



beheersing aardappelmoeheid

Alles over aardappelmoeheid: achtergronden, regelgeving, bemonstering, bestrijding en beheersing. Met praktische voorbeelden.



actieplan
aaltjesbeheersing

Een initiatief van: Hoofdproductschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO- Nederland

Colofon

© 2006, Actieplan Aaltjesbeheersing

Deze folder is een uitgave van het Actieplan Aaltjesbeheersing. Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.

Redactie: PPO-agv

Eindredactie: Stap Projects

Foto's en afbeeldingen: PPO-agv, Masterplan Phytophthora

Productie: Groot Haar & Orth, Leeuwarden

Mei 2006, oplage: 15.000 stuks

Het Actieplan Aaltjesbeheersing is een initiatief van het Hoofdproductieschap Akkerbouw, Productieschap Tuinbouw en LTO Nederland. Binnen het Actieplan voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van aaltjesbeheersing om de continuïteit van teelten voor de Nederlandse land- en tuinbouw te waarborgen.

Informatie over het Actieplan Aaltjesbeheersing

Arjan Kuijstermans

Postbus 29739

2502 LS Den Haag

Telefoon: 070 - 370 84 26

Fax: 070 - 370 83 13

E-mail: aaltjesbeheersing@hpa.agro.nl

Internet: www.kennisakker.nl

inhoud

Inleiding	5
1 Regelgeving aardappelmoetheid	6
2 Achtergronden aardappelmoetheid	8
3 Bemonsteringsmethoden	13
4 Aanpak van AM op het bedrijf	15
5 Samenvatting	25



Aardappelmoeheid (AM) wordt veroorzaakt door de aardappelvysteaaltjes *Globodera rostochiensis* en/of *Globodera pallida*. Beide organismen staan vermeld op de quarantainelijst van de Europese Unie. Dat betekent dat alles in het werk wordt gesteld om de verspreiding van deze organismen te voorkomen. De EU en Nederland hebben daarvoor regelgeving opgesteld.

Aardappelvysteaaltjes geven opbrengstschade bij de teelt van gewassen en besmettingen zijn een gevaar voor de export van pootgoed en van ander plantmateriaal, zoals bloembollen en bomen. De schade door aardappelvysteaaltjes is de afgelopen jaren toegenomen in zowel de consumptieteelt als de pootgoedteelt. De aandacht verslaptte, onder meer doordat de verplichte bemonstering voor de consumptieteelt in 1994 werd afgeschaft. Ook de regelgeving voor pootgoed is gewijzigd. De verwachting is dat de regelgeving in 2008 wordt aangescherpt.

Kennis is onontbeerlijk om op een effectieve manier met een besmetting met aardappelvysteaaltjes om te gaan. Termen als relatieve vatbaarheid, tolerantie en pathotypen moeten goed bekend zijn om de populatieontwikkeling van het aaltje te voorspellen bij het gevoerde teeltplan. Ook de nieuwe regelgeving moet goed vertrouwd zijn. Deze brochure geeft deze basisinformatie.

De figuren die in deze brochure zijn gemaakt met NemaDecide.¹⁾

¹⁾ NemaDecide is een Beslissings Ondersteunend Systeem (BOS). Doel van het systeem is de beheersing van nematoden in de landbouw, op een manier dat de teler een maximaal rendement haalt met een minimale inzet van bestrijdingsmiddelen. Het systeem geeft strategische adviezen op basis van objectieve informatie en besluitvorming. Het systeem is gebaseerd op ruim 50 jaar Nederlands landbouwkundig onderzoek. Het systeem is ontworpen door Wageningen UR (Plant Research International en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving) en in samenwerking met het landbouwbedrijfsleven (Agrifirm, NAK AGRO, Averis Seeds, Agrico, AVEBE en HZPC) ontwikkeld tot een praktische adviesmodule.

In de regelgeving is vastgelegd wat wel en wat niet mag op een perceel waar aardappelmoeheid is vastgesteld. Als in een officieel grondonderzoek een besmetting wordt aangetoond, wordt een besmetverklaring opgelegd. Dit brengt beperkingen met zich mee. Hoe lang de besmetverklaring duurt, hangt vooral af van de maatregelen die de grondgebruiker neemt en de effectiviteit daarvan. Om een besmetverklaring te laten opheffen, moet een officieel onderzoek vrij zijn van cysten.

Daarnaast heeft het Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA) de verordening aardappelmoeheid vastgesteld om de besmetting met aardappelmoeheid te beheersen, verdere verspreiding te voorkomen en de export van voortkwekingsmateriaal niet te belemmeren.

Officieel en vrijwillig onderzoek

Wie voortkwekingsmateriaal of pootaardappelen wil telen, heeft een geldige officiële Onderzoeksverklaring AM nodig. De Plantenziektenkundige Dienst (PD) heeft een aantal laboratoria aangewezen die deze verklaringen mogen afgeven. De laboratoria geven deze verklaring af als uit een officieel onderzoek blijkt dat de grond vrij is van AM.

Het verschil tussen officieel en vrijwillig AM-onderzoek is essentieel. Officieel onderzoek is het onderzoek dat tot doel heeft een AM-onderzoeksverklaring te krijgen. Een teler kan ook vrijwillig onderzoek laten uitvoeren, om uiteenlopende redenen. Bijvoorbeeld om voor zichzelf informatie te krijgen over het perceel. Materiaal of uitkomsten van vrijwillig onderzoek mogen in geen enkele fase van bemonstering en onderzoek worden gebruikt voor het afgeven van een onderzoeksverklaring.

Besmetverklaring

Als uit een officieel AM-onderzoek blijkt dat een (gedeelte van een) perceel besmet is met aardappelcysteaaltjes, moet de PD een besmetverklaring opleggen. Deze verplichting is opgenomen in de EU-bestrijdingsrichtlijn en daar moet Nederland zich aan houden. Ook na een survey door de PD kan een besmetverklaring worden opgelegd. Het maakt voor de besmetverklaring geen verschil welk aardappelcysteaaltje in het perceel zit. Het onderzoek maakt alleen onderscheid tussen de beide aaltjes als de grondgebruiker bij het officiële onderzoek om een soortsbepaling vraagt. Als die

bepaling niet is uitgevoerd, wordt de besmetting automatisch aangemerkt als *Globodera pallida*. Bij een besmetting is de teelt van een aantal gewassen niet of slechts onder voorwaarden mogelijk. Verboden is de teelt van bol-, knol- en wortelstokvormende gewassen, vaste planten, houtige gewassen, aardappelen, groenteplanten, aardbeien, graszoden en stekbieten. Dit verbod geldt voor zover deze gewassen worden geteeld met het doel om de gehele of delen van de plant of ondergrondse delen elders uit te planten. Het is ook verboden om op besmette grond tomaten of vatbare consumptie- en zetmeelaardappelen te telen. De genoemde gewassen mogen ook niet op het besmette perceel(sgedeelte) worden opgeslagen of bewaard op een manier waardoor ze met de grond in aanraking komen. De opslag van AM-resistente consumptie- of zetmeelaardappelen die op het besmette gedeelte zijn geteeld, mag wel. De PD voert controles uit op de naleving van de teeltverboden.

Opheffing van de besmetverklaring

Een besmetverklaring wordt opgelegd voor de duur van 12 jaar. Om de besmetverklaring eerder te laten opheffen, kan de teler een officieel onderzoek aanvragen bij een door de PD erkende onderzoeksinstantie. De teler heeft het recht om op de volgende momenten dit onderzoek te laten uitvoeren:

- Uitsluitend in het bemonsteringsjaar volgend op het (bemonsterings)jaar waarin de besmetverklaring is opgelegd. Er hoeft geen bestrijdingsmaatregel te zijn uitgevoerd. De bemonsteringmethode moet minimaal 'AM-extensief' zijn.
- Na een wachtperiode van 6 jaar, te rekenen vanaf het jaar van opleggen van de besmetverklaring.
- Na uitvoeren van een bestrijdingsmaatregel die tijdig bij de PD is aangemeld. Bestrijdingsmaatregelen die recht geven op officieel AM-onderzoek zijn:
 - teelt van een aardappelgewas met de juiste AM-resistentie (geen pootgoed);
 - uitvoeren van een natte grondontsmetting;
 - telen van een vanggewas (raketblad of aardappelen).
- Eénmaal per bemonsteringsjaar, op voorwaarde dat het een intensief AM-onderzoek is.

Indien geen cysten worden aangetroffen bij het officiële onderzoek van een perceel waarop een besmetverklaring ligt, moet de gebruiker van de grond een schriftelijk verzoek indienen bij de PD om de besmetting geheel of gedeeltelijk op te heffen.

Als de gebruiker geen initiatieven neemt om de besmetverklaring binnen 12 jaar op te heffen, dan wordt na het 12^e jaar een officieel grondonderzoek uitgevoerd door de PD. Dit onderzoek wordt uitgevoerd op initiatief en kosten van de PD. Meer uitgebreide informatie over het AM-beleid is te vinden op de website van de PD, www.minInv.nl/pd onder 'schadelijke organismen'.

Toekomstige Europese richtlijn

De EU-commissie heeft een voorstel uitgewerkt voor een nieuwe AM-richtlijn. De lidstaten zijn hierover in gesprek, maar ze hebben nog geen besluit genomen. Als het voorstel van de EU-commissie wordt aanvaard, zal het beleid worden aangepast. Waarschijnlijk wordt de richtlijn op de volgende punten aangescherpt:

- De grootte van het monster dat genomen wordt op een besmet terrein, wordt verhoogd van 600 ml naar 1.500 ml per ha.
- Bemonstering op een besmet perceel(sdeel) wordt bij het nemen van maatregelen pas na 3 jaar toegestaan, zonder maatregelen pas na 6 jaar.
- Bij een vondst wordt het besmette perceelsdeel ruimer afgebakend (buffer).

Verordening aardappelmoeheid

Het HPA heeft op verzoek van de akkerbouwers de verordening aardappelmoeheid vastgesteld. Doel van deze verordening is om, aanvullend op het overheidsbeleid, de besmetting met aardappelmoeheid te beheersen, verdere verspreiding te voorkomen en de export van voortkwekingsmateriaal (waarvoor de eis geldt dat dit AM-vrij moet zijn) niet te belemmeren. Het algemene voorschrift is dat slechts één keer in drie jaar op hetzelfde perceel aardappelen geteeld mogen worden. Dit geldt in het overgrote deel van Nederland. In gebieden waar veel voortkwekingsmateriaal wordt geteeld, geldt een verbod voor de aardappelteelt. Meer details over deze verordening staan op www.hpa.nl onder 'Primaire sector' en dan 'Teeltvoorschriften'.



2 achtergronden aardappelmoeheid



Een plek in het gewas waar het gewas later sluit, kan duiden op een besmetting met aardappelmoeheid.

Aardappelmoeheid wordt veroorzaakt door aardappelcysteaaltjes. Het zijn zogeheten plantparasitaire nematoden die alleen ondergrondse delen van de aardappelplant aantasten en zo aardappelmoeheid veroorzaken. Het wortelstelsel van de aardappel kan door twee soorten aardappelcysteaaltjes ernstig worden beschadigd: het gele aardappelcysteaaltje, *Globodera rostochiensis*, en het witte aardappelcysteaaltje, *Globodera pallida*.

Levenscyclus

Cysteaaltjes zijn genoemd naar hun duurzame overlevingsstructuur, de cyste. De overlevingsvorm zijn de eieren binnen in de cyste. De cyste bestaat uit de gelooide huid van het afgestorven vrouwtje met daarin de eieren. Binnen in de eieren liggen de larven goed beschermd tegen uitwendige invloeden. De larven in de cysten worden 'gelokt' door het aardappelgewas. De wortels van jonge aardappelplanten scheiden stoffen af, die de rust van de eieren in de cysten doorbreekt. De larven komen uit de eieren en dringen het wortelstelsel binnen. De wortel vormt daarop een zogeheten 'reuzencel': een voedingscel waaruit de larve zich kan voeden. De larve vervelt driemaal. Na de derde vervelling splitst de populatie zich op in mannetjes en vrouwtjes. De mannetjes verlaten het wortelstelsel. De jonge vrouwtjes blijven in de wortels en zwellen op. Op een gegeven moment barst hun achterlijf uit de wortel en dan worden de vrouwtjes bevrucht door de mannetjes, die kort daarna sterven. De vrouwtjes blijven in de wortel zitten. Omstreeks de langste dag zijn ze op de wortels zichtbaar als witte bolletjes, ter grootte van een speldenknop. De vorming van nieuwe eieren en dus de vermeerdering van de populatie is dan een feit.

Resistent ras

Zowel bij vatbare als bij resistente rassen dringen de larven in de wortel van de aardappelplant. Het verschil is echter dat bij resistente rassen geen goede voedingscel ontstaat. De larven ontwikkelen zich alleen tot vrouwtje als de voedingscel goed functioneert. Bij een slechte voedingscel kunnen de larven wel overleven, maar ze ontwikkelen zich tot mannetje. Bij een resistent ras ontwikkelen zich geen vrouwtjes, dus vindt geen eivorming plaats. De populatie aardappelcysteaaltjes kan zich dus niet vermeerderen op een volledig resistent ras.

Sterker nog, de populatie neemt af doordat wel larven worden gelokt maar zich geen nieuwe cysten vormen. Door de teelt van een volledig resistent ras worden echter niet alle cysten leeggelokt. Dat komt doordat een aardappelgewas de bouwvoor nooit helemaal volledig doorwortelt. Uit onderzoek blijkt dat bij een volledig resistent aardappelras de maximale reductie 80 procent van de populatie is.

Overleving van cysten

Cysten kunnen verscheidene jaren overleven. Van het aardappelcysteaaltje zijn meldingen bekend dat dertig jaar na de laatste aardappelteelt nog levenskrachtige eieren binnen de cysten werden aangetroffen. Aan de afgerijpte bruine cysten is niet meer te zien of het om *G. pallida* of *G. rostochiensis* gaat. *G. rostochiensis* is actief bij temperaturen van 10 tot 25 °C; voor *G. pallida* ligt het temperatuurbereik enkele graden lager. Zowel *G. rostochiensis* als *G. pallida* voltooit slechts één generatie per teelt. De mate van besmetting aan het begin van de teelt is zeer bepalend voor de potentiële vermeerderingscapaciteit van de aaltjespopulatie.

Schade herkennen

Een besmetting met aardappelcysteaaltjes is bovengronds te zien. Tegen het sluiten van het gewas zijn de besmette plekken enige dagen duidelijk herkenbaar als plekken waar de groei ten opzichte van de omgeving iets achterblijft. In het midden van de besmette plek bezorgen de aaltjes de planten enige groeivertraging, waardoor het gewas daar net iets later sluit. De zwaarte van de besmetting en de gevoeligheid van het geteelde aardappelras bepalen de grootte van de plek en de mate van groeivertraging. Echte valplekken, waarin het gewas het gehele seizoen niet meer sluit, ontstaan pas bij zeer zware besmetting. De vertraging in gewassluiting is echter al één of twee aardappelteelten eerder te zien. Schade kan optreden in alle aardappelrassen, ook in resistente. Op een resistent ras vindt geen vermeerdering plaats, maar de larven beschadigen wel het wortelstelsel doordat ze de wortels binnendringen.

2.1 AM-SITUATIE

Ondanks grondontsmetting en de teelt van resistente rassen neemt het aantal besmette hectares akkerbouwareaal toe. Nauwe bouwplannen met vatbare rassen, aardappelopslag en een slechte bedrijfshygiëne zijn hiervan de hoofdoorzaken. De beschikbare resistente rassen voorkomen de uitbreiding van het besmette areaal niet. Het aantal percelen dat besmet wordt verklaard, vertoont nog steeds een stijgende lijn. Behalve het toenemende besmette oppervlak, is ook de soortverschuiving van *G. rostochiensis* naar *G. pallida* een bron van zorg. Halverwege de jaren negentig was 70 tot 80 procent van de besmette monsters besmet met *G. pallida*. Inmiddels is dit percentage opgelopen tot bijna 90 procent. De sterke toename van *G. pallida* vormt een serieuze bedreiging voor de continuïteit van de aardappelteelt, omdat voor de consumptieaardappelteelt nog steeds te weinig rassen met voldoende resistentie tegen deze aaltjessoort beschikbaar zijn. In het verleden moest een ras met resistentie tegen *G. pallida* ook resistent zijn tegen *G. rostochiensis*. Dat is geen automatisme meer. Er is nu een aantal rassen die hoogresistent zijn tegen *G. pallida* maar niet resistent zijn tegen *G. rostochiensis*. Dat betekent dat de inzet van deze rassen een besmetting met *G. pallida* aanpakt, maar dat tegelijkertijd de populatie *G. rostochiensis* kan toenemen. Voor het zetmeelaardappeltelend gebied geldt dat een groot deel van het areaal in meer of mindere mate besmet is met het aardappelcysteaaltje. Een uitzondering is het areaal waarop NAK-pootgoed wordt geteeld. In de zetmeelrassen is inmiddels een brede keus aan resistente rassen. In dit gebied worden volop rassen geteeld die resistent zijn tegen *G. pallida*. Daardoor dalen de niveaus van besmetting met dit aaltje scherp. Door de brede inzet van *G. rostochiensis* resistente rassen bestaat in het zetmeelaardappel telend gebied het overgrote deel van de besmettingen inmiddels uit *G. pallida*. Menbesmettingen komen echter voor.

2.2 AM-RESISTENTIE

Bij de beheersing van AM spelen resistente rassen een belangrijke rol. De werking van het mechanisme van resistentie is echter niet eenvoudig. Bovendien is er een belangrijk verschil tussen resistente rassen tegen *Globodera rostochiensis* en resistente rassen tegen *Globodera pallida*.

Globodera rostochiensis

Ter bestrijding van *Globodera rostochiensis* zijn zowel resistente consumptie- als zetmeelaardappelrassen beschikbaar. De meeste van deze rassen doen in cultuur- en gebruikswaarde niet onder voor de vatbare rassen. Ze worden dan ook breed ingezet. De rassen verschillen wel van elkaar in de mate waarin ze een aantasting door het aardappelcysteaaltje kunnen verdragen (tolerantie). Tolerantie en resistentie zijn twee los van elkaar staande eigenschappen van een ras. De resistentie tegen *G. rostochiensis* in rassen, verder Ro-resistentie genoemd, is gebaseerd op één gen en werkt absoluut. Gelokte larven kunnen zich niet vermeerderen. Daardoor is de afname van de populatie aaltjes altijd rond de 80 procent. Dat wil zeggen dat de afname van de aaltjespopulatie niet afhangt van de populatiedichtheid. Voorwaarde voor de 80 procent afname is wel dat het gewas ongestoord kan groeien. Bij een zware besmetting is de kans klein dat het gewas ongestoord kan groeien. Ook een resistent ras ondervindt namelijk schade door aantasting door aardappelcysteaaltjes. De larven dringen wel het wortelstelsel binnen en richten daar schade aan. Het in één keer saneren van zware besmettingen door de teelt van resistente rassen is vanwege slechte groei van de aardappelen dan ook niet mogelijk. Zie ook paragraaf 2.5 over tolerantie.

Globodera pallida

In tegenstelling tot de Ro-resistentie is die tegen *G. pallida* (Pa-resistentie) gebaseerd op meer genen. De mate van resistentie van een ras hangt af van het aantal resistentiegenen dat een ras heeft meegekregen. Belangrijker is dat de Pa-resistentie niet absoluut is, maar partieel: niet alle gelokte aaltjes gaan dood. Een aantal larven van *G. pallida* zal toch kans zien om bij een resistent ras een voedingscel

te vormen en zich te ontwikkelen tot volwassen vrouwtjes. Dit aantal is echter (veel) minder dan bij een vatbaar ras.

Hoeveel vermeerdering op een Pa-resistent ras optreedt, hangt af van de mate van resistentie tegen de betreffende aaltjespopulatie. Er is een groot aantal verschillende populaties van *G. pallida*. Ze verschillen onderling in agressiviteit. Het kan voorkomen dat een ras de ene *G. pallida*-populatie wel reduceert, terwijl de andere *G. pallida*-populatie zich uitbreidt. Elk aardappelras vermeerderd aardappelcysteaaltjes tot een bepaalde dichtheid (cysten per ml grond). Hoe vaak een ras ook achter elkaar geteeld wordt, in principe zal de populatie niet verder toenemen dan tot die zogenoemde evenwichtsdichtheid. Bij partieel resistente rassen is die maximale dichtheid lager dan bij vatbare rassen. De populatie zakt daardoor sneller tot onder de (opbrengst)schadegrens in de jaren dat geen aardappelen worden geteeld.

2.3 RELATIEVE VATBAARHEID

Hoe sterk aardappelcysteaaltjes zich vermeerderen, verschilt per jaar, ras en perceel. De vermeerdering hangt ook af van de dichtheid van de aaltjes aan het begin van het seizoen. Hoe lager deze 'begindichtheid', hoe sterker de populatie zich kan vermeerderen. Hierdoor is het onmogelijk om met één vast getal de mate van resistentie weer te geven. Om toch een cijfer te kunnen geven aan de mate van partiële resistentie, wordt gewerkt met 'relatieve vatbaarheid' (RV).

Bij het vaststellen van de RV wordt de maximale aaltjesvermeerdering van een ras vergeleken met de maximale vermeerdering van een volledig vatbaar ras. De vermeerdering wordt bij beide rassen vastgesteld bij een zeer lage begindichtheid. Het volledig vatbare ras is het referentieras; de maximale vermeerdering van dat ras is 100 procent. De maximale vermeerdering van het resistente ras is dus een getal tussen 0 en 100 procent.

De vermeerdering op een partieel resistent ras met een RV van 10 procent zal een tiende zijn van de vermeerdering op een vatbaar ras. Concreet: stel dat een volledig vatbaar ras als Bintje een vermeerdering van 15 keer oplevert, dan zal het resistente ras met een RV van 10 procent een vermeerdering van 1,5 keer opleveren.

Rassenkeuze

Voor een goede bedrijfsvoering is het niet beslist nodig rassen te kiezen die 80 procent afname van de aaltjespopulatie geven. Ook rassen die in meer of mindere mate vermeerdering geven, zijn bruikbaar voor de beheersing van AM. De mate van resistentie die nodig is om het bouwplan rond te zetten, hangt af van de teeltfrequentie en de agressiviteit van de aanwezige aaltjespopulatie. Naarmate het bouwplan nauwer is (dus de tijd tussen de aardappelteelten korter is), moet de mate van resistentie hoger zijn. De inschatting is dat binnen een rotatie van 1 op 4 een RV van 25 procent of lager voldoende is om zonder grondontsmetting schade te voorkomen. Voor een rotatie van 1 op 3 is dit een RV van 15 procent en voor een rotatie van 1 op 2 een RV van 10 procent. Bij 1 op 5 is het 37 procent. Tot nu toe zijn de rassen ingedeeld in Hoog Resistent, Resistent, Licht Vatbaar en Vatbaar. In tabel 1 staat welke RV daar bij hoort.

Tabel 1 Indeling RV

Resistentie	RV (in %)
Hoog Resistent (HR)	0 - 0,5
Resistent (R)	0,6 - 1,6
Licht Vatbaar (LV)	1,7 - 9
Vatbaar (V)	9,1 - 100

In de rassenlijst van 2007 zal meer informatie worden opgenomen over de niveaus van resistentie tegen verschillende populatietypen.

In Europa is bovendien een nieuwe klassenindeling afgesproken die veel breder is dan de oude indeling, zie tabel 2. Die indeling biedt meer mogelijkheden om binnen een ruim bouwplan rassen te selecteren met afdoende resistentie.

Tabel 2 Europese klassenindeling van RV

RV (in %)	Klassenindeling
< 1	9
1,1 - 3	8
3,1 - 5	7
5,1 - 10	6
10,1 - 15	5
15,1 - 25	4
25,1 - 50	3
50,1 - 100	2
> 100	1

2.4 SELECTIE

Wanneer er binnen een aaltjespopulatie individuen zijn die het resistentiemechanisme van resistente rassen kunnen omzeilen, dan zal dit deel van de populatie zich wel (goed) vermeerderen terwijl de rest uitsterft of zich minder goed vermeerderd. De aaltjes die de resistentie weten te omzeilen, worden virulent genoemd. Wanneer in een populatie virulente individuen voorkomen, zullen er bij herhaalde teelt van het resistente ras steeds meer nakomelingen van dit virulente type komen. Ook zal de populatie weer toenemen. De praktijk zegt dan dat de resistentie is doorbroken. Dit suggereert dat mutatie heeft plaatsgevonden. Het is echter selectie van een deel van de populatie.

Uit onderzoek blijkt dat deze selectie inderdaad incidenteel optreedt, maar zeer langzaam verloopt. Het duurt vele teelten van resistente rassen voordat de besmettingsniveaus weer tot schadelijke hoogten oplopen.

Wanneer een resistent ras op een perceel tegenvallende bestrijdingseffecten laat zien, moet een dergelijke populatie goed in de gaten worden

gehouden. Of het uitslecteren van een virulente populatie snel of langzaam gaat, hangt vooral af van het percentage van de populatie dat al virulent is. Wanneer er geen virulente individuen zijn, sterft de hele populatie onder een volledig resistent ras uit. Is het aantal virulente individuen zeer beperkt, dan duurt het vele teelten voordat de populatie weer toeneemt.

Langzame populatiegroei

Een belangrijke oorzaak van die langzame toename van de populatie is dat de mannetjes die op het resistente ras ontstaan, voor een groot deel geen resistentiedoorbrekende genen hebben. Op een resistent ras kan geen goede voedingscel ontstaan, waardoor zich geen vrouwtjes ontwikkelen maar alleen mannetjes. De larven die wel resistentiedoorbrekende genen hebben, kunnen zich ontwikkelen tot vrouwtjes. Deze vrouwtjes worden bevrucht door de mannetjes, die voor een groot deel niet-virulent zijn. Een gedeelte van de nakomelingschap is daarom weer niet-virulent. Een tweede belangrijke oorzaak van vertraging is dat niet alle cysten in één seizoen leeg gelokt worden. Hierdoor zijn er altijd oude cysten met levende inhoud aanwezig die nog niet-virulente individuen inbrengen. De teelt van minder resistente of volledig vatbare rassen vertraagt het selectieproces niet wezenlijk. Het effect daarvan weegt zeker niet op tegen de nadelen van de hoge populatieniveaus die ontstaan bij de teelt van dergelijke rassen. Bij hogere besmettingen is grondontsmetting structureel noodzakelijk als resistente rassen en rassen met weinig resistentie met elkaar worden afgewisseld. Het afwisselen van resistente rassen met verschillende genetische herkomst is wel nuttig om het selectieproces te vertragen.

2.5 TOLERANTIE

Tolerantie geeft aan in hoeverre bij een aardappelplant groeiremming optreedt door het binnendringen van larven in het wortelstelsel. Weinig tolerante rassen worden ook wel gevoelig genoemd. Tolerantie staat los van resistentie. Het binnendringen van de larven in het wortelstelsel gebeurt bij alle aardappelrassen, ongeacht de resistentie. Bij het gebruik van resistente, maar weinig tolerante rassen neemt de aaltjespopulatie af, maar kan

het gewas wel veel schade lijden. Door de slechte groei van het gewas zal ook de afname van de aaltjespopulatie tegenvallen.

Bij het gebruik van vatbare rassen, die ook tolerant zijn, neemt de populatie wel toe maar ondervindt het gewas weinig schade. In schema 1 worden de begrippen resistentie en tolerantie schematisch weergegeven.

Schema 1 Tolerantie en resistentie

	Resistent	Vatbaar
Gevoelig	Geen vermeerdering, wel schade	Wel vermeerdering, ook schade
Tolerant	Geen vermeerdering, geen schade	Wel vermeerdering, geen schade

Tolerante rassen zijn het meest geschikt om zonder veel opbrengstverlies te worden ingezet op zwaar besmette percelen waar de wortelstelsels van zowel vatbare als resistente rassen zwaar worden beschadigd. Er zijn grote rasverschillen in tolerantie. Rassen die zowel tolerant als resistent zijn, geven de beste resultaten bij de beheersing van de cysteaaltjes. Dergelijke rassen brengen het besmettingsniveau van de grond sterk naar beneden zonder daarbij veel schade te ondervinden, zelfs bij hoge besmettingsniveaus.



Nieuwe besmettingen van het aardappelcysteaaltje zijn in het algemeen haardvormig. Om deze haarden met redelijke zekerheid in een vroeg stadium op te sporen, is een grove (extensieve) bemonstering niet afdoende. Een bemonstering die 1/3 hectare of een hele hectare ineens beslaat, is een extensieve bemonstering. De kans dat een beginnende besmettingshaard (met maximaal 50 tot 100 cysten per kg grond in het centrum van de besmettingshaard) met een extensieve bemonstering gevonden wordt, is klein. Bij bemonstering per 1/3 ha is de kans 5 procent, bij bemonstering van een hele hectare 1 procent. Wanneer met een extensieve bemonstering wel een besmetting wordt aangetoond, is dit een toevalstreffer. Of de besmettings situatie op het perceel is inmiddels volledig uit de hand gelopen. Met een intensieve bemonstering (AMI) is de detectiekans van beginnende besmettingshaarden 90 procent. Om tijdig (beperkte) maatregelen te kunnen nemen, moet de teler vroeg weten dat hij een aardappelcysteaaltjesbesmetting in het perceel heeft. Op het moment dat een besmetting in het gewas zichtbaar is als een valplek, is er een behoorlijk hoog opgelopen besmetting met een grote omvang. De besmette plek is veel groter dan de valplek.

De kans dat een haard wordt gevonden, hangt af van:

- De omvang en opbouw van de haard (aantal cysten per kg grond in het centrum van de haard);
- Het raster van monsternamen (de onderlinge afstanden van de monsterprikken, lengte en breedte);
- De hoeveelheid grond die per prik wordt meegenomen;
- Het tijdstip van monsternamen na de teelt (afhankelijk van grondbewerkingen en manier van monsternamen).

Haarden van jonge besmettingen blijken vaak eenzelfde verhouding in opbouw te bezitten. Het zal duidelijk zijn dat naarmate de haard groter is (en een grotere dichtheid in het centrum heeft), deze makkelijker zal worden opgespoord. Naarmate de bemonsteringspunten dichter bij elkaar liggen, is bij haardvormige besmettingen de kans groter dat deze besmetting ook wordt aangetoond. Het vraagt dan meer werk om het perceel te bemonsteren en te

onderzoeken. Bij een bemonsteringsraster van 5 bij 5 meter is de verhouding tussen de opsporingskans en de te maken kosten optimaal.

Voor de hoogste detectiekans kan het beste direct na de aardappelteelt een oppervlakkige bemonstering in de zeefgrond worden uitgevoerd. Na 1 keer ploegen kan het beste een bouwvoordiepe bemonstering uitgevoerd worden. Na 2 keer ploegen is een vrij gelijke verdeling in de bouwvoor ontstaan en maakt de diepte van bemonsteren niet meer uit.

Stroken of blokken

In de praktijk wordt in stroken of in blokken bemonsterd. Bij eenzelfde bemonsteringsraster, hoeveelheid grond en opspoelmethode zijn beide manieren even nauwkeurig. Maar zit er een besmetting, dan wordt die ook weergegeven per strook of blok. De belangrijkste maatregel na het vinden van een besmetting, is het telen van een resistent ras op de gevonden besmetting. De teelt vindt normaal plaats over de lengte van een perceel, dus in veelal in de "teeltstrook". Het resistente ras pakt dan ook de nog niet opgespoorde, secundaire haarden in die strook mee. Een haard is vaak verder uitgewaaid dan de besmette stroken. Om een besmetting goed aan te pakken, moet de eerste 15 meter naast de besmette stroken ook worden meegenomen in die aanpak (teelt van een resistent ras).

Als bij een blokkenbemonstering een besmetting wordt gevonden, moet voor een verantwoorde aanpak van de besmetting het resistente ras in dat blok geteeld worden, maar bovendien over een bredere oppervlakte en over een lange strook in de teeltrichting.

Strokenbemonstering heeft de voorkeur om de volgende redenen:

- Teelt (van resistente rassen) vindt in stroken plaats;
- Secundaire besmettingen liggen meestal in de lengterichting van de strook (in de bewerkingrichting);
- Voor effectieve aanpak van de besmetting hoeft maar een kleinere oppervlakte met een resistent ras beteelt te worden.

Gezien het bovenstaande is aan te raden de teelt en bewerkingen altijd in dezelfde richting te houden.

Besmettingen worden dan het minst over het totale bedrijf uitgesmeerd. Echter, rooimachines rijden vaak rond; verspreiding zal dus ook verder dan de strook plaatsvinden.

Een intensieve bemonstering wordt in verschillende vormen aangeboden. Hoe kleiner de haard die opgespoord moet worden, of: hoe lager aantal cysten per kilo grond, hoe hoger de kosten van de bemonstering zullen zijn. De keuze voor de intensiviteit van de bemonstering zijn afhankelijk van de belangen (pootgoedteelt of consumptieteelt bijvoorbeeld). Uw teeltbegeleider kan u hierover adviseren.



Er zijn verschillende maatregelen om op het akkerbouwbedrijf aardappelmoeheid te beheersen. Een doordachte teeltfrequentie, vruchtwisseling, opslagbestrijding, de inzet van resistente rassen met voldoende tolerantie (afgestemd op de in het perceel aanwezige populatie) en de grondbehandeling met nematiciden zijn elementen waarmee een Aaltjes Beheersing Strategie wordt opgebouwd om aardappelpysteelt onder controle te krijgen.

4.1 DE BASIS: BEDRIJFSHYGIËNE

Om insleep van grondgebonden ziekten, plagen en onkruiden zoveel mogelijk te voorkomen, moet de bedrijfshygiëne goed op orde zijn. De grondgebonden ziekten, plagen en onkruiden kunnen op diverse manieren het bedrijf binnenkomen. De actieve verspreiding van deze organismen zelf is zeer beperkt. Via passieve verspreiding kunnen deze organismen wel over grote afstanden verplaatst worden. Hierbij zijn het verstuiwen met de wind, aanhangende grond aan machines, grondverplaatsing, zaaizaad en pootgoed de belangrijkste verspreiders. Een snelle opsporing van ziektekiemen en beperken van de populatieopbouw is belangrijk om verdere verspreiding binnen het bedrijf en naar andere bedrijven toe zoveel mogelijk te voorkomen.

Grondverplaatsing (zeef- en sorteergond)

Een bron van besmetting is het gebruik van zeef- en sorteergond. Grond van buiten het bedrijf is een groot risico en moet zeker niet op het bedrijf worden toegelaten. Ook zeef- en sorteergond van het eigen bedrijf werkt het verslepen van ziekten in de hand. Uit onderzoek naar het effect van inundatie op ziekteverwekkers in zeef- en sorteergond bleek dat inundatie gedurende 16 weken bij een minimumtemperatuur van 15 °C een goede bestrijding gaf van aardappelpysteeltje, het Noordelijk wortelknobbelaaltje, het vrijlevend wortelaaltje en diverse onkruiden. Een besmetting met wratziekte werd weinig teruggedrongen. Op het bedrijf kan hiervan gebruik gemaakt worden bij sorteergond. Bekleed hiervoor een greppel met landbouwplastic en stort daar de sorteergond in. Zet dit vervolgens een heel seizoen onder water. De grond is dan probleemloos weer uit te rijden over het

perceel. Dit kan ook met bedrijfsvreemde grond, zoals witlofgrond.

Verstuiwen



Verstuiwen van grond betekent verspreiden van aaltjes.

In bepaalde gebieden is verstuiwen de belangrijkste verspreider van grond. Vooral zand-, dal- en zeer lichte zavelgronden zijn gevoelig voor verstuiwen. Tegengaan van verstuiwen op deze gronden is dan ook noodzakelijk. Verstuiwen gebeurt vooral als er sprake is van onbedekte of vrijwel onbedekte grond. Behalve de windkracht spelen ook het vochtgehalte van de toplaag en de vlakheid van de ligging een rol. Aan de windkracht en het vochtgehalte van de toplaag kan over het algemeen weinig worden gedaan. Groenbemesters beperken het stuifprobleem. Grof wegleggen van de grond beperkt het stuiven ook. Na grondontsmetting ligt de grond zo vlak, dat bij een droge periode de kans op verstuiwen groot is. Het ruw lostrekken van de grond, twee à drie weken na het ontsmetten, werkt sterk stuifbeperkend.

Machinereiniging

Ongereinigde machines zijn belangrijke bronnen van besmetting. Hiermee worden grote hoeveelheden grond verspreid. Machines die van buiten het bedrijf komen, moeten schoon op het bedrijf worden ontvangen. Verspreiding binnen het bedrijf is te beperken door de machines bij de overgang van het ene naar het andere perceel te reinigen. Deze maatregel is vooral belangrijk als een besmetting aanwezig is.



Goed afsprengen voorkomt inslepen van bodemziekten.

Met een grove reiniging van machines wordt de meeste aanhangende grond snel verwijderd. Ook wordt dan de grond die het eerst van de machines valt, verwijderd. Het heeft de voorkeur om machines bij overgang naar een ander perceel schoon te spoelen. Denk vooral aan de grondontsmettingmachines. De kans is groot dat deze machines van besmette percelen komen. Ze moeten daarom extra zorgvuldig schoongemaakt worden voordat ze op het bedrijf komen.

Invloed teeltrichting

Besmettingen worden veelal in de bewerkingsrichting verspreid. Het wijzigen van de teeltrichting, bijvoorbeeld om op een kleiner oppervlak een resistent ras te kunnen telen, heeft als gevolg dat besmettingen nu ook dwars over het perceel worden verspreid. Daarom wordt dat afgeraden.

Pootgoed

Aan aardappelpootgoed zit meestal een kleine hoeveelheid grond. Met goedgekeurd pootgoed zullen nooit grote hoeveelheden cysten meekomen, maar de kans op een besmetting blijft aanwezig. Door pootgoed te gebruiken van percelen die met de AM-intensief methode gecontroleerd en vrij bevonden zijn, is het risico op een besmetting zeer gering. Een andere mogelijkheid is het wassen van pootgoed. In verband met andere ziekten, waarvan bacterieziekten de belangrijkste zijn, is dit alleen verantwoord uit te voeren met pootgoed dat nog niet gekiemd en absoluut vrij is van rot. Wassen moet met het zogeheten tegenstroomprincipe. Daarna moet het pootgoed direct worden gedroogd met droogrollen of ventilatoren.

Aardappelopslag bestrijden

Door rooiverliezen blijven veel, vooral kleine, maar ook grote knollen na de oogst op het land achter. In volggewassen zoals bieten en granen, niet-waardplanten, kunnen tot 400.000 aardappelplanten per hectare als onkruid voorkomen. Aardappelopslag is beslist niet alleen een probleem in het eerste jaar na het laatste aardappelgewas. Ook opslagplanten vormen nieuwe knollen, waardoor het probleem in de volgende jaren eerder zal toenemen dan afnemen. Door aardappelopslag van vatbare rassen in de volggewassen wordt het vruchtwisselingseffect geheel teniet gedaan. In plaats van een afname van de populatie zal een toename optreden. Hoe sterk de toename van de aaltjespopulatie zal zijn, is afhankelijk van het aantal opslagplanten per m² en van de mate waarin deze al dan niet door het hoofdgewas worden overschaduwd. Voor G. pallida werden in tarwe- en haverpercelen met aardappelopslag drievoudige vermeerderingen van het aaltje gemeten en in percelen met het (te) laat sluitende gewas maïs, vermeerderingen gelijk aan die van een volledige aardappelteelt. Aardappelopslag van een vatbaar ras in een teelt met een resistent ras, doet afbreuk aan het sanerende effect van het resistente ras. Dat geldt ook voor de aanwezigheid van vatbare planten in een resistent aardappelgewas door vermenging van pootgoed. De mate van loofontwikkeling, en dus de concurrentiekracht van het hoofdgewas vroeg in het seizoen ten opzichte van de opslagplanten, bepaalt in hoeverre het sanerende effect van het resistente ras ongedaan wordt gemaakt.

Aardappelopslag van resistente rassen leidt tot meer selectie. Het werkt versnellend op de ontwikkeling van resistentie-doorbrekende populaties van het aardappelpootgoed. Ook doet het afbreuk aan het sanerend effect van de vruchtwisseling en van de teelt van een resistent ras. Gemiddeld is de levenscyclus van de aardappelpootgoed-aaltjes half juli voltooid. Om een vermeerdering te voorkomen, moet aardappelopslag vóór de langste dag op 21 juni dood zijn.

In een open gewas kan aardappelopslag goed worden bestreden.



In een gewas als graan is de bestrijding van aardappelopslag een probleem.

Opslag beperken kan door rooiverlies te verminderen en gebruik te maken van een krielkneuzer (alleen geschikt op lichtere gronden). Door voor de winter geen kerende grondbewerking uit te voeren, kunnen verliesknollen in de winter bevroren. Helaas is dit niet in alle jaren een effectieve methode. Kies na de teelt van aardappelen voor een open teelt zoals suikerbieten. Aardappelopslag kan dan effectief worden bestreden met glyfosaat. Dit kan na een zachte winter wel de nodige tijd kosten, maar is voor schoon bedrijf absoluut noodzakelijk.

Mest

Ook via dierlijke mest kunnen cysten het bedrijf binnenkomen. Dit risico is vooral groot bij mest van rundvee dat is gevoerd met aardappelen. Mest is veilig als het twee maanden lang is bewaard bij temperaturen boven 12 °C. Gebruik daarom alleen rundveemest van een veilige herkomst. Mest van varkens en pluimvee levert meestal weinig risico's op.

Vruchtwisseling

In theorie is het mogelijk aardappelmoeheid met vruchtwisseling in de hand te houden, maar gezien de lange wachtperiode (gemiddeld zes tot acht jaar) is dit zowel bedrijfsmatig als economisch vaak niet interessant.

4.2 CHEMISCHE GRONDONTSMETTING

Voor de chemische bestrijding zijn twee groepen middelen beschikbaar: de vluchtige middelen (fumiganten, natte grondontsmetting, toegediend als vloeistof) en de niet-vluchtige middelen, de microgranulaten.

Vluchtige middelen

Natte grondontsmetting evenaart alleen bij zeer hoge dodingpercentages de werking van een resistent ras. In de praktijk wordt 80 procent doding vrijwel nooit gehaald. Natte grondontsmetting zorgt dan slechts voor het eenmalig saneren van hoge besmettingsniveaus.

Van de middelen voor natte grondontsmetting, ook fumiganten genoemd, is op dit moment alleen methyliso-thiocynaat (MITC) toegelaten. Het middel

wordt als een waterige oplossing van metam-natrium toegediend, bij voorkeur met een zogenaamde spitinjecteur. Metam-natrium wordt in de bodem binnen enkele uren volledig omgezet in het vluchtige aaltjes- en schimmeldodende methylisothiocynaat. Deze middelen moeten na de oogst of in het voorjaar voldoende lang voor het zaaien of poten worden toegediend, omdat ze een nadelig effect op planten hebben. Afhankelijk van de bodemtemperatuur in de herfst 1 tot 3 weken voor zaaien en in het voorjaar 6 tot 10 weken voor zaaien of poten. Om uitspoeling van residuen van de werkzame stoffen naar het grondwater te voorkomen, mogen grondbehandelingen met fumiganten niet worden uitgevoerd in de periode van 16 november tot en met 15 maart. Sinds het jaar 2000 mag zo'n grondbehandeling met fumiganten nog slechts eenmaal in de vijf jaar op hetzelfde perceel worden uitgevoerd. Daarvoor is een vergunning van de Plantenziektenkundige Dienst (PD) nodig.

Bodemconditie

Het vochtgehalte van de bodem en de bodemtemperatuur bepalen het effect van de grondbehandeling. Voor een goede doordringing van de werkzame stof moet de grond los en kruimelig zijn, zonder harde, ondoordringbare kluiten of lagen, en moet de grond matig vochtig zijn. Een vuistregel hiervoor is dat de grond goed bewerkbaar moet zijn (dus ook vrij van lange loof- en stroresten en wortelstukken van onkruiden) en feitelijk geschikt is om in te zaaien. De bodemtemperatuur, gemeten rond één uur in de middag op 15 cm diepte, moet liefst niet lager zijn dan 5 °C en niet hoger dan 20 °C. Na het inbrengen van het middel moet de bovenlaag van de grond goed worden geëgaliseerd, verdicht en met behulp van één of twee aangedreven rollen goed worden afgedicht, om het ontsnappen van de gasvormige nematiciden naar de lucht zoveel mogelijk te vertragen.

Niet-vluchtige middelen

Granulaten kunnen in elk geval op de zandgronden met lage pH's (< 5,5), bij volveldstoepassing het effect van de partiele resistente rassen versterken. Ze maken het mogelijk om bij rassen waarvan de RV te hoog ligt, de populatieontwikkeling toch in toom te houden. Wanneer er verschillende rassen gebruikt worden, is het effect van het granulaat voor de totale rotatie het sterkst bij de rassen met de hogere RV.

De niet-vluchtige middelen, aldicarb, ethoprofos, fosthiazate en oxamyl, worden kort voor of tijdens het poten toegepast. Ze werken in op het zenuwstelsel van de aaltjes. Gedurende langere of kortere tijd hebben ze een verlamdend effect op de aaltjes die daardoor immobiel worden. Deze middelen zijn alleen effectief tegen aaltjes die zich vrij in de grond bewegen en hebben dus geen effect op eitjes en larven die zich in rust bevinden, binnen de cyste. Ook actieve aaltjes die de wortels van hun waardplant zijn binnengedrongen, ontsnappen aan de werking van deze zogeheten nematostatica.

Afhankelijk van het besmettingsniveau en de te verwachten schade worden de middelen op twee manieren toegepast:

- een volveldstoepassing, waarbij de voorgeschreven hoeveelheid (de normale dosering) van het middel breedwerpig wordt gestrooid en vervolgens bij voorkeur met behulp van een bouwvoordiep werkende roterende spitmachine door de gehele teeltlaag wordt gemengd.
- een rijtoepassing, waarbij $\frac{1}{4}$ van de normale dosering van het middel na het trekken van de pootgeul in een 25 cm brede strook (over de pootgeul en aan weerszijden daarvan) wordt gestrooid.

De niet-vluchtige middelen worden onder andere ingezet ter vervanging van de vluchtige middelen, als een succesvolle toepassing van een fumigant niet meer mogelijk is. Bijvoorbeeld doordat het land te laat vrijkwam of de grond te nat was. Granulaten worden ook ingezet als rijenbehandeling in combinatie met de teelt van resistente rassen, afhankelijk van de te verwachten schade. De te verwachten schade door aardappelcysteaaaltjes is afhankelijk van verscheidene factoren, zoals het besmettingsniveau, de grondsoort en de tolerantie van het te gebruiken ras.

Op dalgrond werken granulaten minder goed door binding aan de organische stof. De werking wordt uitgedrukt in het werkingspercentage: het percentage waarmee de vermeerdering wordt gereduceerd. Dat ligt rond de 40 procent. De werking van granulaten is sterk pH-afhankelijk. Hoe hoger de pH, hoe sneller de middelen worden afgebroken. De resultaten van het zand gelden daarom niet zonder meer voor andere gronden met een pH boven de 5,5.

Op kleigrond heeft granulaat geen enkele invloed op de vermeerdering van de aaltjes. Dit geldt zowel voor het vatbare ras als voor de resistente rassen. De rijen-toepassing van granulaat speelt daarom geen rol van

betekenis in de beheersing van aardappelcysteaaaltjes op de kleigronden. Granulaten hebben wel een licht opbrengstverhogend effect. Dat geldt ook bij lage aaltjesdichtheden en zowel op zand-, dal- als kleigrond. Een verklaring hiervoor is er niet.

Adaptatie

Bij veelvuldig gebruik van zowel de vluchtige als de niet-vluchtige middelen kunnen deze minder effectief worden. Dat komt doordat de organismen in de bodem zich kunnen aanpassen aan het gebruik. De werkzame stoffen worden dan zó snel afgebroken dat ze onvoldoende lang aanwezig zijn om goed te kunnen werken. Dit verschijnsel wordt adaptatie genoemd en blijkt specifiek voor elk van de actieve stoffen. Adaptatie wordt weer ongedaan gemaakt door voldoende lange perioden tussen toepassingen van hetzelfde product in acht te nemen. Om adaptatie te voorkomen, worden middelen afwisselend toegepast. Momenteel zijn goede toetsen voorhanden om bij twijfel (de mate van) adaptatie van tevoren vast te stellen en zo tot een juiste keuze van het middel te komen.

4.3 VOORBEELDEN VOOR BEHEERSING AARDAPPELMOEHEID

Voor de beheersing van aardappelmoehheid kan gekozen worden uit de volgende maatregelen:

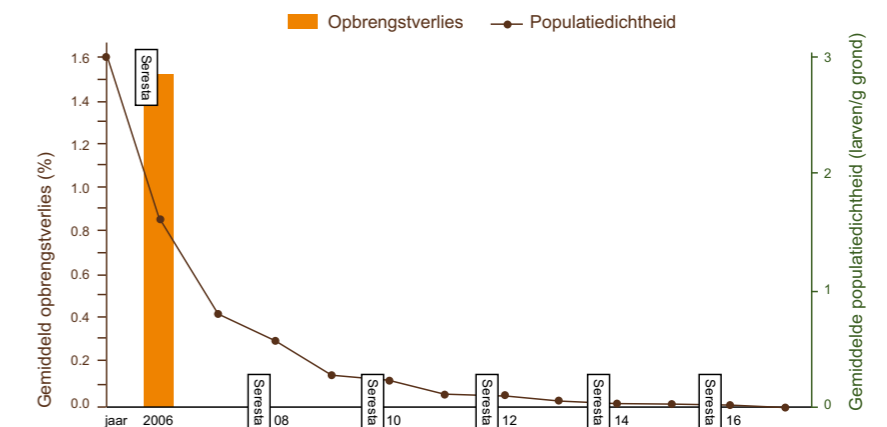
- teeltfrequentie;
- meer of minder resistente rassen;
- natte grondontsmetting;
- toepassing van granulaten.

Deze maatregelen kunnen op verschillende manieren worden ingepast. In de volgende voorbeelden worden deze maatregelen uitgewerkt. De in het voorbeeld gebruikte rassen staan model voor rassen met verschillende Relatieve Vatbaarheid (RV). Bintje staat model voor een volledig vatbaar ras met een RV van 100 procent, Santé voor een ras met een RV van 30 procent en Innovator en Seresta staan model voor een ras met een RV kleiner dan 10 procent. De voorbeelden hebben een bredere geldigheid dan alleen voor de genoemde rassen. Het gaat in de voorbeelden om een besmetting met *G. pallida*. In een aantal scenarioberekeningen (gemaakt met behulp van het beslissingsondersteunende programma NemaDecide) zal worden nagegaan wat de mogelijkheden van de genoemde maatregelen



zijn. Er wordt voor de natuurlijke afname gerekend met 50 procent in het jaar na de aardappelteelt en 35 procent in de overige jaren. Er wordt gestart met een besmettingsniveau van drie larven per gram grond. Dit komt overeen met ongeveer 10 cysten per kg grond. Let bij het bestuderen van de figuren op de schaalverdeling van de assen. Deze wisselt per figuur.

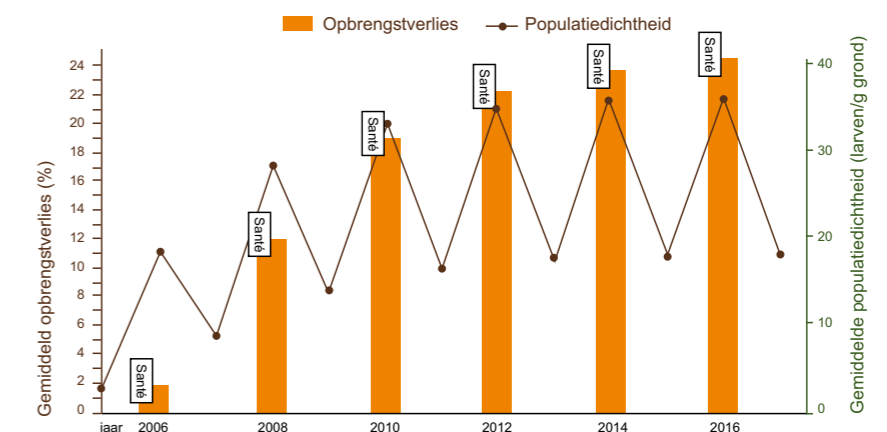
Scenario 1: 1 op 2 Seresta



Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij 1:2 Seresta (RV 2%). (Bron: NemaDecide)

De RV van Seresta is zo laag dat de toename door de teelt ook binnen een 1 op 2 bouwplan ruimschoots wordt gecompenseerd door de natuurlijke aaltjesafname. In de loop der jaren zakt de populatie verder weg. Door de sterke schadegevoeligheid (lage tolerantie) van Seresta moet bij een hogere aanvangsbesmetting in de eerste jaren wel rekening worden gehouden met schade. Rassen met een zo hoge graad van resistentie kunnen dus verbouwd worden binnen nauwe bouwplannen. De aaltjesdichtheid moet bij aanvang wel laag liggen, zodat de schade beperkt blijft.

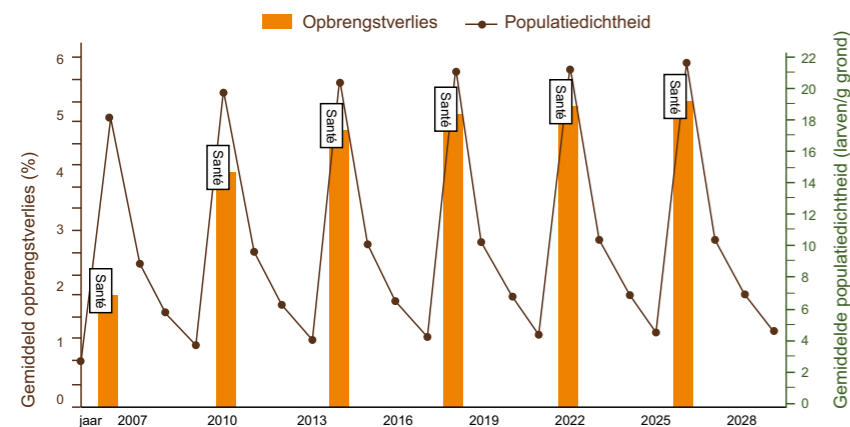
Scenario 2: 1 op 2 Santé



Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij 1:2 Santé (RV 30%). (Bron: NemaDecide)

De lagere resistentiegraad van Santé in vergelijking met die van Innovator leidt ertoe dat de vermeerdering niet meer gecompenseerd wordt door de natuurlijke afname. Binnen een 1 op 2 bouwplan komt Santé, ook bij een lage aanvangsbesmetting, ver boven de grens waarbij opbrengstschade optreedt. De RV van Santé op deze populatie is dan ook te hoog voor een 1 op 2 bouwplan.

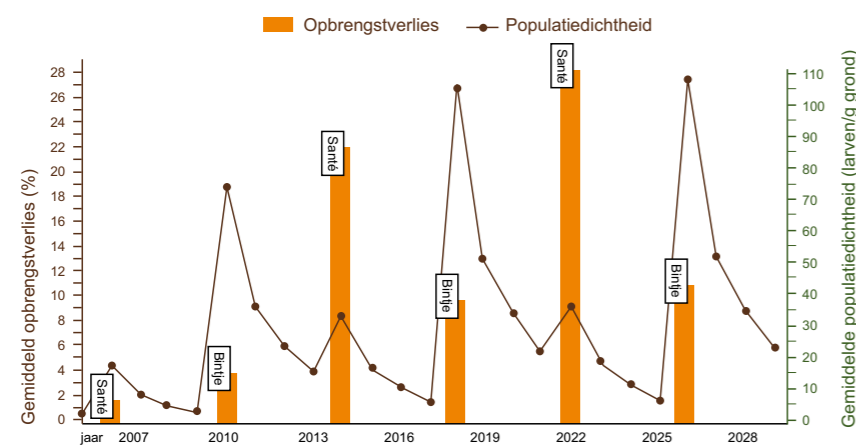
Scenario 3: 1 op 4 Santé



Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij 1:4 Santé (RV 30%). (Bron: NemaDecide)

De twee extra jaren natuurlijke afbraak maken dat de vermeerdering op Santé beter gecompenseerd wordt. Binnen een 1 op 4 bouwplan ligt de opbrengstschade op een veel lager niveau. Het hangt dus van de teelfrequentie af welke RV nodig is om de populatie te controleren: hoe hoger de frequentie, hoe lager de relatieve vatbaarheid mag zijn (en dus hoe hoger het gewenste resistentieniveau).

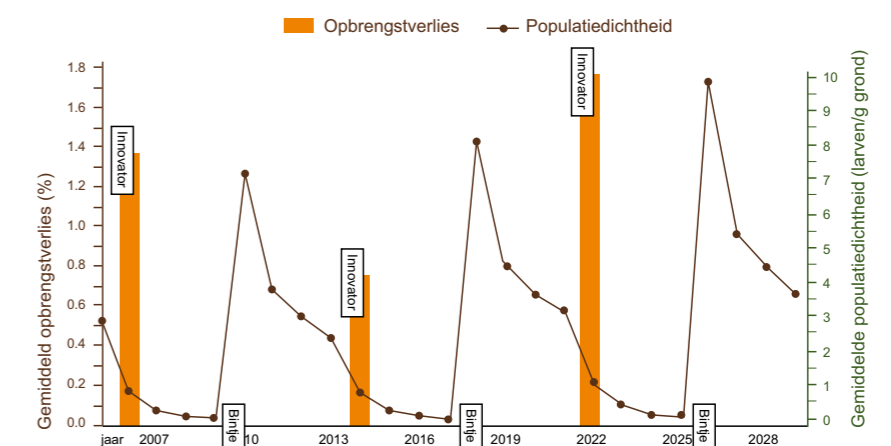
Scenario 4: 1 op 4 afwisselend vatbaar en resistent



Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij 1:4 afwisselend Bintje (RV 100%) en Santé (RV 30%). (Bron: NemaDecide)



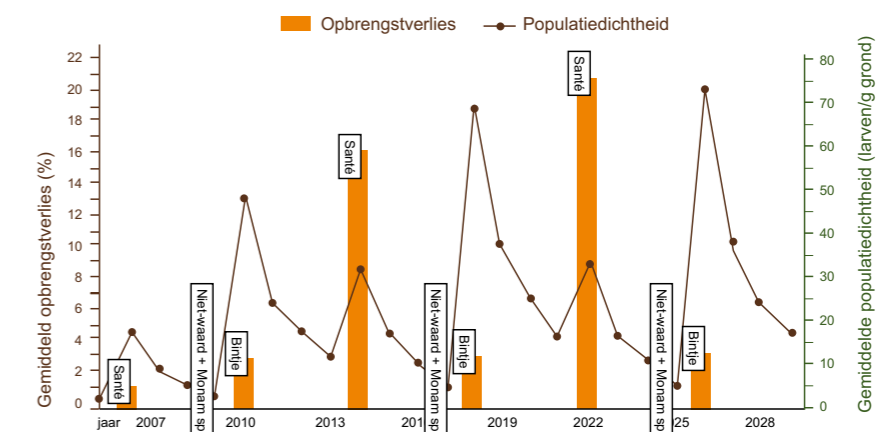
Dit scenario wordt in de praktijk vaak geopperd. Het achterliggende idee is dat met het resistente ras de populatie wordt afgebouwd en dat deze afbouw de vermeerdering door de teelt van het vatbare ras kan compenseren. Uit de figuur blijkt dat dit laatste niet het geval is. Ondanks het feit dat Santé een hoge resistentiegraad heeft, is het binnen een 1 op 4 rotatie onmogelijk om de vermeerdering onder de vatbare Bintje te compenseren. De populatie stijgt in de eerste jaren in omvang, waardoor met name bij Santé veel opbrengstverlies ontstaat. Binnen nauwere bouwplannen wordt dit nog moeilijker. Zelfs bij een verruiming van het bouwplan naar 1 op 8 zal er in Santé nog een opbrengstverlies van 9 procent ontstaan.



Populatieverloop en percentage opbrengstderving bij 1:4 afwisselend Bintje (RV 100%) en Innovator (RV 1%). (Bron: NemaDecide)

Ook een hoog resistent, maar weinig tolerant ras als Innovator zal in dit bouwplan schade lijden wanneer afgewisseld wordt met Bintje. Zelfs een verruiming van het bouwplan naar een 1 op 8 leidt op termijn tot schade.

Scenario 5: 1 op 4 afwisselend Bintje en Santé, met 1 op 8 grondontsmetting



Populatieverloop en percentage opbrengstderving, bij 1:4 afwisselend Bintje (RV 100%) en Santé (RV 30%), 1:8 grondontsmetting (50% doding). (Bron: NemaDecide)



In dit voorbeeld is uitgegaan van 50 procent doding bij grondontsmetting. Een grondontsmettingseffect van 50 procent is niet afdoende om het effect van de vermeerdering onder Bintje teniet te doen. De besmetting blijft op schadelijke niveaus (boven 2 larven per gram grond). Pas bij een grondontsmetting met 80 procent doding kan dit bouwplan worden rondgezet. Een doding van 80 procent is echter in veel situaties niet haalbaar, onder meer door de zwaarte van de grond of het optreden van adaptatie. Daarmee wordt dit bouwplan door de teelt van het vatbare ras duur en risicovol.

4.4 VERDERE OPLOSSINGSRICHTINGEN

Naast een goede bedrijfshygiëne, chemische grondontsmetting en een juiste rassenkeuze zijn er meer oplossingsrichtingen.

4.4.1 Gebruik vanggewassen

Vanggewassen zijn gewassen die de aaltjes in het voorjaar uit hun rusttoestand lokken, maar ze geen kans geven om zich te vermeerderen. Belangrijk is dat een eenvoudige teeltechniek beschikbaar is. Een voorbeeld van een vanggewas is een aardappelgewas dat heel kort wordt geteeld. Raketblad is een voorbeeld van een gewas dat de aaltjes niet vermeerdert.



Een volvelds teelt van aardappel als vanggewas.



Aardappel als vanggewas kan het best met een uienplanter gepoot worden om zoveel mogelijk volvelds te telen.

Aardappel

Met ingang van het teeltjaar 2006 accepteert de PD de teelt van aardappel als vanggewas als officiële bestrijdingsmaatregel op terreinen die met aardappelcysteaaltjes zijn besmet. Mits zorgvuldig uitgevoerd, is het haalbaar om een afname in de populatiedichtheid van 80 tot 90 procent te halen. Hiermee voldoet de teelt van aardappel als vanggewas aan een van de eisen die de PD stelt aan een bestrijdingsmaatregel voor aardappelmoeheid. De werking berust erop dat het gewas wordt doodgespoten nadat de lokking heeft plaatsgevonden, maar vóórdat de vermeerdering rond is. Dit kan als bestrijdingsmaatregel tussen de aardappelteelten, maar dit idee is ook bruikbaar als onderdeel van de reguliere aardappelteelt door valplekken veroorzaakt door aardappelcysteaaltjes tijdig dood te spuiten.

Teeltwijze

De teelt van aardappel als vanggewas steekt echter erg nauw. Een optimale bestrijding vindt plaats bij een teeltduur van rond de 40 dagen. Veel eerder poten dan eind april heeft geen zin, omdat bij een bodemtemperatuur onder de 10 °C geen lokking optreedt. Een aardappelgewas telen in het najaar als vanggewas heeft geen zin doordat de aaltjes in de cysten zich niet het hele jaar door laten lokken. Om zoveel mogelijk aaltjes te lokken, moet de bouwvoor snel en volledig worden doorworteld. Dit wordt het best bereikt door het vanggewas niet op ruggen te telen maar op bedden, met een zo smal mogelijk spoor tussen de bedden. Dit is de best mogelijke benadering van een volvelds teelt. Hiervoor moet in het voorjaar met de rotorkop een pootbed losgemaakt worden. Een snelle en volledige doorworteling van de bouwvoor ontstaat bij een poot- en rijafstand van 30 centimeter en

een pootdiepte van 5 centimeter. Dit kan door bijvoorbeeld een uienplantmachine te gebruiken. Bij deze teeltvorm is het ook voor de PD duidelijk dat het hier om een vanggewas gaat en niet om een reguliere aardappelteelt. Als de aardappelen toch met een reguliere pootmachine gepoot worden, zal de doorworteling minder goed zijn, wat resulteert in een minder hoog dodingpercentage. Het pootgoed moet in het 'witte puntjes'-stadium verkeren, zodat het, eenmaal gepoot, snel uitloopt. Als pootgoed kan het best gekeurd ondermaats pootgoed worden gebruikt. Om geen onnodige risico's op vermeerdering te nemen, moet het ras bij voorkeur hoog resistent zijn. Op een zeer hoge besmetting moet het ras ook zeer tolerant zijn omdat anders door gewasschade de bouwvoor niet goed wordt doorworteld en er dan niet voldoende lokking van de aaltjes optreedt.

Doden

Een belangrijk aspect is ook het tijdstip en de wijze van doden van het vanggewas. Het moment van doding van het vanggewas luistert nauw. Bij een te vroege doding is het bestrijdingseffect gering, een te late doding kan leiden tot een vermeerdering van het aaltje. Een teeltduur van 40 dagen vanaf poten is een veilige termijn om voldoende lokking te krijgen en een vermeerdering te voorkomen. Op teeltdag 40 behandelen met glyfosaat is de enige goede methode om vermeerdering van de aardappelcysteaaltjes te voorkomen. Houd ook rekening met de HPA-regelgeving: een vanggewas dat na de langste dag (21 juni) nog groen is, wordt door het HPA als aardappelteelt geregistreerd. De officiële regelgeving van de PD luidt als volgt:

- Uitvoering is alleen toegestaan in het voorjaar.
- Het gebruikte pootgoed voldoet aan eisen van wet- en regelgeving (incl. HPA-verordeningen).
- Teelt is uitsluitend toegestaan op bedden of vlakvelds (dus geen ruggenteelt).
- Een regelmatige verdeling van de planten, met een dichtheid van minimaal 9 planten per m². Dit kan bijvoorbeeld bereikt worden met een poot- en rijafstand van 30 cm.
- Het vanggewas moet uiterlijk op de 40e dag na poten door middel van een behandeling met glyfosaat worden gedood.
- Op het perceel rusten geen besmetverklaringen die de teelt van aardappelen verbieden (zoals bruinrot).
- Het besmette perceel ligt niet in een zogeheten aardappelteeltverbodsgebied.



Half juni worden de cysten zichtbaar op het wortelstelsel. Gele cysten duiden op *G. rostochiensis*, witte cysten kunnen zowel *G. rostochiensis* als *G. pallida* cysten zijn.

Meer informatie over aardappel als vanggewas kunt u vinden op de website van de Plantenziektenkundige Dienst, www.minlnv.nl/pd onder Schadelijke organismen.

Voor de teelt van aardappelen als vanggewas zijn ook de vruchtwisselingsvoorschriften van het HPA van toepassing. Bij het HPA moet een ontheffing van de vruchtwisselingsvoorschriften worden aangevraagd. De PD staat het gebruik van glyfosaat voor het doden van aardappelen als vanggewas toe. Deze toepassing staat niet op het gebruiksvoorschrift van glyfosaat. De PD staat glyfosaat toch toe voor deze toepassing, omdat dit het enige middel is waarmee volledige doding van het gewas, dus inclusief de wortels, mogelijks is. Dit is noodzakelijk voor het voorkomen van de vorming van nieuwe cysten en dus voor een succesvol bestrijdingsresultaat.

Doodspuiten van valplekken

Het doodspuiten van slecht groeiende plekken in het aardappelgewas, als gevolg van een besmetting met aardappelcysteaaltjes, is ook een interessante optie. Half juni is vast te stellen van een valplek wordt veroorzaakt door aardappelcysteaaltjes, omdat dan de gevormde vrouwtjes zichtbaar worden op het wortelstelsel.

De vrouwtjes bevatten op dat moment nog geen eieren en het doodspuiten vóór 21 juni met glyfosaat zal dan een sterk bestrijdend effect hebben op de aaltjespopulatie. Neem bij het doodspuiten een ruime marge om de valplek heen. Aan de randen van de valplek bevinden zich ook veel aaltjes. Een veilige marge is links en rechts van de valplek minimaal 10 meter en in de bewerkingrichting minimaal 30 meter voor én na de valplek.

Raketblad

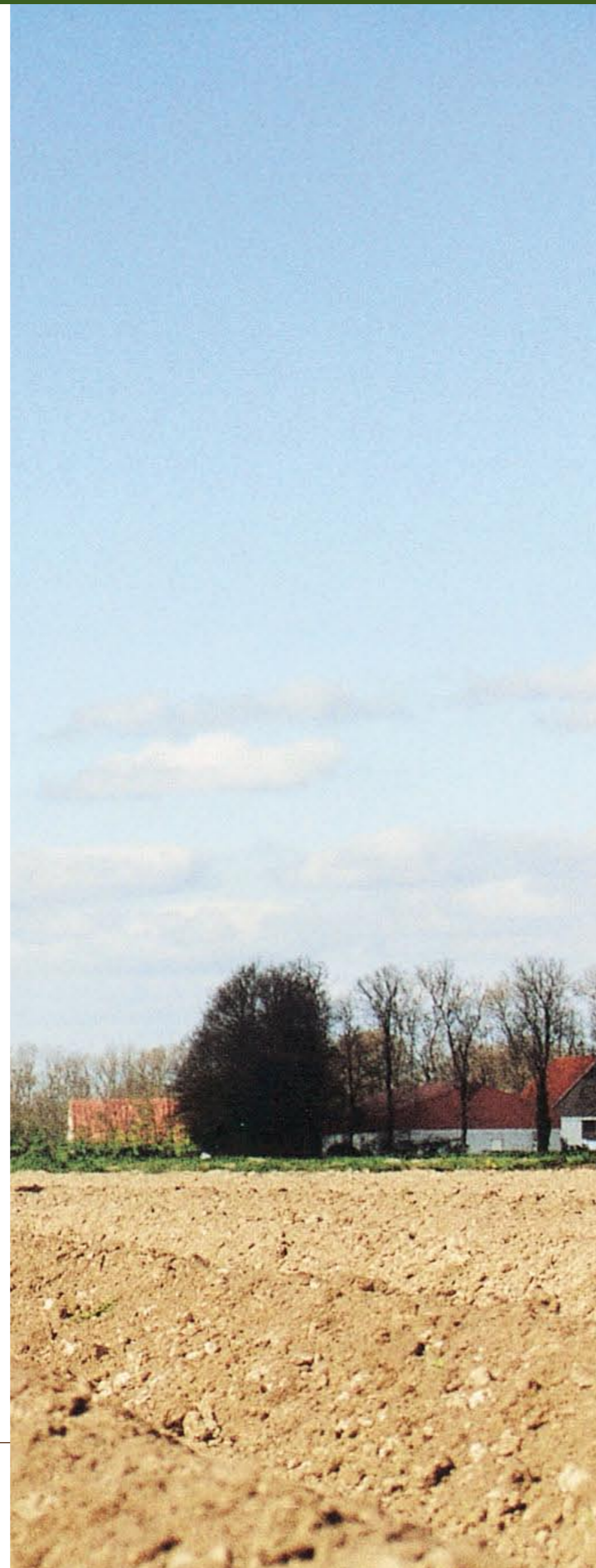
Raketblad (*Solanum sisymbriifolium*) is door de PD erkend als bestrijdingsmaatregel en levert het recht op een herbemonstering op. Raketblad heeft de meeste kans van slagen als het gewas in mei wordt gezaaid. Er kan het beste gekozen worden voor een systeem waarbij 1,5 tot 3 kilo zaad per hectare wordt gezaaid bij een rijafstand van 25 cm. Raketblad kan met een nokkenradzaamachine, een precisiezaamachine en een pneumatische zaaimachine worden gezaaid. Raketblad heeft geen grote stikstofbehoefte. Een gift van 40 tot 80 kilo N per hectare is voldoende. Meerjarig veldonderzoek heeft aangetoond dat de lokking van aardappelvysteaaltjes door raketblad in het veld varieerde van 15 tot 72 procent. Het gemiddelde was 52 procent. Bij braak is de lokking gemiddeld 23 procent. Raketblad doet het dus beter dan braak, maar minder goed dan aardappelen als vanggewas. Aardappelen lokken 80 tot 90 procent.



Raketblad vormt een fors gewas.

4.4.2 Anaërobie

Er zijn saneringsmogelijkheden in ontwikkeling met biologische grondontsmetting. Hierbij wordt een hoeveelheid organische stof (aangevoerd of ter plekke geteeld) ingefreesd. Daarna wordt de grond 2 maanden afgedekt met speciaal folie. Onder de folie ontstaat een zuurstofloze situatie, ook wel anaërobe situatie genoemd. Aaltjes kunnen daar niet overleven. De techniek is ook veelbelovend in de bestrijding van bodemschimmels en sommige onkruiden.



Het is mogelijk om te komen tot een 'bodemgezonde' bedrijfsvoering met een minimum aan grondontsmetting en/of granulaten door de toepassing van AMI aangepast aan het teeltdoel, door gebruik te maken van de perceelsspecifieke informatie van de aanwezige aardappelvysteaaltjes, van de teeltfrequentie en van de partiële resistentie in rassen.

5.1 AANPAK IN CONSUMPTIEAARDAPPELTEELT

Voorkomen van insleep via een doeltreffende bedrijfshygiëne en het bestrijden van aardappelopslag blijven eerste vereisten. Pootgoed afkomstig van via AMI-bemonstering (AardappelMoeheid Intensief) vrijverklaarde percelen heeft een meerwaarde boven pootgoed van percelen waar de AM-vrijverklaring is afgegeven op basis van de minimumbemonstering.

Situatie volgen

AM-vrije grond is ook voor een consumptieaardappelteler waardevol. Denk alleen maar aan de mogelijkheid om land te verhuren voor boomkwekerij of bollenteelt, waarvoor grond met een AM-onderzoeksverklaring een vereiste is. Voor de consumptieaardappelteler die zijn grond zo goed mogelijk vrij wil houden, is de aanpak gelijk aan die van een pootgoedteler. Na de teelt wordt de situatie gevolgd met behulp van AMI. Via een vorm van intensieve bemonstering moeten besmettingen vroegtijdig opgespoord worden, zodat resistente rassen nog kunnen worden verbouwd zonder schade. Het is zaak om een nieuwe besmetting snel op het spoor te komen om versleping over het bedrijf tot een minimum te beperken.

Soortbepaling en rassenkeuze

Als er cysten worden aangetroffen, moeten pootgoedtelers en consumptieaardappeltelers een soortbepaling laten uitvoeren. Veroorzaakt *G. rostochiensis* de besmetting, dan is er een ruime keuze aan Ro-resistente rassen. Daarmee kan de besmetting worden gesaneerd. Komt uit de soortbepaling dat de besmetting *G. pallida* is, dan moet worden omgeschakeld naar Pa-resistente rassen. Helaas is het assortiment voor consumptie momenteel beperkt tot de rassen Innovator, Santé, Vechtster, Homage, Aziza, Ballade en Maritiema. Een bijkomend probleem is de koppeling van telers en rassen aan handelshuizen, waardoor telers lang niet

altijd in de gelegenheid zijn het door hen gewenste *Pallida*-resistente ras te telen.

Grondontsmetting

Grondontsmetting is voor consumptieaardappeltelers met AM alleen een oplossing in combinatie met andere teeltmaatregelen. De verruiming van de grondontsmetting naar 1 op 5 heeft daarom in de pootgoed- en consumptieaardappelteelt niet voor extra problemen gezorgd.

De problemen voor deze groep telers liggen vooral in de beperkte keuze van Pa-resistente consumptierassen. Dat maakt de beheersing van een opgelopen besmetting moeilijk. Als geen resistente rassen beschikbaar zijn, is bij een besmetting met *G. pallida* de verruiming van de teeltfrequentie de enige structurele oplossing.

5.2 AANPAK IN ZETMEELAARDAPPELTEELT

Er zijn in de zetmeelteelt voldoende hoog resistente rassen beschikbaar om een besmetting afdoende te saneren. Aandachtspunt is wel de opkomst van besmettingen met *G. rostochiensis* omdat de nieuwe rassen niet meer automatisch resistentie tegen beide soorten aardappelvysteaaltjes (*G. pallida* en *G. rostochiensis*) in zich hebben.

Correctie met natte grondontsmetting heeft alleen zin als de aaltjespopulatie van een dermate agressief pathotype is dat zelfs hoog resistente rassen niet afdoende werken. Deze populaties zijn gelukkig nog een zeldzaamheid.

Wanneer aardappelmoeheid wordt beheerst via resistente rassen, is het van belang bedacht te zijn op andere potentiële aaltjesproblemen zoals wortelknobbelaaltjes, *Trichodoriden* en wortellesieaaltjes. In geval van risicoteelten kan via een doordachte opzet van het bouwplan en via bemonstering ook voor deze aaltjes de grondontsmetting tot een minimum worden teruggebracht.

5.3 AANPAK IN POOTGOEDAARDAPPELTEELT

Pootgoedtelers moeten zelf het land laten bemonsteren voor het verkrijgen van een AM-onderzoeksverklaring. De verleiding is groot om uit kosten oogpunt en op basis van risico-inschatting alleen de vereiste minimumbemonstering te laten



uitvoeren. Deze bemonstering is immers voldoende voor een AM-onderzoeksverklaring.

Situatie volgen

De minimumbemonstering is echter niet geschikt voor de beheersing van AM op bedrijfsniveau. Een praktische oplossing is om direct na de aardappelteelt, nog voor het lostrekken van de grond, het perceel op vrijwillige basis te laten bemonsteren via AMI (AardappelMoeheid Intensief). Deze bemonstering geeft een goed beeld van de besmettings situatie op het bedrijf.

Laat in het najaar voor de volgende aardappelteelt nogmaals voor een AM-onderzoeksverklaring bemonsteren, maar nu met een 200 cc-monster per eenderde hectare. Vraag hierbij expliciet ook naar een soortbepaling. Anders wordt een eventuele besmetting automatisch als *G. pallida* geïdentificeerd. Alleen de stroken waarvan de monsters komen die de wettelijke norm voor besmetting te boven gaan, worden uitgesloten van de pootgoedteelt.

Soortbepaling en rassenkeuze

Op de stroken die bij AMI – het voorgaande grondonderzoek – besmet zijn bevonden, kan dan pootgoed met de juiste resistentie worden geteeld. Daarom is de soortbepaling belangrijk. Bij een besmetting met *G. rostochiensis* is er een ruime keuze aan resistente rassen. In het geval van *G. pallida* is er wel voldoende resistentie binnen de zetmeelaardappelrassen, maar bij de consumptieaardappelrassen is de keuze veel beperkter.

Voordeel van deze manier van werken is dat de teler zelf tijdig weet hoe de AM-situatie is en zijn maatregelen kan nemen. Vooral pootgoedtelers moeten zich realiseren dat de teelt van laag partieel resistente rassen (dus rassen met een hoge RV) op grond besmet met *G. pallida* langzaam maar zeker leidt tot een lichte maar egale besmetting van het perceel. Hierdoor neemt de kans op een besmetverklaring in de loop van de tijd toe. Het is daarom raadzaam om bij een *G. pallida* besmetting alleen hoog resistente rassen in te zetten.

Grondontsmetting

Ook voor de pootgoedaardappelteelt geldt dat de grondontsmetting een verkeerde rassenkeuze niet kan compenseren.

Overige aaltjes

Voor de pootgoedteelt is het van belang om ook een besmetting met andere aaltjes zoals *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* (quarantaine-organismen) of *Trichodorida* (in verband met kringerigheid) te voorkomen. Op een pootgoedbedrijf moet daarom ook op deze aaltjes worden bemonsterd. Dat geldt zeker voor bedrijven op de lichtere gronden.

Melding

Vanaf 2004 zijn de bemonsteringsinstanties verplicht een eventuele besmetting met aardappelpoetaaltjes te melden aan de PD. Voor de consequenties hiervan zie Hoofdstuk 1 Regelgeving aardappelmoeheid. Alle informatie rondom regelgeving staat op de site van de PD, www.minlnv.nl/pd onder Schadelijke organismen.





Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag
T 070 – 370 84 26 • F 070 – 370 83 13 • aaltjesbeheersing@hpa.agro.nl • www.kennisakker.nl