

ningen bevond. De omvang van de verspreiding van *M. ulmi* in Nederland is nog een grote vraag.

M. baetica

Vorig jaar verscheen ook een andere nieuwe wortelknobbelaaltjes afkomstig van een houtig gewas. *Meloidogyne baetica* Castillo *et al.* werd beschreven van wilde olijf (*Olea europaea* L.) afkomstig uit Spanje. Er is nog vrijwel geen informatie over andere waardplanten en de verspreiding van deze nieuwe soort.

M. minor

Onlangs verscheen de publicatie van *M. minor* Karssen *et al.*, 2004. Deze relatief kleine soort werd in 2000 voor het eerst gevonden op aardappelwortels te Zijerveld (bij Assen). Vervolgens bleek uit aanvullend waardplanten-, morfologisch-, enzym- en DNA-onderzoek dat deze soort nauw verwant is aan *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Een potentieel gevaarlijke soort dus. Vrij onverwacht ontving de PD in 2001 en 2002 diverse monsters afkomstig van golfvelden uit Groot Brittannië en Ierland, allen bleken besmet te zijn met *M. minor*. Het voorkomen op deze golfvelden blijkt samen te vallen met de zgn. 'gele vlekken ziekte', een lastige ziekte welke op deze golfvelden van het vroege voorjaar t/m de herfst voor duidelijke gele plekken zorgt. Vorig jaar hebben we *M. minor* weten terug te traceren tot zijn natuurlijke biotoop in de duinen van Groot Brittannië. Dit jaar zal er door de PD een survey worden uitgevoerd in het gebied rond Zijerveld om meer te weten te komen over de verspreiding in Nederland. Verder is reeds een begin gemaakt met een Pest Risk Analysis om vast te stellen of het een potentieel quarantaine organisme is.

Literatuurlijst op www.knpv.org

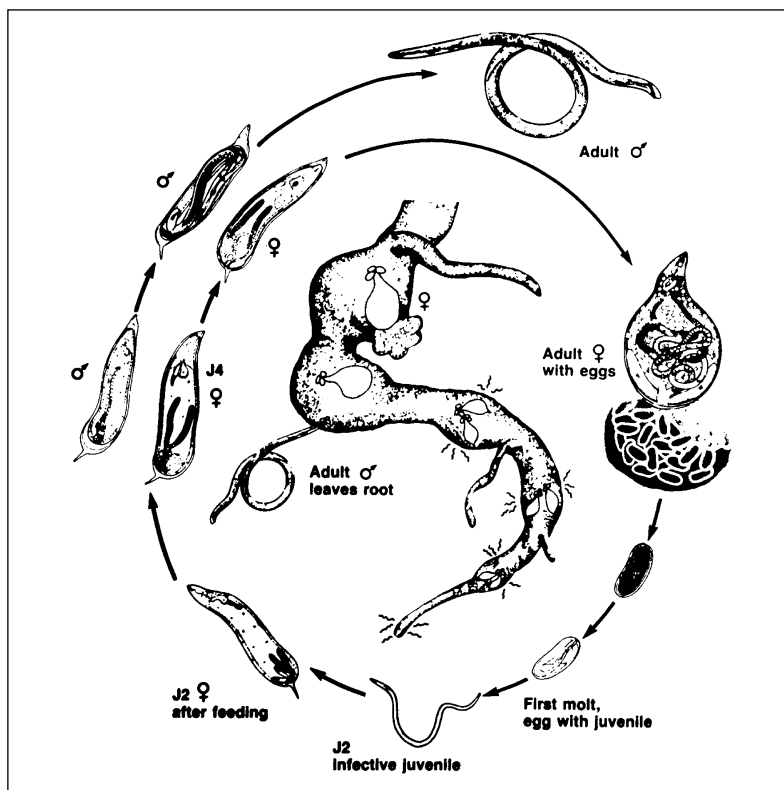
De levenscyclus van wortelknobbelaaltjes

Frans Zoon

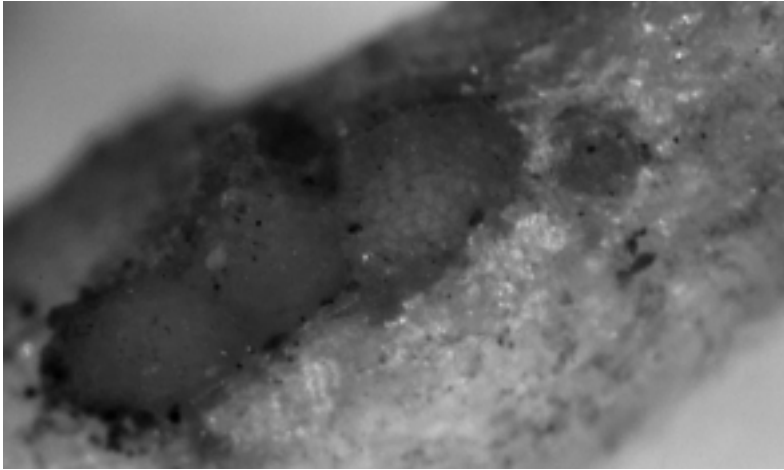
Plant Research International, Wageningen; frans.zoon@wur.nl

Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.) zijn de opportunisten binnen de plantenparasitaire nematoden. Ze komen grotendeels spontaan uit hun ruststadium en populaties kunnen daardoor sterk afnemen in afwezigheid van waardplanten. Als er wel één van de vele goede waardplanten aanwezig is, treedt er echter een sterke vermeerdering op zonder noodzakelijk seksueel ophoud. Bovendien zijn er vaak meerdere generaties per seizoen.

Meloidogyne spp. overleven vooral als juvenielen (J2) in de eieren die samengeklonterd aan of in wortelresten zitten. Omdat er formeel geen metamorfose is in de levenscyclus van deze aaltjes, spreken we over juvenielen en niet over larven. Toch zijn de vormveranderingen tijdens de ontwikkeling van wortelknobbelaaltjes net als bij cystenaaltjes aanzienlijk (Fig 1). Door stijgende temperatuur in het voorjaar maar ook 'spontaan' worden de tweede stadium juvenielen



Figuur 1. De Levenscyclus van *Meloidogyne* spp. In het midden zijn de stadia in en rond de zich verdikkende wortel te zien. Daaromheen zijn uit de wortel vrijgemaakte ontwikkelingsstadia van het aaltje weergegeven (bron H.D. Shew).



Figuur 4. Gekleurde eiproppen op de wortel.

Tabel 1. Voortplantingswijzen en ploïdie-niveaus van enkele *Meloidogyne*-soorten

Soort	Voortplantingstype	Aantal chromosomen
<i>M. incognita</i>	obl. mitotische parthenogenese	32-48
<i>M. arenaria</i> obl.	mitotische parthenogenese	30-56
<i>M. javanica</i> obl.	mitotische parthenogenese	42-48
<i>M. hapla B</i> obl.	mitotische parthenogenese	30-48
<i>M. chitwoodi</i>	fac. meiotische parthenogenese + amphimixis	14-18
<i>M. hapla A</i>	fac. meiotische parthenogenese + amphimixis	13-17 (34)

die minder dan een halve mm lang zijn actief, komen uit de eieren en gaan op zoek naar een plantewortel. Voor hun oriëntatie gebruiken ze een combinatie van CO₂- en temperatuurgradiënten en op korte afstand ook wortellexudaten. Dat ook andere bronnen in de bodem CO₂ kunnen produceren is mogelijk één van de redenen dat vaak slechts een deel van de aanwezige populatie de wortel bereikt. Bij de wortel aangekomen richten de infectieuze J2's zich op de wortelstrekingszone, waar ze op slinkse wijze binnendringen en via de wortelpunt naar de differentiërende vaatbundel migreren (zie Roze *et al.* in dit nummer). Binnen een dag worden daar voedingscellen geïnduceerd en begint de J2 zich te voeden. In dit stadium is er het mogelijk dat een vrouwelijke juveniel zich gaat ontwikkelen tot mannetje, als de voedingssituatie niet optimaal is.

Zodra de J2 flink is opgezwollen, ontwikkelt het zich met vervellingen tot de kortstondige derde en vierde juveniele stadia, die zich niet voeden, en verder tot mannetje of wijfje (Fig 1). Mannetjes verlaten de wortel op zoek naar wijfjes. De wijfjes maken net als de J2 zeer actief gebruik van de voedingscellen. Ze zwellen nog verder op tot een dikke peer en vormen vaak zonder bevruchting eieren die buiten het lichaam worden afgezet in een gelatineuze massa, ofwel de eiprop. Daar rijpen de eieren verder van embryonaal naar 'larvaal'. Bovendien vindt in de eieren een eerste vervelling plaats. Als de door het aaltje geïnduceerde gal op een wortel of ander ondergronds plantenorgaan erg dik is kan de eiprop in het plantenweefsel opgesloten blijven. In de meeste gevallen steekt de eiprop naar buiten. De generatieduur van *Meloidogyne* is afhankelijk van de temperatuur.

Gematigde soorten zijn doorgaans vanaf 5 °C actief, terwijl voor warmteminnende soorten een drempel van ca. 10 °C kan worden aangenomen. Er zijn ongeveer 750 graaddagen boven de drempelwaarde nodig voor een volledige generatie. Dat betekent bijvoorbeeld ongeveer 7 weken bij 20 °C voor een gematigde soort als *M. chitwoodi* of *M. hapla*.

Meloidogyne-soorten vertonen een grote variatie aan ploïdie-niveaus en voortplantingssystemen. Dit kan grote invloed hebben op de populatiegenetica en op de expressie van aaltjesgenen. Strikt geslachtelijke voortplanting komt maar bij enkele soorten voor. Veel warmteminnende soorten hebben obligate mitotische parthenogenese, ofwel strikt ongeslachtelijke voortplanting waarbij het genoom net als bij gewone celdeling zonder splitsingsstap wordt 'gekopieerd'. Deze soorten, of voortplantingstypen, hebben vrijwel allemaal een diploïde of triploïde genoom en blijken genetisch nogal uniform en conservatief. Dit betekent echter geenszins dat deze aaltjes minder succesvol zijn als plantenparasiet, in tegendeel. Andere soorten hebben facultatieve meiotische parthenogenese, waar wel de meiotische splitsing optreedt, en waarbij soms enige recombinatie kan optreden. Het facultatieve van deze parthenogenese houdt in dat er ook bevruchting (amphimixis) kan optreden. De nakomelingen in een eiprop kunnen daardoor bij dit voortplantingstype een mengsel zijn van kruisingsproducten en ongeslachtelijk gevormde kopieën van de moeder. Door kruising en recombinatie zijn populaties van dit type doorgaans een bonte verzameling van verwante genotypen. *M. chitwoodi* is hiervan een voorbeeld. Binnen de soort *M. hapla* bestaan twee verschillende voortplantingstypen, die worden onderscheiden als ras A en ras B.