondoppervlak. Verschillende letters in een kolom duiden op een significant verschil ( $P=0,05$ ).

	diepte knoloppervlak		gemiddeld
	2-5 cm	5-10 cm	
Eca besmet	2,53	1,81	2,17 <sup>a</sup>
controle loof	0,99	0,83	0,91 <sup>b</sup>
geen loof	0	0	0 <sup>b</sup>

## Besmetting van de grond en de knollen

In de grond werd na 2 en 4 dagen na loofhakselen Eca gedetecteerd en geïsoleerd. Het niveau van de gedetecteerde populatie van Eca in de knollen van het Eca-object was significant hoger dan van de knollen in het controle-object met loof. Enkele knollen hadden een duidelijke lenticelinfectie (afb. 1).

In de knollen afkomstig van de behandeling zonder loof werd geen Eca gedetecteerd (zie tabel 2). Hoewel er meer Eca gedetecteerd werd in de knollen in de bovenste laag, is het verschil met de knollen die dieper in de ruggen lagen niet significant.

Het resultaat van IFK is bevestigd door isolatie van Eca. Uit drie van de veldjes met loof uit niet geïnoculeerde knollen is Eca geïsoleerd. Ook zijn er kruisreagerende organismen geïsoleerd, maar veel minder dan het doelorganisme. Ech is niet gedetecteerd in de grond en in de knollen. Vermoedelijk stierven de Ech-bacteriën snel in de grond.

De omstandigheden zoals gecreëerd in deze proeven waren gunstig voor de bacterie, maar kunnen in de praktijk voorkomen. Onder deze omstandigheden kunnen de dochterknollen dus besmet raken met *Erwinia*'s vanuit besmet loof na loofklappen en -trekken. Indien het enkele dagen droog blijft na de loofvernietiging, loopt de teler waarschijnlijk weinig risico.

Een teler weet niet altijd of er *Erwinia*'s in het loof voorkomen, want dat kan hij niet zien. Het gewas in de veldproef leek volkomen gezond. Hoewel elke knol geïnoculeerd was, was er geen enkele plant met symptomen. Nader onderzoek wees uit dat elke stengel besmet was met een hoge populatie Eca en Ech bacteriën. Dit geeft het risico voor de praktijk juist aan: hoewel er geen symptomen zijn, kan de besmetting in het veld hoog zijn. Een teler zal daarom met een hoge besmetting van het loof met *Erwinia*'s rekening moeten houden.

Dit onderzoek geeft aan dat het belangrijk is dat een teler, ook indien er geen symptomen in het veld aanwezig zijn, er voor zorgt dat het loof niet op de ruggen maar tussen de ruggen terechtkomt. Als het loof netjes tussen de ruggen, dus onder de knollen terecht komt, dan zullen de knollen (ook met een flinke bui) niet besmet kunnen worden.

## Conclusie

De belangrijkste besmettingsbron van het pootgoed zijn de knollen. De nieuwe knollen worden vooral besmet door de grond in de

loop van het seizoen of tijdens het rooien. De ziekteverwekkende bacteriën kunnen vòòrkomen zonder dat dit zichtbaar is in het veld of aan de knollen. Als de omstandigheden voor de bacterie gunstig worden, treedt de ziekte opeens massaal op. Beheersing door hygiënisch werken, voorkomen van beschadigingen en werken onder droge omstandigheden is het devies voor de pootgoedteler.

De rol van de bodem is omstreden. Waarschijnlijk overleeft de bacterie niet lang in de grond. Door beperkingen in de mogelijkheden van detectietechnieken is dit moeizaam onderzoek.

In loof kunnen *Erwinia*'s in groten getale voorkomen zonder dat er symptomen in het veld aanwezig zijn. Na mechanische loofvernietiging kunnen de nieuwe knollen hieruit besmet worden, indien de omstandigheden daartoe gunstig zijn. Dat wil zeggen als de grond vochtig is (de lenti-cellen open staan) en het na het loofklappen regent.

## Literatuur

Axelrood P.E., Rella M. & Schroth M.N. 1988.



Lenticel-infectie van juist gerooide knol.



Roll of antibiosis in competition of *Erwinia* strains in potato infection courts. Applied environmental Microbiology 54: 1222-1229.

Burgess P.J. 1989. Study on the biology of soft-rot erwinias on potato leaves. PhD-thesis. pp. 257.

De Boer S.H. 1983. Frequency and distribution of *Erwinia carotovora* serogroups associated with potato in the Pemberton Valley of British Columbia. Can. J. Plant Pathol. 5:279-284.

De Haan, W. 1990. Usage of finale for haulm destruction. IPO, intern verslag R-89-09 pp. 39.

Elphinstone J.G. & Perombelon M.C.M. 1986. Contamination of progeny tubers by seed- and leaf-borne *Erwinia carotovora*. Potato Research 29:77-93.

Elphinstone J.G. & Perombelon M.C.M. 1987. Control of contamination of potatoes with airborne *Erwinia carotovora* by foliar application of copper oxychloride. Annals of Applied Biology 110: 535-544.

Graham D.C. 1985. Spread of *Erwinia* bacteria in atmospheric aerosols. In: Rep. of the Int. Conf. Potato Blackleg. D.C. Graham and M.D. Harrison, eds. Potato Marketing Board, Oxford p.35-36.

Gudmestad N.C. & Secor G.A. 1985. Ecology and epidemiology of *Erwinia carotovora* in North Dakota. In: rep. of the Int. Conf. Potato Blackleg D.C. Graham and M.D. Harrison, eds. Potato Marketing Board, Oxford. p.40-41.

Harrison C.D. Quinn C.E. Sells I.A. & Graham D.C. 1977. Waste potato dumps as sources of insects contaminated with soft rot coliform bacteria in relation to recontamination of pathogen-free potato stocks. Potato Research 20: 37-52.

Harrison M.D. Franc G.D. Maddox D.A. Michaud J.E. & McCarter-Zorner N.J. 1987. Presence of *Erwinia carotovora* in surface water in North America. Journal of Applied Bacteriology 62: 565-570.

Hyman L.J. & Perombelon M.C.M. 1990. Determination of seed contamination by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* by ELISA. Abstracts of conference papers and posters of the 11th triennial conference of the EAPR. p.371.

Janse J.D. & Ruissen M.A. 1988. Characterization and Classification of *Erwinia chrysanthemi* Strains from several hosts in the Netherlands.

Phytopathology 78:800-808.

Liao C.H. 1989. Antagonism of *Pseudomonas putida* strain PP 22 to phytopathogenic bacteria and its potential use as a biocontrol agent. Plant disease 73: 223-226.

Mendonca M. & Stanghellini M.E. 1979. Endemic and soilborne nature of *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*, a pathogen of mature sugar beets. Phytopathology 69:1096-1099.

Meneley J.C. & Stanghellini M.E. 1976. Isolation of soft rot *Erwinia* spp. from agricultural soils using an enrichment technique. Phytopathology 66:367-370.

Mew T.W. Ho W.C. & Chu L. 1976. Infectivity and survival of soft-rot bacteria in chinese cabbage. Phytopathology 66: 1325-1327.

Perombelon M.C.M. 1976. Effects of environmental factors during the growing season on the level of potato tuber contamination by *Erwinia carotovora* Phytopathologische Zeitschrift 94: 249-260.

Perombelon M.C.M & Lowe R. 1975. Studies on the initiation of bacterial soft rot in potato tubers. Potato research 18: 64-82.

Perombelon M.C.M. & Kelman A. 1980. Ecology of the soft rot erwinias. Annu. Rev. Phytopathol. 18: 361-387.

Perombelon M.C.M. & Kelman A. 1987. Blackleg and other potato diseases caused by soft rot erwinias: proposal for revision of terminology. Plant disease 283-287.

Perombelon M.C.M. & Hyman L.J. 1989. Survival of soft rot coliforms, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *E. carotovora* in soil in Scotland. Journal of Applied Bacteriology 66:95-106.

Saaltink G.J. & Maas Geesteranus H.P. 1964. Een bacterieverwelkingsziekte bij Dahlia. Meded. Landbouwhogesch. Opzoekinstn. Staat Gent 29:908-916.

Saaltink G.J. & Kamerling W. 1971. *Begonia bertinii*, a new host of *Erwinia chrysanthemi*. Neth. J. Plant Pathol. 77:25-29.

Weber J. 1990. *Erwinia*-a review of recent research. Proceedings of the 11th Triennial Conference of the EAPR 112-121.

---

# Mogelijkheden en vooruitzichten voor de beheersing van bodemgebonden ziekten van de aardappel met groenrooien

---

*ir. A. Mulder (HLB), dr.ir. L.J. Turkensteen (IPO-DLO), ir. A. Bouman (IMAG-DLO), dr. P. Kastelein (IPO-DLO) en ing. E. Schepel (HLB)*

## Inleiding

*Geschiedenis van loofvernietiging in het kort.* Groenrooien als methode van loofvernietiging is allesbehalve een nieuwe methode. Het werd reeds in de dertiger jaren toegepast en was ontwikkeld door Oortwijn Botjes (1923) om late virus-overdracht van loof naar knollen te voorkomen. Het werd toen "vroegrooien" genoemd. Het verschil met de huidige groenrooimethode is dat destijds met de hand werd gerooid en thans machinaal met daartoe aangepaste apparatuur. Bij handmatig uitgevoerd vroegrooien werden de knollen direct in kistjes gerooid, waarbij aanzienlijke ontvelling eerder regel dan uitzondering was afhankelijk van ras en rijpingstoestand. Bij machinaal rooien met moderne machines nam ontvelling dermate grote vormen aan, dat machinaal vroegrooien uitgesloten leek. Om ontvellingen te voorkomen moeten knollen voldoende afharderen. Dit wordt bereikt door het loof enige tijd voor het rooien te vernietigen door trekken (aanvankelijk uitsluitend met de hand) of loofklappen gevolgd door spuiten met een loofdodend middel.

De voorgeschiedenis van het groenrooien is nauw verweven met onderzoek naar de bestrijding van lakschurft. Een groot probleem is dat bij de gebruikelijke methoden van loofdoden in sommige jaren een zeer sterke toename van lakschurft optreedt. Vastgesteld werd dat de afzetting van lakschurft wordt bevorderd door loofvernietiging (Van Embden, 1958; Mulder e.a., 1979; Mulder & Roosjen, 1982; Bouman e.a., 1983). Om de bezetting met lakschurft beneden de door de

N.A.K. gestelde normen te houden, is proefondervindelijk vastgesteld dat afhankelijk van ras, rooitijdstip, jaar en perceel binnen zeven tot tien dagen na chemische loofvernietiging moet worden gerooid. Voor een goede afharding is (eveneens afhankelijk van ras, jaar en tijdstip van loofdoding) in veel gevallen een afhardingsperiode van 10 tot 14 dagen nodig (Mulder e.a., 1979; Bouman e.a., 1983). Uit onderzoek bleek dat de toename van lakschurft samenhangt met het lekken van de knollen na loofvernietiging door de pompwerking van het nog gedurende enkele dagen functionerende wortelstelsel, en bovendien met het vrijkomen van vluchtige stoffen uit afstervende ondergrondse plantedelen (Dijst, 1989).

Dus, om de vorming van lakschurft tegen te gaan mogen de knollen niet lekken en mogen ondergronds geen afstervende plantedelen aanwezig zijn. De ontwikkeling van een mechanische rooimethode die hieraan voldeed, leidde tot de huidige groenrooimethode (Bouman e.a., 1990).

## Groenrooien

*De methode.* Groenrooien moet worden gezien als een oogstmethode die uit drie fasen bestaat:

- 1 een eerste rooiing, die bestaat uit mechanische loofvernietiging door trekken of zeer kort klappen gevolgd door het opnemen van de ruggen en het gedeeltelijk uitgeven van de grond en het terugleggen van de knollen op een grondbed<sup>1)</sup>, waarna deze middels aan-aardschijven weer worden toegedekt met grond,
- 2 een afhardings- en wondhelingsperiode te velde van 10 of meer dagen en
- 3 de uiteindelijke rooiing en inschuring.

1) De technische uitvoering van het groenrooien luistert zeer nauw. Voor kort klappen en looftrekken is een hoog toerental op de aftakas van de trekker vereist. Voor het opnemen van de rug, het opvoeren en het uitzeven van de grond zijn, afhankelijk van de grondsoort en vochtgehalte, aangepaste toerentallen nodig; deze zijn altijd aanzienlijk kleiner dan vereist is voor een goede werking van de looklapper of de looftrekker. Het niet voldoen aan deze eisen van de apparatuur betekent dat of het loof bij lage toerentallen onvoldoende wordt verwijderd, of dat de knollen bij hoge toerentallen in de rooier gaan rollen en stoten en zwaar worden beschadigd. Goed werk kan alleen worden geleverd als aan deze verschillende criteria wordt voldaan; hetzij door zeer kort klappen en groenrooien in afzonderlijke werkgangen uit te voeren, hetzij door specifieke aanpassingen, bijvoorbeeld in de vorm van een instelbare regeling van de snelheid van de rooiomat.

Een essentieel verschil van deze groenrooi-methode met het huidige verzamelrooien is dat de grond slechts ten dele (50 tot 60%) hoeft te worden uitgezeefd. Daardoor kan worden gerooid zonder gebruik van het klopmechanisme onder de opvoerband, dat het rollen en stoten van de knollen in de machine veroorzaakt en daarmee de meeste beschadigen.

Een bijkomend belangrijk onderscheid t.o.v.

het verzamelrooien bestaat uit de mogelijkheid om de knollen bij de eerste rooiing te behandelen met fungiciden en/of antagonisten ter voorkoming van lakschurft en een aantal belangrijke knolziekten (Turkensteen et al., 1990; Mulder et al., 1990).

## Groenrooien als vernietigingsmethode van het loof

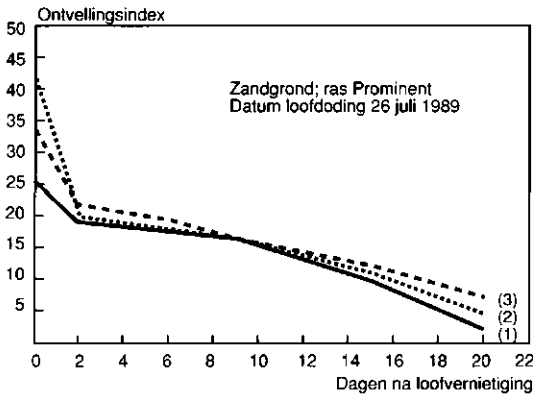
Door het voornemen rond 1988 om Dinoseb op korte termijn als loofdoodmiddel te verbieden, kwam de gedachte op om de methode van groenrooien als een alternatieve, niet chemische methode van loofdoding te ontwikkelen. Gebleken is dat deze mechanische methode van "vroegrooien" volledig aan de eisen ter voorkoming van virusoverdracht voldoet. In tegenstelling tot looftrekken en klappen en spuiten is bij groenrooien hergroei geen probleem (tabel 1). Overdracht van virus na

**Tabel 1.** Groenrooien als loofdoodmethode, waarnemingen 1991.  
Percentage planten met hergroei op praktijkpercelen, 22 en 23 augustus 1991.

plaats	ras	datum loof-doding	aantal bespuitingen	aantal herhalingen	klappen + spuiten	groen-rooien
W.velde	Estima	26/7	3	10	27,3	0,0
W.velde	Estima	26/7	3	5	10,4	0,0
W.velde	Russet Bur,	12/8	3	5	5,6	0,0
Bunne	Ostara	24/7	0	5	-	0,0
Bunne	Kondor	09/8	1	5	3,0	0,0
Bunne	Kondor	09/8	1	5	2,2	0,0
Vries/Zeyen	Marfona	13/7	2	5	8,6	0,0
Vries-NW1	Desiree	09/8	1	8	49,0	0,0
Vries-NW2	Desiree	10/8	1	4	19,5	0,0
Ubbena 1	Ostara	19/7	3	5	1,1	0,0
Ubbena 1	Ausonia	23/7	3	5	6,5	0,0
Ubbena 1	Estima	23/7	3	5	13,7	0,0
Ubbena 2	Estima	15/7	0	5	-	0,0
Ubbena 3	Marfona	15/7	3	5	16,1	-
Peize 1	Karnico	09/8	0	5	-	0,0
Peize 2	Darwina	13/7	2	5	3,9	-
Vries 1	Ostara	26/7	2	5	2,1	0,0
Vries 2	Saturna	15/7	3	5	44,0	-
Vries 2	Resy	19/8	3	5	3,1	0,0
Vries 2	Estima	30/7	3	5	51,4	-
Een-west	Estima	27/7	0	5	-	0,0
St,bergen 1	Astarte	05/8	0	5	-	0,0
St,bergen 2	Astarte	06/8	0	5	-	0,0

**Tabel 2.** Late virusinfecties na loofdoding door klappen + spuiten met buminafos en groenrooien in 1990, tot uiting komend in het aantal viruszieke planten in de nateelt van 1991.

ras	methode van loofdoding	
	klappen en spuiten	groenrooien
Desiree	> 2,0%	< 0,01%
Saturna	± 2,5%	± 0,01%
Baraka	in klasse verlaagd	< 0,01%



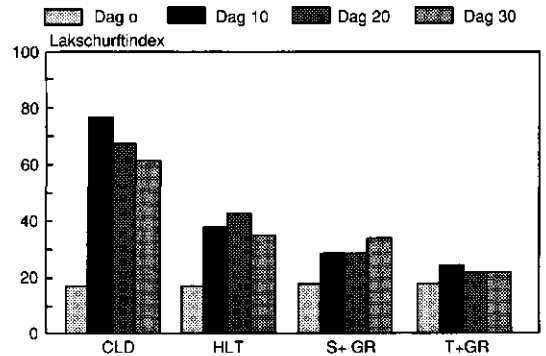
**Fig. 1.** Snelheid van afharding van de knollen na loofverniëting van het ras Prominent door klappen en spuiten (1), handmatig loof trekken (2), kort klappen (scheren) en groenrooien op zandgrond.

loofverniëting werd bij groenrooien in tegenstelling tot loofdoding met langzaam werkende middelen (buminafos) niet waargenomen (tabel 2).

De snelheid van afharding van de knol na groenrooien blijkt niet af te wijken van andere loofverniëtingsmethoden (fig. 1).

### Lakschurft. *Rhizoctonia solani*

Aanvankelijk werd groenrooien met de hand uitgevoerd en werden knollen en loofresten volledig gescheiden. In de nieuwgevormde rug kwamen vrijwel geen planteresten meer voor. Toename van lakschurft werd niet waargenomen. Bij mechanisch groenrooien na loof trekken of zeer kort klappen bleek toename niet in alle jaren te voorkomen. Dit kan verklaard worden uit het feit dat scheiding van knol en planteresten verre van



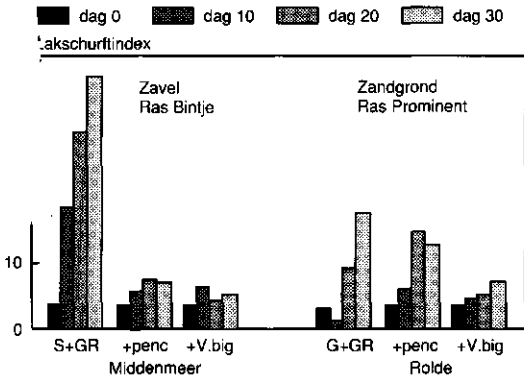
**Fig. 2.** Effect van wijze van loofdoding op de lakschurftafzetting bij groenrooien (en weer toedekken). Dag 0 = datum van loofverniëting. CLD = chemische loofdoding, HLT = handmatig loof trekken, S+GR = scheren + groenrooien, T+GR = loof trekken + groenrooien.

volledig is (fig. 2).

Door de combinatie van twee nieuwe ontwikkelingen i.c. groenrooien en toepassing van de antagonist *Verticillium biguttatum* verkregen uit *Rhizoctonia*-werende gronden (Jager e.a., 1979; Jager en Velvis 1985, 1988) bleek de toename van lakschurft volledig te voorkomen. Het effect van deze antagonist was even goed of mogelijk beter dan dat van het fungicide pencycuron (Moncereen; 10 l/ha toegepast bij het groenrooien).

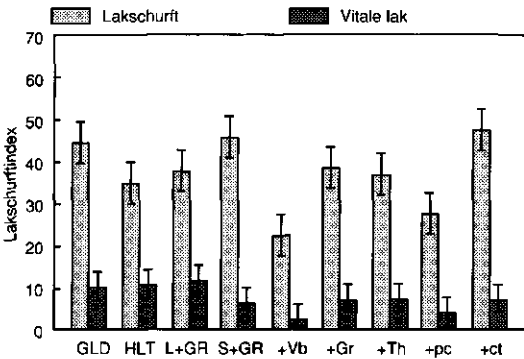
De toediening van de antagonist leidde verder nog tot een sterke afname van de vitaliteit van sclerotiën (fig. 4). Het totale effect van de bestrijding met deze antagonist kwam daardoor dichtbij 100 procent. Van twee andere bekende antagonisten bleek *Gliocladium roseum* een relatief even sterke doding van de sclerotiën te geven, terwijl

## Zilverschurft *Helminthosporium solani*



**Fig. 3.** Effect van toediening van pencycuron en van *Verticillium biguttatum* tijdens het groenrooien op de ontwikkeling van lakschurft. S+GR = groenrooien, +penc. = S+GR + pencycuron, +V.big = S+GR + *V. biguttatum*.

*Trichoderma harzianum* op de sclerotiën een geringer effect had maar lakschurft op de knollen beter bestreed dan *G. roseum*. Hun totaal effect bleef echter aanzienlijk achter bij dat wat bereikt werd met *V. biguttatum*.



**Fig. 4.** Effect van loofvernietiging en toediening van de antagonisten *Verticillium biguttatum* (+Vb), *Gliocladium roseum* (+Gr), *Trichoderma harzianum* (+Th) en de fungiciden pencycuron (+pc) en chloorthalonil (+ct) op de vitaliteit van lakschurft op een van nature met antagonisten besmette zandgrond. CLD = chemische loofdoding; HLT = handmatig loof trekken; L+GR = loof trekken + groen-rooien; S+GR = scheren + groenrooien.

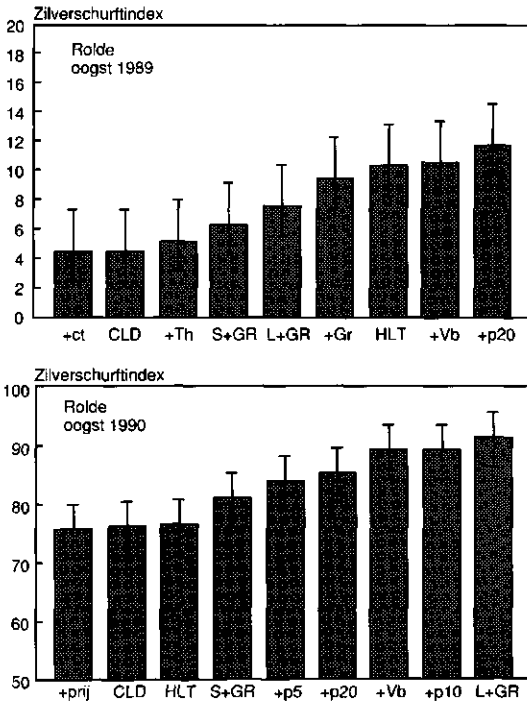
**Groenrooien en zilverschurft.** Zilverschurft veroorzaakt door *Helminthosporium solani* is een ziekte die de kwaliteit van pootgoed en consumptie-aardappelen zeer nadelig kan beïnvloeden (Meyers, 1964, 1966; Mooi, 1968). Zilverschurft overleeft vrijwel niet in de grond. De voornaamste bron van besmetting is de door zilverschurft aangetaste moederknol. In het algemeen is op het moment van rooien reeds een geringe aantasting aanwezig (Mooi, 1968). Besmetting vindt plaats via direct contact van de moederknol en de jonge knollen tijdens de groei, tijdens het rooien en gedurende de bewaring. In de bewaarperiode wordt de aantasting duidelijk zichtbaar en kan deze zich bovendien sterk uitbreiden. Om uitbreiding van de ziekte tijdens de bewaring tegen te gaan, dient het besmettingsniveau van het gerooide pootgoed laag te zijn.

Aangezien tijdens het groenrooien besmette moederknollen en dochterknollen worden gemengd en samen in een nieuwe rug worden gebracht, bestaat de mogelijkheid dat groenrooien een verhoogd risico inhoudt voor besmetting met zilverschurft.

Bij de vele proeven met groenrooien kwam geen opvallende uitbreiding van zilverschurft voor. In 1989 en 1990 werden knolmonsters genomen waaraan de uitbreiding van *H. solani* gedurende de bewaarperiode werd gevolgd. De aardappels werden daartoe bij kamertemperatuur en hoge luchtvochtigheid in een donkere ruimte bewaard. De resultaten zijn weergegeven in figuur 5.

Na loof trekken en na groenrooien werd tijdens de bewaring een geringe maar niet statistisch betrouwbare toename van zilverschurft waargenomen. Echter in het geval van toediening van de antagonisten *Verticillium biguttatum* en *Gliocladium roseum* en van het fungicide Moncereen bleek zilverschurft aanzienlijk en statistisch betrouwbaar toe te nemen.

Toediening van de antagonist *Trichoderma harzianum* en van het fungicide chloro-



**Fig. 5.** Effect van wijze van loofvernietiging en toediening van antagonisten en fungiciden bij groenrooien op de toename van zilverschurftaantasting. CLD = chemische loofdoding; HLT = handmatig loof trekken; L+GR = loof trekken + groen-rooien; S+GR = scheren + groenrooien; +ct = S+GR + chloorthalonil; +p<sup>20</sup> = S+GR + pencycuron (20 l/ha); +p<sup>10</sup> = S+GR + pencycuron (10 l/ha); +p<sup>5</sup> = S+GR + pencycuron (5 l/ha); prij = pencycuron in de rij bij poten + chemische loofdoding; +Vb = S+GR + *Verticillium biguttatum*; +Th = S+GR + *Trichoderma harzianum*; +Gr = S+GR + *Gliocladium roseum*.

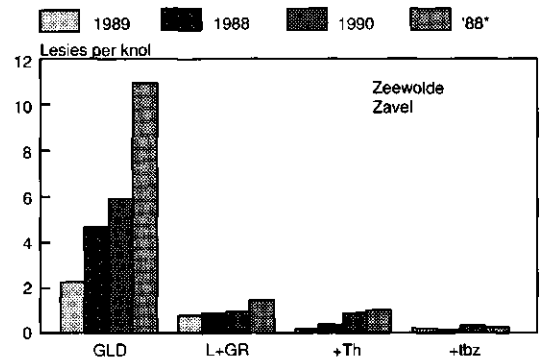
thalonil leidde niet tot een waarneembare toename van zilverschurft.

Toename van zilverschurft werd evenmin waargenomen indien Moncereen uitsluitend en alleen werd toegepast bij het poten (fig. 5).

## Phoma

Gangreen veroorzaakt door *Phoma exigua*

var. *foveata* is een droogrot-achtige bewaa-ziekte. De voornaamste toename van besmetting ontstaat op afstervende plantedelen, zowel onder- als bovengronds. Verwacht werd dat door de verwijdering en snelle afsterving van planteresten na groenrooien het belangrijkste substraat voor de vermeerdering van de schimmel wordt weggenomen. Als gevolg daarvan mag een sterke reductie van gangreen worden verwacht. Ter toetsing van deze hypothese werden veldproeven met kunstmatige besmetting uitgevoerd. Samen-vattende resultaten over drie jaar onderzoek en de additionele effecten van de toediening van antagonisten, *T. harzianum* en *G. roseum*, en fungiciden, thiabendazol (TBZ) en chloorthalonil (Daconil), zijn weergegeven in figuur 6. Groenrooien blijkt inderdaad een zeer sterk reducerend effect te hebben op de besmetting met Phoma. Toevoeging van de fungiciden reduceerde aantasting nog verder. De antagonisten sorteerden in 1988 en 1989 een aanzienlijk effect, maar faalden in 1990. Van de beproefde antagonisten bleek *T. harzianum* het meest effectief. De reducering



**Fig. 6.** Effect van groenrooien en toediening van de antagonist *Trichoderma harzianum* en de fungicide TBZ op de besmetting met *Phoma exigua* var. *foveata*. Knolinfectie na veldinoculatie bij het poten; 1988 t/m 1990. Zeewolde, grondsoort: zware zavel; Ras: Bintje. \* = dubbele doses inoculum toegediend. CLD = chemische loofdoding; L+GR = loof trekken + groenrooien; +Th = L+GR + *T. harzianum*; +tbz = L+GR + thiabendazol.

van Phoma door groenrooien alleen lijkt voldoende om onder Nederlandse omstandigheden de ziekte te beheersen.

## Fusarium-soorten

Gezien het ontwikkelingspatroon van droogrotveroorzakende Fusarium-soorten, die zich evenals de verwekker van gangreen (Phoma) sterk vermeerderen op afstervende plantdelen, wordt verwacht dat groenrooien eveneens mogelijkheden biedt om deze gevaarlijke ziekteverwekkers op tweeërlei wijze te beheersen. Ten eerste door het weghalen van substraat en ten tweede door het toedienen van antagonisten en/of fungiciden tijdens het groenrooien. Onderzoek hiernaar wordt, zij het op bescheiden schaal, uitgevoerd.

## Bacterieziekten

Bacterieziekten spelen een grote rol in de Nederlandse pootgoedteelt. In feite is geen goede betrouwbare bestrijdingsmethode beschikbaar. Bij het groenrooien worden moederknollen en jonge, niet afgeharde en daardoor gemakkelijk verwondbare, dochterknollen gemengd en weer ondergedekt. Het daardoor vergrote risico van versmering van besmetting met ziekteverwekkende bacteriën moet worden onderzocht.

Bij de vele proeven met groenrooien bleek bacterieel natrot geen probleem. In proeven met zeer zwaar besmette praktijkgewassen bleek een geringe maar niet betrouwbare toename van natrot. Ook voor bacterieziekten speelt het principe van sterke vermeerdering op afstervend planteweefsel een grote rol. Ook hier kan groenrooien gunstig uitwerken door 1) verwijdering van substraat, 2) voorkomen van verwonding en 3) toediening van antagonisten op een zeer cruciaal moment in de ontwikkelingscyclus van de ziekteverwekkers. Hoewel aan de toediening van antagonisten bij het groenrooien nog geen onderzoek is gedaan, be-

staan er goede vooruitzichten. Het betreft onder andere de volgende organismen: *Agrobacterium radiobacter* (López et al., 1990), *Trichoderma* spp. (Lugauskas, 1961), fluorescerende Pseudomonaden (Geels & Schipper, 1983 (Klopper, 1983); Xu & Gross, 1986a, 1986b) and *Pseudomonas putida* (Colyer & Mount, 1984).

In deze context zijn de resultaten van een in 1990 uitgevoerd onderzoek interessant. In een van nature zeer zwaar door stengelnatrot aangetast gewas (27% aangetaste planten) werden proeven uitgevoerd met behandelingen tijdens het groenrooien met de antagonisten *G. roseum* en *T. harzianum* en de fungiciden chloorthalonil en thiabendazol. De resultaten zijn weergegeven in figuur 7. Er waren twee duidelijke effecten. Toename van bacterierot kon worden beperkt door de toediening van antagonisten en ook van fungiciden. Daarnaast bleek een duidelijk effect door het uitzielen van aangetaste knollen in de nieuwe ruggen, in dit geval reeds 17 dagen na groenrooien.

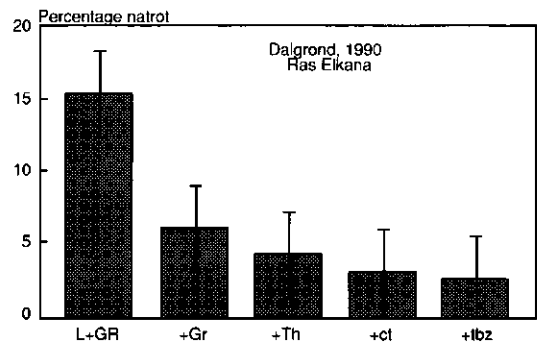


Fig. 7. Effect van fungiciden en antagonisten op natrot na groenrooien van een gewas Elkana met 27% door *E. chrysanthemi* aangetaste planten. L +GR = looftrekken + groenrooien; +Gr = L +GR + *G. roseum*; +Th = L+GR + *T. harzianum*; +ct = L+GR + chloorthalonil; +tbz = L+GR + thiabendazol.

# De aardappelziekte

## Chemische loofdoding

De aardappelziekte veroorzaakt door *Phytophthora infestans* is een belangrijke ziekte voor de Nederlandse aardappelteelt. Zowel loof als knollen worden aangetast. Bij lichte aantasting heeft chemische loofdoding met snel werkende middelen als nevenvoordeel dat door de snelle loofdoding de ziekte in het loof wordt gestopt. Als gevolg daarvan worden geen sporen meer gevormd en wordt verdere uitbreiding van de ziekte naar de knollen voorkomen. Reeds aanwezige infecties van de knol worden door chemische loofdoding niet bestreden. Is de aantasting van het loof meer dan licht, dan is daarmee de kans op reeds aanwezige aantasting van de knollen navenant groter. Bij traag werkende doodspuitmiddelen en bij niet goed gelukte loofdoding is aantasting van het nog groene loof en hergroei zeer gevaarlijk voor het optreden van nieuwe knolinfecties, zowel voor als tijdens het rooien. Deze laat optredende aantasting valt weinig op en onttrekt zich daardoor aan de waarneming.

## Loof trekken

Het is een praktijkervaring dat loof trekken riskant is met betrekking tot uitbreiding van de aardappelziekte naar de knollen. Dit blijkt ook uit resultaten van in het kader van groenrooien uitgevoerde loofvernietigingsproeven (zie figuur 8). Loof trekken wordt dan ook terecht afgeraden bij aanwezigheid van de aardappelziekte in het gewas.

## Groenrooien

Bekend is dat onrijpe knollen erg vatbaar zijn voor de aardappelziekte. Groenrooien in een door de aardappelziekte aangetast gewas lijkt riskant, omdat bij deze methode onrijpe knollen en sporen van de ziektever-

wekker met elkaar in contact kunnen worden gebracht. Vanaf de eerste gedachtevorming met betrekking tot groenrooien is de aardappelziekte als de belangrijkste risicofactor beschouwd. Groenrooien als oogstmethode voor pootgoed is bij aanwezigheid van *P. infestans* in het loof alleen mogelijk indien infecties van de knollen tijdens of kort na de eerste rooiing kunnen worden voorkomen. Om inzicht te verwerven in de risico's van infectie van de oogst en de mogelijkheden

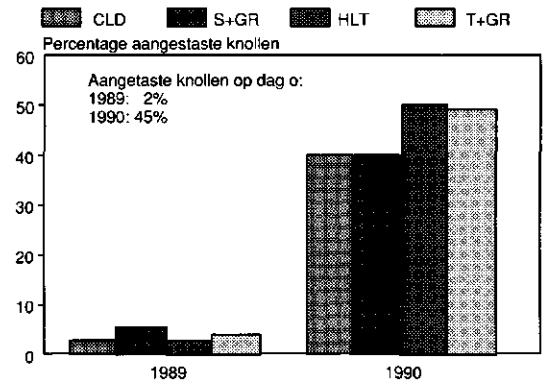


Fig. 8. Toename van knolaantasting door *Phytophthora infestans* als effect van de wijze van loofdoding van een kunstmatig besmet gewas cv Bintje. CLD = chemische loofdoding; S+GR = scheren + groenrooien; HLT = handmatig loof trekken; T+GR = handmatig loof trekken + groenrooien.

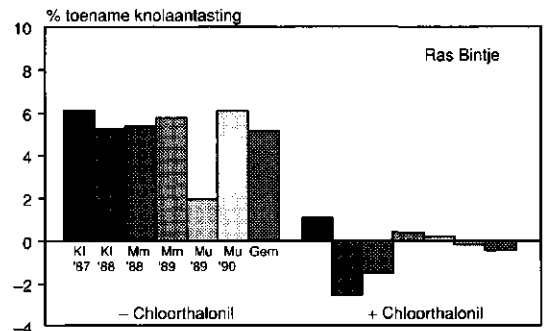


Fig. 9. Effecten van chloorthalonil toegediend bij groenrooien op knolaantasting door *P. infestans*. Kl = Kloosterveen, Mm = Middenderær, Mu = Muntendam, gem = gemiddeld.



deze te neutraliseren, worden sinds 1987 jaarlijks twee of meer veldproeven met inoculatie van het loof (cv. Bintje) aangelegd. Het blijkt dat groenrooien na looftrekken een enigszins vergroot risico inhoudt voor de besmetting van de nateelt (zie figuur 8). Bij groenrooien kan uitbreiding van knolzieke door *P. infestans* volledig worden voorkomen door toediening van fungiciden (figuur 9). Voor dit aspect is deze methode oogstzekerder dan de tot nu toe gebruikelijke chemische en mechanische methoden van loofdoding.

## Vooruitzichten voor de bestrijding van bodem- en bewaarziekten

Behalve de obligate ziekteverwekker *P. infestans* is er een grote groep van zwak-ziekteverwekkende organismen en gelegenheidspathogenen die zich op de grote hoeveelheid planteweefsel, dat tijdens het proces van afsterven en vooral na chemische loofdoding beschikbaar komt, explosief vermeerderen. Het betreft ondermeer de schimmels *Alternaria alternata*, *Alternaria solani* (*Alternaria*-ziekte), *B. cinerea* (grauwschimmel), *C. coccodes* (zwarte spikkel), *F. solani* (droogrot), *F. sulphureum* (droogrot), *P. ex. var. exigua* (gangreen), *P. ex. var. foveata* (Schots gangreen), *R. solani* (lakschurft) en *V. dahliae* (verwelkingsziekte). Daarnaast zijn er aanwijzingen dat door loofvernietiging de bacteriesoorten *E. carotovora* pv. *carotovora* en *E. chrysanthemi* verspreid (Pérombelon & Kelman, 1980) en daarmee bevorderd kunnen worden.

Enkele van deze ziekteverwekkers kunnen ernstige problemen veroorzaken bij de bewaring (*Fusarium*-droogrot, *Erwinia*-natrot, gangreen en zwarte spikkel) of door vermindering van kwaliteit (lakschurft) of bij gebruik als pootgoed (*Erwinia* spp., *Fusarium* spp., zilverschurft en zwarte spikkel). Andere veroorzaken problemen voor de volggewassen door opbouw van een hoog besmettingspotentiëel in de grond (voor zover bekend, *Verticillium*, lakschurft). Helaas is aan de partijen bij het rooien meestal niet te zien of

het voor de betreffende ziekte een probleem-partij betreft. Het gevolg is dat bij de pootgoedteelt bij het inschuren algemeen fungiciden worden toegepast.

Het ligt voor de hand te veronderstellen dat door het wegnemen van het substraat of door dit ongeschikt of minder toegankelijk te maken door toevoeging van antagonisten bij groenrooien de explosieve uitbreiding van voorgenoemde ziekteverwekkers wordt voorkomen. Voor de ziekteverwekkers, *R. solani* en *P. ex. var. foveata* is dit getoetst en gelidig bevonden.

Samenvattend kan worden gezegd dat groenrooien, al dan niet in combinatie met antagonisten en fungiciden toegepast bij de eerste rooiing en/of bij inschuren, perspectieven en mogelijkheden biedt ter bestrijding van schimmel- en bacterieziekten, die nog slechts zeer ten dele zijn onderzocht.

## Andere ziekten

Verwacht wordt dat door het groenrooien al dan niet in combinatie met antagonisten of fungiciden tegen de volgende ziekten weinig of geen effect te bereiken is: gewone schurft (*Streptomyces scabies*), netschurft (Scholte en Labruyère, 1985; *Streptomyces* sp.), poederschurft (*Spongospora subterranea*) en wratziekte (*Synchytrium endobioticum*).

## Literatuur

Bouman, A., J. Bouma, A. Mulder & Js. Roosjen, 1983. Effecten van tijdstip en wijze van loofvernietiging op de ontvellinggevoeligheid en op de bezetting van poot aardappelen met *Rhizoctonia solani*. Wageningen, IMAG, publikatie 181 (1983): 39 pp.

Bouman, A., A. Mulder & L.J. Turkensteen, 1990. A green-crop-lifting method as a new system for lifting potatoes. Abstracts of conference papers of the 11<sup>th</sup> Triennial Conference of the EAPR, Edinburgh, Scotland, UK (1990): 386-387.

Colyer, P.D., & M.S. Mount, 1984. Bacterization of potatoes with *Pseudomonas putida* and its influence on post harvest soft rot diseases. Pl. Dis. 68 (1984): 703-706.

- Dijst, G., 1989. The effect of chemical haulm destruction and haulm pulling on potato black scurf caused by *Rhizoctonia solani* AG-3. Proefschrift Landbouw Universiteit Wageningen (LUW).
- Embden, J.H. van, 1958. Control of *Rhizoctonia solani* Kühn in potatoes by disinfection of seed tubers and by chemical treatment of the soil. Eur. Potato J. 1 (1958): 52-64.
- Geels, F.P., and B. Schipper, 1983. Selection of antagonistic fluorescent *Pseudomonas* species and their root colonization and persistence following treatment of seed potatoes. Phytopath. Z. 108: 193-206.
- Jager, G., A. ten Hoopen & H. Velvis, 1979. Hyperparasites of *Rhizoctonia solani* in Dutch potato fields. Neth. J. of Pl. Path 85: 253-268.
- Jager, G. & H. Velvis, 1985. Biological control of *Rhizoctonia solani* in potato by antagonists. 4. Inoculation of seed tubers with *Verticillium biguttatum* and other antagonists in field experiments. Neth. J. Pl. Path 91: 49-63.
- Jager, G., & H. Velvis, 1988. Inactivation of sclerotia of *Rhizoctonia solani* on potato tubers by *Verticillium biguttatum*, a soil-borne mycoparasite. Neth. J. Plant Path. 94: 225-231.
- Kloepper, J.W., 1983. Effect of seed piece inoculation with plant growth-promoting Rhizobacteria on populations of *Erwinia carotovora* on potato roots and in daughter tubers. Phytopath. 73: 217-219.
- López, M.M., C.I. Salcedo, R. Marti & B. Vicedo, 1990. Inhibitory effect of *Agrobacterium radiobacter* strains K 84 and K 1026 against different species of plant pathogenic *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. Abstracts of The Second International Workshop on Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Interlaken, Zwitserland, October, 1990.
- Lugauskas, A., 1961. Fungi of the genus *Trichoderma* from the rhizosphere of fodderplants from some soils of Lithuania and their antagonistic properties. Darb. Liet. moks Akad., Ser. C. 1: 11-21. (Abstr. in Review of Appl. Mycology, 1962, 41: 214-215).
- Meyers, C.P., 1964. Zilverfurfurtaantasting op aardappel, de invloed daarvan op blauwgevoeligheid van de knollen en de uitbreiding tijdens de bewaring. Wageningen, IBVL, Jaarboek 1964 (1964): 72-80.
- Meyers, C.P., 1966. De invloed van bewaarcondities op het optreden van bewaarbreken bij aardappelen. Wageningen, IBVL, Jaarboek 1966 (1966): 77-89.
- Mooi, J.C., 1968. De aantasting van de aardappel door zilverschorft (*Helminthosporium solani*). Wageningen, Instituut voor Planteziektkundig Onderzoek, Mededeling 482 (1968): 62 pp.
- Mulder, A., A. Bouman, J. Bouma & Js. Roosjen, 1979. Het effect van de wijze van loofvernietiging op rooibeschatiging (ontvelling) en bezetting met lakschorft van een drietal fabrieksaardappelrassen. Assen, Stichting voor de Akkerbouwproefboerderijen. Onderzoek 1979 (1979): 67-76.
- Mulder, A., A. Bouman, L.J. Turkensteen & G. Jager, 1990. A green-crop-harvesting method; effects and possibilities of biological and chemical control of black scurf caused by *Rhizoctonia solani*. Abstracts of conference papers of the 11<sup>th</sup> Triennial Conference of the EAPR, Edinburgh, Scotland, UK: 101-102.
- Mulder, A. & Js. Roosjen, 1982. Bestrijding van *Rhizoctonia* in aardappelen door middel van grondbehandeling I. Doseringproeven met tolclofos-methyl (Rizolex), furencycloz (Campogran D) en pencycuron (Moncereen). Assen, SIO, Onderzoek 1982 (1982): 178-187.
- Pérombelon, M.C.M. & A. Kelma, 1980. Ecology of the soft rot *Erwinias*. Ann. Rev. Phytopathol. 18 (1980): 361-387.
- Turkensteen, L.J., A. Mulder & A. Bouman, 1990. Control of gangrene and late blight on seed potatoes by a green-crop-harvesting method and application of fungicides and antagonists. Abstracts of conference papers of the 11<sup>th</sup> Triennial Conference of the EAPR, Edinburgh, Scotland, UK: 86-87.
- Scholte, K., & R.E. Labruyère, 1985. Netted scab a new name for an old disease in Europe. Potato Research 28: 443-448.
- Xu, G.W. & D.C. Gross, 1986a. Selection of fluorescent *Pseudomonas* antagonistic to *Erwinia carotovora* and suppressive of potato seed piece decay. Phytopath. 76: 414-422.
- Xu, G.W. & D.C. Gross, 1986b. Field evaluations of the interactions among fluorescent *Pseudomonas*, *Erwinia carotovora* and potato yields. Phytopath. 76: 423-429.

---

# Minder chemische middelen bij de bestrijding van *Rhizoctonia solani* in aardappelen op klei- en zavelgrond

---

*ir. J.G. Lamers, PAGV*

## Inleiding

Voor de bestrijding van *Rhizoctonia* op de knol worden in de geïntegreerde akkerbouw al schadedrempels gehanteerd. Wanneer het uitgangsmateriaal voor pootgoedteelt vrijwel schoon is - een sclerotiumindex lager dan 3 - wordt geen knolontsmetting toegepast. Voor consumptie- of fabrieksaardappelteelt ligt de schadedrempel bij een sclerotiumindex van 10 (Vereijken en Van Loon, 1990). Een onderbouwing van deze drempels ontbreekt tot nu toe, evenals een mogelijke uitsplitsing naar grondsoort of teeltmaatregelen. Het grillige karakter van optreden van *Rhizoctonia* heeft dit tot nu toe zeer bemoeilijkt. In situaties waar *Rhizoctonia* niet verwacht wordt, komt het naar voren en waar het wel verwacht wordt is het niet aanwezig. Mede door het grillige karakter zijn al veel proeven genomen. Door de literatuur te bestuderen en al deze proeven in ogenschouw te nemen, wordt nagegaan of schadedrempels zijn af te leiden. Inmiddels wordt in de praktijk op zekerheid gespeeld en worden op grote schaal (80-90% van het pootaardappelareaal) knol- en grondbehandelingsmiddelen toegepast. De vraag is of al deze behandelingen noodzakelijk zijn en of er omstandigheden (te creëren) zijn waarin een behandeling niet zinvol of rendabel is.

Voor knolbehandeling wordt veelal gebruik gemaakt van solacol (actieve stof validamycine) naar een hoeveelheid van 2 kg poeder (1,2% actieve stof) per ton aardappelen of er wordt gedoucht of gedompeld in een 3% oplossing van validamycine (ongeveer 3 liter per ton) of op de pootmachine verneveld (ongeveer 0,5 liter solacol per ton aardappe-

len). Per ha betekent dit hoeveelheden van 0,04 tot 0,22 kg actieve stof per ha. De kosten variëren dan van f 75,- tot f 600,-. Ook in verband met machinekosten wordt in deze studie gerekend met kosten van f 200,-. Er zijn veel middelen toegelaten voor knolontsmetting. Voor de grondbehandeling is monocereen toegelaten, dat vanwege de hoge kosten in een rijenbehandeling wordt toegepast. De hoeveelheid middel per ha bedraagt 7,5 tot 12,5 liter monocereen, wat overeenkomt met 1,9 tot 3,1 kg actieve stof per ha en f 350,- tot f 590,- aan middelenkosten. Voor de pootaardappelteelt wordt in totaliteit ongeveer 14 kg actieve stof per ha gebruikt, waarvan ongeveer de helft fungiciden en insecticiden zijn (Rapportage Werkgroep Akkerbouw, MJPG 1990).

## Epidemiologie van *Rhizoctonia solani*

*Rhizoctonia* komt in vele typen in de grond voor. De typen worden onderverdeeld naar hun vermogen om met elkaar te anastomiseren (versmelten van schimmeldraden). Pathogeen voor de aardappelplant zijn de vertegenwoordigers van de anastomosegroep 3 (Ag 3). Deze groep heeft voornamelijk de aardappel tot waardplant. Andere anastomosegroepen bijvoorbeeld Ag 4, hebben een veel bredere waardplantreeks en zijn dus veel polyfager. Deze anastomosegroepen kunnen soms ook een lichte lak-schurftbezetting op de knol geven. De schimmel kan zowel in pathogene als in saprofytische vorm aanwezig zijn.

Zelfs bij zeer lage niet aantoonbare dichtheden in de grond kan *Rhizoctonia* zich explosief, binnen enkele maanden, over de

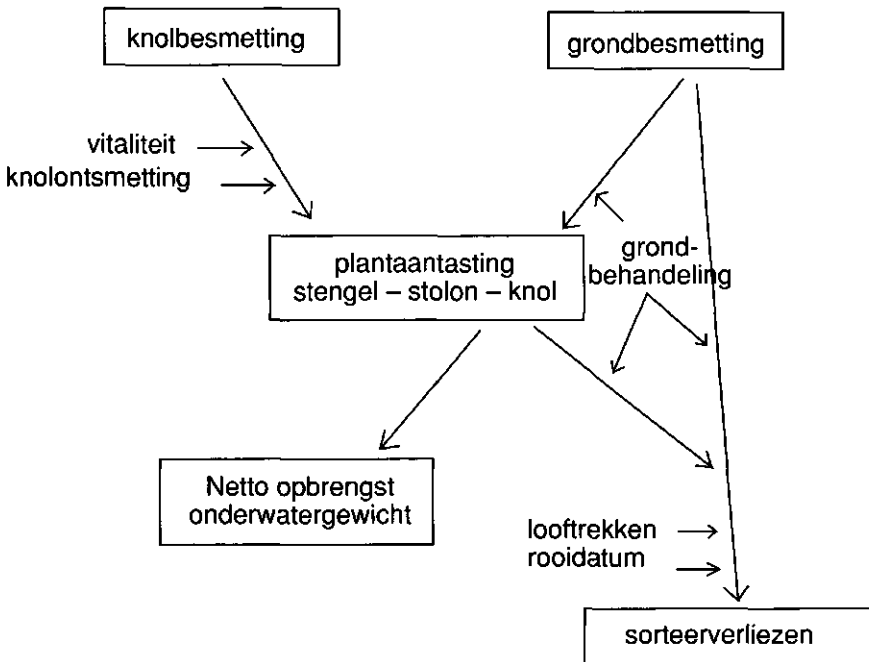
wortels, stengels, stolonen en knollen verspreiden. Daarom kan afhankelijk van de omstandigheden al na één aardappelteelt lakschurft op de knollen worden waargenomen en kan al een flinke smetstofpotentieel achterblijven.

Deze smetstofpotentieel neemt in de loop van enkele jaren af. Eerst verdwijnt het minder persistente materiaal, zoals schimmeldraden, in of op resten van achtergebleven organisch materiaal, later ook de ruststructuren (sclerotiën). Uit een laboratorium- en veldonderzoek naar de overleving van sclerotiën bleek dat de vitaliteit op de lichte gronden na ongeveer twee jaar tot nul was afgenomen en op kleigronden tot ongeveer 30% (Velvis e.a. 1988). Rhizoctonia komt in de grond voor op of in resten van aardappelwortels tot op diepten in het profiel waartoe ook de wortels reiken. De meeste propagels (80-95%) zijn klein en sterven vrij snel af.

Er zijn twee besmettingswegen waarlangs de plant geïnfecteerd wordt. Een weg is vanuit de grond en de andere weg is vanaf de knol.

## Schade

De aardappelplant en de dochterknollen kunnen op meerdere momenten schade ondervinden afhankelijk van de omstandigheden en de infectiedruk. De knolbesmetting is de belangrijkste bron van waaruit de stengels worden aangetast (figuur 1). Op de jonge spruiten gaan de schimmeldraden op sommige plaatsen zich intensief vertakken en vormen daar infectiekussentjes (Hofman en Jongebloed, 1988), waardoor op die plaatsen lesies worden gevormd en de stengels gaan doorrotten. Ook de kiemtoppen kunnen aangetast worden. Onder deze zwaar aangetaste plek kan de spruit op-



**Fig. 1.** Schematische weergave van de invloed van *Rhizoctonia solani* op de plantaantasting en knolopbrengst en enkele mogelijkheden om hier wat aan te doen.

nieuw gaan uitlopen en veel later boven de grond komen.

De aangetaste stengels zijn soms donkerder en dof van kleur, terwijl de blaadjes onder droge omstandigheden gaan "knijpen". Dit bemoeilijkt de selectie van de aardappelen. Wanneer er te weinig spruiten boven de grond komen, wordt de sortering ongunstig beïnvloed. Is de spruit eenmaal boven de grond, dan geeft de oppervlakkige stengel-aantasting doorgaans geen schade meer. Op lichte gronden kan de schimmel op de stengel aan het grondoppervlak een schimmelmanchet vormen. Dit is het perfecte stadium waarin de schimmel zich met sporen ook door de lucht kan verspreiden. De aantasting van de stengel is veelal afkomstig van de knol, maar de aantasting kan verdergerd worden door besmetting vanuit de grond (Frank en Leach, 1980). Er blijkt een lineair verband op te treden tussen de ziekte-index van de moederknol en de plantaantasting begin juni (Groenwold en Bus, 1986). Read e.a. (1989) vonden ook een toename van de rhizoctonia-aantasting wanneer toenemende hoeveelheden inoculum met de pootknol werd meegegeven.

De tweede vorm van aantasting betreft die van de stolonen. De besmetting is afkomstig van de stengels of rechtstreeks vanuit de grond. De gevormde lesies hebben tot gevolg dat de stolonen doorrotten. De stolonen gaan vertakken, waardoor veel kleine knollen worden gevormd, terwijl ook een enkele stolon intact kan blijven, waaraan een grote knol tot ontwikkeling komt. Dit beïnvloedt de sortering ongunstig. Wanneer de stolonen herhaaldelijk worden aangetast, kan er geen knolvulling plaatsvinden. De plant reageert door bovengronds in de bladoksels knollen aan te leggen. De hevige aantasting kost opbrengst en leidt tot een lager onderwatergewicht. De stolonaantasting kan met name op zand- en dalgronden tot krielnesten (alleen kleine knollen) leiden en of bovengrondse knolvorming tot gevolg hebben, terwijl deze hevige aantasting op zavel- en kleigronden zeldzaam is.

Wanneer de knollen in de groeifase worden aangetast ontstaan veelal misvormingen die

moeten worden verwijderd. Weinhold en Bowman (1982) vonden een lineair verband tussen de mate waarin lesies op de stengels worden gevormd en het aandeel misvormde knollen. Hierdoor werd de netto-opbrengst verlaagd, terwijl de totaalopbrengst niet werd beïnvloed. In de literatuur wordt melding gemaakt van proeven waarbij de opbrengsten wel werden verlaagd (Read e.a., 1989), terwijl anderen (Davies en Groskopp, 1979) geen opbrengstderivingen vonden. Hide e.a. (1987) bemerkten dat gezonde planten kunnen compenseren wanneer zieke planten wegvallen. Door besmette en gezonde knollen om en om te poten werd geen opbrengstderiving vastgesteld ten opzichte van alleen gezonde knollen, terwijl dit wel het geval was met alleen besmette knollen.

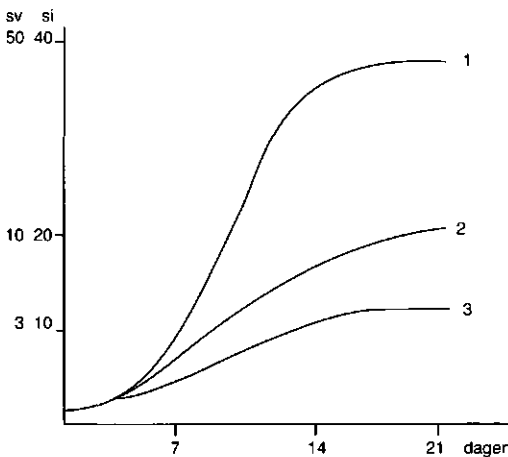
De plantaantasting blijkt door een aantal teeltmaatregelen beïnvloed te worden. Teeltmaatregelen die de opkomst versnellen, verminderen de plantaantasting (vanaf de knol). Deze maatregelen zijn: later poten, voorgekiemd pootgoed gebruiken, ondiep poten (Groenwold en Bus, 1985) en aanaarden na opkomst. Wanneer de planten eenmaal boven zijn, krijgen ze een zekere weerstand tegen infectie.

De planten worden ook zwaarder aangetast wanneer microgranulaten worden toegepast tegen aaltjes (Hofman, 1988). Schimmel-etende aaltjes, mijten en springstaarten drukken de rhizoctonia-aantasting, maar zijn gevoelig voor de toepassing van microgranulaten. Ook blijken er rasverschillen op te treden, zowel in de mate van plantaantasting, als in de mate van opbrengstderiving en lakschurftvorming (Scholte, 1989).

De grondbesmetting leidt tot een plantaantasting die op zavel- en kleigrond zelden zwaar is. De grondbesmetting blijkt nauw gerelateerd te zijn aan de frequentie van aardappelteelt (Scholte, 1987). Bij een 1 op 4 teelt of nauwer neemt de plantaantasting toe. Alleen een zware aantasting leidt tot lagere opbrengsten (Scholte, 1989). Op zavel- en kleigronden blijkt Rhizoctonia slechts incidenteel een rol van betekenis te spelen bij de opbrengstderiving in nauwe bouwplannen (Lamers, 1989).

## Sorteerverliezen

Wanneer de plant of de grond besmet is, kan worden aangenomen dat er schimmeldraden van *Rhizoctonia* op de zich ontwikkelende knol aanwezig zijn. Na natuurlijke afsterving, na doodspuiten of na een andere vorm van loofvernietiging ontstaat dan na ongeveer 4 dagen lakschurft op de knol. Hoe later deze afsterving plaatsvindt, hoe minder lakschurft gevormd wordt. Zo komt er aanzienlijk minder lakschurft tot ontwikkeling na consumptieteelt van aardappelen. De vorming van lakschurft gaat nog een 16 dagen door tot deze na ongeveer 20 dagen zijn maximum bereikt (figuur 2). Bij de pootgoedteelt mag voor A-klasse niet meer dan 25% licht met sclerotin bezette knollen aanwezig zijn. Matig en zwaar met lakschurft bezette knollen moeten worden uitgesorteerd. De sorteerverliezen blijken in een vierjarige rotatie nog te variëren tussen de 5 en de 40% (Flood e.a., 1991). De drie- en tweejarige rotaties zitten hier soms nog boven met sorteerverliezen van wel 80%.



**Fig. 2.** Schematische weergave van het verloop van de lakschurftontwikkeling (si) of de sorteerverliezen (sv) na doodspuiten (1) en een hoge druk van *Rhizoctonia* (grond- of knolbesmetting), na looftrekken (2) met een hoge *Rhizoctonia*-druk en na looftrekken (3) met een lage *Rhizoctonia*-druk.

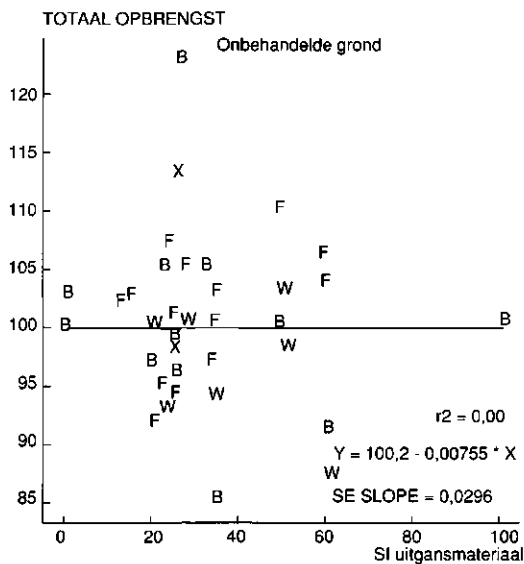
De lakschurftvorming lijkt veel meer dan de plantaantasting door externe factoren beïnvloed te worden (Banville, 1989). Er van uitgaande dat *Rhizoctonia* veelal op de dochterknollen aanwezig is, wordt de lakschurftontwikkeling geïnitieerd door het wegvallen van de remmende component van het vluchtige knolexudaat. De stimulerende component vervluchtigt sneller uit de grond wanneer de grond wordt losgemaakt (Dijst, 1990). Ook bevorderen afstervende plantdelen in de nabijheid van knollen de lakschurftontwikkeling.

## Opbrengstderving onder Nederlandse omstandigheden

Een manier om de mate van opbrengstderving in de pootgoedteelt op klei- en zavelgronden onder Nederlandse omstandigheden na te gaan is om de talrijke proefvelden met elkaar te vergelijken. Een vijftigtal proeven zijn beschreven in verslagen van interprovinciale proeven van de PD over 1979 tot 1987, in jaarverslagen van de proefboerderijen Feddemaherd te Kloosterburen (1978-1987), de Van Bemmelenhoeve te Wieringerwerf en De Waag te Creil (1983-1990). Tevens zijn de geïntegreerde bestrijdingsproeven van het IB en het PAGV op klei- en zavelgrond meegenomen (1983-1987). Het HLB heeft in de loop van de jaren talrijke proeven genomen op zand- en veenkoloniale grond. Deze resultaten zijn hier niet meegenomen.

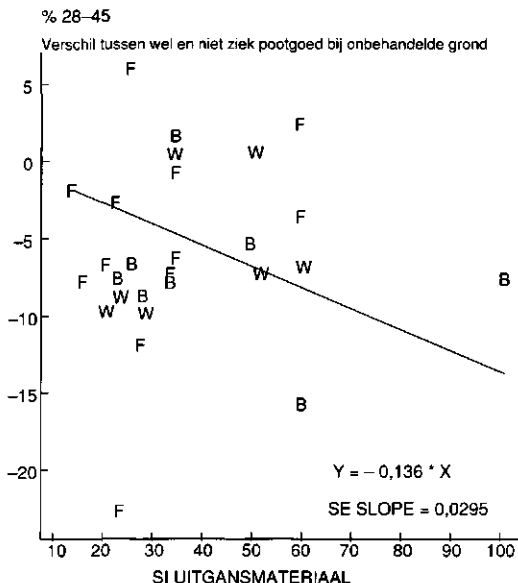
Door de mate van besmetting van het te potten pootgoed als uitgangspunt te nemen, kan nagegaan worden in hoeverre deze besmetting een invloed heeft op de totaalopbrengst, de sortering of op het sorteerverlies. De gegevens moesten veelal bewerkt worden om ze met elkaar te kunnen vergelijken. De totaalopbrengst is uitgedrukt in procenten van de opbrengst van ontsmette knollen. De sortering (pootgoed 28-45 mm; consumptie >35 mm) is uitgedrukt in procenten van de totaalopbrengst van dat object. De relatieve netto-opbrengst is be-

rekend door de totaal-opbrengst met de sortering te vermenigvuldigen. In figuur 4 is het verschil in sortering tussen onbehandelde en behandelde knollen per proef uitgezet tegen de mate van besmetting met lakschurft. Dit om de grote onderlinge verschillen tussen de proeven in de grofgroeiing van de partijen nog onderling met elkaar te vergelijken.



**Fig. 3.** De totaalopbrengst van pootaardappelen in afhankelijkheid van de mate van besmetting van het uitgangsmateriaal zonder grondbehandeling. F = Feddemaheerd, B = Van Bemmelenhoeve, W = De Waag, X = ander bedrijf. De opbrengst van met solacol ontsmet pootgoed is 100%.

Duidelijk komt naar voren dat de totaalopbrengst van het pootgoed nauwelijks door de mate van besmetting van het uitgangsmateriaal wordt beïnvloed (figuren 3 en 4). Dit geldt wel voor de sorteermaat 28-45 mm. De spreiding is evenwel groot. Wanneer toch het gemiddelde verband als uitgangspunt wordt genomen en door de oorsprong wordt getrokken, blijkt de schadedrempel (1,5% van de opbrengst) al snel bereikt te zijn. Het pootgoed dient dan ook vrijwel vrij



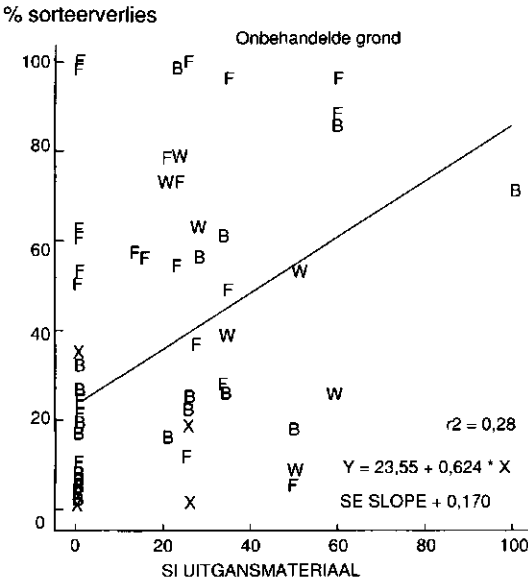
**Fig. 4.** Het verschil in de sortering 28-45 mm tussen onbehandeld en ontsmet pootgoed uitgezet tegen de mate van besmetting van het uitgangsmateriaal (zie toelichting bij figuur 3).

te zijn van lakschurft wanneer de grond niet behandeld wordt.

De vraag is wat de effecten van knolontsmetting zijn, wanneer de grond behandeld is tegen *Rhizoctonia*. Er is een viertal proefvelden geweest waarbij vuil pootgoed in behandelde grond is gepoot (Jager e.a., 1989). Deze proefvelden duiden erop dat er niet meer een negatieve verschuiving in de sortering optreedt door besmet pootgoed.

## Sorteerverliezen onder Nederlandse omstandigheden

De sorteerverliezen kunnen enorm groot zijn (figuur 5). De kans dat ontsmet pootgoed ook een schone oogst (minder dan 10% sorteerverliezen) oplevert, is ongeveer 1 op 2. Maar ook vuil pootgoed kan een schone oogst geven (kans van 1 op 15). Een vuile oogst kan zowel met schoon pootgoed als met vuil pootgoed verkregen worden. De



**Fig. 5.** Het percentage sorteerverlies in afhankelijkheid van de knolbesmetting zonder grondbehandeling (zie toelichting bij figuur 3).

spreiding verandert niet wanneer per proef de sorteerverliezen van besmet pootgoed worden verminderd met die van behandeld pootgoed. Doordat de sorteerverliezen nogal snel toenemen ligt de schadedrempel erg laag ( $si < 3$ ). Op de Feddemaheerd ligt de besmetting gemiddeld wat hoger. Hier is het bouwplan intensiever, namelijk vaak 1 op 3 en op De Waag en de Van Bemmelenhoeve 1 op 4. De sorteerverliezen moeten door andere methoden tegengegaan worden.

De grondbehandeling blijkt de sorteerverliezen tot een zeer laag niveau te kunnen terugdringen. Met rizolex werd er eind jaren 70 nog wel enige besmetting gevonden, maar deze was aanmerkelijk lager dan zonder grondbehandeling. In deze situaties verlaagde een knolontsmetting nog de sorteerverliezen. Met monocreen (in de proeven veelal als volvelds grondbehandeling toegepast) is er op zavel- en kleigrond slechts op een heteroogeen besmet proefveld een sorteerverlies van 7% gevonden. In 29 andere proefvelden met schoon of licht besmet pootgoed waren geen sorteerverliezen

aanwezig. Een knolontsmetting zou dan ook niet toegepast hoeven te worden om sorteerverliezen tegen te gaan.

## Vermindering van de gevolgen van knolbesmetting

Met het antibioticum validamycine kan een goede bescherming van de aardappelplanten verkregen worden, mits het middel goed verdeeld wordt over alle besmette knollen. Wanneer geen grondbesmetting aanwezig is, worden grote reducties gevonden van de plantaantasting en van de lakschurftontwikkeling. Wanneer wel een grondbesmetting aanwezig is, zijn de effecten alleen merkbaar op een verlaging van de plantaantasting in een vroeg stadium. In een later stadium overheerst de grondbesmetting.

Knolontsmetting hoeft niet te worden toegepast wanneer de sclerotiën op de knollen dood of weinig vitaal zijn (figuur 1). Controle hiervan kan worden uitgevoerd door de NAK, die dit in het verleden deed ter controle van de kwikontsmetting. Van nature blijkt op de sclerotiën afkomstig van zand- of dalgrond in ongeveer 73% van de sclerotiën hyperparasieten aanwezig te kunnen zijn, tegen 25 % van de sclerotiën afkomstig van zavel-of kleigrond (Jager en Velvis, 1983). Het merendeel van deze parasieten was *Verticillium biguttatum*. In bewaarproeven door *Verticillium biguttatum* gedode sclerotiën bleken geen stengelaantasting te kunnen veroorzaken. De doding kan nog plaatsvinden in de wondhelingsperiode, wanneer de temperatuur op ongeveer 20°C wordt gehouden en luchtvochtigheid voldoende hoog is. Pootgoed van het zand kan dan ook relatief meer dode sclerotiën herbergen en bijgevolg minder plantaantasting veroorzaken (Jager en Velvis, 1982). Op drie boerenbedrijven waar in 1990 onderzoek is uitgevoerd naar de mogelijkheden van een toepassing van *Verticillium biguttatum*, bleek dat van nature al een groot deel van de sclerotiën waren bezet met *Verticillium biguttatum*, maar dit had nog niet geresulteerd in



een lagere vitaliteit van het geogoste pootgoed (tabel 1). Na een warme bewaring was de vitaliteit belangrijk afgenomen. Dit effect kon nog versterkt worden door *Verticillium biguttatum* in het voorjaar of in de bewaring toe te passen. Dan wordt een volledige doding van de sclerotiën na de aangepaste bewaring bereikt en hoeft geen knolontsmetting te worden toegepast (tabel 1). Een interessante ontwikkeling voor met name biologische pootgoedtelers. Tot nog toe is *Verticillium biguttatum* niet toegelaten. Door de firma Koppert wordt getracht een procédé te ontwikkelen om *Verticillium* in een droge formulering te kunnen toepassen. Daarna kan toelatingsonderzoek plaatsvinden. De beste perspectieven voor *Verticillium* liggen in de toepassing van groenrooien.

## Vermindering van de gevolgen van grondbesmetting

Op klei- en zavelgronden kwam in meerdere proeven naar voren dat een grondbehandeling met moncereen de plantaantasting als gevolg van de knolbesmetting reduceerde (zie figuur 1). Er werd nauwelijks nog lakschurft afgezet. Gezien het gunstige effect van de moncereen grondbehandeling is de vraag of de dosering verlaagd kan worden. In 10 proeven naar de geïntegreerde bestrijding van *Rhizoctonia* (Jager e.a., 1989) te Wieringerwerf, Creil en Kloosterburen in de periode van 1985 tot 1987 bleek

dat met 2 tot 2,5 liter moncereen volvelds toegepast slechts in een proef, waarbij vuil pootgoed gebruikt is met een sclerotiumindex van 47, sorteerverliezen groter dan 5% optraden. In de overige proeven waren nauwelijks of geen sorteerverliezen aanwezig. Met 1/4 van de praktijkdosering moncereen (ongeveer 5 liter volvelds) waren geen sorteerverliezen aanwezig (Lamers e.a., 1989). In de praktijk wordt een halve dosering in de rij toegepast. Verlaging naar een kwart van de dosering (2 liter in de rij) is mogelijk. Er hoeft dan alleen veertien dagen na doodspuiting gecontroleerd te worden wanneer een intensief bouwplan gehanteerd wordt of wanneer vuil pootgoed gepoot is.

Zonder grondbehandeling is de kans op sorteerverliezen groot in bouwplannen met 25%, 33% of 50% aardappelen, waarbij het gewas doodgespoten wordt. Bij 20% of 16% aardappelen zijn de sorteerverliezen minder hoog. Bouwman e.a. (1984) vonden 3 weken na doodspuiten of looftrekken in 3 jaren met 3 rassen en 3 doodspuitdata gemiddeld een halvering van de sclerotiumindex na looftrekken. Dijkstra e.a. (1986) bemerkten dat na looftrekken de knollen minder gevoelig zijn voor ontvelling, waardoor eerder gerooid kan worden. Tegenwoordig is er geen verplichte doodspuitdatum meer. Een belangrijk bezwaar in de praktijk tegen looftrekken namelijk de weersgevoeligheid, is daarmee ook afgenomen. Door te looftrekken of te groenrooien (zie bijdrage van Mulder e.a. in dit boek) hoeft geen grondbehandeling te

**Tabel 1.** Effecten van een warme en vochtige bewaarperiode (temperatuursom van 150 graaddagen boven 14°C) op de vitaliteit van al of niet met *Verticillium biguttatum* in het voorjaar of voorafgaand aan de bewaring behandelde sclerotiën.

Vert. biguttatum		vitaliteit								
		% scler. met Vb			na oogst			na bewaring		
					T	M	R	T	M	R
voorj.	bewaring	T	M	R	T	M	R	T	M	R
-	-	(72)a	75	93	60	63	51	12	19	0
+	-	(52)a	94	89	59	62	61	1	2	0
-	+							3	1	0
+	+							1	8	0

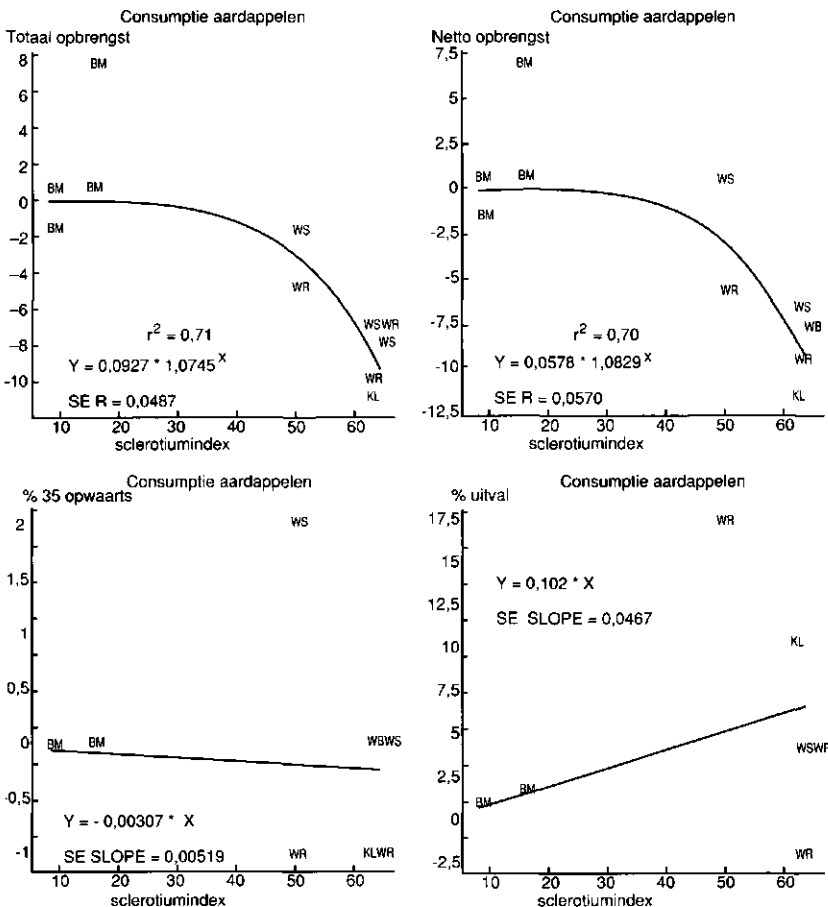
( ) a = 1 in plaats van 3-6 herhalingen.

worden toegepast. Alleen in een intensief bouwplan of bij gebruik van besmet pootgoed met een hoge vitaliteit van de sclerotiën, dient na 2 weken gecontroleerd te worden hoe de lakschurft zich ontwikkelt (figuur 2). Bij een geïntegreerde teeltwijze is looftrekken of groenrooien noodzakelijk, zodat van een grondbehandeling kan worden afgezien.

## Consumptie-aardappelen

Bij consumptie-aardappelen zijn door de PD

in 1979-1981 op een aantal proefboerderijen proeven genomen met verschillende knolbehandelingsmiddelen van redelijk zwaar besmet pootgoed. Door het ROC Van Bemmelenhoeve zijn met lagere besmettingsklassen in 1989-1991 proeven uitgevoerd. De objecten met een solacolontsmetting zijn vergeleken. Eenzelfde analyse als bij de proeven in de pootaardappelteelt geeft te zien dat de totaalopbrengst en het percentage uitval negatief beïnvloed worden door de mate van Rhizoctoniabesmetting (figuur 6). Het percentage >35 mm lijkt niet toe te nemen. De relatie tussen de totaalopbrengst en de sclerotium-



**Fig. 6.** Enkele opbrengstkenmerken van consumptie-aardappelen in afhankelijkheid van de sclerotiumindex. Weergegeven is het verschil tussen onbehandeld (sclerotiumindex groter dan 0) en ontsmet (si=0) pootgoed. BM = Van Bemmelenhoeve, WS = Westmaas, WR = Wijnandsrade, Kl = Kandelaar.

index wordt verbeterd door een exponentieel verband te veronderstellen. Bij lagere besmettingsklassen wordt de totaalopbrengst nog niet beïnvloed. Mogelijk speelt de compensatie door gezonde planten een rol. Gezien de geringe afname van het percentage >35 mm komen krielnesten nauwelijks voor. Wanneer de behandelingskosten op f 200,- gesteld worden komt dit overeen met 2,8% van de opbrengst van 40 ton bij een prijs van f 0,18 (Kwantitatieve Akkerbouw Informatie 1990-'91). Bij een laag besmettingsniveau neemt alleen de hoeveelheid uitval toe. Op basis hiervan hoeft pas bij een sclerotium-index van 25 of hoger ontsmet te worden.

## Samenvatting

Met monoceren als grondbehandeling worden de opbrengsten niet meer door *Rhizoctonia* beïnvloed en kan een schoon produkt op vrijwel ieder willekeurig moment gerooid worden. Een knolontsmetting is dan alleen nodig bij gebruik van erg vuil pootgoed. De dosering van de monoceren-toepassing blijkt belangrijk omlaag te kunnen naar 2-5 liter per ha in de rij. Door looftrekken of groenrooien worden de sorteerverliezen ten opzichte van doodspuiten aanzienlijk beperkt. Door een langere periode van rooien en een afgenomen weersafhankelijkheid kan bij looftrekken worden afgezien van een grondbehandeling. Alleen in een intensief bouwplan of na gebruik van vuil pootgoed zou ongeveer 14 dagen na looftrekken gecontroleerd moeten worden of zich lakschurft ontwikkelt.

Wanneer de grond niet behandeld wordt, ligt de schadedrempel voor het ontsmetten van de knollen bij een sclerotiumindex van ongeveer 2. Van een knolbehandeling zou zonder grondbehandeling kunnen worden afgezien, wanneer de vitaliteit van de sclerotiën door groenrooien of door een aangepaste bewaring belangrijk is afgenomen.

Bij de consumptie-aardappelteelt zou op grond van enkele proeven een schadedrempel voor de sclerotiumindex gehanteerd

kunnen worden van 25. Onder deze schadedrempel hoeft geen knolbehandeling te worden toegepast.

## Literatuur

Banville G.J. 1989. Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Am Potato J.* 66, 821-834.

Bouman A., J. Bouma, A. Mulder en J. Roosjen, 1983. Effecten van tijdstip en wijze van loofvernietiging op de ontvellingsgevoeligheid en op de bezetting van pootaardappelen met *Rhizoctonia solani*. Publikatie 181, IMAG, Wageningen, 39 pp.

Davis J.R. en M.D. Groskopp, (1979). Influences of the *Rhizoctonia* disease on production of the Russett Burbank potato. *Am. Potato J.* 56, 253-264.

Dijst G., A. Bouwman, A. Mulder en J. Roosjen, 1986. Effect of haulm destruction supplemented by cutting off roots on the incidence of black scurf and skin damage, flexibility of harvest period and yield of seed potatoes in field experiments. *Neth. J. Pl. Path.* 92, 287-303.

Dijst, G. 1990. Effect of volatile and unstable exudates from underground potato plant parts on sclerotium formation by *Rhizoctonia solani* Ag-3 before and after halm destruction. *Neth. J. Pl. Path.* 96, 155-170.

Floot H.W.G., J.G. Lamers en W. van den Berg, 1991. De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld FH82). Verslag PAGV in druk.

Frank J.A. en S.S. Leach, (1980). Comparison of tuberborn and soilborne inoculum in the *rhizoctonia* disease of potato. *Phytopathology* 70, 51-53.

Groenwold J.G. en C.B. Bus, 1985. Onderzoek naar de oorzaken van verschillen in opbrengst bij fabrieksaardappelen in de veenkoloniën in 1983 en 1984. SIO voor de akkerbouw op zand- en veenkoloniale grond in Middenoost- en Noord-oost-Nederland, Assen, 134 pp.

Groenwold J.G. en C.B. Bus, 1986. Opbrengst-

- verschillen bij fabrieksaardappelen. Landbouwkundig Tijdschrift 98, 28-29.
- Hide G.A., P.J. Read, J.P. Sandison en S.M. Hall, (1987). Potato diseases: effects of diseases on yield. Report of Rothamsted Experimental Station for 1986, p 120.
- Hide G.A., P.J. Read, J.P. Firmager en S.M. Hall, 1989. Stem canker (*Rhizoctonia solani*) on five early and seven maincrop potato cultivars. II Effects on growth and yield. *Ann. appl. Biol.* 114, 267-277.
- Hofman T.W., 1988. Effects of granular nematicides on the infection of potatoes by *Rhizoctonia solani*. Proefschrift LUW, Wageningen, 125 pp.
- Hofman T.W. en P.H.J. Jongebloed, 1988. The infection process of *Rhizoctonia solani* on potato and the effects of granular nematicides. In: Effects of granular nematicides on the infection of potatoes by *Rhizoctonia solani*. Proefschrift LUW, Wageningen, pp 6-26.
- Jager, G. and H. Velvis, 1982. Aantasting van aardappelen door *Rhizoctonia solani* in afhankelijkheid van de herkomst en de mate van besmetting van het pootgoed. IB-rapport 4-82, Haren, 24 pp.
- Jager G. en H. Velvis, 1983. Suppression of *Rhizoctonia solani* in potato fields. 1. Occurrence. *Neth.J. Pl. Path.* 89, 21-29.
- Jager G., H. Velvis, J.G. Lamers, A. Mulder en J. Roosjen, 1989. Geïntegreerde bestrijding van *Rhizoctonia solani* in aardappel. *Nota* 211, IB, Haren, 88 pp.
- Lamers J.G. 1989. Twelve years of continuous cropping and short rotations of potato at the 'PAGV1' experimental site. In: Vos J., Van Loon C.D. en Bollen G.J. (eds), Effects of crop rotation on potato production in the temperate zones. *Kluwer Ac. Publ.*, Dordrecht, p 45-55.
- Lamers J.G., G. Jager, H. Velvis, A. Mulder en J. Roosjen, 1989. Geïntegreerde bestrijding van *Rhizoctonia solani* in pootaardappelen. In *Jaarboek 1988/89*, Publikatie nr 49, PAGV, Lelystad, blz. 44-48.
- Read P.J., G.A. Hide, J.P. Firmager en S.M. Hall, 1989. Growth and yield of potatoes as affected by severity of stem canker (*Rhizoctonia solani*). *Potato Research* 32, 9-15.
- Scholte K., 1987. The effect of crop rotation and granular nematicides on the incidence of *Rhizoctonia solani* in potato. *Potato Research* 30, 187-199.
- Scholte K., 1989. Effects of crop rotation on the incidence of soil-borne pathogens and the consequences for potato production. Proefschrift LUW, Wageningen, pp. 143.
- Velvis H., P.H.J.F. van den Boogert en G. Jager, 1988. Role of antagonisme in the decline of *Rhizoctonia solani* inoculum in soil. *Soil Biol. Biochem.* 21, 125-129.
- Vereijken P. en C.D. van Loon, 1990. Strategie voor een geïntegreerde teelt van aardappelen. In: Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, red Vereijken P. en Wijnands F.G., publikatie nr 50, PAGV, Lelystad, pp. 56-65.
- Weinhold A.R. en T. Bowman, 1982. *Rhizoctonia* disease of potato: effect on yield and control by seed tuber treatment. *Plant Disease* 66, 815-818.

# Ontwikkeling begeleidingssysteem bodemgezondheid

ing. S.R.M. Janssens, LEI-DLO

## Inleiding

In de afgelopen decennia is het toepassen van grondontsmettingsmiddelen een wezenlijke maatregel binnen de gehele bedrijfsvoering gaan vormen. In de akkerbouw wordt grondontsmetting veelal toegepast ten behoeve van specifieke teelten. De toepassing van nematiciden op akkerbouwbedrijven is hoofdzakelijk gericht tegen aardappelpycysteaaltjes. In het Zuidwesten daarentegen worden nematiciden vooral ingezet tegen de bestrijding van bietencysteaaltjes die schade veroorzaken in de suikerbietenteelt.

Naast gewasspecifieke grondgebonden ziekten en plagen (aardappel- en bietencysteaaltjes) vormt een aantal niet-gewasspecifieke grondgebonden belagers misschien wel een ernstiger probleem, gezien de omvang van de schade die ze op bedrijfsniveau kunnen veroorzaken (bijvoorbeeld *Trichodora*). Door middel van grondontsmetting heeft men schade tot nu toe beperkt kunnen houden.

In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG) staat het voornemen om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen terug te dringen. Met name het gebruik van grondontsmettings- en grondbehandelingsmiddelen zal sterk aan banden moeten worden

gelegd. De handhaving van het bouwplan bij een beperkter inzet van middelen is alleen maar mogelijk als via alternatieve maatregelen de risico's van de verminderde inzet van middelen worden beperkt. Veelal vereisen deze alternatieve maatregelen veel meer kennis van de ondernemer.

Om de risico's ten gevolge van de verminderde inzet van middelen te minimaliseren is de ontwikkeling van een perceelsgericht, praktisch hanteerbaar (teelt)begeleidingssysteem voor de akkerbouwer noodzakelijk (Mulder 1990).

Het onderzoek naar de ontwikkeling van zo'n begeleidingssysteem voor de bodemgezondheid is medio 1990 van start gegaan. In deze bijdrage wordt een overzicht gegeven van de doelstellingen, de opzet en de stand van zaken van het onderzoeksproject.

## Intensieve bouwplannen

Tot het begin van de jaren '80 is het bouwplan op de meeste grotere akkerbouwbedrijven steeds intensiever geworden (tabel 1). Met name het aandeel hoogsalderende rooivuchten in het bouwplan is fors toegenomen. Ontmenging, specialisatie en intensivering maakten het mogelijk om de continuïteit van het bedrijf en de inkomensvorming voor het gezin (gezinnen voor meermansbedrijven) te handhaven, maar is

**Tabel 1.** Ontwikkeling van de bouwplanintensiteit op grotere akkerbouwbedrijven in de diverse gebieden; procentuele aandeel rooivuchten (aardappelen) in het bouwplan.

	Nrd. klei	Veenkoloniën	Centr. kleigeb.	Zuidw. kleigeb.
1966/1967	13 (6)	41 (33)	37 (17)	32 (14)
1976/1977	35 (16)	68 (50)	52 (24)	38 (16)
1986/1987	44 (22)	71 (48)	51 (29)	42 (22)
1989/1990	43 (23)	65 (46)	50 (29)	39 (21)

Bron: LEI

vang van de problematiek is in het onderzoek een aantal beperkingen ingebouwd. Zo staat in het onderzoeksprogramma de aard-appelmoeheid centraal vanwege de aanwezige kennis op dit terrein. Daarna zal worden bezien of het zinvol is om in een later stadium andere aspecten van de bodemgezondheid in het onderzoek te betrekken teneinde tot een compleet management-informatiesysteem voor het beheersen van bodempathogenen te komen.

## Het syntheseproject TERRA

Voor de technische realisatie van een begeleidingssysteem voor de bodemgezondheid is een apart onderzoeksproject binnen het onderzoeksprogramma opgenomen (figuur 2).

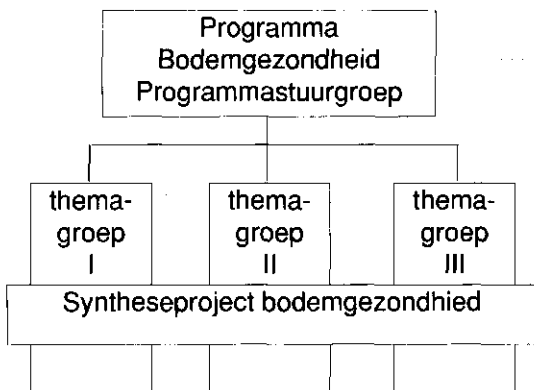


Fig. 2. Schematisch overzicht van de organisatorische opzet van het onderzoeksprogramma bodemgezondheid.

Doel van het project is het ontwikkelen van een begeleidingssysteem dat de agrarisch ondernemer ondersteunt bij de besluitvorming betreffende de bodemgezondheid. In eerste instantie wordt daartoe de beschikbare kennis geanalyseerd en voor zover mogelijk tot processen gestructureerd (de synthese) waarbij vastgesteld kan worden of en waar kennis ontbreekt. Centraal bij deze synthese staat de realisatie van een consistent computermodel dat op bedrijfs-

niveau bruikbaar is. In een latere fase zal het ontwikkelde model verder uitgebreid en geautomatiseerd worden tot een compleet begeleidingssysteem, dat uiteindelijk opgenomen kan worden als onderdeel van een teeltbegeleidingssysteem.

Het beoogde begeleidingssysteem zal de ondernemer onder andere mogelijkheden bieden na te gaan hoe het verloop van de bodemgezondheid zal zijn bij uiteenlopend bodemgebruik en uiteenlopende teeltmaatregelen.

In het totale onderzoeksprogramma worden het fundamentele onderzoek en de ontwikkeling van het begeleidingssysteem gelijktijdig naast elkaar uitgevoerd. Op het punt van beschikbare kennis ontstaat daardoor een spanningsveld, omdat vanuit het onderzoek steeds nieuwe, verbeterde resultaten (kennis) zullen worden aangeleverd. Dit zou inhouden dat het systeem gedurende de ontwikkeling steeds weer grondig bijgesteld of herzien moet worden vanwege nieuwe onderzoeksresultaten. Omdat dergelijke situaties de ontwikkeling van het systeem sterk vertragen is besloten het begeleidingssysteem te ontwikkelen op basis van de huidige beschikbare kennis. In een later stadium kunnen nieuwe resultaten leiden tot een verbeterde versie van het begeleidingssysteem.

Vanuit het onderzoeksproject TERRA wordt participatie in de themagroepen. Deze werkwijze draagt mede bij aan:

- de bewaking van de optimale afstemming tussen themagroepen en syntheseproject (bijvoorbeeld terugkoppeling van gesignaleerde kennislücken);
- de gezamenlijke synthese van vraagstukken met als doel te komen tot een consistent model. De synthese kan aanleiding geven tot het initiëren van nieuw onderzoek voor het computermodel.

## Projectaanpak en -fasering

Het project voor de ontwikkeling van een geautomatiseerd begeleidingssysteem voor de bodemgezondheid wordt in samen-

werking tussen PAGV, HLB en LEI uitgevoerd. Het ontwikkelen van informatie-systemen gebeurt in een aantal fasen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de Landbouw Informatica Aanpak (LIA) welke gebaseerd is op Information Engineering Methodology (IEM). Information Engineering staat voor een geheel van methoden, technieken en gereedschappen om informatiesystemen voor een bedrijf af te bakenen, te analyseren en te ontwikkelen.

De informatie-analyse voor TERRA is in eerste instantie gericht geweest op een brede aanpak die het totale terrein van de bodemgezondheid omvat. Dit heeft geresulteerd in een globaal informatiemodel waarin de diverse problemen voor de bodemgezondheid ondergebracht kunnen worden.

Het te ontwikkelen systeem zal echter in eerste instantie beperkt blijven tot de aardappelmoeheidsproblematiek. Momenteel wordt het informatiemodel uitgewerkt; het zal eind 1991 gereed zijn. Aansluitend zal begonnen worden met het opstellen van het systeemontwerp en de realisatie van een eerste versie van het systeem. Het prototype zal in eerste instantie een inhoudelijk consistent computermodel moeten omvatten.

Het ontwikkelde prototype zal op een beperkt aantal bedrijven in de praktijk getest gaan worden waarbij wordt nagegaan of een dergelijk systeem überhaupt perspectief biedt bij de management-ondersteuning voor bodemgezondheid. Van belang daarbij is dat het systeem aansluit op de behoeften welke er in de praktijk leven.

Vervolgens kan nieuw beschikbaar gekomen kennis in het systeem ingebouwd worden waarmee het computermodel langzamerhand wordt uitgebouwd tot een begeleidingssysteem. Eveneens zal afstemming plaatsvinden met het HLB-project waarbij een centrale databank wordt ontwikkeld voor de opslag van bedrijfs- en monstergegevens.

## Behoeften in de praktijk

Om vooraf inzicht te verkrijgen in de wensen en randvoorwaarden die aan een bege-

leidingssysteem voor de bodemgezondheid gesteld worden, is afgelopen voorjaar een beperkte inventarisatie gehouden onder enkele telers, voorlichters, onderzoekers en medewerkers van onder andere kweekbedrijven, Groene Vlieg en NAK. De inventarisatie heeft de volgende wensen opgeleverd (Schoorlemmer & Groenwold, 1991):

- het systeem moet bedrijfs- en perceels-specifieke ondersteuning bieden. De behoefte aan een algemeen advies of een naslagwerk wordt niet nodig geacht;
- het systeem moet zich beperken tot het aardappelmoeheidsprobleem. Algemene prijs- en marktinformatie en rassenlijstgegevens die niet voor de beheersing van aardappelmoeheid van belang zijn, zullen voor het te ontwikkelen begeleidingssysteem geen meerwaarde inhouden;
- het systeem moet een goede ondersteuning geven voor de rassenkeuze van aardappelen. Een gerichte rassenkeuze wordt gezien als de meest aannemelijke mogelijkheid voor het bestrijden van aardappelmoeheid nu het gebruik van nematociden wordt beperkt;
- verder bestaat er een grote behoefte aan rassen-specifieke informatie zoals een kwantitatieve waardering van de resistentie en gegevens per ras over de tolerantie voor aardappelcysteaaltjes;
- de wijze van ondersteuning hoeft voor de verschillende teeltgebieden niet verschillend te zijn. Ongeacht het min of meer gebiedsgebonden teeltdoel (consumptie-, fabrieks- of pootaardappelen) hoeft geen gebiedsspecifieke programmatuur te worden ontwikkeld.

Op basis van deze inventarisatie is vastgesteld welke functies TERRA moet gaan omvatten (figuur 3).

Ten aanzien van het voorspellen van de populatie-ontwikkeling van de aardappelcysteaaltjes is opgemerkt dat deze voor één bouwplanrotatie nauwkeurig moeten zijn. Voor een aantal rotaties (6 tot 10 jaar) kan volstaan worden met een globale voorspelling.

1. Registratie
  - 1.1 Bedrijf
  - 1.2 Administratie
  - 1.3 Planning
2. Attendering
3. Advisering
  - 3.1 Rassenkeuze
  - 3.2 Grondontsmetting
  - 3.3 Teeltfrequentie
  - 3.4 Bemonstering
4. Voorspellen
5. Evaluatie
6. Naslag
7. Rapportage
8. Systeembeheer

**Fig. 3.** Overzicht van de functies die een begeleidingssysteem voor de bodemgezondheid zal moeten gaan bevatten.

Over het algemeen wordt verwacht dat de boer zeker met een dergelijk systeem kan omgaan mits het voldoende gebruiksvriendelijk is. Wel verwacht men dat ondersteuning door de voorlichting noodzakelijk blijft.

## Geografisch Informatiesysteem

Tijdens de informatie-analyse voor het begeleidingssysteem bodemgezondheid is vastgesteld dat het registreren van gegevens niet enkel voor een heel perceel nodig is, maar ook voor bepaalde delen van een perceel (waarnemingen, monsteruitslagen). De uitslagen van de diverse bemonsteringssystemen worden per monsterblok of -strook afgegeven. Elk bemonsteringssysteem kent een eigen opdeling toe aan het veld, zodat er tussen de bemonsteringssystemen nauwelijks sprake is van enige uniformiteit. Een soortgelijk probleem treedt op wanneer een teler de bouwplanrotatie op zijn bedrijf gaat wijzigen van bijvoorbeeld 1 op 3 naar 1 op 4. De nieuwe percelen vallen dan niet meer samen met de oude percelen. In de tijd gezien treedt in zo'n geval een informatiebreuk op waarbij de

oude perceelsinformatie niet meer te koppelen is aan de nieuwe percelen (Janssen, 1991).

Het registreren van waarnemingen en uitslagen per perceelsgedeelte is binnen de huidige teeltbegeleidingssystemen niet mogelijk. Juist bij een toenemende belangstelling voor geïntegreerde teelten is pleksgewijze behandeling of behandeling van perceelsgedeelten zo belangrijk en moet geregistreerd kunnen worden waar, dat wil zeggen op welk deel van het perceel, een bepaalde maatregel is uitgevoerd. Belangrijker is echter nog dat achteraf analyse plaats kan vinden op basis van een dergelijke pleksgewijze registratie.

Binnen de informatica biedt een geografisch informatiesysteem (GIS) de mogelijkheid om diverse waarnemingen plaatsgebonden vast te leggen. Bovendien bieden deze systemen de mogelijkheid om de diverse gegevens te combineren en vervolgens in een plattegrond van het perceel(gedeelte) grafisch op het beeldscherm weer te geven. Op dergelijke wijze is bijvoorbeeld vast te stellen hoe een besmettingshaard zich qua omvang of richting in de loop van jaren ontwikkelt.

Op dit moment bestaan geen ervaringen met een GIS op bedrijfsniveau. Een oriënterend onderzoek dat binnen het TERRA-project is uitgevoerd geeft aan dat een GIS vele mogelijkheden in zich heeft. Opname van een GIS in het begeleidingssysteem zou qua presentatie ideaal zijn maar daar staan een aantal nadelen tegenover. De aanschafkosten zijn momenteel zeker voor een individuele akkerbouwer nog bijzonder hoog, maar zullen naar verwachting in de toekomst dalen. De mogelijkheden voor koppeling met andere software, het gebruikersgemak, enzovoorts, vergen op korte termijn nog uitgebreid onderzoek voordat een GIS in (teelt)begeleidingssystemen opgenomen kan worden. Ondertussen is de Stichting Informatieverzorging Akkerbouw (SIVAK) samen met het PAGV en andere instanties met een dergelijk onderzoek begonnen.



## Relatie met ontwikkelde teeltbegeleidingssystemen

Teeltbegeleidingssystemen zijn gewasspecifieke informatiesystemen voor onder andere registratie, informatie (voorlichting) en perceelsgerichte advisering. Een teeltbegeleidingssysteem is breed van opzet zodat zoveel mogelijk onderdelen van de teelt van een gewas ondersteund kunnen worden zoals rassenkeuze, bemesting, overwegen uitvoeren van een bestrijding en het kiezen van middelen. Een aantal van deze onderdelen zijn gebaseerd op door het onderzoek ontwikkelde programma's of begeleidingssystemen die gericht zijn op een enkel onderdeel van de totale teelt (onkruidbestrijding, Epipré).

Door de SIVAK worden sinds 1990 twee teeltbegeleidingssystemen in de praktijk beproefd, namelijk een teeltbegeleidingssysteem voor granen (CERA) en een teeltbegeleidingssysteem voor suikerbieten (BETA). Het te volgen ontwikkelingspad voor het begeleidingssysteem voor de bodemgezondheid is niet afwijkend van BETA of CERA. Momenteel is binnen het onderzoek de fase in gang gezet om een computermodel voor de bodemgezondheid te ontwikkelen waarbij het doel is te komen tot een consistent en inhoudelijk verantwoord prototype dat op een aantal bedrijven getoetst zal worden. Met het beschikbaar komen van nieuwe, verbeterde kennis kan dit computermodel uitgebouwd worden tot een compleet begeleidingssysteem voor de aardappelmoeheid. In een latere fase, welke buiten het TERRA-project zal vallen, kan dit begeleidingssysteem opgenomen worden in een teeltbegeleidingssysteem voor bijvoorbeeld aardappelen. Daarbij zal de nadruk nog meer liggen op gebruikersvriendelijkheid en onderhoud van het begeleidingssysteem.

Ondanks deze volgtijdige aanpak welke in bovengenoemd ontwikkelingspad ligt opgesloten wordt reeds in de onderzoeksfase afgestemd op de SIVAK-activiteiten door het informatiemodel 'Bodemgezondheid' af te stemmen op het informatiemodel 'Open Teelten'. Als uitgangspunt voor het begelei-

dingssysteem voor de bodemgezondheid is gesteld dat het systeem op een personal computer (PC) van het individuele akkerbouwbedrijf operationeel moet zijn. Ook tijdens de ontwikkeling van het prototype zullen de SIVAK-standaards voor zover mogelijk aangehouden worden zodat de toekomstige gebruiker geconfronteerd wordt met hem vertrouwde, uniforme software die ook bij de andere teeltbegeleidingssystemen gebruikt is.

## Besluit

Gedurende het project wordt een eerste versie van een begeleidingssysteem voor de aardappelmoeheid ontwikkeld en op een beperkt aantal bedrijven getest. Momenteel is de beschikbare kennis op een aantal punten nog te fragmentarisch om gerangschikt te worden tot logisch, gestructureerde processen. Bovendien is een groot aantal vragen nog in onderzoek zodat op korte termijn nog geen pasklaar antwoord beschikbaar is. Deze situatie geeft al aan dat het ontwikkelen van een model voor de beheersing van aardappelmoeheid en tegelijkertijd uitvoeren van onderzoek naar de voor dit model benodigde onderzoeksresultaten (parameters) moeilijk uitvoerbaar is. Het systeem zal daarom in eerste instantie gebaseerd worden op de huidige beschikbare kennis.

Met behulp van het systeem moet de ondernemer, op basis van de uitslagen van de intensieve bemonstering, de voor zijn bedrijfssituatie per perceel (sgedeelte) meest geschikte (resistente) rassen kunnen selecteren. Eveneens dient hij via het systeem inzicht te kunnen krijgen in de te verwachten populatie-ontwikkeling en daarmee samenhangende schade bij de keuze van een bepaald ras, rekening houdend met bijvoorbeeld tolerantie en bouwplansamenstelling. Met het per perceel vastleggen (registreren) van bemonsteringsuitslagen en teeltmaatregelen kan achteraf inzicht worden verkregen in de ontwikkeling van de aardappelmoeheidssituatie.

Zoals aangegeven zal het syntheseproject voor de ontwikkeling van een begelei-

## Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven 1)

### Verslagen

5. De invloed van het rootijdstip op de stikstofbehoefte van drie suikerbietenrassen; ing.Th. Huiskamp, september 1982 .....	f	10,-
6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C.A.A.A. Maenhout et al, januari 1983 .....	f	10,-
7. Epipré-evaluatieverslag 1982; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, december 1982 .....	f	10,-
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C.B. Bus, ing. K.W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D.W. de Hoop (LEI), februari 1983 .....	f	10,-
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983 .....	f	10,-
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983 .....	f	10,-
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G.J. Bom, september 1983 .....	f	10,-
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K Reinink, januari 1984 .....	f	10,-
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984 .....	f	10,-
18. Rendabiliteit van continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984 .....	f	10,-
19. Biologie en ecologie van kleeftkruid (Galium aparine). Ir. W.G.M. van den Brand, april 1984 .....	f	10,-
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alpha-pootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984 .....	f	10,-
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984 .....	f	10,-
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984 .....	f	10,-
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeeklei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984 .....	f	10,-
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984 .....	f	10,-
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A.J. Hellings, oktober 1984 .....	f	10,-
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984 .....	f	10,-
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J.A. Schoneveld, november 1984 .....	f	10,-
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985 .....	f	10,-
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J.J. Schröder, maart 1985 .....	f	10,-
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 -1984. Ir. J.J. Schröder, maart 1985 .....	f	10,-
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J.J. Schröder, maart 1985.....	f	10,-
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985 .....	f	10,-
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (Solanum nigrum). Ir. W.G.M. van den Brand, maart 1985 .....	f	10,-
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985 .....	f	10,-
37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C.L.M. de Visser, ir. H.F.M. Aarts, april 1985 .....	f	10,-
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985 .....	f	10,-
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raai gras, veld-beemd gras en roodzwenk gras. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1985 .....	f	20,-
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C.L.M. de Visser, juni		

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

1985 .....	f	10,-
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt, juli 1985 .....	f	10,-
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985 .....	f	10,-
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985 .....	f	20,-
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C.L.M. de Visser, september 1985 .....	f	10,-
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C.L.M. de Visser, september 1985 .....	f	10,-
47. Biologie en ecologie van melganzevoet ( <i>Chenopodium album</i> ). Ir. W.G.M. van den Brand, december 1985 .....	f	10,-
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H.P. Versluis, december 1985 .....	f	10,-
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J.G.H. Stassen, december 1985 .....	f	10,-
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986 .....	f	10,-
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N.J. Snoek, juli 1986 .....	f	10,-
52. Biologie en ecologie van hanepoot ( <i>Echinochloa crus-galli</i> ). Ir. W.G.M. van den Brand, juli 1986 .....	f	10,-
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W.G.M. van den Brand, oktober 1986.....	f	10,-
54. De teelt van wintertarwe als dekvrucht voor veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986 .....	f	10,-
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986 .....	f	10,-
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J.A. Schoneveld, november 1986.....	f	10,-
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkel, november 1986	f	10,-
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986 .....	f	10,-
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproductie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987.....	f	10,-
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder, mei 1987 .....	f	10,-
69. Biologie en ecologie van vogelmuur ( <i>Stellaria media</i> ). Ir. W.G.M. van den Brand, september 1987 .....	f	10,-
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje ( <i>Meloidogyne hapla</i> ). Ing. A.A.W. Zondervan, november 1987 .....	f	10,-
71. Het EPIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EPIPRE, december 1987.	f	10,-
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988 .....	f	10,-
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H.M.G. van der Werf, april 1988 .....	f	10,-
74. Ontwikkelen van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C.L.M. de Visser e.a., mei 1988 .....	f	10,-
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptie-aardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988 .....	f	10,-
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H.M.G. van der Werf en H. Hoek, december 1988....	f	10,-
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C.F.G. Kramer, februari 1989.	f	10,-
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J.H.G. Slangen (LU), ir. H.H.H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989.....	f	10,-
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H.M.G. van der Werf (PAGV), J.J. Klooster (IMAG) en D.A. van der Schans (PAGV), mei 1989.....	f	10,-
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L.C.N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989.....	f	10,-
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J.K. Ridder, juli 1989.....	f	10,-

91. Overzaaien van suikerbieten. Dr. ir. A.L. Smit, oktober 1989.....	f	10,-
92. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën. Drs. S. Cupers, oktober 1989 .....	f	10,-
93. Wortelverbruining bij snijmaïs. J. Schröder, A.G.M. Ebskamp, K. Scholte, oktober 1989 ....	f	10,-
94. Noodzaak van roestbestrijding in Engels raai- en veldbeemgras. Ir. G.H. Horeman, november 1989 .....	f	10,-
95. Stikstofbemesting van peen. J.H.G. Slangen, H.H.H. Titulaer, H. Niers en J. van der Boon, januari 1990.....	f	10,-
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990 ....	f	10,-
97. Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990.....	f	10,-
98. Zuiveringsstrib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990.....	f	10,-
99. Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990.....	f	10,-
100. Teeltvervroeging bij suikerbieten. Ir. A.L. Smit, 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,-
102. Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990 .....	f	10,-
103. Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus Y <sup>n</sup> . Ir. C.B. Bus, mei 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,-
105. Jaarverslag 1988 proefproject Borgerwold, ing. J. Boerma, juni 1990.....	f	10,-
106. Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. JSchröder, juli 1990 .....	f	10,-
107. Langdurige bewaring van kroten 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,-
108. Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs, Ir. J. Schröder, juli 1990.....	f	10,-
109. (Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.M. Titulaer, december 1990.....	f	10,-
110. Voorvruchteffecten bij inpassing van volleggrondsgruente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990.....	f	10,-
111. Teelt van bakwaardige tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990.....	f	10,-
112. Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990.....	f	10,-
113. Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaaltje en de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990 .	f	10,-
114. Onderzoek naar het effect van systemische nematociden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990.....	f	10,-
115. Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990.....	f	10,-
116. Bladrandkeverbstrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990.....	f	10,-
117. Gewasdag mais, december 1990 .....	f	10,-
118. Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990 .....	f	10,-
119. Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990 .....	f	10,-
120. Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991.....	f	10,-
121. Opbrengstvariabiliteit bij erwten en velbonen. Ing. D.A. van der Schans en ir. W. van den Berg, april 1991 .....	f	10,-
122. De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs 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,-
123. Optimalisering toedieningstechniek dierlijke mest. Ing. G.J. van Dongen, ing. D.T. Baumann en ing. L.M. Lumkes, april 1991 .....	f	10,-
124. Beïnvloeding van het drogestofgehalte, opbrengstniveau en bewaarbaarheid van uien door teeltmethoden. Ir. C.L.M. de Visser, april 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,-
126. Teeltonderzoek tennisbloem in Nederland. Ing. J. Wander, ing. H.P. Versluis en ir. P.M. Sporenborg, mei 1991 .....	f	10,-

127. Rendabiliteit van een verminderde bodembelasting. Bedrijfseconomische evaluatie van een lagedruk-berijdingssysteem. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.....	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, september 1991.....	f 10,-
129. Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke.....	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,-
131. Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten, september 1991.....	f 10,-
132. Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten, september 1991.....	f 10,-

### Publikaties

6. Witloftekssystemen, een vergelijking van productie, arbeidsbehoefte, en financieel resultaat; ing. M. v.d. Ham, ir. G. van Kruistum en ing. J.A. Schoneveld (IMAG), januari 1980.....	f 6,50
7. Virusziekten in pootaardappelen; ing. A. Schepers en ir. C.B. Bus, februari 1980.....	f 3,50
11. 15 jaar "De Schreef"; ing. O. Hoekstra, februari 1981.....	f 12,50
12. Continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten; ir. J.G. Lamers, februari 1981.....	f 10,-
17. Volgteelt van stamslabonen na doperwten; ing. L.M. Lumkes en ir. U.D. Perdok, oktober 1981.....	f 10,-
19. Jaarverslag 1981, mei 1982.....	f 15,-
21. Werkplan 1983, februari 1983.....	f 10,-
22. Jaarverslag 1982, juli 1983.....	f 15,-
23. Kwantitatieve informatie 1983 - 1984; september 1983.....	f 20,-
24. Werkplan 1984, februari 1984.....	f 10,-
25. Jaarverslag 1983, juni 1984.....	f 10,-
26. Kwantitatieve informatie 1984 - 1985, september 1984.....	f 20,-
27. Jaarverslag 1984, februari 1985.....	f 10,-
28. Werkplan 1985, februari 1985.....	f 10,-
29. Kwantitatieve informatie 1985 - 1986; september 1985.....	f 20,-
30. Effecten van grote drijfmestgiften bij de teelt van snijmaïs; ir. J.J. Schröder, september 1985.....	f 10,-
31. Werkplan 1986, maart 1986.....	f 10,-
32. Jaarverslag 1985, april 1986.....	f 15,-
33. Kwantitatieve informatie 1986 - 1987, september 1986.....	f 20,-
34. Werkplan 1987, maart 1987.....	f 10,-
35. Jaarverslag 1986, april 1987.....	f 15,-
36. Informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, juni 1987.....	f 10,-
37. Kwantitatieve informatie 1987 - 1988; augustus 1987.....	f 20,-
38. Jaarboek 1986; november 1987.....	f 30,-
39. Werkplan 1988, maart 1988.....	f 10,-
40. Jaarverslag 1987, april 1988.....	f 15,-
41. Kwantitatieve Informatie 1988-1989, augustus 1988.....	f 20,-
42. Optimalisering van de stikstofvoeding van consumptie-aardappelen. Ir. C.D. van Loon en J.F.Houwing januari 1989.....	f 20,-
43. Jaarboek 1987/88; februari 1989.....	f 35,-
44. Bouwplan en vruchtopvolging. Ir. T.G.F.M. Aerts en ir. W.A.M. Kromwijk, maart 1989.....	f 20,-
45. Werkplan 1989, april 1989.....	f 10,-
46. Jaarverslag 1988, april 1989.....	f 15,-
47. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, augustus 1989.....	f 35,-
48. Kwantitatieve Informatie 1989-1990. Ing. W.P. Noordam en ir. L.A.J. van de Wiel, oktober 1989.....	f 20,-

49. Jaarboek 1988/89, oktober 1989.....	f 35,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands .....	f 15,-
51. Werkplan 1990, april 1990 .....	f 10,-
52. Jaarverslag 1989, juni 1990 .....	f 15,-
53. Kwantitatieve Informatie 1990-1991, september 1990.....	f 25,-
54. Jaarboek 1989/1990, december 1990 .....	f 35,-
55. Werkplan 1991, februari 1991 .....	f 15,-
56. Jaarverslag 1990, mei 1991 .....	f 15,-
57. Kwantitatieve Informatie 1991-1992, september 1991.....	f 25,-
58. Jaarboek 1990/1991, oktober 1991.....	f 35,-

### Themaboekjes

2. Vruchtwisseling; februari 1981 .....	f 7,50
3. Consumptie-aardappelen; december 1982 .....	f 10,-
4. Snijmais; maart 1984 .....	f 10,-
5. Zomergerst; november 1985 .....	f 10,-
6. Kwaliteitszorg bij de teelt van witlof; december 1985 .....	f 10,-
7. Organische stof in de akkerbouw, februari 1986 .....	f 10,-
8. Geïntegreerde bedrijfssystemen, 17 november 1988 .....	f 15,-
9. Vruchtwisseling, november 1989 .....	f 15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990.....	f 15,-
11. Bewaring van vollegroondsgroenten, december 1990.....	f 15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991 .....	f 15,-

### OBS-uitgaven

1. Verslag over 1980 (mei 1983) .....	f 25,-
2. Verslag over 1981 (december 1983) .....	f 25,-
3. Verslag over 1982 (mei 1984) .....	f 25,-
4. Verslag over 1983 (augustus 1985) .....	f 20,-
5. Verslag over 1984 (augustus 1986) .....	f 20,-
6. Verslag over 1985 (mei 1988).....	f 20,-
7. Verslag over 1986 (april 1991).....	f 15,-

### Teelthandleidingen

1. Blauwmaanzaad, april 1977 .....	f 5,-
2. Zaaiuien, maart 1985 .....	f 10,-
4. Bleekselderij, september 1977 .....	f 5,-
5. Bos- en waspeen, april 1982.....	f 10,-
9. Plantuien, maart 1979* .....	f 6,-
Witlof, teelt van de wortel en produktie van het lof, augustus 1989 .....	f 20,-
13. Voederbieten, april 1983 .....	f 10,-
14. Doperwtten, augustus 1983 .....	f 10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-"), maart 1985.....	f 12,50
16. Knolvenkel, maart 1984 .....	f 10,-
17. Sluitkool, mei 1985 .....	f 10,-
18. Bloemkool, oktober 1985 .....	f 10,-
19. Sla, oktober 1985.....	f 10,-
21. Suikerbieten, december 1986 .....	f 15,-
22. Andijvie, augustus 1987 .....	f 10,-
23. Wintertarwe, september 1987 .....	f 15,-
24. Kroten, juli 1988 .....	f 15,-
25. Luzerne, september 1988 .....	f 15,-
26. Graszaad, oktober 1988.....	f 15,-

27. Stamslabonen, november 1988 .....	f 15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989.....	f 15,-
29. Teelt van augurken, november 1990.....	f 15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990.....	f 15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990 .....	f 15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991 .....	f 15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991.....	f 15,-
34. Teelt van vlas, april 1991.....	f 15,-
35. Teelt van triticale, april 1991.....	f 10,-
36. Teelt van peen, juni 1991 .....	f 20,-
37. Teelt van schorseneer, oktober 1991 .....	f 15,-

\* Deze teelthandleidingen zijn ook verkrijgbaar bij de SNUIF in Middelharnis, postbankrekening 26233.

#### **Korte teeltbeschrijvingen**

1. Teunisbloemen, maart 1986 .....	f 5,-
3. Paksoi en amsoi, augustus 1996 .....	f 5,-
4. Bosui, december 1986 .....	f 5,-
7. Courgette en pompoen, december 1988 .....	f 5,-
8. Chinese kool, november 1989 .....	f 10,-

#### **Niet opgenomen in een reeks**

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfsadministratie), 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 postgiro-rekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

## PAGV-jaarabbonnementen

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

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

PAGV-uitgaven	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegrondgr.-praktijk	vollegrondsgr.-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 vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegrondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekening-nummer 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.

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