

# Beheersing van Meloidogyne in de akkerbouw

**Alles over maiswortelknobbelaaltjes:  
achtergronden, regelgeving, bemonstering,  
bestrijding en beheersing**



Kijk op  
[www.bo-akkerbouw.nl](http://www.bo-akkerbouw.nl)  
onder **Kennis en innovatie**  
voor alle lopende  
en afgeronde  
onderzoeksprojecten  
die BO Akkerbouw  
financiert.

# Uitgebreid pakket aan kennis en kunde maakt Meloidogyne beheersbaar

Toen jaren geleden *Meloidogyne chitwoodi* voor het eerst in Noord-Holland werd aangetroffen, was er mij veel aan gelegen om oplossingen te zoeken om dit schadelijke aaltje te beheersen. In alle openheid. Niet alleen voor mezelf, voor andere pootaardappeltelers in mijn regio en voor akkerbouwers in heel Nederland. Maar ook om zo onze positie als pootgoedexporteur te waarborgen.

Het Plan van Aanpak Meloidogyne, dat in 2017 startte, bood een unieke kans om met een brede coalitie van vertegenwoordigers uit de hele aardappelketen onderzoek te doen naar de aanpak van deze quarantaine-ziekten. BO Akkerbouw financierde dit met middelen die zijn overgedragen van het Productschap Akkerbouw en verzorgde ook het secretariaat.

Die samenwerking was uiterst geslaagd. Het onderzoek heeft een uitgebreid pakket aan kennis en kunde opgeleverd, waarmee akkerbouwers *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax* kunnen aanpakken. De door akkerbouwers ingelegde euro's zijn in de afgelopen zes jaar zeer efficiënt en effectief besteed.

Zo blijkt intensieve bemonstering na een waardplant een goed beeld te geven van de aanwezigheid van deze schadelijke aaltjes. Bovendien kunnen akkerbouwers met een slim bouwplan, bedrijfshygiëne en schoon uitgangsmateriaal Meloidogyne beheersen. Inundatie zorgt zelfs voor volledige bestrijding ervan. De resultaten tonen aan dat elk besmet perceel met de juiste maatregelen weer gezond kan worden.

Deze brochure vat bestaande en nieuw ontwikkelde kennis uit het Plan van Aanpak Meloidogyne samen. Het is een onmisbaar naslagwerk voor elke akkerbouwer en adviseur. De kennis is namelijk pas echt waardevol, als alle betrokkenen deze toepassen. Dat kan mij niet snel genoeg gaan. Daarom zal ik – en velen met mij – blijven werken aan bewustwording, nu en in de toekomst.

**Klaas Schenk**

Voorzitter stuurgroep Plan van Aanpak Meloidogyne







# Inhoudsopgave

- 3 Klaas Schenk, voorzitter stuurgroep:  
“Uitgebreid pakket aan kennis en kunde  
maakt Meloidogyne beheersbaar”
- 7 **Leeswijzer**  
Beheersen van Meloidogyne-aaltjes:  
Integrated Nematode Management (INM)
- 9 **Hoofdstuk 1**  
**Monitoring en evaluatie**
- 9 Intensieve bemonstering  
10 Extensieve bemonstering  
10 Biotoets  
11 Gewaswaarnemingen (herkenning)  
12 Schade  
12 Regelgeving Meloidogynesoorten
- 15 Peter Boutkan, buitendienst Agrico  
“Vroeger was chitwoodi een taboe,  
nu werken we aan bewustwording”
- 17 **Hoofdstuk 2**  
**Gewasdiversiteit in ruimte en tijd**
- 17 Gewasrotatie  
18 Keuze van groenbemesters
- 21 **Hoofdstuk 3**  
**Ras en teeltwijze**
- 21 Uitgangsmateriaal  
21 Rassenkeuze  
22 Tolerantie  
22 Resistentie  
23 Teeltwijze
- 24 Egbert Schepel, onderzoeker en adviseur HLB  
“Hou de besmetting minimaal”
- 27 **Hoofdstuk 4**  
**Bodembeheer**
- 27 Bedrijfshygiëne  
27 Zeef- en sorteergrond  
28 BodemKwaliteitsPlan (BKP)
- 29 Frans van Dam, akkerbouwer in Wieringerwerf:  
“Na inundatie teel je in nieuwe, verse  
poldergrond”
- 31 **Hoofdstuk 5**  
**Gerichte bestrijding**
- 31 Anaerobe grondontsmetting  
31 Inundatie  
32 Effectiviteit inundatie op aaltjes,  
bodemschimmels en onkruiden  
33 Aandachtspunten inundatie  
34 Biofumigatie  
34 Chemische bestrijding  
35 Beheersing onkruiden en opslag



# Beheersen van Meloidogyne-aaltjes: Integrated Nematode Management

**Het maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*) en het bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne fallax*) komen vrij algemeen voor op de lichte zavel, zand- en dalgrond. Ze kunnen aanzienlijke schade veroorzaken in verschillende teelten. Beide soorten zijn binnen de EU bestempeld als quarantaine organismen. Dit betekent dat al het voortkweekingsmateriaal zoals aardappelpootgoed vrij moet zijn van deze aaltjessoorten.**

Het beheersen van deze aaltjes is lastig en dat gaat de komende jaren alleen maar lastiger worden. Gewasbeschermingsmiddelen voor aaltjesbestrijding (nematiciden) verdwijnen steeds meer en de maatschappij wenst dat we het gebruik van dergelijke middelen verminderen. Dat vraagt om een andere, meer duurzame aanpak van gewasbescherming.

Dat geldt niet alleen voor de beheersing van aaltjes, maar voor de beheersing van alle ziekten, plagen en onkruiden. Daarvoor is een systematische, brede aanpak over de hele vruchtwisseling heen nodig. Dat is geïntegreerde gewasbescherming, of: Integrated Crop Management (ICM). Gaat het over aaltjes, dan noemen we het geïntegreerde aaltjesbeheersing, oftewel: Integrated Nematode Management (INM). De vijf pijlers uit Integrated Nematode Management (INM) zijn de hoofdstukken in deze brochure.

**Meer weten over ICM? De Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging (KNPV) heeft hierover een uitgebreid themanummer **Gewasbescherming** uitgegeven. Hierin staan de achtergronden van ICM en de visie van de praktijk.**

**Monitoring & evaluatie**

**Bemonstering & scouting**

**Opbrengst Kwantitatief & kwalitatief**

**BOS**

**Perceel - volgsysteem FarmMaps**

**Sensor - technologie & camera's**



# Hoofdstuk 1

## Monitoring en evaluatie

Een geïntegreerde aanpak van aaltjes begint met kennis van het perceel. Welke aaltjes zitten er en hoe zwaar is de besmetting? Alleen met die kennis kun je een goed doordachte strategie opstellen. Een geïntegreerde aanpak begint daarom met de pijler 'Monitoring en evaluatie'. Het tijdig opsporen van een beginnende aaltjesbesmetting is de basis om deze goed te kunnen beheersen.



Monster vrijlevende aaltjes (Meloidogyne).

### Bemonstering en waarnemingen

Een grondbemonstering laat zien welke aaltjes in een perceel zitten en hoe zwaar de besmetting is. Ook waarnemingen aan een gewas kunnen informatie geven over een mogelijke aaltjesbesmetting. Voor de teelt van uitgangsmateriaal zoals pootaardappelen moet de teler aantonen dat een perceel vrij is van aardappelmoehheid. Voor wortelknobbelaaltjes geldt dat niet.

### Grondbemonstering

Een aanwezige besmetting van *M. chitwoodi* en *M. fallax* toon je aan met een grondbemonstering.

Het moment van bemonsteren en de monstergrootte kunnen verschillen. Dat hangt af van het doel van de bemonstering. Een extensieve bemonstering is voldoende om in te schatten of er in een volgteelt risico op schade is. Een intensieve bemonstering geeft meer informatie. Daarmee kun je een besmetting beter opsporen (wat noodzakelijk is voor de teelt van uitgangsmateriaal) en gericht een aanpak uitstippelen.

### Intensieve bemonstering

Wil je weten of een perceel besmet is? Omdat *M. chitwoodi* en *M. fallax* pleksgewijs kunnen voorkomen, is een intensieve bemonstering het beste. Een intensieve bemonstering, ook Melo-intensieve bemonstering genoemd, geeft een grote kans om het aaltje te vinden. Het is belangrijk om de monsters te laten spoelen én incuberen. Bij alleen spoelen gaat de uitslag over aaltjes in de grond, bij incuberen meet het laboratorium ook de aaltjes die nog in de eitjes of in wortelresten zitten. Daardoor is de uitslag betrouwbaarder.



**TIP** – Doe een intensieve bemonstering (Melo-i). Dit geeft 90% trefkans om een kleine, beginnende besmetting te ontdekken.

De kans om het aaltje met een intensieve bemonstering te vinden, is 90%. Voorwaarde is dan wel dat je laat bemonsteren op het moment dat de aaltjespopulatie het hoogst is. Dat moment is:

- kort na de oogst van een voor *M. chitwoodi* en/of *M. fallax* goede waardplant. Dat zijn onder meer aardappel, peen en schorseneer;
- vóór 15 november. Na half november is een groot deel van de aaltjes alweer afgestorven en neemt de kans om ze te vinden sterk af.

Verschillende laboratoria bieden een intensieve bemonstering aan. Hoeveel stekken ze nemen en hoeveel grond ze analyseren, is niet altijd hetzelfde. Maar de kans om het aaltje te vinden, is bij alle aangeboden intensieve bemonsteringen gelijk. Bij een intensieve bemonstering wordt een oppervlakte van 1/3 tot maximaal 1 hectare van de bouwvoor diep bemonsterd. Er wordt relatief veel grond verzameld en geanalyseerd. De bouwvoor is de bovenste, veel bewerkte en vaak met humeus materiaal verrijkte laag van de grond. De grondlaag waar de wortels van de planten in groeien. De bovenste 25 cm.

*Is een besmetting aangetoond?*

Dan kun je het volgende teeltseizoen al een bestrijdingsmaatregel uitvoeren. Denk bijvoorbeeld aan de teelt van een gewas dat het aaltje niet vermeerdert. Of teel een resistent ras op dat perceel of een deel van dat perceel. Denk er ook aan om de verdere verspreiding van de aaltjes te voorkomen. Bijvoorbeeld door het besmette deel als laatste te bewerken en machines na gebruik schoon te maken.



**TIP** – Doe de intensieve bemonstering in de herfst na het telen van een waardplant. Dan is de vindkans het grootst.

### **Extensieve bemonstering**

Is een perceel besmet en wil je weten of je zonder risico's een bepaald gewas of ras kunt telen? Laat dan een extensief monster nemen. Daarmee kun je inschatten of je kans op schade hebt in de volgteelt. Ook bij extensief bemonsteren is het zinvol om het monster te laten spoelen én incuberen.

Het is niet nodig om elk jaar opnieuw een aaltjesmonster te nemen. Als bekend is welke aaltjessoorten in het perceel zitten en welke gewassen zijn geteeld, dan kan een goede inschatting worden gemaakt van de aaltjesbesmetting in het volgende voorjaar.

De beste strategie is om in het najaar te bemonsteren, liefst na de teelt van een waardplant. Het besmettingsniveau is dan het hoogst. Is op dat moment een (zware) besmetting aanwezig, dan is er nog genoeg tijd om maatregelen te nemen. Bemonsteren in de winter, van december tot februari, kan ook. Bemonster per voorvrucht en neem een monster van een niet te grote oppervlakte. Minstens één monster per hectare heeft de voorkeur.

Om te besparen op de kosten van het onderzoek, kun je ook zelf een extensief monster nemen. Het bedrijf dat het monster gaat onderzoeken, kan uitleggen hoe het monster precies genomen moet worden.



**Filmpje:** Bemonsteren, waarom en hoe?

### **Biotoets**

Wil je weten of je perceel besmet is met *M. chitwoodi* of *M. fallax* maar wil je geen grondonderzoek laten doen? Dan kun je zelf een biotoets uitvoeren. Dat kan met aardappel en met sla.

- Gebruik voor de biotoets een aardappelras dat gevoelig is voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Bijvoorbeeld Hansa of Asterix.
- Deel het perceel dat je wilt onderzoeken in blokken van 1/3 hectare.
- Neem per blok circa 65 liter grond uit de bouwvoor en doe dit in kuipen.
- Teel in deze kuipen een gevoelig aardappelras.
- Laat de aardappelen minimaal drie maanden groeien. Beoordeel daarna de nieuwgevormde knollen nauwkeurig op knobbels en eipakketjes door ze dun te schillen. Zie **hoofdstuk 3** voor een foto van het schadebeeld.

*Vind je een besmetting?*

Laat dan onderzoeken of het *M. chitwoodi* of *M. fallax* is. Dat is met het blote oog niet te zien, want de symptomen zijn hetzelfde. Maar ze hebben wel verschillende waardplanten. Het bepaalt dus welke gewassen zonder problemen op het perceel kunnen groeien.



Biofotoets met sla.



Een sterk vertakte peen veroorzaakt door *M. hapla*.



Een aantasting van *M. chitwoodi* op peen.

Voor de biofotoets met sla is minder grond nodig.

- Verdeel het perceel in stroken en verzamel van een relatief kleine oppervlakte 2 liter grond.
- Verdeel dit over potjes van 500 ml.
- Zet daarin een slaplantje.
- Na 6 tot 8 weken spoel je het wortelstelsel van het slaplantje voorzichtig schoon.
- Controleer de wortels op knobbels.

De vorm van de knobbels is ook belangrijk. *M. chitwoodi* en *M. fallax* vormen beide langgerekte knobbels, over de gehele wortels. *M. hapla* geeft knobbels waaruit zijwortels groeien. Ze lijken daardoor op spinnetjes. *M. naasi* geeft knobbels aan de wortelpunten. Wanneer langgerekte knobbels worden waargenomen is het belangrijk om te laten bepalen of de knobbel veroorzaakt is door *M. chitwoodi* of *M. fallax*.

**Gewaswaarnemingen (herkenning):**

Schade aan het gewas betekent ook dat het perceel besmet is. *M. chitwoodi* en *M. fallax* kunnen groeieremming geven. Vooral bij de opkomst en bij het sluiten van het gewas valt dat op. De groeieremming is bij *M. chitwoodi* en *M. fallax* pas zichtbaar als de besmetting al redelijk zwaar is. Bij lichte besmettingen is de schade wel aan het wortelstelsel en de knollen te zien. Wil je er op tijd bij zijn, graaf dan geregeld een plant voorzichtig op en bekijk het wortelstelsel nauwkeurig. *M. chitwoodi* en *M. fallax* vormen langgerekte knobbels waarop geen zijwortels groeien. Bij *M. hapla* vormen zich wel zijwortels op de knobbels. *M. naasi* geeft knobbels aan de wortelpunten. De knobbels van *M. chitwoodi* en *M. fallax* zijn niet van elkaar te onderscheiden.

Tijdens de oogst is een besmetting snel zichtbaar aan het product. Door op de rooier de kwaliteit van aardappel, peen of schorseneren te controleren, kan een eventuele besmetting snel aan het licht komen. Leg vast op welke plekken de aantasting zichtbaar is. Op en rondom deze plekken kun je gericht maatregelen nemen om de besmetting te beheersen.

### Schade

De aaltjesdichtheid waarbij de eerste schade optreedt, noemen we de schadedrempel. Schade is kwaliteitsschade (knobbels) of opbrengstschade. *M. chitwoodi* en *M. fallax* kunnen al bij zeer lage dichtheden kwaliteitsschade veroorzaken in aardappel, peen en schorseneer. Een precieze schadedrempel is lastig aan te geven. Diverse factoren spelen een rol. Bemonsteringsmoment, aanwezigheid van andere aaltjessoorten, organischestofgehalte, pH, weersomstandigheden, ras en teeltdoel hebben invloed op de schadedrempel. De schadedrempels bij aardappelen verschillen enorm. Bij zetmeelaardappelen is knolaantasting geen schade. Daar is pas schade als er opbrengstverlies is. De besmetting is dan al een zware besmetting, dus met hoge dichtheden aaltjes. Consumptieaardappelen worden wel beoordeeld op uiterlijk. Daar betekent een veel lichtere besmetting al snel financiële schade.

### Indicatieve schadedrempels

(aantal aaltjes per 100 ml. grond, kort voorafgaand aan de teelt.)

Gewas	<i>M. chitwoodi</i> / <i>M. fallax</i>
Consumptieaardappel	10 (*)
Zetmeelaardappel	750
Pootgoed	<1
Peen	10
Schorseneer	1
Witlof	50
Erwt	10
Suikerbiet	500

\* Er zijn rasverschillen (zie hoofdstuk 'Ras en teeltwijze').

Kwalitatieve informatie over de schadegevoeligheid van gewassen voor *M. chitwoodi*, *M. fallax* en andere aaltjessoorten is te vinden op de [website Best4Soil](#).

### Regelgeving Meloidogynesoorten

Sinds 1998 zijn het maiswortelknobbelaaltje (*M. chitwoodi*) en het bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje (*M. fallax*) quarantaineorganismen. Dit betekent dat Nederland verplicht is de introductie en verspreiding van deze aaltjes via het verkeer van alle planten en plantaardige producten te voorkomen. Volgens deze uitvoeringsverordening moet al het voortkweekingsmateriaal vrij zijn van *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Een partij pootaardappelen die besmet is met *M. chitwoodi* of *M. fallax*, verliest de pootgoedstatus. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) ziet erop toe dat aan de fyto-sanitaire richtlijnen wordt voldaan.



**TIP** – Lees meer over de factoren die van invloed zijn op aaltjesschade op de [website Best4Soil](#).

Pootaardappelen moeten afkomstig zijn uit gebieden waar *M. chitwoodi* en *M. fallax* niet voorkomen. Als in het gebied wel *M. chitwoodi* of *M. fallax* voorkomt, is het verplicht om alle partijen te onderzoeken. De Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK) voert dat onderzoek uit. Ook bloembollen en boomkwekerijgewassen uit deze gebieden worden onderzocht door Bloembollenkeuringsdienst (BKD) en Naktuinbouw. Ook in de gebieden waar *M. chitwoodi* en *M. fallax* niet voorkomen, wordt pootgoed onderzocht op deze aaltjes. Het gaat dan om gemiddeld één partij per pootgoedteler







per jaar, in totaal ruim 1300 monsters.

Wanneer NVWA of keuringsdiensten in een officieel onderzoek *M. chitwoodi* of *M. fallax* vinden, dan verliest het gebied rond de vindplaats de status 'Melo-vrij gebied'.

Dit gebied wordt het aangewezen gebied genoemd. In dit gebied vallen alle percelen die binnen 1 km afstand van de vindplaats liggen.

In dit aangewezen gebied geldt extra onderzoeksplicht om vast te stellen of de aaltjes verder zijn verspreid. De NAK toetst alle pootgoedpartijen die het volgende teeltjaar in dit gebied groeien op *M. chitwoodi* en *M. fallax*. BKD en Naktuinbouw doen een verscherpte inspectie bij bloembollen en vaste planten. Als geen *M. chitwoodi* of *M. fallax* wordt gevonden, wordt na een jaar het aangewezen gebied beperkt tot het topografische perceel (in Flevoland en Wieringermeer zijn dit hele kavels) waarbinnen de vondst is gedaan. Die verplichte controle kan vervallen als twee achtereenvolgende aardappelteelten (pootgoed, consumptie of zetmeel) op het besmette perceel in officieel onderzoek vrij zijn bevonden van *M. chitwoodi* en *M. fallax*.

Een goed uitgevoerde inundatie kan de wortelknobbelaaltjes volledig bestrijden. De NVWA ziet inundatie daarom als officiële bestrijdingsmaatregel. Wanneer inundatie als bestrijdingsmaatregel wordt aangemeld en uitgevoerd, en de NAK bij de volgende aardappelteelt op dat perceel geen wortelknobbelaaltjes vindt, worden de maatregelen op het perceel beëindigd. Het perceel verliest dan zijn risicostatus en de onderzoeksplicht vervalt.



**TIP** – Uitgebreide informatie over de regelgeving rond *M. chitwoodi* en *M. fallax* staat op de [website van de NVWA](#).

Peter Boutkan, buitendienst Agrico:

## “Vroeger was chitwoodi een taboe, nu werken we aan bewustwording”



**Toen Peter Boutkan dertig jaar geleden bij Agrico in de buitendienst begon, trof hij voor het eerst *Meloidogyne chitwoodi* aan. “Toen was het Leiden in last. Inmiddels weten pootgoedtelers beter hoe zij de risico’s kunnen beheersen. Toch zijn er ondernemers die liever wegstijgen.”**

Op de simpele vraag ‘Komen *Meloidogyne chitwoodi* en *fallax* (Mcf) meer voor dan wij denken?’, is Peters antwoord ook eenvoudig. “Jazeker, vooral op specifieke zandgronden tussen 10 en 15% afslibbaar. Dat blijkt uit de vele grondmonsters die wij als Agrico begin jaren 2000 op verschillende locaties in Nederland namen. Het patroon is grillig. Soms vind je jaren niets, dan ineens wel. *Meloidogyne chitwoodi* komt veel vaker voor dan *fallax*. Beide aaltjes zijn

“Het patroon is grillig. Soms vind je jaren niets, dan ineens wel”

lastig te vinden, zeker op de knollen zelf. Dat is zowel een nadeel als een voordeel. Als je niet naar de aaltjes zoekt, vind je ze niet zomaar.”

### **Van grondonderzoek tot bouwplan**

Negeren van het probleem is niet de beste aanpak, vindt Peter. “Het is belangrijk dat telers het serieus nemen. Vrijwillig grondonderzoek direct na een aardappelteelt geeft inzicht in de aanwezigheid van aaltjes. Die resultaten zijn betrouwbaar. Op basis daarvan kunnen telers hun bouwplan bijsturen. En op die plek verstandige voorvruchten plannen, zoals tulpen, lelies, cichorei of witlof. En de juiste groenbemesters kiezen.”

Telers kunnen meer doen om de schadelijke aaltjes aan te pakken. Inundatie, bijvoorbeeld. Peter ziet het steeds meer gebeuren, zelfs op oppervlakten van twintig hectaren. “Je pleegt echt een massamoord op de aaltjes. Dat is een uitkomst voor pootgoedtelers.”

### **PCR-machine toont Mcf aan**

Die kennis is de afgelopen jaren ontwikkeld binnen het Plan van Aanpak *Meloidogyne*. Een goede zaak, vindt Peter. “Openheid helpt om de schadelijke aaltjes te beheersen. Vroeger was chitwoodi een taboe, nu werken we aan bewustwording. De aaltjes komen nu eenmaal voor op de Nederlandse zandgronden en zullen niet zomaar verdwijnen. Bovendien heeft Mcf de quarantainestatus en moeten we verspreiding voorkomen.”

Feit is ook dat de positie van Nederland als exportland van pootgoed in het geding is. “Afnemers in de hele wereld hebben steeds vaker een PCR-machine, waarmee ze een DNA-test kunnen doen. Zo kunnen zij *Meloidogyne* aantonen. Een partij terughalen kost ons én de teler geld. Erger is dat het slecht is voor onze reputatie. Het is ons gezamenlijk belang om dat te voorkomen.”



## Hoofdstuk 2

# Gewasdiversiteit in ruimte & tijd

De tweede stap in de beheersing van nematoden is een goed doordachte gewasvolgorde. Even belangrijk is het om na te denken over de perceelskeuze. Op welk (deel van het) perceel komt een gewas of ras? De gewassenkeuze en de invulling van de percelen vormen daarmee de basis van een geïntegreerde aaltjesbeheersing. Een vruchtwisseling die is afgestemd op de aanwezige aaltjesbesmetting kan problemen beperken of zelfs voorkomen. Gewassen die niet- of slechte waardplanten zijn, dringen de besmetting terug. Dat kan soms zelfs tot op een niveau dat het mogelijk is om toch een schadegevoelig gewas of ras te telen.

### Gewasrotatie

*M. chitwoodi* en *M. fallax* maken het niet gemakkelijk om een goede gewasrotatie in elkaar te zetten. Ze hebben een brede waardplantenreeks. Bovendien zijn bij verschillende gewassen de schadedrempels erg laag. Belangrijk is om te weten welke van de twee in het perceel zitten. *M. fallax* bijvoorbeeld vermeerderd sterk op Engels raaigras, terwijl



De gewassenkeuze en de invulling van de percelen vormen de basis van een geïntegreerde aaltjesbeheersing.

*M. chitwoodi* zich hierop maar matig kan vermeerderen. Mais is een matig tot goede waard voor *M. chitwoodi*, maar juist weer een vrij slechte waard voor *M. fallax*. Suikerbiet was bekend als goede waard voor *M. fallax*, maar een vrij slechte waard voor *M. chitwoodi*. Recent onderzoek laat zien dat *M. chitwoodi* zich ook vrij goed kan vermeerderen op suikerbiet. Hoeveel vermeerdering optreedt, hangt af van de besmetting kort voor de teelt. Was de besmetting kort voor de teelt laag, dan bleef de besmetting ook laag. Was de besmetting kort voor de teelt vrij hoog, dan was ook na de teelt van suikerbieten de besmetting vrij hoog. Conclusie is dat suikerbiet een zogeheten stabilisatiewaard lijkt voor *M. chitwoodi*. Bij een stabilisatiewaard is het aantal

aaltjes na de teelt ongeveer gelijk aan het aantal kort voor de teelt. Ondertussen zijn er ook suikerbietenrassen die resistent zijn voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Deze rassen vermeerderen de aaltjes niet.

Cichorei en vlas zijn een (zeer) slechte waard voor *M. chitwoodi* maar een matige waard voor *M. fallax*. Witlof, luzerne (afhankelijk van het ras) en rolklaver zijn niet tot zeer slechte waardgewassen voor zowel *M. chitwoodi* als *M. fallax*. Stamslaboon is geen waardplant voor *M. fallax*. *M. chitwoodi* kan zich wel vermeerderen op stamslaboon. Hoeveel dat is, verschilt per ras. **Zie hoofdstuk 3: 'Ras en teeltwijze'**.

Ook met gewassen met een korte teeltperiode zoals sla en spinazie kan een Meloidogyne-besmetting worden teruggedrongen. Deze gewassen zijn op zichzelf goede waardgewassen voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*, maar door de vrij korte teeltduur kunnen de aaltjes hun levenscyclus niet voltooien. Deze gewassen fungeren als een soort vanggewas. De besmetting neemt minimaal zo sterk af als bij zwarte braak. Dat is dus de natuurlijke sterfte. Belangrijk is dan om na de oogst de stoppel direct goed te bewerken, zodat het wortelstelsel meteen afsterft en de ontwikkeling van de aaltjes direct stopt.

### Keuze van groenbemesters

Ook de keuze van de groenbemester is belangrijk bij de beheersing van *M. chitwoodi* en *M. fallax*. De groenbemesters bladrammenas en facelia vermeerderen *M. chitwoodi* en *M. fallax* niet of maar zeer slecht (zie ook 'Ras & teeltwijze'). Japanse haver en rogge vermeerderen *M. chitwoodi* en *M. fallax* sterk. De laatste jaren staan mengsels van groenbemesters volop in de belangstelling. Een groenbemestermengsel combineert de verschillende positieve eigenschappen. Maar als een mengsel een waardplant voor een bepaald aaltje bevat, zal de besmetting van deze soort toenemen. Het is dus belangrijk om te weten welke aaltjessoorten op een perceel voorkomen en wat de waardplantstatus is van de verschillende groenbemesters in het mengsel. Als niet van elke soort in het mengsel de waardplantstatus bekend is, is de teelt op een besmet perceel een groot risico. Op een besmet perceel past een enkelvoudige, resistente groenbemester het beste.



**TIP** – Toepassen van groenbemesters bij aanpak *M. chitwoodi* en *M. fallax*.



### Verloop van de besmetting

Als een perceel eenmaal besmet is met *M. chitwoodi* of *M. fallax*, is het heel moeilijk om deze aaltjessoorten met alleen een goed doordachte gewasrotatie volledig op te ruimen. De besmetting neemt zeer sterk af door enkele jaren niet-waardgewassen of resistente rassen te telen. De besmetting kan onder de detectiegrens komen. Dat betekent dat de besmetting niet meer is aan te tonen met intensief onderzoek. Maar de aaltjes verdwijnen niet volledig. Hierdoor blijft voor een pootgoedteelt het risico op een besmetting van het pootgoed bestaan. Gevolg is dat er toch (licht) besmette partijen in het handelsverkeer komen, met ongewenste verspreiding tot gevolg.

De wortelknobbelaaltjes kennen een hoge natuurlijke sterfte. Maar drie jaar zwarte braak is onvoldoende om een besmetting met *M. chitwoodi* volledig op te ruimen. Bij het telen van een niet-waardgewas neemt de besmetting ook af. Het is niet bekend hoeveel jaren een niet-waardgewas nodig is om een perceel weer vrij te krijgen van een besmetting met *M. chitwoodi* of *M. fallax*.

Alleen een goed uitgevoerde inundatie lijkt een besmetting met *M. chitwoodi* en *M. fallax* volledig op te ruimen. Hierdoor is het perceel weer geschikt voor de teelt van uitgangsmateriaal (zie hoofdstuk 'Gerichte bestrijding').



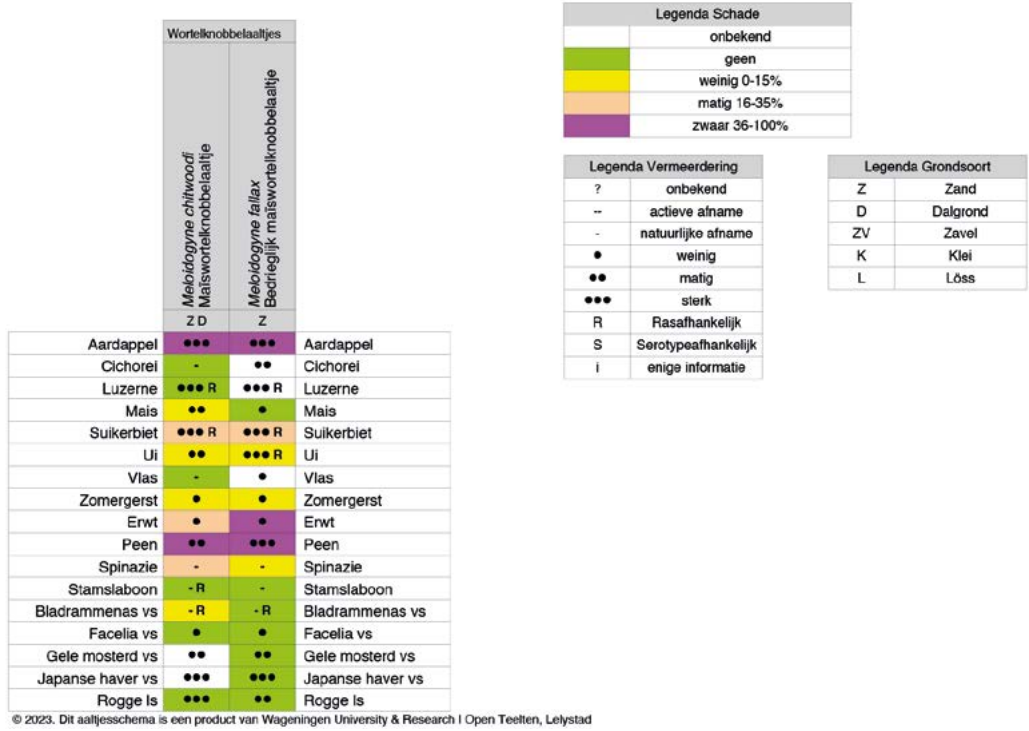
**Filmpje:** Hoe gebruik je het aaltjesschema bij de aanpak *M. chitwoodi* en *M. fallax*?

Meer informatie over de waardplantstatus en schadegevoeligheid van gewassen en groenbemesters staat op [www.best4soil.eu/database](http://www.best4soil.eu/database) en [www.aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl). Het beslissingsondersteunend systeem NemaDecide biedt de mogelijkheid om ook de populatieontwikkeling over de jaren te voorspellen. Daardoor geeft het ook inzicht in de kans op opbrengstverliezen en de kans op het vinden van een besmetting met een grondonderzoek. NemaDecide geeft deze informatie over aardappelmoetheid (aardappelcysteaaaltjes), *M. chitwoodi* en het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*, Pp). Met dit systeem kunnen scenario's met elkaar worden vergeleken om zo tot de beste gewassen- en rassenkeuze te komen. Er kunnen ook andere schadelijke aaltjes in het perceel zitten. Daar moet je ook aan denken bij het maken van de gewasrotatie.



**TIP** – Waardplanten verschillen voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Bepaal je bouwplan door gebruik te maken van het [aaltjesschema](#) en [Best4Soil](#).



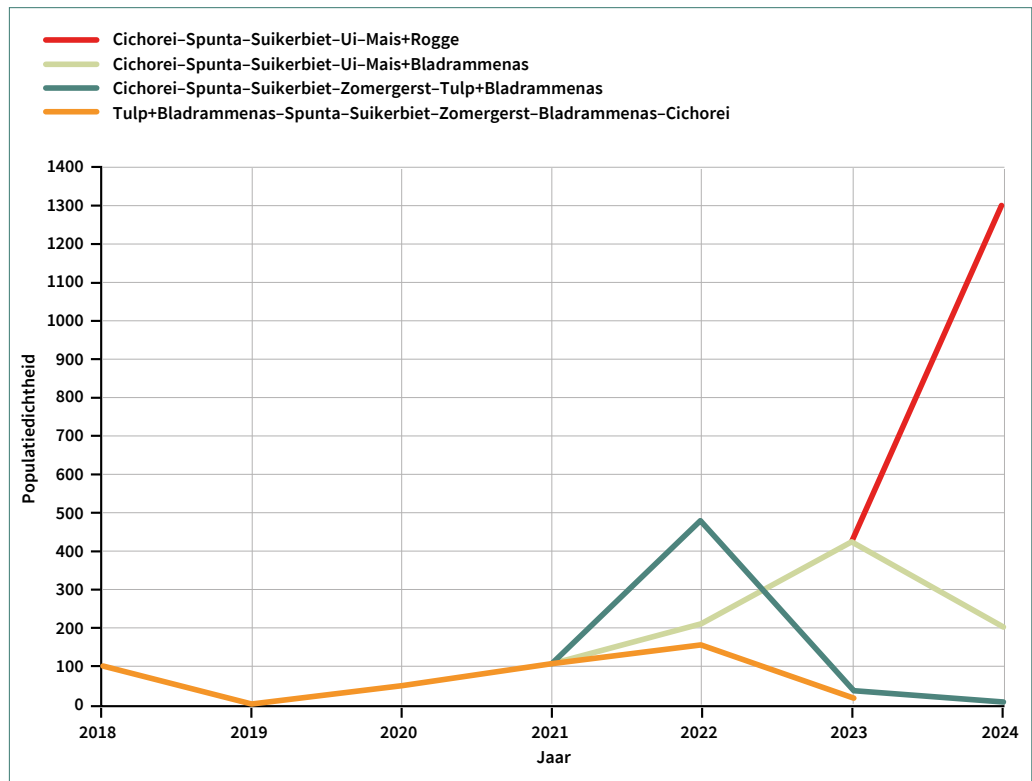


Voorbeeld uit aaltjesschema.nl. De waardplantgeschiktheid en schadegevoeligheid van een aantal hoofdgewassen en enkele groenbemesters voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*.



**TIP** – De kleuren in het aaltjesschema geven aan hoe zwaar een gewas te lijden heeft onder de aaltjes.

**Populatieontwikkeling *M. chitwoodi* in verschillende bouwplannen**



Afbeelding uit het programma NemaDecide met populatieontwikkeling van *M. chitwoodi* bij verschillende gewasrotaties.



# Hoofdstuk 3

## Ras en teeltwijze

Rassen hebben een belangrijke rol bij het voorkomen van schade of beperken van een besmetting. Tolerante rassen zijn niet gevoelig voor schade. Resistente rassen geven geen vermeerdering van aaltjes. Schoon uitgangsmateriaal is een preventieve maatregel om besmetting en verspreiding te voorkomen. Deze maatregel valt ook onder deze pijler.

### Uitgangsmateriaal

De beste beheersing van *M. chitwoodi* en *M. fallax* is, voorkom dat besmetting plaatsvindt. Een besmetting ontstaat via besmette grond die aan landbouwmachines hangt of via besmet pootgoed of bloembollen. Een strikte bedrijfshygiëne en gecertificeerd plant- en pootgoed zijn beslist nodig om verspreiding van *M. chitwoodi* en *M. fallax* te voorkomen. De wortelknobbelaaltjes voelen zich niet echt thuis op zware grond, van meer dan 40% afslibbaar. Maar via besmet plantgoed kunnen ook deze gronden besmet raken. De



Gezond uitgangsmateriaal is belangrijk. Zo herken je *Meloidogyne* op de knol.

aaltjes kunnen ook in zware grond overleven en in een volgteelt als winterpeen grote schade veroorzaken. Het is niet bekend hoe lang *M. chitwoodi* en *M. fallax* op zware grond kunnen overleven zonder de teelt van een waardgewas.

Een warmwaterbehandeling kan bij sommige gewassen besmet uitgangsmateriaal weer vrij maken van wortelknobbelaaltjes. Een warmwaterbehandeling van een half uur bij 53 °C tot 55 °C geeft bij gladiolenkralen een goede bestrijding van aaltjes en eitjes. Bij dahlia is een warmwaterbehandeling niet mogelijk. De kans op gewasschade is te groot.

Een CATT-behandeling (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) is een relatief nieuwe behandeling. Het lijkt kansrijk. Bij een CATT-behandeling houd je plantmateriaal een bepaald aantal uren (bijvoorbeeld 24, 40 of 48 uur) op een verhoogde temperatuur (bijvoorbeeld 35, 40 of 45 °C). Ook is dan het zuurstofgehalte van de lucht verlaagd en/of het koolzuurgasgehalte verhoogd. De bedoeling is dat de juiste combinatie van duur, temperatuur, zuurstofgehalte en koolzuurgasgehalte het aaltje volledig doodt en de vitaliteit van het plantmateriaal goed blijft. Bij poot aardappelen is het gelukt om een *Meloidogyne* besmetting voor meer dan 99% te bestrijden. Maar bij een aantal rassen en partijen ging ook de vitaliteit van het pootgoed sterk achteruit. De CATT-methode vraagt nog om een verdere verbetering voordat deze praktijkrijp is.

### Rassenkeuze

Soms kan door een gerichte rassenkeuze schade aan het te telen gewas worden voorkomen. Ook kan het juiste ras vermeerdering van aaltjes voorkomen. Soms doet een ras beide: schade verminderen én vermeerdering voorkomen. Met een minder gevoelig ras (een tolerant ras) krijg je minder schade van een aanwezige besmetting. Bij een resistent ras kan het aaltje zich niet vermeerderen. Door een resistent ras in de rotatie op te nemen, zal de besmetting afnemen. Daardoor kan het mogelijk zijn om daarna

een gevoelig gewas te telen. Helaas zijn maar voor een beperkt aantal gewassen en groenbemesters resistente of tolerante rassen beschikbaar.



**TIP** — Neem niet-waardplanten of resistente rassen zoals een resistent suikerbietenras op in het bouwplan.



**Filmpje:** Toepassen van groenbemesters bij aanpak *Meloidogyne chitwoodi* en *fallax*.

### **Tolerantie**

Aardappelrassen verschillen in gevoeligheid voor knolaantasting door *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Hansa en Asterix zijn gevoelige rassen. Een lage besmetting in het perceel, 10 larven per 100 ml. grond, geeft bij deze rassen al onacceptabele schade op knollen. Agria en Fontane zijn meer tolerante rassen. Bij lage tot matige besmettingsniveaus (minder dan 100 larven per 100 ml. grond) is het mogelijk om van deze rassen vermarkt-bare knollen te oogsten. Schade voorkomen kan ook door vroege rassen te telen. In Nederland kunnen *M. chitwoodi* en *M. fallax* twee tot drie generaties voltooien. De eerste generatie komt uit het ei en infecteert de wortels. De tweede en derde generatie kruipen ook in de nieuwgevormde knollen. Die generaties veroorzaken dus de schade. Première is een vroeg ras. Dit ras lijkt te ontsnappen aan schade doordat het gewas al is afgestorven en geoogst voordat de aantasting van de knollen zichtbaar is. Belangrijk is dan wel dat de aardappelen direct worden gerooid en afgezet. De aantasting kan zich namelijk in de grond of in de bewaring verder ontwikkelen en alsnog zichtbaar worden. Neem bij de teelt van gevoelige rassen meer proefrooiingen en voer bij een eerste aantasting de oogst direct uit en lever de aardappelen zo snel mogelijk af.

### **Resistentie**

Nederlandse aardappelkwekers werken aan rassen met resistentie tegen *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Het ras Aletta is het eerste zetmeelras met resistentie tegen *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Dit ras is al op de markt. De kwekers verwachten dat binnen enkele jaren ook resistente consumptierassen beschikbaar komen. Deze rassen hebben dan een zeer hoog niveau van wortel- en knolresistentie in combinatie met tolerantie. Dat betekent dat *M. chitwoodi*- en *M. fallax* aaltjes op deze rassen nauwelijks kunnen vermeerderen en dat je op deze rassen niet snel schade ziet. Wie zo'n resistent en tolerant ras op een besmet perceel teelt, ziet bij de oogst geen knobbels. Bovendien is de besmetting op het perceel teruggedrongen. Die afname ligt op hetzelfde niveau als natuurlijke sterfte.

Suikerbiet is niet echt gevoelig voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*, maar is wel een waard voor deze aaltjessoorten. *M. fallax* kan zich zelfs zeer goed vermeerderen op suikerbiet. De rassen Redukto en Jemina zijn de eerste rassen met een resistentie tegen *M. chitwoodi* en *M. fallax* (zie de suikerbietenrassenlijst). De besmetting op het perceel is na de teelt ongeveer gelijk met het besmettingsniveau na zwarte braak en dus ongeveer gelijk aan natuurlijke sterfte. Na de teelt van deze resistente bietenrassen is de kans op schade in de volgteelt veel kleiner. Vaak is het mogelijk om daarna schadegevoelige gewassen als consumptieaardappelen, erwten, peen en schorseneren te telen.

Geregeld komen in percelen mengbesmettingen van *M. chitwoodi* en *M. fallax* voor. Deze nieuwe, resistente bietenrassen hebben een gecombineerde resistentie tegen *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Ze zijn dan ook een belangrijke aanvulling op de beheersmogelijkheden voor percelen die besmet zijn met beide aaltjessoorten. Luzerne staat bekend als een slechte waard. Dit gewas kan een besmetting met *M. chitwoodi* en *M. fallax* terugdringen. Maar er zijn grote rasverschillen. Het ras Timbale is een slechte waard voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*. De rassen Artemis en Blue Moon vermeerderen *M. chitwoodi* en *M. fallax* matig tot sterk. Van andere rassen is niet bekend hoeveel vermeerdering er plaatsvindt. Stamslabonen vermeerderen *M. fallax* niet,



Facelia vermeedert niet op *M. chitwoodi* en *M. fallax*.

*M. chitwoodi* wel. Bij de vermeerdering van *M. chitwoodi* zijn er grote verschillen tussen de rassen. De meeste rassen hebben een hoog niveau van resistentie tegen *M. chitwoodi* (o.a. Ontario, Auberon en Zembla). Enkele rassen geven een sterke vermeerdering van *M. chitwoodi* (o.a. Verbano, Masai). Van de meeste rassen is niet bekend hoeveel vermeerdering er plaatsvindt. Van bladrammenas zijn rassen ontwikkeld met een zeer hoog niveau van resistentie. Deze raseigenschap is opgenomen in de rassenlijst ([www.rassenlijst.info](http://www.rassenlijst.info)). Een hoge resistentie tegen *M. chitwoodi* betekent niet altijd ook een hoge resistentie tegen *M. fallax*. Er zijn *M. chitwoodi*-resistente rassen die *M. fallax* licht tot matig vermeerderen. Bij

rietzwenkgras zijn de rasverschillen in resistentie tegen *M. chitwoodi* groot. De vermeerdering varieert van zeer goed tot zeer slecht. Het ras Fire Cracker lijkt een zeer hoog niveau van resistentie te bezitten.



**TIP** – Bekijk de **rassenlijst** welke bladrammenassoorten Meloidogyneresistentie hebben.

### Teeltwijze

Laat zaaien of planten kan de schade door *M. chitwoodi* en *M. fallax* verminderen. Bij oplopende bodemtemperaturen worden de Meloidogyne-aaltjes actief. Als op dat moment nog geen gewas aanwezig is, gaan de juvenielen dood. Door deze natuurlijke sterfte neemt de populatie sterk af. Het maakt dat de teelt van een matig gevoelig of gevoelig gewas mogelijk is. Voor de teelt van peen is dit een succesvolle strategie. Het past niet bij elke teelt. Bij aardappelen is het geen oplossing omdat voldoende lang uitstellen van het pootmoment niet mogelijk is. De groeiduur van een gewas heeft een groot effect op de mate van vermeerdering. In het **hoofdstuk 'Gewasdiversiteit in ruimte en tijd'** staat dat gewassen met een korte groeiperiode geen vermeerdering geven. Deze gewassen kunnen wel een waard zijn, maar door de korte groeiperiode kan het aaltje zijn levenscyclus niet voltooien. Het gaat om bijvoorbeeld spinazie en sla. Een in het najaar ingezaaide groenbemester heeft ook een korte groeiduur. Het is niet bekend of een korte teelt van een groenbemester, die wel een waard is, kan werken als een vanggewas waardoor de besmetting afneemt. Het onderzoek naar de effecten van verschillende zaai- en inwerkmomenten van diverse groenbesters op een besmetting van *M. chitwoodi* is in 2023 gestart.

De huidige mestwetgeving en het GLB sturen op het groen houden van percelen gedurende de winter. Als een groenbemester een waard is voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*, is het niet verstandig om de groenbemester de winter over te laten staan, het vergroot het risico op toename van de besmetting. Met een resistente bladrammenas is dat geen probleem.



**TIP** – Het advies is om een groenbemester die een waard is voor *M. chitwoodi*/*M. fallax* niet de winter over te laten staan. Dit vergroot het risico op toename van de besmetting.



Egbert Schepel, onderzoeker  
en adviseur HLB:

## “Hou de besmetting minimaal”



**Al 35 jaar doet Egbert Schepel onderzoek naar aaltjes. Een methode om *Meloidogyne chitwoodi* en *fallax* 100% te elimineren - als inunderen niet mogelijk is - heeft hij nog niet gevonden. “Mijn belangrijkste advies is om de besmetting laag te houden. Het kan anders echt uit de hand lopen. Bepaalde groenbemesters en gewassen kunnen *chitwoodi* en *fallax* wel onderdrukken.”**

De populatie van *Meloidogyne* kan gigantisch fluctueren, zo zag Egbert op het proefveld. “We vonden tot over de 100.000 levende larven van *chitwoodi* in een veldje, terwijl 5.000 al veel is. Het kost telers veel tijd om zo’n besmetting terug te brengen. Laat het dus niet zover komen”, zo adviseert Egbert.

“Het is best een complexe puzzel om de juiste groenbemesters te kiezen”

### Geen ultieme, maar wel goede bestrijders

Groenbemesters kunnen zorgen voor zowel bestrijding als vermeerdering, zo wees onderzoek uit. Egbert: “Ik had gehoopt om de ultieme bestrijder te vinden, want die heeft een pootgoedteler nodig. Helaas is die nog niet boven water. Zwarte braak, rolklaver en resistente bladrammenas kunnen de besmetting wel sterk terugbrengen. Italiaans raai-gras en Japanse haver vermeerderen *chitwoodi* en *fallax* juist aanzienlijk. De besmetting kan dan echt uit de bocht vliegen.”

### Het aaltjesschema geeft inzicht

De keuze voor de juiste groenbemester is niet eenvoudig. Egbert adviseert daar telers vaak bij. “Het is een complexe puzzel om te leggen. Het begint altijd met het grondmonster van het bodemleven. Een perceel kan namelijk een palet aan schadelijke aaltjes hebben, niet enkel *chitwoodi* en *fallax*. En ook die hebben weer verschillende waardplanten. Met het aaltjesschema en ervaringen uit de praktijk ga ik dan na welke groenbemesters een goede keuze zijn. Soms is het kiezen tussen twee kwaden.”

### Besmetting tot 0 elimineren

Ook het bouwplan kan volgens Egbert een groot effect hebben op de populatie van *M. chitwoodi* en *M. fallax*. “Zou je bijvoorbeeld eerst tulpen, dan een resistente bladrammenas en dan een resistente suikerbiet telen, dan verwacht ik dat je de populatie van deze schadelijke aaltjes nog verder kunt terugbrengen. Ik ken telers die via combinaties van maatregelen een besmetting tot 0 hebben geëlimineerd. Maar er is meerjarig onderzoek nodig om dat te bevestigen.”

### Gevoeligheid in kaart brengen

Egbert zou eveneens graag de gevoeligheid van aardappelrassen voor *M. chitwoodi* en *M. fallax* in kaart brengen. Dat is vooral interessant voor de consumptieaardappelteelt. “Van de oude rassen kennen we die gevoeligheid, van de nieuwe niet. Als de aaltjes de aardappels niet aantasten, kunnen die namelijk prima verwerkt worden.”



**Bodem -  
beheer**

**Bedrijfs-  
hygiëne**

**Gewasrest -  
management**

**BKP aaltjes**

# Hoofdstuk 4

## Bodembeheer

Een goede bodemkwaliteit, door goed bodembeheer, is de basis voor een geslaagde teelt. Goed groeiende gewassen zijn in het algemeen minder gevoelig voor ziekten en plagen, zoals aaltjes. Onder goed bodembeheer hoort ook het goed omgaan met tarragrond en aanhangende grond aan oogstmachines. Dit om verspreiding van de aaltjes te voorkomen.

### Bedrijfshygiëne

Een goede bedrijfshygiëne is een noodzaak om insleep van plantparasitaire aaltjes en andere grondgebonden ziekten en plagen te voorkomen. Een klein handje grond kan al honderden schadelijke aaltjes bevatten. Is een perceel eenmaal besmet, dan is het vaak heel lastig om weer van zo'n besmetting af te komen. Aaltjes kunnen zich verspreiden via aanhangende grond aan machines, grondverplaatsingen (zeef- en sorteerground) en het verstuiwen van grond. Verspreiding door verstuiwen is een risico bij cysteaaltjes en stengelaaltjes. Deze aaltjes overleven in droge grond. Ook met besmet zaaizaad en pootgoed kunnen aaltjes worden verspreid (zie hoofdstuk 'Ras en teeltwijze').



**TIP** – Zorg voor goed en gezond uitgangsmateriaal.



Machine met aanhangende grond. Een handje vol grond kan al enkele duizenden aaltjes bevatten.

### Schone machines

Een belangrijke bron van verspreiding zijn vuile machines. Alle machines die aanhangende grond verplaatsen, verplaatsen daarmee ook aaltjes. Bij het wisselen tussen percelen is het belangrijk om machines (bezem)schoon te maken. Dat voorkomt verspreiding naar een ander perceel. Dat geldt zeker als bekend is dat het bewerkte perceel besmet is. Wees ook alert op machines van derden (loonwerkers). Laat alleen bezemschone machines toe op jouw perceel. Bewerk bij voorkeur eerst percelen die, voor zover bekend, niet besmet zijn. Bewerk besmette percelen of besmette delen van het perceel als laatste.



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

### Zeef- en sorteerground

Ook zeef- en sorteerground zijn een belangrijke bron van verspreiding. Bij de oogst van aardappelen komt veel grond mee naar de aardappelhoppen en schuren. Per hectare aardappelen is dat één tot twee ton zeef- en sorteerground. De kans is groot dat deze grond besmet is met verschillende grondgebonden ziekten, waaronder aaltjes. Wanneer restgrond wordt teruggebracht naar het perceel, is er een groot risico op verspreiding van bodemziekten. Dat risico is nog groter als de grond van verschillende percelen afkomstig is. Probeer tarragrond terug te brengen naar het perceel waar het



vandaan is gekomen. Als dat niet kan, bijvoorbeeld doordat de grond is vermengd met andere partijen, breng het dan niet terug op een perceel. Een mogelijkheid is om deze grond te inunderen. Inunderen van rest- en sorteergroen is een effectieve methode om een groot aantal bodemziekten te bestrijden. Voor een maximaal effect moet de grond 14 weken onder water staan bij een temperatuur van minimaal 16 °C. De grond moet continu onder water staan, omdat het droogvallen van de grond een negatief effect heeft op de doding. Inundatie doodt niet alle bodemziekten. Bietencysteaaltjes, het graswortelknobbelaaltje (*M. naasi*) en wratziekte overleven inundatie wel.



**TIP** – In de folder ‘**Zo pakt u de verwerking van zeef- en restgrond aan**’ meer informatie over inunderen.



Bassins voor de inundatie van de tarragrond.

### BodemKwaliteitsPlan (BKP)

De bodem is letterlijk en figuurlijk de basis onder elk akkerbouwbedrijf. Zonder een goede bodemkwaliteit is de productie niet optimaal. Een slechte bodem geeft een lagere opbrengst. Een goede bodem is noodzakelijk voor een goed watervasthoudend vermogen, behoud van voedingsstoffen, koolstofopslag en bodembiodiversiteit. Een goede bodemkwaliteit is de basis voor goede gewasgroei en kan ook het effect van aaltjes verlagen. Duurzaam bodembeheer is belangrijk voor het verbeteren van de bodemkwaliteit. Dat vraagt om een brede aanpak. Want in een gezonde bodem zijn de volgende chemische, fysische en biologische aspecten op orde:

- Bodemvruchtbaarheid
- Bodemstructuur
- Waterhuishouding
- Bodemgezondheid (bodemleven)

In de praktijk zijn de verschillende aspecten van een bodem (fysisch, chemisch, biologisch) gescheiden werelden met veel tegenstrijdige adviezen en dito maatregelen ten gevolg. Het BodemKwaliteitsPlan (BKP) is een concept dat die gescheiden werelden met elkaar verbindt. Bij de beheersing van aaltjesproblemen heeft het een grote meerwaarde wanneer niet alleen aaltjes worden beheerst maar tegelijkertijd de hele bodemkwaliteit wordt verbeterd.



**TIP** – Meer informatie over inundatie van tarragrond.



**TIP** – Bekijk de film met tips voor het beheersen en bestrijden van *M. chitwoodi* en *M. fallax*.



# Frans van Dam, akkerbouwer in Wieringerwerf: “Na inundatie teel je in nieuwe, verse poldergrond”



**Hij noemt het onvoorstelbaar. “Het is alsof je in nieuwe, verse poldergrond gaat telen. Chitwoodi en aardappelmoehid (AM) zijn verdwenen, storende lagen zijn weg.” Akkerbouwer Frans van Dam zette sinds 2015 elke zomer vier tot tien hectare land onder water. Hij beschouwt inundatie als een diepte-investering.**

In Wieringerwerf verbouwt Frans samen met zijn broer, vrouw en zoon op zo’n 300 hectare onder andere pootaardappelen, uien, wortelen, witlofpennen, rode biet, graszaad en tarwe. Ze telen op lichte gronden, tussen de 5 tot 20% afslibbaar. In 2015 huurden ze er een bedrijf van 30 hectare bij. “Tot onze schrik zat er niet alleen AM, maar ook chitwoodi. Toen hebben we besloten om het onder water te zetten.”

### **M. chitwoodi was 100% weg**

Leendert Molendijk, aaltjesonderzoek bij Wageningen University & Research (WUR) hoorde ervan, vertelt Frans. “Hij wilde er graag onderzoek doen. Na bemonstering heeft de WUR zelfs bakken met

“Het was ongelooflijk, maar chitwoodi was 100% weg. Leendert is er nog steeds lyrisch over”

*Meloidogyne chitwoodi* ingegraven vanuit heel Nederland, om zo het effect van inundatie te kunnen testen. Naderhand hebben ze de boel weer opgegraven. Het was ongelooflijk, maar chitwoodi was 100% weg. Leendert is er nog steeds lyrisch over.”

### **Het moet goed gebeuren**

Inundatie moet wel goed gebeuren, vertelt Frans, die inmiddels een echte kenner is. “Het moet lang genoeg duren, minimaal twaalf weken. En dag én nacht een temperatuur van meer dan 16°C, want anders werkt het niet goed. Daarom begin ik altijd in juli, na een teelt van vroege winterplantuien, sla of broccoli. Het land moet vlak zijn, de drains afgestoppt. Verder moet je de grond goed lostrekken, tot zo’n 50 tot 55 cm diep. Het is namelijk belangrijk dat de bodem zo snel mogelijk anaeroob, dus zuurstofloos wordt. De grond moet zo’n 5 tot 7 cm onder water staan.” Frans noemt ook nog enkele aandachtspunten na afloop van het inunderen. “Je moet eerst het water gecontroleerd af laten lopen. En daarna pas de drainstoppers afkoppelen.”

### **Vraag advies aan loonwerkers**

In de Wieringermeer wordt zo’n 80 tot 120 hectare per jaar onder water gezet, zelfs met zout water. Een aantal loonwerkers is erin gespecialiseerd. Frans: “Die hebben bijvoorbeeld speciale schotten gemaakt. Het kost per hectare wel een paar duizend euro, maar ik zie het als een diepte-investering. Mijn tip aan andere akkerbouwers: als je het overweegt, vraag dan advies aan zo’n loonwerker.”

### **Ook voor consumptieaardappeltelers**

Frans kan inundatie iedereen aanraden. “Je bent niet alleen verlost van chitwoodi en AM, maar ook van storende lagen en onkruid. Inundatie bestrijdt bovendien *Meloidogyne fallax* en *Meloidogyne hapla*. Let wel op, want het werkt niet tegen

bietencysteaaaltjes en *Meloidogyne naasi*.

Toch is het effect zo positief dat niet alleen pootgoedtelers, maar ook consumptieaardappeltelers het hier doen. Het eerst geïnundeerde perceel uit 2015 is nog steeds vrij van chitwoodi.”



# Hoofdstuk 5

## Gerichte bestrijding

Soms is de (aaltjes)situatie te complex om met een gerichte gewas- en rassenkeuze schade te voorkomen. Als een slim bouwplan niet genoeg is, dan zijn meer maatregelen nodig om een besmetting terug te dringen en schade te voorkomen. Een gerichte bestrijding kan bijvoorbeeld door inundatie en met nematiciden kan schade worden beperkt.

Dit hoofdstuk behandelt de mogelijkheden voor gerichte bestrijding. De allerlaatste stap in het plan van aanpak is de chemische bestrijding met nematiciden.



**TIP** – Informatie over de effectiviteit van maatregelen voor de bestrijding van schadelijke aaltjes en bodemschimmels staat op de [website van de Gezondgewastool](#).



Aanleg inundatie: het perceel vlak maken, schotjes plaatsen, het perceel vol water pompen en geregeld bijvullen om droogvallen te voorkomen.

### Anaerobe grondontsmetting

Anaeroob betekent zonder zuurstof. Door het perceel onder water te zetten of af te dekken met folie, wordt de zuurstoftoevoer afgesneden en wordt de bodem door allerlei processen uiteindelijk zuurstofloos. De zuurstofloosheid van de bodem en de afbraakproducten die ontstaan bij de anaerobe afbraak van de organische stof, zorgen voor de doding van *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Er zijn verschillende methoden voor anaerobe grondontsmetting; inundatie en een techniek waarbij organisch materiaal wordt ingewerkt en de bodem wordt afgedekt met folie (ASD).

### Inundatie

Bij inundatie staat het land gedurende een langere periode onder water. Dat is een zeer effectieve methode voor de bestrijding van verschillende bodemschimmels, onkruiden en aaltjes. Als een perceel onder water staat, is daarmee de zuurstoftoevoer naar de bodem afgesneden. Als het lang genoeg duurt, is alle zuurstof in de bodem gebruikt. Er komen dan allerlei processen op gang, waaronder de afbraak van organischestof. Daarbij komen bepaalde afbraakstoffen vrij. De combinatie van die afbraakproducten en het gebrek aan zuurstof zorgt ervoor dat schadelijke organismen in de bodem doodgaan. Bollentelers hebben al langer ervaring met inundatie. Zij deden dat vroeger al om problemen met stengel- en wortellesieaaltjes op te lossen. Maar inundatie bestrijdt ook *M. chitwoodi* en *M. fallax* heel goed. Een goed uitgevoerde inundatie ruimt alle *M. chitwoodi* en *M. fallax* op. Maar let op, inundatie bestrijdt niet alle



**TIP** – Snel afbreekbare organischestof voor inunderen versnelt de afname van Meloidogyne. Denk hierbij aan een groenbemester of gewasresten.



aaltjes. Onder andere bietencysteaaltjes en het graswortelknobbelaaltje (*M. naasi*) overleven inundatie. In onderstaande tabel staat een overzicht van het effect van inundatie op een aantal nematoden, bodemschimmels en onkruiden.



**TIP** – Informatie over wat er belangrijk is voorafgaand en na een inundatie.



Hoe lang een perceel onder water moet staan voor een goede bestrijding, hangt af van welke bodemziekte je wilt bestrijden. Voor sommige problemen is 8 weken voldoende. Voor de bestrijding van *M. chitwoodi* en *M. fallax* moet het perceel 14 weken onder water staan, bij een bodemtemperatuur van minimaal 16 °C. Dat is vrij lang. Het is misschien mogelijk om die periode korter te maken met hetzelfde effect. Daarvoor moet vers organisch materiaal worden toegevoegd. Dat kan door voorafgaand aan de inundatie een groenbemester te telen of door vers gras aan te voeren. In een proef in bakken heeft 10 weken inundatie na inwerken van 40 ton gras per hectare een goed effect. Het is nog niet bekend of deze aanpak in de praktijk hetzelfde goede effect heeft.

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

### Effectiviteit van inundatie op aaltjes, bodemschimmels en onkruiden ASD (anaerobe grondontsmetting)

Bij ASD, ontwikkeld door Wageningen University en Research, wordt in de zomer of nazomer 40 ton eiwitrijk vers gras per hectare door de bouwvoor gemengd. Daarna wordt de grond dichtgerold, beregend met 20 mm. water en vervolgens afgedekt met gasdichte folie. Zo ontstaat binnen 24 uur een zuurstofloze (anaerobe) situatie. Door de zuurstofloze afbraak van het organisch materiaal ontstaan vluchtige verbindingen.

## Aandachtspunten voor een geslaagde inundatie

- ✓ Start de inundatie op tijd. Voor een maximaal effect moet het perceel 14 weken onder water staan met een bodemtemperatuur van minimaal 16 °C.
- ✓ Leg het perceel zo vlak mogelijk.
- ✓ Inwerken van vers organisch materiaal (gras of groenbemester) kan het inundatieproces versnellen.
- ✓ Gebruik bij voorkeur geen dijken maar schotjes om het water vast te houden. Het maken van dijken van grond is een risico. Deze grond wordt niet behandeld. Als die grond besmet is, kan het perceel snel weer besmet raken.
- ✓ Plaats bij een groot perceel tussenschotjes om golfslag door wind te breken.
- ✓ Voorkom droogvallen van (delen van) het perceel. Droogvallen vermindert de doding.
- ✓ Laat water inlopen vanaf het laagste punt van het perceel. Dat verdringt zuurstof het best. Zorg voor een waterlaag van minimaal 10 cm.
- ✓ Laat na 14 weken het water af vanaf het laagste punt van het perceel. Open de drains pas weer als het perceel is drooggevallen.
- ✓ Rijd na de inundatie vaste mest of compost uit. Dit bevordert het herstel van het bodemleven.

Deze verbindingen doden verschillende onkruiden, bodemgebonden schimmels en aaltjes. Aardappelcysteaaaltjes (*Globodera* spp.), wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en *Meloidogyne*-soorten overleven dit niet. De populatie *M. chitwoodi* neemt met 95 tot 99% af. De methode geeft ook een zeer goede bestrijding van de cysten van het aardappelcysteaaaltje onder de behandelde bodem (werkt ook door onder de bouwvoor). Voorwaarden voor een goed resultaat zijn:

- De grond moet minimaal 6 weken afgedekt blijven.
- De bodemtemperatuur moet minimaal 16°C zijn.

De eis voor de bodemtemperatuur betekent dat je de grondontsmetting in de zomer of nazomer kunt toepassen. De resultaten zijn het best op dekzand- en dalgrond. Hoe zwaarder de grond is, hoe minder goed het effect. Die afname van de effectiviteit is niet erg groot. 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.

Deze ASD-methode van grondontsmetting is tot nu toe duur: minimaal € 5.000 per hectare. Dat is voor telers van gewassen als peen, schorseneer en consumptieaardappelen niet snel rendabel. Voor pootgoedtelers is het niet geschikt. Voor de teelt van pootgoed geldt een nultolerantie voor aaltjes en cysten. Deze grondontsmetting geeft geen 100% bestrijding. Dit systeem staat ook bekend onder de naam bodem resetten.

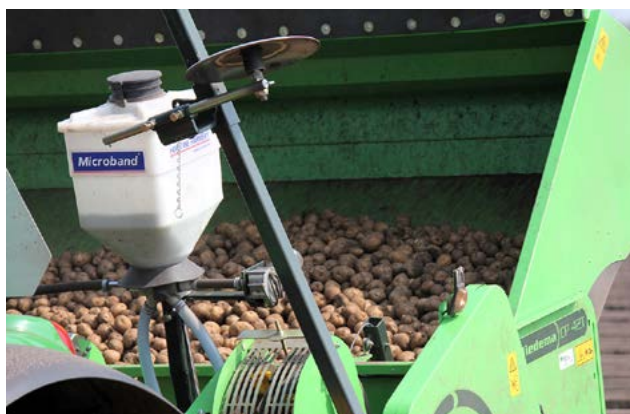


**TIP** – Uitgebreide informatie over het werkingsmechanisme en het effectiviteit van biofumigatie is te lezen in de [brochure Biofumigatie](#).

### Biofumigatie

Biofumigatie is een methode van ziektebestrijding die gebruik maakt van bepaalde stoffen in gewassen. Deze inhoudsstoffen heten glucosinolaten en zitten vooral in kruisbloemige gewassen. De gewassen worden geteeld en in de bloeifase verhakfeld en ingewerkt. De bodem wordt afgedicht door aan te rollen en eventueel te beregenen. De inhoudsstoffen worden in de bodem omgezet in gasvormige stoffen die de bodemziekten en -plagen doden. Biofumigatie heeft positieve effecten op het gewas dat daarna op het perceel groeit. Die positieve effecten komen vooral doordat een groenbemester wordt ondergewerkt. De bodemstructuur verbetert, het organischestofgehalte is hoger en door de vertering van de organischestof komen voedingsstoffen vrij.

Biofumigatie doodt geen of nauwelijks aaltjes. Sterker nog, als de geteelde en daarna ondergewerkte groenbemester een goede waard is, kan de besmetting juist toenemen.



Granulaat op pootmachine.

### Chemische bestrijding

Voor de chemische bestrijding waren vroeger twee groepen middelen beschikbaar: middelen met een dodende werking en middelen met een verlamdende werking. De dodende middelen werden gebruikt bij natte grondontsmetting.

Die middelen zijn niet meer toegelaten. Nu zijn er alleen nog middelen met een verlamdende 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 verlammen de aaltjes gedurende een korte periode. De aaltjes veroorzaken daardoor minder schade.

Voor *M. chitwoodi* en *M. fallax* ligt de schadedrempel voor veel gewassen erg laag. Daardoor werkt alleen een volveldstoepassing voldoende tegen *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Een halve dosering volvelds geeft een beter resultaat dan een kwart dosering in de rij. Een goede verdeling van het granulaat door de bouwvoor is belangrijk. De opbrengst- en kwaliteitsschade blijft beperkt, maar wordt niet volledig voorkomen. Ook vermeerdert het aaltje zich wel. Met deze middelen vermeederen de aaltjes zich minder sterk dan wanneer er geen middel wordt toegepast.



**TIP** – Op de [website van het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden \(Ctgb\)](#) vind je een actueel overzicht van middelen die zijn toegelaten voor de bestrijding van aaltjes.

Nemathorin is toegelaten in aardappel en lelie. De werkzame stof is fosthiazaat. Verango en Velum zijn toegelaten in onder meer aardappel, peen en bolgewassen. De werkzame stof is fluopyram. Naast deze synthetische middelen tegen aaltjes is ook een aantal biologische producten op de markt. Deze middelen zouden ook aaltjes onderdrukken. Dit is onder meer NEMguard, gebaseerd op een knoflookextract. De praktijkervaring met deze middelen is nog beperkt.

Een andere biologische keuze is het gebruik van antagonistische schimmels of bacteriën. Dit zijn micro-organismen die de ontwikkeling van het aaltje remmen. De schimmel *Paecilomyces lilacinus* heeft een toelating voor de bestrijding van *Meloidogyne*-aaltjes in peen. Onderzoek toont aan dat de werking vaak tegenvalt. De schimmels slaan lastig aan in de vollegrond. Eén van de oorzaken is dat ze niet snel genoeg kunnen uitgroeien doordat ze moeten concurreren met de al aanwezige organismen in de bodem. Daarnaast zijn temperatuur en vochtgehalte niet altijd optimaal.

#### **Beheersing onkruiden en opslag**

*M. chitwoodi* en *M. fallax* kunnen zich ook op veel onkruiden goed vermeederen. Op een perceel met veel onkruid en/of opslag kunnen *M. chitwoodi* en *M. fallax* zich ongemerkt uitbreiden. Dat kan het positieve effect van een goed doordachte vruchtwisseling, met een niet-waardgewas, opheffen. Een goede onkruidbestrijding voorkomt vermeederen. Hetzelfde geldt voor een goede opslagbestrijding.

Verschillende onkruiden zijn onderzocht op hun geschiktheid als waardplant voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*. De resultaten zijn soms tegenstrijdig. Het lijkt erop dat de ene plant de aaltjes vermeerdert, terwijl een andere plant van dezelfde soort het aaltje niet vermeerdert. Het is mogelijk dat dit komt door de vaak grote genetische variatie binnen een onkruidsoort. Zwarte nachtschade, knopkruid, valse kamille, ooievaarsbek en hoenderbeet lijken zeer goede waardplanten voor *M. chitwoodi* en/of *M. fallax* en lijken deze aaltjes sterk te kunnen vermeederen. Maar ook melde, akkerviooltje, herderstasje, akkerdistel, melganzevoet, perzikkruid, vogelmuur, reigersbek, straatgras en hanenpoot lijken waardplanten voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*.



**TIP** – Beheersen van *Meloidogyne*? Bekijk de flyer '[Meer kennis, betere teelt](#)'.



## Colofon

Plan van Aanpak Meloidogyne 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 PVM, NAV en LTO.

### Redactie

Johnny Visser,  
Leendert Molendijk,  
Karin van Hoogstraten  
(interviews).

### Eindredactie

Boerentaal, BO Akkerbouw.

### Vormgeving

Grafisch ontwerpbureau Tine van Wel.

### Fotografie

Rob ter Bekke, Marcus Pasveer, Wim van Vossen,  
Ellen Meinen, 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](http://www.bo-akkerbouw.nl).**