

Beheersing van aardappelmoeheid in de akkerbouw

Alles over aardappelmoeheid (AM): achtergronden, regelgeving, bemonstering, bestrijding en beheersing



Kijk op
www.bo-akkerbouw.nl
onder **Kennis en innovatie**
voor alle lopende
en afgeronde
onderzoeksprojecten
die BO Akkerbouw
financiert.

Kennis helpt in de strijd tegen aardappelmoeheid

Hoe houden we grip op aardappelmoeheid (AM)? Als akkerbouwer in het aardappelzetmeelgebied zie ik om me heen dat nieuwe, virulentere populaties telkens bestaande resistenties in rassen doorbreken. Om de veredeling meer tijd te geven om in te spelen op deze nieuwe populaties, moeten wij de beheersing van AM beter in de vingers krijgen.

Precies dat beoogden wij met het Plan van Aanpak AM. BO Akkerbouw financierde dit met middelen die zijn overgedragen van het Productschap Akkerbouw. In de stuurgroep hebben alle partijen uit de aardappelsector – veredeling, teelt, handel en verwerking – succesvol samengewerkt, onder aanvoering van BO Akkerbouw.



Deze brochure bundelt alle bestaande én nieuw ontwikkelde kennis binnen het Plan van Aanpak AM. Akkerbouwers, erfbetreders en adviseurs reiken we nuttige tools aan. Zo zijn er rassenkeuzetoetsen ontwikkeld, die telers inzicht geven welk ras past op hun perceel. Proeven laat zien hoe telers zeef- en sorteerground AM-vrij kunnen maken, hoe zij aardappelopslag kunnen bestrijden en welke hygiënemaatregelen zinvol zijn.

Ik ben trots op wat wij in de afgelopen jaren voor elkaar hebben gekregen. We ontwikkelden niet alleen kennis, maar werkten bovendien aan bewustwording. Het Plan van Aanpak financierde daartoe ook de bemonstering bij telers. Een goede zaak. Meten is weten: dat principe geldt nog altijd. Als we weten waar we staan, kunnen we meer grip krijgen op AM.

Na vandaag zijn we zeker niet klaar. Het ontstaan van virulente populaties is namelijk een continu proces, net als de kennisontwikkeling over AM-beheersing. Voor nu wens ik je veel leesplezier.

Dirk Jan Beuling

Voorzitter stuurgroep Plan van Aanpak Aardappelmoeheid



Inhoudsopgave

- 3 Dirk Jan Beuling, voorzitter stuurgroep:
“Kennis helpt in strijd tegen
aardappelmoetheid”
- 7 **Inleiding**
8 Integrated *Globodera* Management (IGM)
10 Oorsprong en levenscyclus van
aardappelmoeheid
- 13 **Hoofdstuk 1**
Monitoring en evaluatie
13 Bemonsteringsmethoden
15 Rassenkeuzetoets
15 Regelgeving AM
- 19 Mario van Sabben, akkerbouwspecialist NWWA:
“Laat nieuwe veldpopulaties onderzoeken”
- 21 **Hoofdstuk 2**
Gewasdiversiteit in ruimte & tijd
21 Teeltfrequentie
23 Vruchtwisseling
- 25 **Hoofdstuk 3**
Ras en teeltwijze
25 Resistente rassen
26 RV-cijfers
27 Resistent of vatbaar, tolerant of gevoelig
27 Virulente populaties
30 Mengbesmettingen
30 Resistentiegenen
- 31 Jaap Topper, akkerbouwer in Gieterveen:
“Aan de hand van metingen kan ik
de juiste keuzes maken”
- 33 **Hoofdstuk 4**
Bodembeheer
33 Bedrijfshygiëne
34 Invloed teeltrichting
34 Mest, digestaat en compost
36 BodemKwaliteitsPlan
- 37 Egbert Schepel van HLB en Gerard Hoekzema
van WUR: “Na een zomer inunderen is de
tarragrond AM-vrij”
- 39 **Hoofdstuk 5**
Gerichte bestrijding
39 Aardappelopslag bestrijden
40 Inzet lokgewassen
42 Doodspuiten van valplekken
43 Traditionele anaerobe grondontsmetting
44 Bodemresetten met Herbie
44 Chemische bestrijding
- Hoofdstuk 6**
46 **Tot slot**



Integrated *Globodera* Management (IGM):
 Het INM-schema specifiek voor de beheersing van aardappelmoeheid.

Inleiding

In de wereld van aardappelmoehed (AM) komen opvallende veranderingen voor. De laatste jaren ontwikkelen zich virulente populaties van het aaltje *Globodera pallida* (pa). Deze virulente populaties kunnen zich vermeerderen op een groot aantal rassen met een Pa2/3-resistentie. Daarnaast vinden we ook steeds vaker afwijkende populaties van het aaltje *Globodera rostochiensis* (ro). Ook is er nieuwe kennis beschikbaar over bijvoorbeeld de overleving van deze aaltjessoorten op verschillende grondsoorten, het efficiënt inzetten van inundatie en de bestrijding door het inzetten van aardappel als vanggewas.

In deze brochure lees je meer over de beheersing van aardappelmoehed en de regelgeving. We gaan uit van de nieuwste onderzoeksresultaten, inzichten en beleidsregels. Uitgangspunt voor deze brochure is Integrated Nematode Management (INM). INM is onderdeel van de nieuwe geïntegreerde aanpak van gewasbescherming: Integrated Crop Management (ICM) genoemd. BO Akkerbouw gebruikt deze aanpak voor onderzoekssturing en voor de communicatie over resultaten en adviezen uit onderzoek.

Hernieuwde aandacht voor AM is hard nodig

We weten veel van aardappelmoehed. Ook is er veel kennis over de beheersing van de aardappelcysteaaltjes. Toch neemt het aantal besmette hectares akkerbouwgrond nog steeds toe. Een actieve aanpak van aardappelmoehed op bedrijfsniveau blijft dus nodig!

De uitbreiding van het aantal besmettingen heeft verschillende oorzaken. Niet iedere akkerbouwer laat zijn grond intensief bemonsteren om een besmetting in een vroeg stadium op te sporen. Daarnaast werken nauwe bouwplannen een besmetting in de hand. Zeker als akkerbouwers onvoldoende resistente of volledig vatbare rassen tegen aardappelmoehed telen. Onvoldoende bestrijding van aardappelopslag zorgt voor vermeerdering in jaren zonder aardappelteelt. Tenslotte kan door een slechte bedrijfshygiëne een besmetting eenvoudig overgaan naar een ander perceel.

Daarnaast zijn aaltjespopulaties in de bodem dynamisch. We vinden steeds vaker virulente populaties van *G. pallida*. De resistenties van de huidige rassen zijn daar niet voldoende tegen opgewassen. Ook vinden we steeds vaker populaties van *G. rostochiensis* waartegen de resistente rassen niet werken.

De sterke toename van de virulente *G. pallida* en de nieuwe populaties *G. rostochiensis* zijn een serieuze bedreiging. De aardappelteelt komt hiermee in gevaar. Dat geldt ook voor de positie van Nederland als exporteur van uitgangsmateriaal. Hernieuwde aandacht bij telers, adviseurs, onderzoek en beleid is dan ook geen overbodige luxe. In deze brochure vind je informatie over de hulpmiddelen om aardappelmoehed te voorkomen en aan te pakken.

Geïntegreerde aanpak voor aardappelmoetheid: Integrated *Globodera* Management (IGM)

Het beheersen van aaltjes gebeurt sinds de jaren negentig via een geïntegreerde aanpak. Daarvoor was het credo 'ik heb een aaltjesprobleem, ik ga grond ontsmetten'. In de jaren negentig kwam een brede aanpak, de geïntegreerde aanpak gewasbescherming. Onderzoek, voorlichting, productschappen en overheid werkten samen en ontwikkelden de Aaltjes Beheersings Strategie (ABS). Er kwam onderzoek naar wat we nog niet wisten. Het Productschap Akkerbouw organiseerde samen met het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de kennisoverdracht. Dat gebeurde onder de noemer: Aaltjes Actie Plannen. De ABS van toen is nu doorontwikkeld tot een geïntegreerde aaltjesbeheersing: INM. In deze brochure gaat het alleen over de veroorzaker van aardappelmoetheid, *Globodera* spp. Dan heet het Integrated *Globodera* Management (IGM).

Bij elke pijler van INM hoort een pakket maatregelen

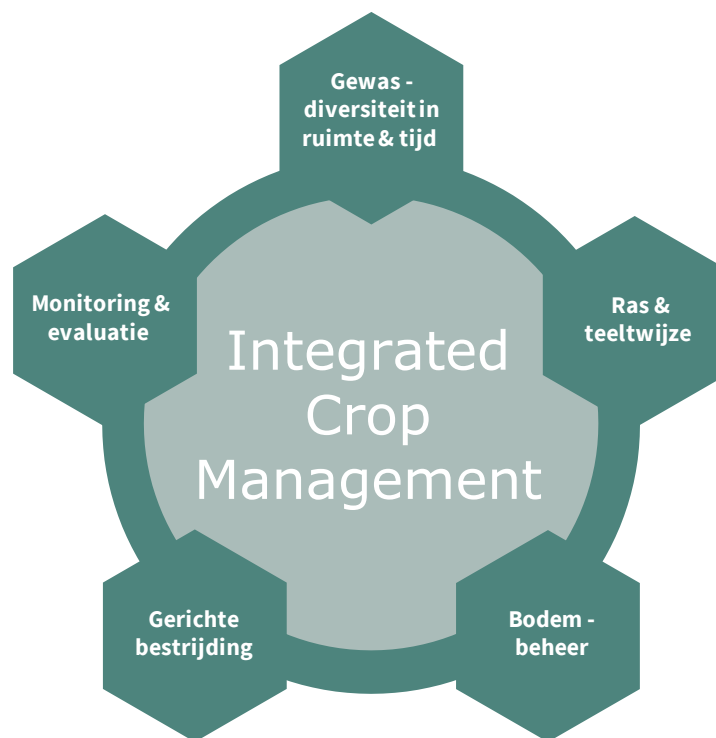
De beheersing van aaltjes begint met het weten welke aaltjessoorten in een perceel voorkomen. Daarom begint INM met de pijler 'monitoring en evaluatie'. Oftewel, bemonsteren, schade zoeken en steeds een vinger aan de pols blijven houden. Bouwplan en teeltfrequentie is de volgende stap, dat valt onder de pijler 'gewasdiversiteit in ruimte en tijd'. De pijler 'ras en teeltwijze' gaat onder meer over rassenkeuze. Ook het kritisch zijn op de kwaliteit van het uitgangsmateriaal valt hieronder. Veel van de preventieve maatregelen vallen onder bodembeheer en die horen daarom onder de pijler 'bodembeheer'. Als al de maatregelen in de voorgaande vier pijlers onvoldoende effect hebben, is er ook nog de mogelijkheid om aaltjes gericht te bestrijden. Die maatregelen staan in de zeshoekige vlakken onder de pijler 'gerichte bestrijding'.

Oorsprong en levenscyclus van aardappelcyste-aaltjes

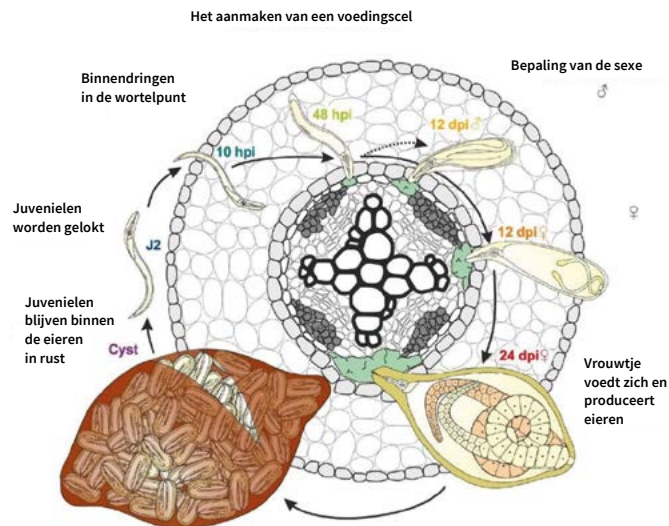
Aardappelmoetheid (AM) wordt veroorzaakt door aardappelcyste-aaltjes. Aardappelcyste-aaltjes vinden hun oorsprong in het Andesgebergte in Zuid-Amerika. Ze zijn rond 1850 naar Europa gekomen via wild aardappel materiaal. Sindsdien hebben ze zich door Europa verspreid. Lange tijd ging dat ongemerkt, want AM-besmettingen werden niet herkend. Daarom zijn aardappelcyste-aaltjes pas in 1941 officieel voor het eerst in Nederland aangetoond. In Nederland vinden alleen besmettingen plaats in de aardappelteelt, maar aardappelcyste-aaltjes kunnen zich ook vermeerderen op aubergine en tomaat.

Er zijn twee soorten aardappelcyste-aaltjes: *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*. Hun gewone naam hebben ze te danken aan de ronde cysten, waarmee ze heel lang in de grond kunnen overleven. Deze cysten zijn als minuscule puntjes te zien op wortels van zieke aardappelplanten. Bij *G. rostochiensis* verkleuren de cysten aan het einde van de levenscyclus van wit via geel naar bruin. Bij *G. pallida* verkleuren de cysten meteen van wit naar bruin. Daarnaast gedijt *G. rostochiensis* beter bij iets hogere temperaturen dan *G. pallida*.

De twee soorten verschillen genetisch sterk van elkaar. Dat betekent bijvoorbeeld dat voor beide soorten verschillende resistenties worden gebruikt. De eerste resistenties werden rond 1970 ingezet. In die tijd werd ontdekt dat aardappelmoetheid door twee verschillende soorten werd veroorzaakt.



Geïntegreerde gewasbescherming is de toekomst. Deze duurzame aanpak van ziekten, plagen en onkruiden gaat uit van vijf pijlers.



Levenscyclus cystenaaltje.
Bron: Siddique et al., 2022

Levenscyclus aardappelcysteaaltjes

Aardappelcysteaaltjes vermeerderen zich in ons klimaat maar één keer per jaar. Aan het begin van het groeiseizoen dringen aardappelcysteaaltjes vanuit de grond de wortels van aardappelplanten binnen. Ze zorgen dat cellen in de wortel veranderen in voedingscellen. Deze voedingscellen zijn heel belangrijk. Met hun stekel prikken aardappelcysteaaltjes die cel aan en zo halen ze hun voeding uit de plant. Aardappelcysteaaltjes dringen de wortels binnen als jonge aaltjes (juvenielen). Binnen enkele weken zijn ze volwassen. Zodra ze beginnen met de productie van eitjes, zwellen volwassen aardappelcysteaaltjes flink op. Het gezwollen achterlijf van aardappelcysteaaltjes steekt uit de wortel. Het is rond de langste dag met het blote oog net zichtbaar als een klein wit puntje van ongeveer 1 mm. doorsnee (zie foto). Eén vrouwtje produceert rond de 300 eitjes. Als ze sterft, blijft haar huid als een stevige beschermlaag om de eieren zitten. De oude huid met daarin de eieren noemen we een cyste. De cyste beschermt de eieren tegen extreme omstandigheden zoals droogte en kou. Jonge aaltjes vervellen in de herfst één keer terwijl ze nog in het ei zitten. Daarna wachten ze het volgende groeiseizoen af.



Aardappelcysten op de wortels van een aardappelplant.

Al vrij lang gaan we ervan uit dat in het eerste jaar na de aardappelteelt 50% van de aaltjes doodgaat (natuurlijke sterfte). Voor de volgende jaren is dat 25 tot 30%. Voor zandgrond klopt dat. Voor zavel en klei is het te optimistisch, blijkt uit onderzoek. Op 32 percelen op kleigrond waar metingen zijn gedaan, neemt een besmetting met *G. pallida* in de eerste twee jaar met 28% af. De volgende jaren is het 15% per jaar. Voor *G. rostochiensis* zijn deze cijfers nog ongunstiger. Het eerste jaar was de afname 10%. Vier jaar na de aardappelteelt lag het aantal aaltjes op ongeveer 50% van de oorspronkelijke besmetting, direct na de aardappelteelt. Zelfs dertig jaar na de laatste aardappelteelt kunnen nog levenskrachtige eieren in de cysten worden gevonden.

Schade in het gewas

Een deel van de eitjes komt de eerstvolgende aardappelteelt uit. Deze uitgangsbesmetting bepaalt de vermeerdering en schade in het gewas in dat teeltjaar. De overige eitjes blijven in een soort slaaptoestand achter in de grond tot een volgende aardappelteelt. Eitjes komen uit nadat de juvenielen



Een voorbeeld van een valplek waar groeivertraging optreedt in het aardappelgewas.

zijn gewekt door stoffen uit de wortels van aardappelplanten. Daarna gaan ze op zoek naar de wortels van een aardappelplant. Omdat een vrouwtje 300 nakomelingen kan produceren, kan een kleine besmetting zich binnen enkele jaren ontwikkelen tot een groot probleem.

Een zware besmetting met aardappelcysteaaltjes is bovengronds goed te zien. Tegen het sluiten van het gewas valt op dat de groei op besmette plekken iets achterblijft. In het midden van de besmette plek zorgen de aaltjes voor groeivertraging. Op deze valplek sluit het gewas net iets later dan op

de rest van het perceel. Ook bloeit het gewas hier net iets later. Tot slot komt er een moment dat dit de enige plekken zijn waar het gewas nog bloeit. Bij zeer zware besmettingen sterft het gewas op de valplek eerder af.

Hoe groot de valplek is en hoeveel de groei is vertraagd, is afhankelijk van de zwaarte van de besmetting en de gevoeligheid van het geteelde aardappelras. Echte valplekken waar het gewas het hele seizoen niet meer sluit, ontstaan pas bij een zeer zware besmetting. De vertraging in gewassluiting is echter soms al één of twee aardappelteelten eerder te zien.

Monitoring & evaluatie

**BOS
NemaDecide
monitoring**

**Gezond -
gewastool**

**Bemonstering
& scouting**

**Opbrengst
Kwantitatief &
kwalitatief**

**Perceel -
volgsysteem
FarmMaps**

Hoofdstuk 1

Monitoring en evaluatie

De pijler monitoring en evaluatie is de basis van je beheersingsstrategie. Met grondbemonsteringen en controles van het gewas houd je de vinger aan de pols. Zo kun je zien of jouw aanpak van de aaltjes het gewenste effect heeft.

Bemonsteringsmethoden

Voor aardappelmoehheid (AM) zijn er twee typen bemonstering: een vrijwillig onderzoek en een onderzoek voor een onderzoeksverklaring. Als bij deze laatste het monster vrij is van levende juvenielen, is het perceel officieel AM-vrij. Deze onderzoeksverklaring is nodig voor de teelt van uitgangsmateriaal zoals pootgoed. Met vrijwillig onderzoek kun je in een vroeg stadium een besmetting vinden. Daarmee kun je op tijd gericht aan de slag om de situatie te beheersen.



Een bemonsteringsquad is zeer geschikt voor intensieve bemonstering.

Onderzoek voor onderzoeksverklaring

Uitgangsmateriaal moet op AM-vrije grond worden geteeld. Daarom is dit onderzoek nodig voorafgaand aan die teelt. De standaard monstergrootte is 1.500 ml. per hectare met 150 tot 180 steken. Soms is een kleiner monster van 600 ml. voldoende. In het laatste deel van dit hoofdstuk lees je meer over de voorwaarden.

Het standaard onderzoek voor de AM-vrijverklaring is vrij extensief. De kans op het vinden van het aardappelmoehtje is niet maximaal. Zit er wel iets in het monster, dan kan de besmetting op het perceel al vrij uitgebreid zijn. Bij een besmetting volgt een besmetverklaring en dat heeft gevolgen. Laat je niet verrassen door een besmetting in dit onderzoek voor een onderzoeksverklaring. Met een vrijwillig intensief onderzoek vind je een besmetting eerder. Met de goede aanpak kun je het besmettingsniveau veel lager houden.

Vrijwillig onderzoek pootgoedteelt

Wil je een AM-besmetting in een vroeg stadium vinden, dan is een vrijwillige bemonstering nodig. Als je na de aardappelteelt laat bemonsteren dan heb je tot de volgende aardappelteelt op dit perceel de tijd om maatregelen te nemen om de besmetting aan te pakken.

Verder geldt: hoe intensiever de bemonstering, hoe groter de kans dat een besmetting wordt gevonden. Een intensieve bemonstering op aardappelmoehheid wordt aangeduid met AMI. We kennen AMI 225, AMI 150, AMI 100 en AMI 50. Hoe lager het getal, hoe groter de kans dat een besmetting wordt gevonden. De meeste telers kiezen voor AMI 100. Als een besmetting wordt gevonden, is het belangrijk om een zogeheten soortbepaling te laten uitvoeren. Dat betekent dat je weet of je met *G. rostochiensis* of *G. pallida* te maken hebt. Als je dat weet, kun je een gerichte aanpak bedenken. En je kunt het juiste resistente ras kiezen.



TIP – Wil je een AM-besmetting in een vroeg stadium vinden, dan is een vrijwillige bemonstering nodig.

Vrijwillig onderzoek consumptieteelt

Ook voor een consumptieaardappelteler is het belangrijk om er vroeg bij te zijn. Als je niet wilt bemonsteren maar wilt wachten tot je schade ziet, is de besmetting zich al jaren aan het verspreiden. Je hebt dan al opbrengstverliezen gehad, zonder dat het te zien was. Wil je grond verhuren voor de teelt van bollen of ander uitgangsmateriaal, dan moet voorafgaand aan die teelt een officieel onderzoek worden uitgevoerd. Laat je niet verrassen door een officiële besmetverklaring.

Om AM op een goede manier te beheersen en valplekken te voorkomen, moet je inzicht hebben. AMI 100 is ook voor consumptieteelt een goede basis. Stonden op een perceel twee of meer verschillende rassen? Laat dan per ras bemonsteren. Niet elk ras geeft evenveel vermeerdering. Ook bij de consumptieaardappelteelt is het belangrijk om een soortbepaling te laten uitvoeren. Daarmee kun je de besmetting op de beste manier aanpakken.

Vrijwillig onderzoek zetmeelaardappelteelt

Zetmeelaardappeltelers hebben een groot pakket aan resistente rassen beschikbaar. Daarmee konden de telers aardappelmoeheid goed beheersen. De laatste jaren vinden we steeds vaker afwijkende populaties *G. rostochiensis* en virulente populaties *G. pallida*. Dat vraagt om een alerte aanpak.

Ongeveer 10% van het zetmeelareaal is vermeerdering van pootgoed voor eigen gebruik, het TBM-pootgoed. Sinds 2018 kunnen telers 10% van hun areaal vrijwillig laten bemonsteren en onderzoeken op AM. Daarmee kan de zetmeelteler goed inspelen op bestaande besmettingen. Belangrijk is ook dat de teler kan voorkomen dat hij een besmetting via zijn TBM-pootgoed verspreidt over zijn bedrijf. Zo'n 85% van de zetmeelaardappeltelers laat 10% van het areaal bemonsteren met deze TBM-bemonstering. Deze bemonstering is minder intensief dan de bemonsteringen voor pootgoed- en consumptieteelt.

Als op een perceel twee of meer rassen stonden, is het goed om per ras te bemonsteren. Als een ras onverwacht een hogere besmetting achterlaat dan verwacht, gezien de Relatieve Vatbaarheid (RV) van dat ras, dan kan er een virulente populatie zitten. Dat vraagt om een andere aanpak.

Opsporen virulente populaties met de TBM-bemonstering

De resistentie van de rassen wordt aangegeven in Relatieve Vatbaarheid (RV). Dat bepaalt hoeveel aardappelpycysteaaltjes na de teelt in de bodem achterblijven. Dat geldt dan bij een normale populatie. Bij de nieuwe, meer virulente populaties blijft na de teelt een zwaardere besmetting achter dan verwacht. Binnen het Plan van Aanpak aardappelmoeheid is onderzoek uitgevoerd naar deze virulente populaties en de TBM-bemonstering. Daaruit blijkt dat de TBM-bemonstering in de uitslag ook laat zien of het om een virulente populatie gaat. Het maakt dan niet uit of het een volveldsbesmetting is of een besmettingshaard. Seresta en Festien hebben een RV van 2% bij de normale *G. pallida* populatie van aardappelmoeheid. Bij een virulente populatie is deze RV 15% of hoger. Dat betekent dat bij een virulente populatie een hogere besmetting achterblijft. Als meteen na de teelt van een resistent ras zoals Festien of Seresta meer dan 1.000 levende larven en eieren (LLE) in een TBM-monster zitten, dan is de populatie virulent. Wacht je met bemonsteren tot voor de volgende aardappelteelt, dan is de grens 500 LLE. Bij een hoger getal is de populatie zeer waarschijnlijk virulent.

Soortbepaling

Is je perceel besmet? Laat dan een soortbepaling uitvoeren. Het is belangrijk om te weten welke besmetting in het perceel zit. Het kan gaan om een besmetting met *G. rostochiensis*, *G. pallida* of beide soorten. Alleen met een soortbepaling kun je de juiste resistente rassen kiezen. De laboratoria gebruiken PCR-technieken om de soort te bepalen. Met die techniek doen ze onderzoek aan het DNA en dat is heel betrouwbaar.

Rassenkeuzetoets

Via een in voldoende herhalingen uitgevoerde rassentoets met een beperkte spreiding in de resultaten, kan een vermoeden worden bevestigd. Maak met jouw adviseur of bemonsteraar een plan van aanpak hoe je de status van de besmettingen zo effectief mogelijk in de gaten kunt houden. Het is verstandiger om de rassenkeuzetoets met een zeer beperkt aantal rassen met voldoende herhalingen uit te voeren zodat de meting betrouwbaar wordt en een virulente populatie betrouwbaar kan worden vastgesteld. Je kunt dan eerder spreken van een virulentietoets. Een toets met meer rassen kan alleen bij voldoende beschikbare juvenielen worden uitgevoerd. Veel rassen in de toets met weinig herhalingen en veel spreiding geeft een schijnnaauwkeurigheid en is niet aan te bevelen.



TIP – Via een rassenkeuzetoets kan een vermoeden van virulentie worden bevestigd.

Grondonderzoek en helikoptervluchten

De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) houdt de situatie rond aardappelmoetheid in de gaten. Ze voeren onder meer helikoptervluchten uit in alle gebieden met aardappelteelt. Ze zoeken naar valplekken. Daarnaast doen ze op 0,5% van het zetmeel- en consumptieareaal grondonderzoek met een intensiteit van 400 ml. per hectare. Per teler onderzoeken ze maximaal 3 hectare. Het is een officieel onderzoek, dus bij een vondst van aardappelmoetheid volgt een officiële besmetverklaring.

Regelgeving AM

Een goed AM-beleid is belangrijk om de export van vermeerderingsmateriaal mogelijk te houden. In Nederland is jaren gewerkt aan een wetenschappelijk onderbouwd systeem. Hiermee wil Nederland de export van vermeerderingsmateriaal ondersteunen. In dit hoofdstuk een korte uitleg over dit AM-beleid, met enkele praktische voorbeelden.



TIP – De officiële regelgeving voor aardappelmoetheid is te lezen op de [website van de NVWA](#).

Bemonsteringsintensiteit

Vermeerderingsmateriaal moet op AM-vrije grond groeien. Dat toon je aan met een officieel onderzoek. Daarbij is de intensiteit 1.500 ml. met 150 tot 180 steken per hectare. Onder bepaalde voorwaarden mag dat officiële onderzoek ook minder intensief zijn. Een monster van 600 ml. per hectare is voldoende als één van de volgende voorwaarden voor jouw perceel geldt:

- Bij de laatste twee officiële AM-onderzoeken zijn geen AM-cysten gevonden met levende inhoud. Na die twee officiële onderzoeken is maar één keer aardappelen geteeld.

- In de laatste officiële bemonstering zijn geen AM-cysten aangetroffen. Na dat onderzoek is maar één keer aardappelen geteeld.
- Je kunt aantonen dat er de laatste 6 jaar geen aardappelen meer geteeld zijn.

Op een perceel kunnen verschillende intensiteiten gelden. Dat ligt aan de voorgeschiedenis van het perceel. Misschien is er in een bepaalde strook een besmetverklaring geweest. Of heeft op een deel van het perceel al 6 jaar geen aardappelgewas gestaan. Als een deel van dat perceel in aanmerking komt voor een verlaagd monster van 600 ml. dan mag dat alleen als dat deel van het perceel groter is dan 1 hectare.

De standaard bemonsteringsintensiteit van 1.500 ml. geldt altijd voor:

- percelen met een recente besmetting;
- percelen of delen van het perceel waar de laatste aardappelteelt een consumptieteelt was;
- percelen waarvan geen geldende onderzoeken bekend zijn.

Per bemonsteringsseizoen (1 juli tot 30 juni) mag een perceel of een perceelsgedeelte maximaal 1 keer officieel bemonsterd worden.

Afbakening

Als in een officiële bemonstering in een bepaalde strook een besmetting is gevonden, dan is die strook officieel besmet. Maar die besmetverklaring geldt ook voor stroken aan beide kanten van de besmette strook. Die afbakeningsstroken zijn 16 meter breed.



Afbakening officieel besmette perceelsgedeelten.

Soms liggen monsterstroken achter elkaar. Als dan één van de monsterstroken besmet is, worden de monsterstroken voor en achter de besmette strook ook besmet verklaard. De lengte van die afbakeningsstrook is 111 meter.

Als er inclusief die afbakeningsstroken twee of meer besmettingen in een perceel zitten, dan moet de ruimte tussen die twee besmettingen minstens 27 meter breed zijn. Is die strook smaller, dan wordt deze ruimte voor de veiligheid ook besmet verklaard. Deze strook heet de veiligheidszone.

Op een perceel kunnen op hetzelfde moment oude en nieuwe besmettingen liggen. Ligt er een veiligheidszone tussen, dan krijgt die het jaartal van de oude besmetting. Hierdoor kun je meestal eerder een herbemonstering aanvragen dan voor de strook met de nieuwe besmetting.

Afbakeningen kunnen ook buiten het bemonsterde terrein vallen. Als er natuurlijke grenzen zijn (bijvoorbeeld een sloot), dan stopt de besmetverklaring bij de grens. Dat geldt ook voor eigendomsgrenzen. Maar als er geen natuurlijke grenzen zijn, geldt de besmetverklaring ook voor 16 meter naast de bemonsterde strook.

AM-bemonstering van exportpartijen

Sommige exportlanden vragen om een AM-bemonstering van de geoogste partij. De NVWA probeert dat onderzoek zo veel mogelijk te voorkomen. Als de landen het toch eisen, wordt van gereedstaande partijen de aanhangende grond onderzocht. Pootgoed schoonspoelen is geen optie. Tot nu toe zijn geen spoel- of wasmethodes officieel goedgekeurd. Als bij het onderzoek van de aanhangende grond cysten met levende inhoud zijn gevonden, dan is de partij geen pootgoed meer. Deze partij moet je verwerken op dezelfde manier als een partij aardappelen van een officieel besmet perceel.



Het prikken van monsters.

Wachtperiodes voor herbemonstering

Is een perceel besmet verklaard, dan mag je pas 6 jaar na de laatste aardappelteelt een herbemonstering aanvragen. Die wachtperiode kun je verkorten naar 3 jaar door een zogeheten officiële bestrijdingsmaatregel uit te voeren. Deze maatregel moet je dan melden bij NVWA. Na goedkeuring van de bestrijdingsmaatregel mag je 3 jaar na de laatste aardappelteelt het perceel laten herbemonsteren. In de praktijk betekent dit dat je na een besmetting met aardappelmoeheid niet meer 1 op 3 pootaardappelen kunt telen. Stel: de laatste aardappelteelt was in 2020. In de herfst van 2020 is onderzoek gedaan en volgt een officiële besmetverklaring. Als je een officiële bestrijdingsmaatregel hebt uitgevoerd en gemeld, dan mag je een herbemonstering aanvragen. Dat mag dan pas na 1 juli 2023. Is dit onderzoek AM-vrij, dan kun je in 2024 voor het eerst weer pootgoed telen.

De enige uitzondering op de wachtperiode van 3 of 6 jaar geldt bij inundatie. Direct na inundatie mag je een herbemonstering aanvragen. Let op: in gebieden met een beregeningsverbod mag het eerste jaar na inundatie geen pootgoed worden geteeld! Je mag als bestrijdingsmaatregel op een officieel besmet perceel een consumptieras telen. Voorwaarde is dat dit ras een hoog niveau van resistentie heeft. Als je deze maatregel officieel meldt, dan geldt deze teelt als officiële bestrijdingsmaatregel en niet als laatste aardappelteelt.

Bestrijdingsmaatregelen

De belangrijkste bestrijdingsmaatregelen:

- Inzet van resistente rassen (score 8 of 9 in de rassenlijst), de resistentie past bij de aangetoonde soort van de gevonden besmetting.
- Aardappel telen als vanggewas. Dit mag alleen met een resistent ras.
- Teelt van raketblad als lokgewas.
- Inundatie in de zomer.
- Anaerobe grondontsmetting met plantaardige eiwitrijke producten.

Bovenstaande maatregelen komen in het **hoofdstuk ‘Gerichte bestrijding’** aan bod.



TIP – Kijk voor alle voorwaarden per maatregel op de **website van de NVWA**.

Mario van Sabben, akkerbouwspecialist NVWA: “Laat nieuwe veldpopulaties onderzoeken”

Sinds juli 2022 is er nieuw Europees beleid van kracht voor AM. Mario van Sabben, bij de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) al decennia de AM-specialist, is blij dat vrijwillige bemonstering in Nederland mogelijk is gebleven. “Zo kunnen telers onderzoek doen, zonder dat de resultaten ervan tot consequenties leiden.”

Mario is een wandelende encyclopedie als het op AM aankomt, zowel wat betreft beleid als praktijk. Als hij het algemene beeld van de AM-besmettingen moet schetsen, is hij redelijk positief. “Het areaal dat de NAK (Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen) jaarlijks onderzoekt, is gegroeid van 40.000 naar ruim boven de 50.000 hectare. Tegelijkertijd is aantal besmetverklaringen afgenomen. Daaraan hebben bestrijdingsmaatregelen als de teelt van hoogresistente rassen en inundatie bijgedragen.”

Nieuwe virulente en andere afwijkende populaties

Toch heeft hij wel zorgen over de AM-ontwikkeling. “We treffen steeds meer nieuwe, virulentere populaties aan in het aardappelzetmeelgebied. En ook afwijkende populaties daarbuiten. Wij onderzoeken jaarlijks of die zich verspreiden naar pootgoedgebieden, want dat zou de export van Nederlandse pootaardappelen serieus kunnen bedreigen. Mijn advies voor telers die vermoeden dat ze te maken hebben met zo’n virulente of afwijkende populatie: zoek professionele hulp en laat die populaties onderzoeken. Dan kun je gerichte maatregelen nemen. In Nederland houden we de circuits van verplicht en vrijwillig bemonsteren namelijk absoluut gescheiden. Een groot goed.”

“Omdat sommige AM-besmette percelen nooit meer bemonsterd worden, blijft er zo’n 3.800 hectare in de boeken staan”



Onnodig hoge besmetting in de boeken

Wat Mario verder een zorgpunt vindt, is dat het aantal AM-besmettingen in Nederland op papier onnodig hoog is. “Als bijvoorbeeld bloembollentelers op zoek zijn naar een geschikt huurperceel, laten ze dat toetsen op AM. Als zo’n perceel besmet blijkt, gaat de bloembollenteelt niet door. Maar omdat deze percelen daarna nooit meer bemonsterd worden, blijft er zo’n 3.800 hectare extra in de boeken staan als besmet. Door dat grote areaal hebben we een slecht verhaal in Brussel. Daarom willen wij bij besmetverklaringen bemonstering na een bepaalde termijn gaan verplichten.”

Meld je bestrijdingsmaatregelen tijdig

Mario heeft ook een oproep aan telers. “Heb je een AM-besmet perceel, meld dan tijdig je bestrijdingsmaatregelen. De teelt van hoogresistente rassen verkort de wachtermijn van zes tot drie jaar. Na inundatie is er zelfs helemaal geen wachtermijn. Dan heb je recht op officiële bemonstering door de NAK. Veel telers weten niet dat het zo werkt. Of vergeten die maatregelen te melden. Dat is echt jammer.”



Hoofdstuk 2

Gewasdiversiteit in ruimte en tijd

Bij de pijler ‘Gewasdiversiteit in ruimte en tijd’ kijken we naar het bouwplan, de vruchtwisseling, teeltfrequentie en perceelskeuze. Met een gerichte keuze kun je de gewassen zo gezond mogelijk houden. Binnen deze pijler zijn bouwplanverruiming en vruchtopvolging de enige mogelijkheden om iets aan aardappelmoehheid (AM) te doen. In de teelt na aardappelen is opslagbestrijding nodig. Dat gaat bij sommige gewassen gemakkelijker dan bij andere. Aardappelopslag verhoogt de teeltfrequentie en verhoogt het risico op vermeerdering van AM. Opslag moet je voorkomen, voor 1 juli moet de opslag bestreden zijn.

Teeltfrequentie

In theorie is het mogelijk aardappelmoehheid door een heel ruim bouwplan in de hand te houden. Als er geen aardappelen groeien, is er natuurlijke sterfte. Als de vermeerdering tijdens de aardappelteelt kleiner is dan de natuurlijke sterfte in de jaren tussen twee aardappelteelten, blijft de besmetting laag. Zo laag, dat de besmetting onder de schadedrempel blijft. De kans is ook groot dat deze lage besmetting in de officiële AM-bemonstering niet wordt gevonden. We gaan ervan uit dat de natuurlijke sterfte in het eerste jaar 50% is en 25 tot 30% in de volgende jaren. Bij een teeltfrequentie van 1 op 6 tot 1 op 8 is de kans groot dat aardappelmoehheid geen probleem is.

Uit onderzoek blijkt dat deze percentages voor zandgrond redelijk kloppen. Voor zavel- en kleigronden zijn ze te optimistisch. Onderzoek op 32 percelen liet zien dat *G. pallida* op de klei de eerste 2 jaar met 28% per jaar afneemt. De jaren daarna daalt het met 15% per jaar. De teeltfrequentie van rassen die vatbaar zijn voor *G. pallida* moet op klei heel laag zijn om schade te voorkomen.

Voor *G. rostochiensis* lijkt het erop dat cijfers voor natuurlijke sterfte nog ongunstiger zijn. Het eerste jaar was de afname maar 10%. Na 4 jaar ligt de besmetting op ongeveer 50% van de besmetting die direct na de vatbare aardappelteelt achterbleef. Het lijkt erop dat op de klei een besmetting met *G. rostochiensis* alleen door de teelt van resistente rassen kan afnemen. Voor pootaardappelteelt geldt een vruchtwisselingseis van 1 op 3.

Voor consumptie- en zetmeelaardappelen is er de mogelijkheid om 2 op 10 aardappelen te telen. Na 8 jaar grasland of andere niet-waardgewassen mag je dan 2 jaar achter elkaar aardappelen telen. Toch kan een zeer lage uitgangsbesmetting en daarna 8 jaar natuurlijke sterfte, de eerste aardappelteelt zo veel vermeerdering geven dat de tweede teelt al schade heeft. Wil je 2 op 10 aardappelen telen, laat dan onderzoeken of het perceel besmet is. Bij een aangetoonde besmetting, kun je het beste voor resistente rassen kiezen.



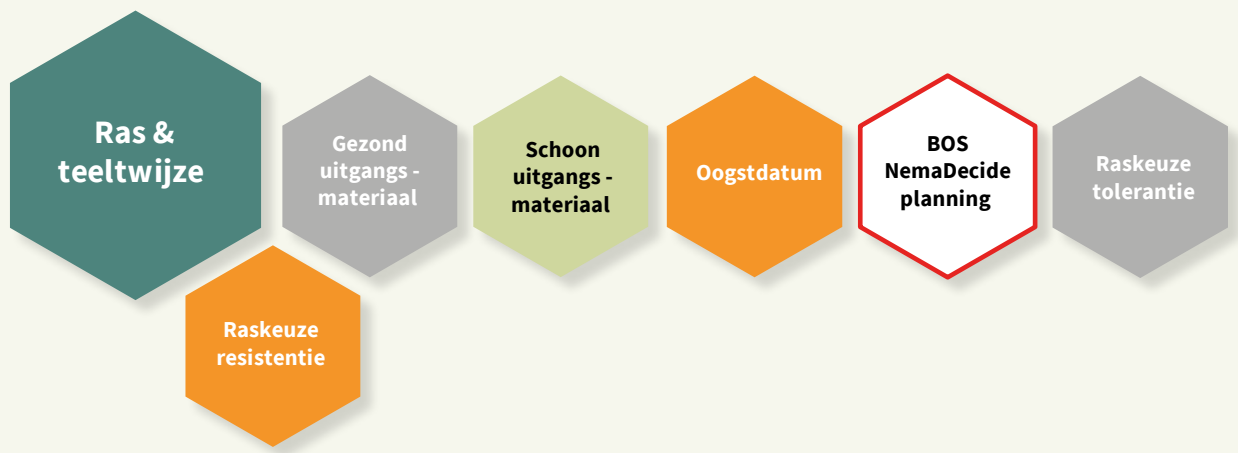
TIP – Meer informatie over 2:10 teelt op de [website van de NAK](#).



Vruchtwisseling

Een goede opslagbestrijding is een voorwaarde voor een succesvolle beheersing van aardappelmoehed. Teel daarom na de aardappelen een open gewas, waarin je aardappelopslag eenvoudig kunt aanpakken. In bieten en mais kan dat heel goed met glyfosaat. In granen kun je aardappelen wel bestrijden, maar de plant sterft alleen bovengronds af. Ondergronds kunnen zich nog veel wortels vormen. Daarop kunnen aardappelcysteaaltjes zich vermeerderen. Bij resistente rassen is opslagbestrijding ook belangrijk. Vermeerdering op opslag van resistente rassen leidt tot een selectie van virulente populaties.

Naast aardappelen zijn geen akkerbouwgewassen bekend die aardappelmoehed vermeerderen. Ook tagetes (afrikaantjes) bestrijdt *Globodera* niet.



Hoofdstuk 3

Ras en teeltwijze

Resistente rassen zijn onmisbaar in de beheersing van aardappelmoehheid. Voor consumptie- en zetmeelaardappelteelt zijn veel resistente rassen beschikbaar. De meeste van deze rassen doen in opbrengst en kwaliteit niet onder voor de vatbare rassen.

Resistente rassen

De mate van resistentie geeft aan hoe goed aaltjes zich kunnen vermeerderen bij de teelt van een waardplant. Bij aardappelrassen met een volledige resistentie tegen aardappelmoehheid (AM) kunnen de jonge aaltjes na het binnendringen van de wortels geen goede voedingscellen aanleggen. Dit komt door de afweerreactie van de resistente plant. Als de jonge aaltjes niet voldoende voedsel krijgen uit de voedingscellen, kunnen ze zich niet tot volwassen vrouwtjes ontwikkelen. Ze kunnen geen eitjes vormen, er komt geen nageslacht. Bij de teelt van een volledig resistent ras kan de populatie aardappelpycysteaaltjes zich dus niet vermeerderen. Sterker nog, de populatie neemt af doordat jonge aaltjes wel uit het ei worden gelokt, maar geen nageslacht vormen.

Teel je een volledig resistent aardappelras, dan neemt de populatie met maximaal 80% af. De afname is niet 100% doordat de wortels van de aardappelplant de bouwvoor niet volledig doorwortelen. Cysten die niet dichtbij een wortel zitten, blijven in rust. Een zware besmetting kun je dus niet opruimen door één keer een resistent ras te telen. Hoe zwaarder de besmetting, hoe meer schade de aaltjes veroorzaken door het binnendringen van de wortels. Daardoor raakt een minder groot deel van de bouwvoor doorworteld. En dan blijven meer cysten in rust, dus neemt de besmetting minder af.

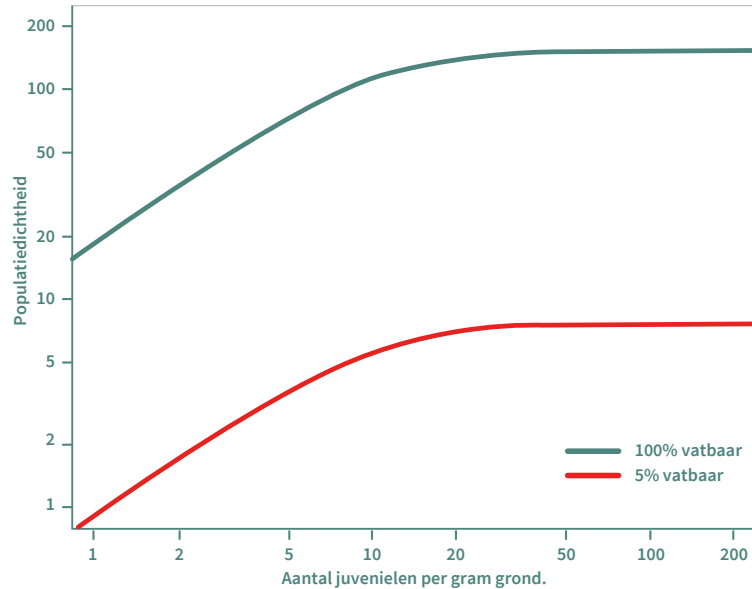
Helaas zijn veel rassen niet volledig resistent, maar gedeeltelijk. Dat betekent dat een deel van de jonge aaltjes geen goede voedingscel heeft en zich dus niet kan vermeerderen. Maar er zijn ook aaltjes die zich wel kunnen vermeerderen. In de rassenlijst staat de resistentie van de rassen aangeduid met een cijfer. Hoe hoger het cijfer, hoe hoger de resistentie. Hoe hoger de resistentie van het ras, des te minder vermeerdering van aardappelpycysteaaltjes.

Vermeerdering op resistente rassen

Hoe resistent rassen zijn, drukken we uit in de Relatieve Vatbaarheid (RV). Bij een ras met een RV van 5%, is de vermeerdering 5% van de vermeerdering ten opzichte van een volledig vatbaar ras. Stel dat een volledig vatbaar ras zich in een teeltseizoen 20 keer vermeerdert. Dan vermeerdert een ras met een RV van 5% zich één keer (5% van 20 keer = één keer).

De vermeerdering van de besmetting gaat niet oneindig ver door. Bij een lichte besmetting geeft een vatbaar ras de maximale vermeerdering. Teel je hetzelfde ras op een zwaardere besmetting, dan breidt de besmetting zich nog steeds uit, maar minder sterk. Bij een superzware beginbesmetting blijft de eindbesmetting op ongeveer hetzelfde niveau. In de praktijk is er bij zo'n zware besmetting al heel veel opbrengstschade, ook al in de vorige aardappelteelt. Bij de teelt van een resistent ras op een lichte besmetting ligt de eindbesmetting ongeveer op het niveau van de beginbesmetting. Dat er toch aardappelpycystenaaltjes achterblijven, komt doordat niet alle aaltjes uit de cysten zijn gelokt.

Vermeerdering van aaltjes op volledig vatbare en resistente rassen (RV 5%)



Ook kan er een aaltje zijn dat toch een redelijke voedingscel kan maken en zich dus een beetje kan vermeerderen. Teel je een resistent ras op een zware besmetting, dan neemt de besmetting af. Het blijft op een zeker niveau hangen. Hoe zwaar de besmetting dan nog is, hangt af van de resistentie van het ras. Hoe resistenter, hoe minder aaltjes achterblijven. Maar de besmetting gaat nooit naar 0.

Relatieve Vatbaarheid (RV)-cijfers

Op de website van de NVWA staat niet alleen de exacte relatieve vatbaarheid van aardappelrassen aangegeven maar ook de Europese indeling op basis van negen klassen. Zie ook onderstaande tabel. De gegevens van de exacte Relatieve Vatbaarheid (RV) bieden meer mogelijkheden om binnen een ruim bouwplan rassen te selecteren met afdoende resistentie.

Relatieve vatbaarheid	Klassen
< 1	9
1-3	8
3-5	7
5 - 10	6
10 - 15	5
15,5 - 25	4
25 - 50	3
50 - 100	2
> 100	1

Europese klassenindeling van de Relatieve Vatbaarheid (RV).

Resistentie in het bouwplan

Voor een goede beheersing van aardappelmoeheid (AM) is het niet nodig om altijd rassen te kiezen met een maximale resistentie. Rassen met een wat lagere resistentie geven iets meer vermeerdering. Ook deze rassen kunnen in een bouwplan passen. Welke resistenties nodig zijn, hangt af van het teeltdoel, de teeltfrequentie en de virulentie van de aanwezige aaltjespopulatie. Het is belangrijk om eerst de situatie in het perceel te bepalen. Percelen bemonsteren kan voor een onderzoeksverklaring (AM-vrij) of op vrijwillige basis. Bemonstering voor een onderzoeksverklaring is bedoeld voor de teelt van voortkweekingsmateriaal zoals pootgoed. Vrijwillig onderzoek heeft als doel om een eventuele besmetting vroegtijdig vast te stellen en deze te bestrijden. Bij consumptie- en zetmeelaardappelteelt is het doel van de

bestrijding van aardappelmoehheid om onder de schadedrempel te blijven. Bij de pootgoedteelt moeten percelen AM-vrij zijn. De besmetting moet daar in elk geval onder de detectiedrempel liggen.

Hoe hoger de teeltfrequentie van aardappelen, hoe hoger de resistentie moet zijn.

Om schade te voorkomen, horen bij de verschillende rotaties de volgende resistenties:

- 1 op 5: RV van 37% of lager;
- 1 op 4: RV van 25% of lager;
- 1 op 3: RV van 15% of lager;
- 1 op 2: RV van 10% of lager.



TIP – De gegevens over de relatieve vatbaarheid van aardappelrassen worden door de NVWA beschikbaar gesteld.

Resistent of vatbaar, tolerant of gevoelig

Aardappelmoehheid kan schade veroorzaken in alle aardappelrassen, ook in resistente. De jonge aaltjes dringen namelijk bij alle rassen in het wortelstelsel binnen. Het wortelstelsel is dus altijd beschadigd. Is het geteelde ras resistent, dan kan het aaltje zich na het binnendringen niet vermeerderen. Is het geteelde ras vatbaar, dan kunnen de aaltjes zich wel vermeerderen. Hoeveel groeiremming optreedt door het binnendringen van jonge aaltjes, hangt af van de tolerantie van het ras. Weinig tolerante rassen zijn gevoelige rassen. Deze kunnen veel schade oplopen. Tolerante rassen lijden niet veel schade. Tolerantie staat los van resistentie. Bij het telen van rassen met resistentie en weinig tolerantie, neemt de aaltjespopulatie af, maar kan het gewas wel veel schade lijden. Door de slechte groei raakt de bouwvoor niet volledig doorworteld. De afname van de aaltjespopulatie zal dan tegenvallen. Bij het telen van vatbare rassen, die ook tolerant zijn, neemt de aaltjespopulatie wel toe maar ondervindt het gewas weinig schade. In onderstaand schema worden de begrippen resistentie en tolerantie weergegeven. Tolerante rassen zijn geschikt om zonder veel opbrengstverlies te telen op zwaar besmette percelen. Op deze percelen worden de wortelstelsels van zowel vatbare als resistente rassen zwaar beschadigd. Het beste is om hier rassen te telen die zowel heel tolerant als resistent zijn. Die rassen verlagen het besmettingsniveau van de grond zonder daarbij veel schade te ondervinden, zelfs bij hoge besmettingsniveaus. Helaas staat informatie over tolerantie van de verschillende rassen niet met een cijfer op de rassenlijst. Resistentie en tolerantie zijn twee volledig onafhankelijke eigenschappen. Elke combinatie komt voor.

	Resistent	Vatbaar
Gevoelig	Verminderde vermeerdering, wel schade.	Wel vermeerdering, ook schade.
Tolerant	Verminderde vermeerdering, geen schade.	Wel vermeerdering, geen schade.

Virulente populaties

Soms is na een teelt van een resistent ras de aaltjespopulatie meer toegenomen dan normaal is voor dat resistente ras. Het is mogelijk dat dan een virulente populatie in het perceel zit. Virulente populaties zijn vooral gevonden van *G. pallida*, maar ze kunnen ook bij *G. rostochiensis* voorkomen. Het is belangrijk om te weten welke soort hier zit. Laat grondonderzoek met soortbepaling uitvoeren. In combinatie met de resistenties in het laatst geteelde ras geeft meer duidelijkheid over de besmetting. Virulente populaties werden als eerste gevonden bij *G. pallida*. Deze aaltjes konden zich snel vermeerderen, ondanks de teelt van resistente rassen. De gemiddelde resistentie van de huidige rassen





Aardappelopslag op hopen grond.

is niet meer voldoende om de besmettingen met virulente populaties te beheersen.

Verspreiding van deze nieuwe virulente populaties gaat heel snel. Ze verspreiden zich vooral via verstuiven, met aanhangende grond aan machines en opgebrachte tarra en zeefgrond. De virulente populaties kunnen zich goed vestigen in een nieuw perceel, omdat ze op bijna elk aardappelras veel nieuwe cysten kunnen vormen. De Pa3-resistenties in de Nederlandse aardappelrassen zijn allemaal gebaseerd op dezelfde genen. Als een virulente populatie in het perceel zit, stap dan meteen over op de hoogst beschikbare resistentie. Daarmee blijft de besmetting waarschijnlijk twee tot drie aardappelteelten langer onder de schadedrempel. Onderzoek moet hier meer duidelijkheid over geven. Teel in elk geval geen volledig vatbare rassen! De teelt van een vatbaar ras geeft een enorme vermeerdering. De besmetting is dan zo zwaar, dat een bestrijdingsmaatregel nodig is om schade bij de volgende aardappelteelt te voorkomen.



TIP – Vermoed je dat je met een virulente populatie te maken hebt? Zorg dan extra goed voor bedrijfshygiëne: bestrijd opslag, verruim het bouwplan indien mogelijk, werk van schoon naar vies en breng geen grond terug naar hetzelfde perceel of, erger nog, naar andere percelen.

Uitselectie

Virulente populaties ontstaan door uitselectie. Als continu een ras met hetzelfde gen voor resistentie wordt geteeld, hebben aaltjes die deze resistentie doorbreken een voordeel. In elke teelt kan dat aaltje zich vermeerderen. Het breidt zich uit tot een virulente populatie. Om deze uitselectie te vertragen of te voorkomen, is het in theorie misschien nuttig om resistenties af te wisselen. Dat kan door rassen met verschillende genen voor resistentie af te wisselen. Op dit moment weten we nog te weinig om dit in de praktijk toe te passen. We weten wel dat in Zuid-Amerika populaties *G. pallida* bestaan waarvoor onze resistente rassen volledig vatbaar zijn. Als deze populaties naar onze teeltgebieden komen, is dat een ramp.

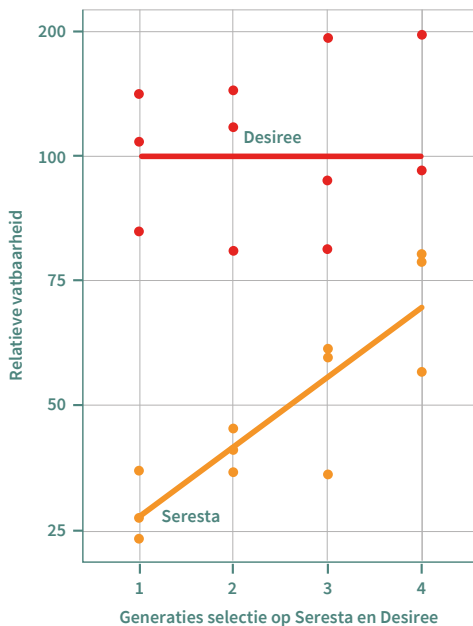


TIP – Door regelmatige bemonstering, breng je de daadwerkelijke situatie van de AM-ontwikkeling op jouw percelen in beeld.

Hoe virulentie ontstond

Midden jaren negentig van de vorige eeuw kregen we Pa3-resistente aardappelrassen. Al snel werd uitselectie aangetoond in een proef met continue teelt van Pa3-resistente aardappelrassen. Na 6 keer 1 op 1 teelt met Seresta nam de populatie toe. Uiteindelijk bleek dat deze populatie zich 10 keer beter vermeerdert op een resistent ras dan de standaard populatie. Later werden in het Duitse zetmeelaardappelgebied virulente besmettingen in praktijkpercelen gevonden. In 2012 werd op een proefveld een te hoge eindbesmetting gevonden. De eindbesmetting was veel hoger dan na de teelt van resistente rassen verwacht mocht worden. De virulente populatie, die op dit proefveld werd onderzocht, kwam van een perceel waar driemaal Festien was geteeld in een 1 op 2 bouwplan. Festien is Pa3-resistent. De Relatieve Vatbaarheid (RV) van Seresta voor dezelfde populatie is 10 keer hoger dan voorheen. In 2012 waren ook de eerste verdenkingen van de aanwezigheid van virulente populaties van *G. pallida* in noordoost Nederland. Toetsen van NAK en HLB bevestigden dit. De vermeerdering van een aantal verdachte *G. pallida*-populaties, afkomstig uit verschillende regio's, bleek op Pa3-resistentie rassen veel hoger dan bij de

standaard populatie *G. pallida*. Deze virulente *G. pallida* is door een veelgebruikte resistentie gebroken. De virulente populaties komen op steeds meer plaatsen voor. De virulentie neemt toe naarmate vaker een Pa3-resistent aardappelras is geteeld. Dat komt doordat de virulente aaltjes een steeds groter deel van de aanwezige besmetting uitmaken. De



Toename van de vatbaarheid van Seresta door uitselectie van virulente aaltjes (potproeven).

NVWA heeft in 2016 de aanwezigheid van *G. pallida*-besmettingen met afwijkende virulentie in Nederland formeel gemeld bij de Europese Commissie. Selectieonderzoek met veldpopulaties uit het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk laat zien dat daar ook virulente *G. pallida* aanwezig is.

Virulentie en resistentie

Zolang geen aardappelrassen met nieuwe AM-resistenties tegen *G. pallida* op de markt komen, krijgen steeds meer telers te maken met virulente *G. pallida*-besmettingen. De snelheid waarmee dit gebeurt, is afhankelijk van een aantal factoren. Toeval speelt een grote rol. Als in een beginbesmetting op een perceel geen of weinig virulente aaltjes aanwezig zijn, duurt het langer voordat het probleem zichtbaar wordt. Daarnaast hangt de opkomst van virulente *G. pallida* af van de teeltfrequentie. Bij een ruimer bouwplan heeft de natuurlijke sterfte een groter effect op de populatieopbouw. Daardoor duurt het ook langer voordat virulentie de kop op steekt. Het is daarom belangrijk om de daadwerkelijke situatie op het perceel goed te volgen. De toename van virulente *G. pallida* vormt een serieuze bedreiging voor de aardappelteelt. Voor de zetmeel- en consumptieaardappelteelt zijn nog steeds te weinig rassen met voldoende resistentie tegen de virulente populaties beschikbaar.

Mengbesmettingen

Mengbesmettingen met zowel *G. pallida* als *G. rostochiensis* zijn een bron van zorg. Er zijn rassen op de markt die wel hoogresistent zijn tegen *G. pallida*, maar niet resistent tegen *G. rostochiensis*. Bij een mengbesmetting pakt zo'n ras wel *G. pallida* aan, maar *G. rostochiensis* kan zich prima vermeerderen. Na de teelt is de eindbesmetting daardoor hoger dan verwacht. Dat lijkt op de situatie bij virulente aaltjes, maar in dit geval komt het door de mengbesmetting. Dit is de reden van het advies om altijd een soortbepaling te laten uitvoeren. Een ander aardappelras met AM-resistentie tegen zowel *G. rostochiensis* als *G. pallida* zou in deze situatie soelaas kunnen bieden.

Resistentiegenen

Resistentie tegen aardappelmoehheid zit op verschillende genen van de aardappel. Tegen *G. pallida* zijn andere resistenties nodig dan tegen *G. rostochiensis*. Een ras bevat vaak verschillende resistentiegenen tegen *G. pallida* en vaak zitten er verschillende resistenties in een ras. Uitgeselecteerde veldpopulaties ontstaan door het continu gebruiken van dezelfde resistenties. Zo kunnen virulente aaltjes in een besmetting worden uitgeselecteerd. Soms zitten toevallig geen virulente aaltjes in een perceel. Dan kan de besmetting met de huidige rassen goed onder controle worden gehouden. Daardoor gaf de inzet van rassen met de zogenoemde Gpa5-resistentie (in onder meer Seresta, Festien) een duurzame beheersing op veel percelen. Hetzelfde gebeurde een generatie eerder met de inzet van Gpa2-resistentie (in onder meer Darwina). Voor beide resistenties zijn er nu virulente populaties ontstaan door uitselectie. Ook voor de resistentie tegen *G. rostochiensis* zijn er verschillende resistentiegenen. Het eerste resistentiegen dat ingezet werd, was H1. Dat zat in het ras Amyl dat in 1963 op de markt kwam. Sindsdien zijn besmettingen met *G. rostochiensis* Ro1 goed te beheersen. Voor andere besmettingen (Ro2/3, Ro4 en Ro5) zijn andere genen ingezet. In veel van de jongere rassen met resistentie tegen *G. rostochiensis* zitten verschillende resistenties.

Jaap Topper, akkerbouwer in Gieterveen: “Aan de hand van metingen kan ik de juiste keuzes maken”

Met een doordacht bouwplan, regelmatig bemonsteren en rassenroulatie beheerst Jaap Topper, akkerbouwer in het Drentse Gieterveen AM. “Op een enkel perceel laat ik een rassenkeuzetoets uitvoeren.”

Hoewel virulente AM-populaties vaker voorkomen dan een decennium geleden, is het niet iets waarmee akkerbouwers graag te koop lopen. Jaap: “Ik vind het zelf ook een lastig onderwerp. Ik deel mijn ervaringen wel in de studiegroep. Op mijn bedrijf zijn AM - en ook vrijlevende aaltjes - goed beheersbaar, omdat ik me daar actief mee bezighoud.”

Uitgekiend bouwplan

Dat doet Jaap onder meer door een uitgekiend bouwplan. Zijn pluimvee- en akkerbouwbedrijf in de Veerkolonien telt 280 hectare waarop hij naast zetmeelaardappelen en TBM-pootgoed ook suikerbieten, uien, Parijse wortelen, zomergerst en zomertarwe teelt. “Van de aardappelteelt moesten we het altijd hebben, maar we spreiden nu wat meer. Bovendien vind ik de teelt van Parijse wortelen leuk. Daarachteraan plan ik tagetes, waarna ik weer aardappelen teel.”

Vrijwillige bemonstering

Aan de basis van die bouwplankeuzes liggen regelmatige metingen. Jaap vindt die vrijwillige bemonstering van grote waarde. “Natuurlijk is er geld mee gemoeid, maar ik krijg een goed beeld van zowel AM als vrijlevende aaltjes. Samen met HLB zit ik rond de tafel om aan de hand van die metingen de goede keuzes te maken voor het bouwplan, de aardappelrassen en de groenbemesters. Het is fijn om een team van experts om mij heen te hebben, dat daarover meedenkt.”

“Het is fijn om een team van experts te hebben, die met mij meedenken”

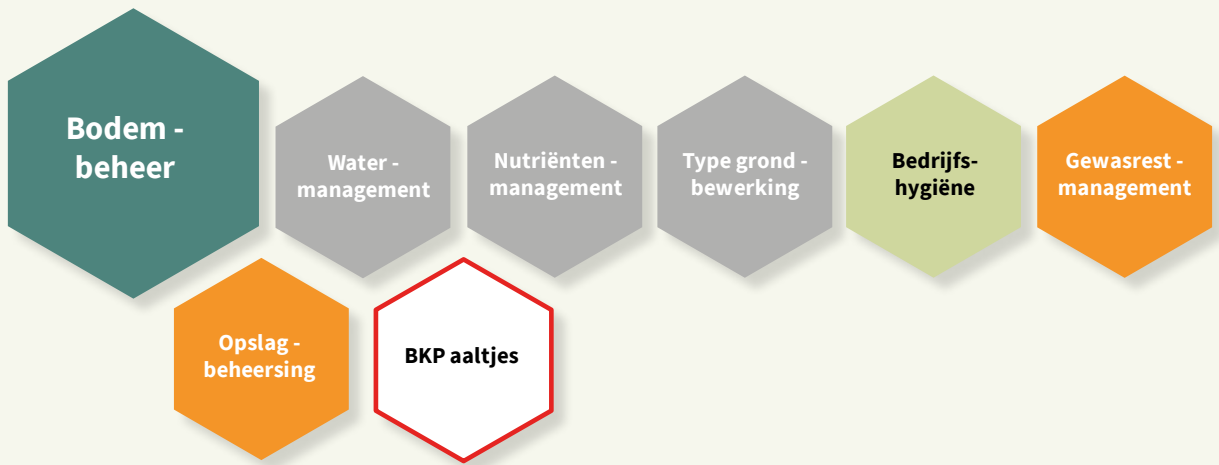


Soms een aanvullende rassenkeuzetoets

De roulatie van resistente zetmeelaardappelrassen is eveneens deel van de beheerstrategie. Die past Jaap al jaren toe. Op een enkel perceel laat hij daarnaast een rassenkeuzetoets uitvoeren. Die toets ontwikkelde HLB omdat er tussen aaltjespopulaties grote verschillen zitten. “Op basis van een grondmonster van een specifiek perceel heeft HLB pas een aantal rassen getoetst uit mijn pakket. Daaruit bleek dat Adelinde en Festien daar prima passen. Die plan ik dan volgend jaar in na de suikerbietenteelt.”

Elke grondsoort is anders

Op de vraag of Jaap tips heeft voor andere akkerbouwers, is hij terughoudend. “Elke grondsoort is anders, elke teler maakt zijn eigen keuzes. Metingen helpen mij in elk geval om de status van een perceel goed in beeld te krijgen. Voor de toekomst verwacht ik dat een ruimere vruchtwisseling van 1 op 3 de druk van AM kan verlichten.”



Hoofdstuk 4

Bodembeheer

Een goede bodem is het fundament van een akkerbouwbedrijf. Ongestoord groeiende gewassen zijn een goed begin van het beperken van schade door aardappelvormende ziekten. Voor aardappelmoeheid gaat het bij deze pijler ook over preventie door slim en verstandig met grond om te gaan.

De basis: bedrijfshygiëne

De bedrijfshygiëne moet goed op orde zijn om insleep van grondgebonden ziekten, plagen en onkruiden zoveel mogelijk te voorkomen. Grondgebonden ziekten, plagen en onkruiden kunnen op verschillende manieren op het bedrijf komen. De grondgebonden ziekten en plagen verspreiden zichzelf nauwelijks. Om op andere percelen terecht te komen, hebben ze hulp nodig. Ze kunnen over grote afstanden worden verplaatst door verstuiven, via aanhangende grond aan machines, door verplaatsing van grond (onder meer zeef- en sorteergroend), via zaaizaad en via pootgoed.



TIP – Zorg voor goed en gezond uitgangsmateriaal.



Behandelen van zeef- en sorteergroend in een bak.

Zeef- en sorteergroend

Zeef- en sorteergroend is een belangrijke bron van besmetting. Groend van buiten het bedrijf is altijd een groot risico en moet niet op het bedrijf worden toegelaten. Ook zeef- en sorteergroend van het eigen bedrijf is een risico. Via deze groend kunnen ziekten gemakkelijk van het ene perceel naar het andere perceel worden gebracht. Inundatie is een goede manier om zeef- en sorteergroend vrij te maken van veel ziekten en plagen. Als de groend 14 weken lang bij een temperatuur van 16 °C onder water staat, geeft dat een goede bestrijding van het aardappelvormende ziekten, wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*, *fallax* en *hapla*) en diverse onkruiden. Inundatie kan op elk bedrijf worden toegepast. Bekleed een greppel met landbouwplastic en stort

daarin de zeef- en sorteergroend. Zet het vervolgens een heel seizoen onder water. Inundatie kan ook in een bassin van gestapelde betonblokken of in een mestcontainer. Let wel op dat het geen enkel moment droogvalt.



TIP – In de folder 'Zo pakt u de verwerking van zeef- en restgroend aan' meer informatie over inunderen.

Na het onder water zetten, kun je de grond probleemloos uitrijden over een perceel. Dit kan zelfs met bedrijfsvreemde grond, bijvoorbeeld peen- of witlofgrond die je verplicht moet terugnemen. Inundatie werkt niet tegen wratziekte. Als wratziekte aanwezig is, kan de grond niet op elk perceel worden uitgereden.

Verstuiven

In bepaalde gebieden is stuiven een belangrijke verspreider van grond. Vooral zand-, dal- en zeer lichte zavelgronden zijn gevoelig voor verstuiven. Op deze gronden is het belangrijk om stuiven tegen te gaan. Verstuiven gebeurt vooral van onbedekte of vrijwel onbedekte grond. Of het stuift, hangt af van de windkracht, het vochtgehalte van de toplaag en de vlakligging. Van groenbemesters, compost en papierpulp is bekend dat ze stuiven kunnen beperken. Grof wegleggen van de grond beperkt het stuiven ook. Gerst kan als stuifdek worden meegezaaid en er zijn ook stuifbestrijdingsmiddelen op de markt waarmee grond wordt vastgehouden.

Machines met aanhangende grond

Machines die niet gereinigd zijn, zijn belangrijke bronnen van besmetting. Ze kunnen grote hoeveelheden grond meebrengen. In een kilo grond kunnen 2.000 aardappelvormen zitten, waarvan een groot deel gevuld met levende larven en eieren. Machines die van buiten het bedrijf komen, moeten schoongemaakt zijn als ze op het bedrijf komen. Het schoonmaken van machines bij de overgang van het ene naar het andere perceel beperkt verspreiding binnen het bedrijf. Deze maatregel is vooral belangrijk als een besmetting aanwezig is. Met een grove reiniging van machines is de meeste aanhangende grond snel verwijderd. Ook wordt dan de grond die het eerst van de machines zal vallen, verwijderd. Het heeft de voorkeur om machines bij de overgang naar een ander perceel schoon te spuiten. Percelen waarvan bekend is dat ze besmet zijn, kun je het beste als laatste bewerken.



Tussentijds reinigen van machine beperkt verspreiding.



TIP – Denk aan het schoonmaken van machines, ook van de loonwerker.

Invloed teeltrichting

Belangrijkste oorzaak van AM-verspreiding binnen een perceel is de grondbewerking. Met grondbewerking verspreid je de besmettingen in de bewerkingsrichting. Het wijzigen van de teeltrichting, bijvoorbeeld om op een kleiner oppervlak een resistent ras te kunnen telen of vanwege schaalvergroting, is risicovol. Besmettingen worden dan ook dwars over het perceel verspreid. Daarom wordt afgeraden om de teeltrichting te veranderen. Bij schaalvergroting is verandering van teeltrichting soms onvermijdelijk. Dan is het zaak om op basis van de historie een strategie voor het gehele perceel te maken. Enkele haarden kunnen snel uitgroeien tot een volveldsbesmetting.

Mest, digestaat en compost

Ook via dierlijke mest kunnen cysten het bedrijf binnenkomen. Dit risico is vooral groot bij mest van rundvee dat is gevoerd met aardappelen. De aaltjes overleven niet in het darmkanaal van de koe. Maar voerresten met cysten komen wel in de mestput terecht.



Mest is veilig als het twee maanden lang is bewaard bij temperaturen boven 12 °C. De larven in de eieren overleven dat niet. Gebruik alleen rundveedrijfmest van een veilige herkomst. Mest van varkens en pluimvee levert meestal weinig risico op.

Mest en aardappelafval dat vergist is, levert in principe alleen cysten met dode inhoud op. Bij zogeheten propvergisters blijven de producten daarvoor lang genoeg in de vergister. Er zijn echter ook vergisters waar de producten maar enkele uren in de vergister zitten. Het is niet zeker of die verblijfstijd lang genoeg is. Bij een professionele compostering zijn de temperaturen lang genoeg op een voldoende hoog niveau om de inhoud van cysten te doden.

BodemKwaliteitsPlan (BKP):

Aardappelmoehed is één van de onderdelen van de bodemkwaliteit. Voor een goed bodembeheer is een systematische aanpak nodig. Daarvoor is het BodemKwaliteitsPlan ontwikkeld. De bodem is letterlijk en figuurlijk de basis onder elk akkerbouwbedrijf. Als de bodemkwaliteit niet goed is, heeft dat grote gevolgen. Het is niet alleen negatief voor de opbrengsten, het heeft ook zijn weerslag op andere bodemfuncties zoals het watervasthoudend vermogen, het voorkomen van verliezen van voedingsstoffen (denk aan uit- en afspoeling), koolstofopslag en bodembiodiversiteit. Een goede bodemkwaliteit is de basis onder goede gewasgroei en kan ook de schadelijke effecten van aaltjes verminderen.

Een integrale aanpak is nodig om een bodem duurzaam te beheren of de kwaliteit daarvan te verbeteren. Wil je een bodem in topconditie brengen en houden, dan moeten factoren als bodemstructuur, waterhuishouding, bemestingstoestand en bodembioïologie kloppen. Dat vraagt om de juiste aanpak bij alle activiteiten op en in de bodem.

Het lijkt nu of de verschillende aspecten van een bodem (structuur, waterhuishouding, bodemgezondheid, bodemvruchtbaarheid) gescheiden werelden zijn. Wat voor het ene aspect goed is, is misschien voor een ander aspect slecht. Om daarin een totaalpakket te bieden, wordt het BodemKwaliteitsPlan (BKP) ontwikkeld. Dit is een concept dat de bodem als geheel bekijkt. In het BKP van een perceel worden alle aspecten beoordeeld. De huidige situatie (nulsituatie) van het betreffende perceel wordt in beeld gebracht. Daarna worden maatregelen benoemd om op alle vlakken van de bodem toe te werken naar de gewenste situatie. Doel is om alle aspecten van de bodemkwaliteit te verbeteren of in elk geval minimaal te behouden.



TIP – Voorbeeld **BodemKwaliteitsplan**.

Egbert Schepel van HLB en Gerard Hoekzema van WUR:
“Na een zomer inunderen is de tarragrond AM-vrij”

Zeer effectief, makkelijk uitvoerbaar en niet duur. Het komt zelden voor dat een onderzoek om AM te bestrijden een zo adequate oplossing oplevert, zo constateren Egbert Schepel en Gerard Hoekzema. “Als je sorteer- en zeefgrond, ook wel tarragrond, een zomer onder water zet, is deze AM-vrij. Het werkt ook tegen sommige andere schadelijke aaltjes.”

Grond die bij het verladen of inschuren van aardappelen van verschillende percelen bij elkaar komt, wordt na een tijd weer op het land teruggebracht. Zo vormt deze tarragrond een groot risico voor de verspreiding van schadelijke aaltjes die AM veroorzaken. Egbert Schepel, aaltjesspecialist bij HLB: “Virulente populaties van AM komen steeds meer voor. En de cysten - waarin eieren en larven zitten - kunnen in die tarragrond jaren overleven.”

Alle drie geteste methoden werken

De proef in 2018 testte drie systemen om die tarragrond te inunderen, die allemaal effectief waren. Gerard is bedrijfsleider van proefbedrijf Valthermond van Wageningen University & Research (WUR), waar het onderzoek plaatsvond. “Het goedkoopst is het afdammen van een stuk sloot, waarin je onderin folie legt. Iets duurder is een bassin gemaakt van gestapelde legoblokken. Een derde en duurste optie is de inzet van een oude mestcontainer”, legt Gerard uit. Afdekken van grond was ook deel van de proef, maar zorgde, zoals verwacht, niet voor het bestrijden van de aardappelcystelarven.

“Cysten kunnen in tarragrond jaren overleven”



100% bestrijding

Elke methode van inunderen bestrijdt AM volledig, zolang maar aan de voorwaarden wordt voldaan: de grond moet vier maanden volledig onder water staan bij minimaal 16°C. Egbert vertelt hoe dat werkt: “Het afbreken van organisch materiaal – het rottingsproces – zorgt voor zuurstofloosheid met gifstoffen. Als dat lang genoeg duurt, kunnen de juvenielen in de cysten niet overleven. Bij onze proef, waarbij de grond van mei tot september onder water stond, werd 99,9% van de aardappelcystelarven gedood. Inundatie doodt ook *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax*, maar zeker niet alle schadelijke organismen. Bietencysteaaltjes overleven, net als de schimmelsporen van wratziekte. Hou daar rekening mee bij het opnieuw gebruiken van deze grond.”

Elk jaar ingezet

Op het proefbedrijf in Valthermond is het inunderen van de tarragrond sinds 2019 vaste prik. Gerard: “We gebruiken de bakken van het onderzoek elke zomer. Je moet handigheid krijgen in het geleidelijk onder water zetten van de grond en weer legen van de bakken. Ik zou het alle akkerbouwers aanraden die AM en *Meloidogyne* willen beheersen. Het geeft een veiliger gevoel.”



Hoofdstuk 5

Gerichte bestrijding

De ontwikkeling van virulente populaties *G. pallida* en de opkomst van *G. rostochiensis* zetten de beheersing van aardappelmoehed (AM) op scherp. Wanneer resistente rassen geen soelaas meer bieden, wordt de teelt van pootgoed onmogelijk en staan de opbrengsten van consumptie- en zetmeelaardappelen enorm onder druk. De afhankelijkheid van chemische bestrijdingsmiddelen wordt weer groter terwijl de beschikbaarheid daarvan niet zeker is.

De teler is aan zet

We moeten de opkomst en de verspreiding van de virulente populaties maximaal vertragen. Dat geeft kwekers de tijd om nieuwe, gebruikswaardige rassen met afdoende resistenties te ontwikkelen en in de markt te zetten.

De maatregelen die helpen om aardappelmoehed te beheersen zijn heel divers. Bedrijfshygiëne, teeltfrequentie, doordachte vruchtwisseling, opslagbestrijding, de inzet van resistente rassen met voldoende tolerantie (afgestemd op de in het perceel aanwezige populatie), inundatie, anaerobe grondontsmetting, de inzet van lokgewassen en een grondbehandeling met nematostatica zijn allemaal elementen van een integrale aanpak van *Globodera*-soorten. Oftewel, van Integrated *Globodera* Management). We moeten aardappelcysteaaaltjes onder controle zien te krijgen.



Filmpje: Zo werkt het high tech bestrijden van aardappelopslag.



Het is belangrijk om de aardappelopslag te bestrijden.

Aardappelopslag bestrijden

Door rooiverliezen blijven veel knollen op het land achter. Het zijn vooral kleine, maar ook grote knollen. In volggewassen zoals bieten en granen, niet-waardplanten voor aardappelmoehed, kunnen tot 400.000 aardappelplanten per hectare als onkruid voorkomen. Aardappelopslag is beslist niet alleen een probleem in het eerste jaar na een aardappelgewas. Opslagplanten vormen nieuwe knollen, waardoor het probleem in de volgende jaren eerder zal toenemen dan afnemen. Door aardappelopslag van vatbare rassen in de volggewassen geldt het vruchtwisselingeffect niet meer. In plaats van een afname van de populatie door natuurlijke sterfte zal een toename optreden door vermeerdering op de opslag. Hoe sterk de toename van de aaltjespopulatie op de opslag is, hangt af van het aantal opslagplanten per m².

Opslag van resistente rassen is ook een risico. Deze opslag zorgt voor onnodige selectiedruk op de aanwezige aaltjespopulaties. Daardoor ontwikkelen zich eerder virulente populaties.

Neem de bestrijding van aardappelopslag daarom serieus! Om een vermeerdering te voorkomen, moet

de aardappelopslag voor de langste dag dood zijn. Door gerooid land voor de winter niet te bewerken, is er grote kans dat veel verliesknollen in de winter kapotvriezen. Dit advies is tegenstrijdig met de GLB-eis om groen de winter in te gaan.



TIP – Om een vermeerdering te voorkomen moet aardappelopslag voor 21 juni dood zijn.

Soms komen in maart al aardappelplanten boven de grond. Doordat de bodemtemperaturen dan nog laag zijn, onder 10 tot 12 °C, is er nog geen vermeerdering van aaltjes. Dat begint pas later in het seizoen.



TIP – Door gerooid land voor de winter niet te bewerken, vriezen meer opslagknollen kapot.



Akkervarkens zijn zeer efficiënte opslagbestrijders.

Een recente ontwikkeling in het zetmeelaardappel-telend gebied is de inzet van akkervarkens. De varkens woelen het veld om en vreten de verliesknollen op. De kosten zijn in 2023 € 300,- per hectare. Kies na de teelt van aardappelen een gewas waarin je opslag effectief kunt bestrijden. Granen horen hier niet bij. Op het oog onderdrukken granen de aardappelopslag, maar de vermeerdering gaat ondergronds door.

Glyfosaat is effectief op aardappelopslag. Dit kan na een zachte winter wel de nodige tijd kosten, maar is voor een schoon bedrijf absoluut noodzakelijk.

Goedwerkende alternatieven voor glyfosaat zijn er nog niet. Het sterke punt van glyfosaat is dat het eerst de wortels doodt, waarna het loof afsterft. Al heel snel na toepassing stopt de aaltjesontwikkeling. Andere herbiciden doden het loof, waarna het nog lang duurt voordat ook de wortels volledig zijn afgestorven. In die periode gaat de aaltjesontwikkeling gewoon door en kan vaak de levenscyclus worden voltooid. Het gevolg is uitbreiding van de besmetting.

Inzet lokgewassen

Om een AM-besmetting op te ruimen kan een lokgewas worden ingezet. Deze gewassen mogen de aaltjes wel uit de cysten lokken, maar de ontwikkeling van de aaltjes moet worden gestopt voordat ze nieuwe cysten vormen. Lokgewassen zijn raketblad en aardappel. De teelt van deze lokgewassen steekt nauw.

Een goede verdeling van de planten is heel belangrijk. Teel niet op ruggen, maar op een vlak veld. Lokking vindt namelijk alleen plaats in een zone van slechts enkele centimeters rond groeiende wortels. Deze wortels scheiden veel lokstoffen uit. Om de cysten goed leeg te lokken, moeten enkele weken goed groeiende wortels aanwezig zijn. De bodemtemperatuur moet boven de 10°C liggen. Oudere cysten en cysten in een intensief bewortelde zone kunnen geheel leeg worden gelokt. Cysten die alleen een korte periode met lokstof in aanraking komen, verliezen wel jonge aaltjes maar er blijven ook jonge aaltjes in de cysten achter. Een goede verdeling van de wortels over het gehele perceel, ook in de rijsporen, is dus vereist. Een goed verdeeld en hoog plantaantal geeft maximale beworteling van de bouwvoor en daarmee maximale bestrijding.



TIP – Zorg voor een goede bodemstructuur waardoor er maximale doorworteling ontstaat. Dit zorgt voor een maximale afname van aardappelcysten met het telen van een resistent ras of een lokgewas.

Raketblad als lokgewas

Raketblad (*Solanum sisymbriifolium*) kwam als veelbelovend lokgewas naar voren uit een screening van 90 niet-knolvormende *Solanaceae*. De *Solanaceae* is de plantenfamilie waar ook aardappel onder valt. Raketblad heeft een goede lokking van larven en combineert dat met volledige resistentie. Zwarte nachtschade lokt ook cysten, maar is veel minder tolerant tegen hoge dichtheden aardappelcysteaaltjes. Daardoor is het moeilijk om in de gehele bouwvoor een goede beworteling te krijgen.

Raketblad lokt 60 tot 80% van de aardappelcystenaaltjes. Dit is inclusief de natuurlijke sterfte in een niet-aardappeljaar. De natuurlijke sterfte is 50% in het eerste jaar na het aardappelgewas en 30% in de jaren daarna. De extra lokking van raketblad valt vaak tegen. Teel daarom geen raketblad in het eerste jaar na een vatbaar aardappelras. Zaai raketblad voor een optimale ontwikkeling vanaf half mei. Het heeft een langzame beginontwikkeling, waardoor onkruid een groot probleem is.

Het gebruik van raketblad als lokgewas is een door de NVWA erkende officiële bestrijdingsmaatregel van aardappelmoeheid. Daarvoor gelden de volgende voorwaarden:

- Teel minimaal 9 tot 10 planten per m².
- Het gewas moet zich voldoende kunnen ontwikkelen voor een effectieve bestrijding.

Aardappel als lokgewas

Bij aardappel als lokgewas is een snel groeiend, hoogresistent en tolerant ras het best. De afname van de populatie kan minimaal gelijkwaardig zijn aan de doding van voorheen een chemische grondontsmetting. In proeven lokte aardappel als lokgewas maximaal 78 tot 92% van de jonge aaltjes in de bovenlaag bij een teeltduur van 37 tot 47 dagen. Dit is inclusief de natuurlijke sterfte in een niet-aardappeljaar (variërend van 50% in het eerste jaar na de aardappelteelt tot 30% in de jaren daarna). Teel daarom geen aardappel als lokgewas in het eerste jaar na een vatbaar aardappelras. Bij een bodemtemperatuur onder 10 °C vindt geen lokking plaats. Doding met glyfosaat is de enige juiste methode om het lokgewas snel volledig dood te krijgen, in elk geval voordat vermeerdering plaatsvindt. Gebruik wel een resistent ras, zodat niet direct problemen ontstaan als de gewasdoding tegenvalt. Ook moet het ras tolerant zijn, zodat de doorworteling ook bij hogere aaltjesdichtheden goed is. Recent onderzoek heeft aangetoond dat planten van een lokgewas na een vroege graanoogst eenzelfde goede sanering kan geven als in het voorjaar. Poot niet later dan half augustus, om voldoende doorworteling te krijgen in de 40 dagen die het lokgewas staat. Het advies is om bij de teelt in de nazomer de loofdoding al na 35 dagen uit te voeren, omdat de ontwikkeling van het aaltje in deze periode snel verloopt. Gebruik pootgoed dat nog niet fysiologisch versleten is. Er wordt gewerkt aan een alternatief voor glyfosaat. Het lijkt erop dat het doodvriesen van het gewas ook voldoet om de ontwikkeling tijdig te stoppen.

Bij aardappel als lokgewas zijn de omstandigheden tijdens de korte groeiperiode sterk van invloed op het resultaat. Heel vroeg poten bij lage temperaturen heeft weinig zin. Half mei lijkt over het algemeen het beste poottijdstip voor een voorjaarteelt als lokgewas.

Teel je een lokgewas als officiële bestrijdingsmaatregel, dan moet het lokgewas op de langste dag (21 juni) dood zijn. Het gewas moet dan doodgespoten zijn met glyfosaat. Dat is omdat met glyfosaat de wortels afsterven, zodat de cystevorming stopt. Houd de groeiperiode beperkt tot 40 dagen. Als het doodspuiten te vroeg gebeurt, is er onvoldoende lokking. Als het te laat gebeurt, kunnen weer nieuwe cysten zijn gevormd. In beide gevallen kan het resultaat tegenvallen. Bij te laat doodspuiten moet de NVWA de bestrijdingsmaatregel afkeuren.

Het gebruik van aardappel als lokgewas is een door de NVWA erkende officiële bestrijdingsmaatregel van aardappelmoeheid. Daarvoor gelden de volgende voorwaarden:

- Het gebruikte pootgoed voldoet aan de eisen van wet- en regelgeving.
- Teelt is uitsluitend toegestaan op bedden of vlakvelden (geen ruggenteelt!). Een regelmatige verdeling van de planten, met een dichtheid van minimaal 9 planten per m².
- Het lokgewas moet uiterlijk 40 dagen na het poten met glyfosaat worden gedood.
- Op het perceel rusten geen andere besmetverklaringen (wratziekte en/of bruinrot).
- Het besmette perceel ligt niet in een zogeheten aardappelverbodsgebied.

Belangrijk!

Een tussentijdse teelt van aardappel als lokgewas kan een overtreding van de AM-verordening van de NVWA zijn. Er is een meldingsplicht: afhankelijk van de gewasrotatie kun je ontheffing nodig hebben van de NVWA. Als je die ontheffing van de vruchtwisselingsvoorschriften nodig hebt, dan moet je de bestrijdingsmaatregel melden aan de NVWA via hun formulier. Meld je dan op tijd! Heb je geen ontheffing van de vruchtwisselingsvoorschriften nodig, dan geldt een meldingsplicht van de bestrijdingsmaatregel bij de NVWA binnen 14 dagen na het poten.



TIP – Bestrijdingsmaatregelen bij aardappelmoeheid vind je op de [NVWA-website](#).

Doodspuiten van valplekken

Zitten er slecht groeiende plekken in het aardappelgewas? Half juni kun je laten vaststellen of aardappelcysteaaltjes de oorzaak zijn. Spuit je die plek dood, dan is dat ook een vangmethode. Wanneer je een valplek voor 21 juni (of: 6 weken na het poten) doodspuit met glyfosaat, dan bestrijdt dat heel effectief de aaltjespopulatie op die plek. Neem bij het doodspuiten een ruime marge om de valplek. 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 bewerkingsrichting minimaal 30 meter voor én na de valplek. Als je een resistent ras teelt, is het een overweging om het gewas te laten staan. Houd de aardappelen op deze plek eventueel met berekening zo lang mogelijk aan de groei. Het gewas kan dan de bodem nog zo goed mogelijk doorwortelen, waardoor de aanwezige besmetting wordt opgeruimd.

Inundatie, een effectieve bestrijding van aardappelcysteaaltjes

Door in de zomerperiode een perceel 14 weken onder water te zetten, is een doding mogelijk van 99,9%. De aaltjes gaan vooral dood door de producten die worden gevormd bij de zuurstofloze vertering van organisch materiaal. Daarvoor is een bodemtemperatuur van minimaal 16°C een vereiste.



Inundatie is een zeer effectieve manier om aardappelcysteeltjes te bestrijden.



Filmpje: Bekijk deze 3-delige Youtube serie over wat belangrijk is vooraf en achteraf bij inundatie.

Het technisch goed uitvoeren van inundatie is niet eenvoudig. Met name de bouw van de dijken en het voorkomen van herinfectie vanuit de dijkgrond vraagt veel aandacht. Het gebruik van kunststof schermen is een goed alternatief. De kosten voor inundatie liggen op dit moment tussen €2.500,- en €6.000,- per hectare, inclusief egalisatie en teeltverlies. Als je zo veel mogelijk vatbare rassen wilt telen, dan is de beste strategie om na de inundatie afwisselend een Hoog Resistent (HR) ras en een vatbaar ras te telen. Begin met een HR-ras. Het is onmogelijk om elke aardappelteelt een vatbaar ras te kiezen. Een eventuele restbesmetting na inundatie bouwt dan razendsnel weer op. Laat na een tweede teelt van een vatbaar ras een intensieve bemonstering nemen, de AMI. Zo krijg je de perceelsbesmetting weer in kaart en kun je bepalen of een volgende inundatie nodig is.



TIP – Voor een effectieve inundatie is een inundatieduur van 14 weken noodzakelijk met een bodemtemperatuur vanaf 16 graden Celsius.

Traditionele anaerobe grondontsmetting met vers organisch materiaal

Wageningen University en Research (WUR) heeft een traditionele anaerobe grondontsmetting ontwikkeld. In de zomer of nazomer wordt 40 ton eiwitrijk, vers gras per hectare door de bouwvoor gemengd. Daarna wordt de grond dichtgerold, beregend met maximaal 20 mm. water en vervolgens afgedekt met gasdichte folie. Zo ontstaat binnen 24 uur een zuurstofloze (anaerobe) situatie. De grond moet minimaal 6 weken afgedekt blijven bij een bodemtemperatuur van minimaal 16 °C. Door de zuurstofloze afbraak van het organisch materiaal ontstaan vluchtige verbindingen. Deze verbindingen doden verschillende onkruiden, bodemgebonden schimmels en aaltjes.

De resultaten zijn het best op zand- en dalgrond. Daar heeft dit systeem een goede werking tegen aardappelcysteeltjes (*Globodera* spp.), wortellessieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en *Meloidogyne*-soorten. Voor een goed resultaat op zavel moet de grond 12 weken afgedekt blijven en er moet een dubbele hoeveelheid organisch materiaal worden ingewerkt. De doding is dan meer dan 99%, ook onder de bouwvoor.

In plaats van vers, eiwitrijk gras kun je ook andere restproducten gebruiken. Voorwaarde is dat het eiwitgehalte van die producten minimaal 20% is. Dit maakt de methode wel duurder.

Naam	Bestrijding door inundatie
<i>Nematoden</i>	
Aardappelcysteaaltjes	+
Witte bietencysteaaltje	-
Maiswortelknobbelaaltje	+
Noordelijk wortelknobbelaaltje	+
Graswortelknobbelaaltje	-
Wortellesieaaltje	+
Stengelaaltje	+
Trichodoride	+/-

<i>Schimmels</i>	
Fusarium	- (?)
Lakschurft	+ (?)
Rhizoctonia 2-2 III B	-
Sclerotiniën snot	+
Verwelkingsziekte	+ (?)
Witrot	- (?)
Wratziekte	- (?)
Zwart poot	-

<i>Onkruiden</i>	
Akkerdistel	+
Akkerkers	+/-
Heermoes	-
Klein hoefblad	+
Knolcyperus	-
Kweek	+
Paardenstaart-achtigen	-
Zaadonkruiden	-
Aardappelopslag	+

+	Zeer effectief
+/-	Matig effectief
-	Niet effectief
?	Onbekend
- (?)	Waarschijnlijk niet effectief
+ (?)	Waarschijnlijk wel effectief

Inundatie heeft een veel bredere werking dan alleen aardappelmoehheid. Maar inundatie is geen middel tegen elke kwaal. Actuele informatie staat op www.gezondgewastool.nl

Bodemresetten met Herbie

Onder de naam Bodemresetten heeft het bedrijf Soilwise bovenstaande methode van anaerobe grondontsmetting verbeterd. Het grootste verschil is het type organischestof dat wordt ingewerkt. Er zijn diverse mengsels ontwikkeld onder de naam Herbie. Daarnaast zijn er wijzigingen in het type folie, de toepassing ervan en de manier van onderwerken van organischestof. Bodemresetten geeft een goede bestrijding van aardappelcysteaaltjes. De NVWA heeft deze methode opgenomen als erkende maatregel om AM te bestrijden.

Chemische bestrijding

Voor de chemische bestrijding waren vroeger twee groepen middelen beschikbaar: middelen met een dodende werking en middelen met een verlamende werking. De dodende middelen werden gebruikt bij natte grondontsmetting. Die middelen zijn niet meer toegelaten. Nu zijn er alleen nog middelen met waarschijnlijk alleen een verlamende werking, de nematostatica. We kennen twee vormen: granulaire en de vloeibare variant. Deze middelen worden kort voor het zaaien of poten in de rij of volvelds toegediend. Ze verlamen de aaltjes gedurende een korte periode tijdens de aardappelteelt. De aaltjes veroorzaken daardoor minder schade en ze kunnen zich minder goed vermeerderen.



TIP – Op de [website van het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden \(Ctgb\)](http://www.gezondgewastool.nl) staat een actueel overzicht van de middelen die voor de bestrijding van aaltjes zijn toegelaten.

De beschikbare chemische middelen kunnen schade nooit volledig voorkomen, maar ze kunnen de schade wel sterk beperken. Dit geldt ook voor de vermeerdering van een AM-populatie. Wil je de vermeerdering van aardappelcysteeltjes beperken, dan heeft alleen een volveldsbehandeling een goed effect. Het beste resultaat wordt behaald in combinatie met een resistent ras. Hierbij zorgt het resistente ras met name voor de

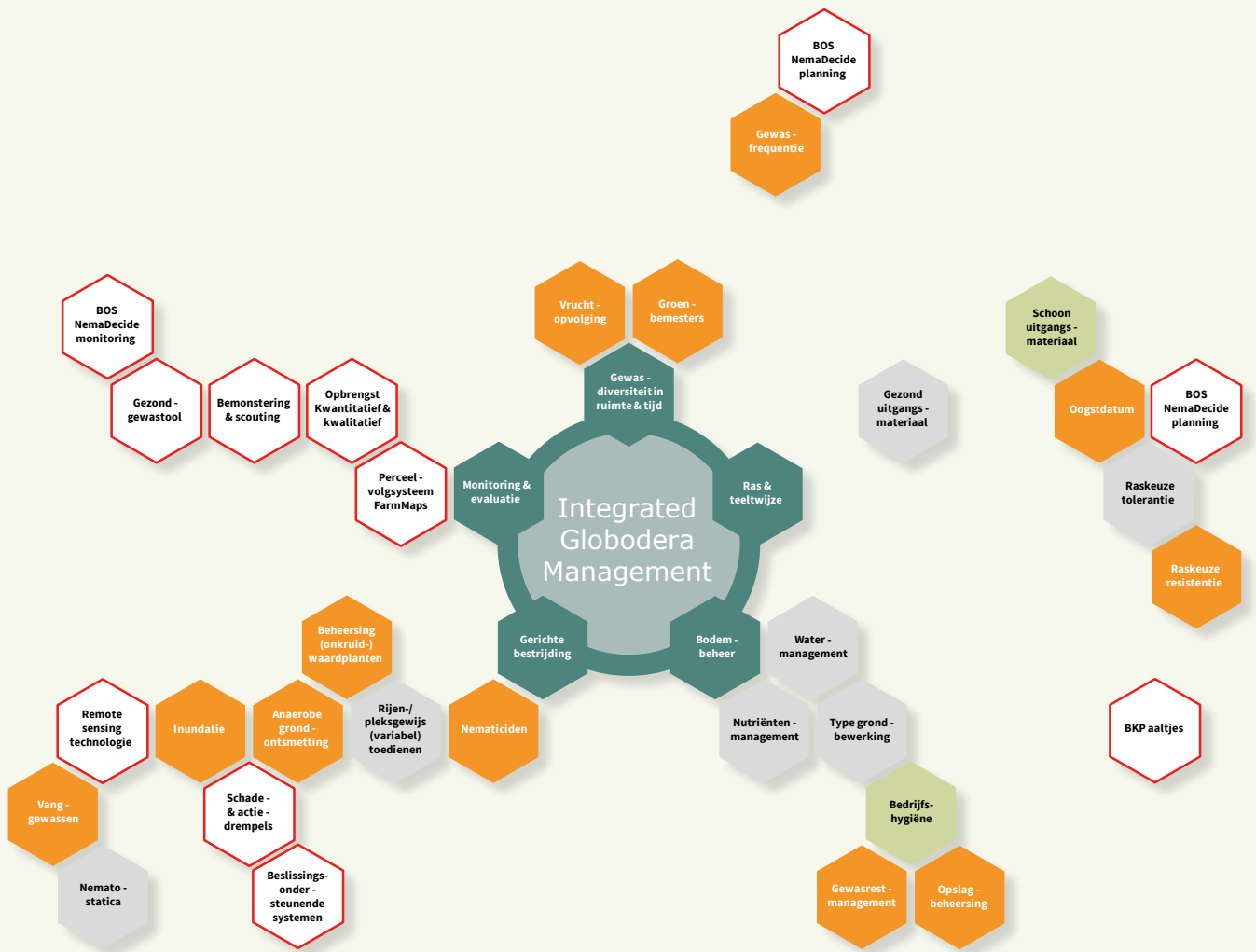


De inzet van granulaat kan opbrengstschade beperken.

afname van de populatie en het granulaat beperkt de aantasting van de wortels door de aaltjes. Dankzij het granulaat wordt het wortelstelsel minder geremd. De wortels kunnen zich beter en sneller ontwikkelen. Hierdoor worden meer aardappelcysteeltjes gelokt en is het effect van het resistente ras groter dan zonder granulaat.

De inzet van granulaat kan opbrengstschade beperken. Het is belangrijk om het op de goede manier en in de goede dosering te gebruiken. Bij de volveldsbehandeling geeft een optimale verdeling in de gehele bouwvoor de beste werking. Op zand- en dalgronden geeft een roterende spitmachine het beste resultaat. Op klei- en

zavelgronden werkt de hakenfrees of rotorkoepel het best. Ook voor rijenbehandeling is de goede verdeling in de aardappelrug belangrijk. Het grootste gedeelte van het middel moet in de wortelzone terechtkomen. De optimale dosering is afhankelijk van het doel (opbrengst veiligstellen of vermeerdering reduceren), het besmettingsniveau, de tolerantie van het ras, de pH en het organische-stofgehalte van het perceel. De bedrijfszekerheid van de beschikbare middelen is van een andere orde dan we in het verleden van granulaten en natte grondontsmetting gewend waren.



Integrated Globodera Management (IGM):
 Het INM-schema specifiek voor de beheersing
 van aardappelmoeheid.

Hoofdstuk 6

Tot slot

Begin vandaag nog met het ontwikkelen van een eigen strategie tegen aardappelmoetheid door het opzetten van jouw Integrated *Globodera* Management (IGM):

Monitoring en evaluatie

- Maak in overleg met jouw adviseur(s) per perceel een plan van aanpak, als onderdeel van jouw BodemKwaliteitsPlan.
- Zet planmatig intensieve bemonstering (AMI) in.
- Maak actief gebruik van de perceelsspecifieke informatie van de aanwezige aardappelcysteeltjes.
- Wees scherp op het aanwezig zijn van populaties die zich afwijkend gedragen op resistente rassen. Blijf kritisch op bemonsteringsuitslagen in combinatie met het laatst geteelde ras.
- Zet vooral een rassenkeuzetoets in als virulentietoets.

Gewasdiversiteit in ruimte & tijd

- Verlaag zo nodig de teeltfrequentie op een perceel (sla een aardappelteelt over).
- Houd in de vruchtwisseling en de keuze van groenbemesters rekening met de mogelijkheden van bestrijding van aardappelopslag.

Ras & teeltwijze

- Zet gericht resistente rassen in.
- Gebruik schoon pootgoed (van AMI-bemonsterde percelen of gewassen).

Bodembeheer

- Voorkom stuiven.
- Denk aan bedrijfshygiëne; schone machines, inundatie zeefgrond.
- Bestrijd aardappelopslag maximaal.

Gerichte bestrijding

- Teel aardappel als lokgewas.
- Zet inundatie in.
- Zet anaerobe grondontsmetting in.
- Zet strategisch granulaten in bij aangetoonde noodzaak.

Colofon

Plan van Aanpak Aardappelmoeheid is een gezamenlijk initiatief vanuit de aardappelsector. BO Akkerbouw financiert de Plannen van Aanpak uit overgedragen middelen van het Productschap Akkerbouw. De resultaten dragen bij aan het Actieplan Plantgezondheid van BO Akkerbouw en haar dertien leden.

Deze publicatie kwam tot stand met medewerking van Avebe, stichting TBM, NAV en LTO.

Redactie

Egbert Schepel (HLB),
Geert Smant en Mark Sterken (Wageningen University & Research, Laboratorium voor Nematologie) en Leendert Molendijk (Wageningen University & Research, Open Teelten).

Karin van Hoogstraten schreef de interviews.

De schrijvers bedanken Mario van Sabben van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) voor de informatie over de ontwikkelingen rond AM en regelgeving.

Eindredactie

Boerentaal, BO Akkerbouw.

Fotografie

Hans Banus, Marcus Pasveer, Boerentaal, Wageningen University & Research (WUR).

Reproductie van (delen van) deze publicatie voor educatieve, non-commerciële doelstellingen is toegestaan zonder voorafgaande toestemming. Daarbij is duidelijke bronvermelding noodzakelijk.

November 2023

BO Akkerbouw
Louis Braillelaan 80
2719 EK Zoetermeer
www.bo-akkerbouw.nl
t 079 303 0330
e info@bo-akkerbouw.nl



**Wil je op de hoogte
blijven van alle
onderzoeksprojecten?
Meld je dan aan voor
de nieuwsbrief van
BO Akkerbouw via
www.bo-akkerbouw.nl.**