

Populatieontwikkeling van de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* in aardappel

E. Brommer, L.P.G. Molendijk

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Op met name zandgronden in Zuid Nederland spelen problemen met de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax*. De grootste schadepost door deze aaltjes voor de land- en tuinbouw is de achteruitgang in kwaliteit bij met name de gewassen aardappel, peen en schorseneer. Door knobbel op wortels, knollen en pennen kunnen de producten niet meer worden verwerkt in de conserven- en voedingsmiddelenindustrie. De wortelknobbelaaltjes *M. chitwoodi* en *M. fallax* gaan over met plant- en pootgoed en hebben een quarantainestatus in de EU.

In 1992 werd door het toenmalige PAV, nu Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, onderzoek gestart om de betekenis van deze aaltjes voor de Nederlandse land- en tuinbouw vast te stellen. Uit Amerikaans onderzoek is gebleken dat er een sterke positieve correlatie is tussen het aantal generaties *M. chitwoodi* en de schade in aardappelen (Griffin 1985). Schade aan nieuwgevormde knollen zou dus kunnen worden vermindert door het aantal generaties te verminderen. Eén van de onderzoeksvragen was, hoeveel generaties deze aaltjessoorten onder Nederlandse omstandigheden per groeiseizoen zouden kunnen volbrengen en welke generatie de nieuw gevormde aardappelknollen op grote schaal infecteert en daarmee verantwoordelijk is voor de schade.

Levenscyclus

Als in het voorjaar de bodemtemperatuur oploopt, kruipen de juvenielen spontaan uit de eieren en gaan op zoek naar wortels die ze vervolgens penetreren. De minimumtemperatuur voor ontwikkeling van het aaltje is 5 °C (Griffin, 1985). Eenmaal in de wortel worden door de juvenielen reuzencellen geïnitieerd die als voedingsstructuren dienen. Rond de reuzencellen vindt versterkte celdeling plaats, waardoor op de wortels met het oog zichtbare knobbel kunnen ontstaan. Het aaltje doorloopt zijn verschillende stadia in de wortel tot een volwassen mannetje of vrouwtje, waarna door de vrouwtjes opnieuw eieren wor-

den gelegd. De eieren worden gelegd in een gelatineachtige matrix die enige bescherming geeft aan de eieren. De eipakketten worden zowel binnen als buiten de wortel afgezet. Bij voldoende hoge temperaturen komen de eieren binnen enkele weken weer uit. Uit Amerikaans onderzoek is gebleken dat *M. chitwoodi* ongeveer 2000 graaddagen met een drempelwaarde van 5°C nodig heeft om drie generaties te vormen (Griffin 1985). Van de Nederlandse populaties van *M. chitwoodi* en *M. fallax* is deze minimumtemperatuur niet bekend.

¹ Graaddag = {(hoogste etmaaltemperatuur + laagste etmaaltemperatuur) / 2 - minimumtemperatuur voor reproductie} dag.

Proefopzet

Alle proeven zijn uitgevoerd op proefvelden met natuurlijke infectie. Het onderzoek is van 1992 tot en met 1995 uitgevoerd op een *M. fallax* proefveld te Baexem. Voor *M. chitwoodi* is vergelijkbaar onderzoek gedaan in 1998 op een proefveld te Smakt en in 1999 op de proefboerderij Vredepeel.

Gedurende het groeiseizoen werden vanaf opkomst elke vier weken twee aardappelplanten in vier herhalingen geroid. Vervolgens werden van deze planten de aantallen en stadia van de aaltjes in de wortels en nieuw gevormde knollen bepaald. Vanaf 1998 zijn ook aantallen juvenielen in de grond rond de wortels gemeten. Tevens werd de bodemtemperatuur op verschillende dieptes gemeten (op maaiveld en op vijf, tien, vijftien en vijftig centimeter onder maaiveld) om de temperatuursom van poten tot oogsten vast te kunnen stellen. De temperatuursom is weergegeven in graaddagen¹. De minimumtemperatuur voor reproductie is gelijk gehouden aan Amerikaans onderzoek, namelijk 5°C.

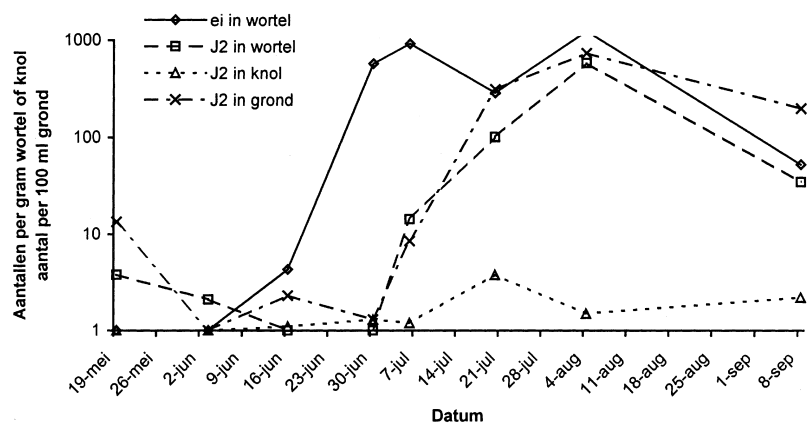
Tweede generatie *M. chitwoodi* na de langste dag zichtbaar

In figuur 1 zijn resultaten weergegeven van één onderzoeksjaar op het *M. chitwoodi* proefveld in Smakt.

ARTIKEL

De beginpopulatie voor *M. chitwoodi*, in maart 1998 gemeten, bedroeg 195 juvenielen en eieren per honderd milliliter grond, en de eindpopulatie (Pf), in november 1998 gemeten, 547 juvenielen en eieren per honderd milliliter grond. Vanaf de eerste waarneming nam het aantal juvenielen in de wortel en grond af. Het aantal juvenielen in de wortel daalde na het poten, bij wortelpenetratie. In de wortel nam het aantal af doordat juvenielen zich ontwikkelen tot volwassen aaltjes. Na juni nam het aantal juvenielen in de wortel en grond weer toe. Dit zijn juvenielen van de tweede generatie. Onderzoek met Noord-Amerikaanse populaties liet hetzelfde beeld zien: in de tweede helft van juni werd een grote stijging in aantallen waargenomen (Ingham, 1995).

In de tweede helft van juni werden de eerste juvenielen in de nieuw gevormde knollen gevonden, meestal nadat de eerste eieren in de wortels waren waargenomen. Hieruit, en uit het feit dat in juni weinig juvenielen in de grond werden waargenomen, moet geconcludeerd worden dat deze juvenielen in de nieuwe knollen tot de tweede generatie behoren. De eerste generatie is niet of nauwelijks verantwoordelijk voor de schade aan de nieuw gevormde knollen. Het is uit deze waarnemingen niet vast te stellen of een derde generatie is ontstaan doordat de eiproductie vanaf begin juni op een continu hoog niveau blijft. In geen van de onderzoeksjaren werden de 2000 graaddagen gehaald: 1590 graaddagen in 1998 en 1472 in 1999. Als de Nederlandse *M.*



Figuur 1. De ontwikkeling van *M. chitwoodi* in Bintje, Smakt 1998. J2 = juvenielen.

chitwoodi populaties dezelfde temperatuursafhankelijkheid heeft als de Noord-Amerikaanse populaties, werden er in 1998 en 1999 slechts twee generaties gevormd.

Schade aan de knollen kan voorkomen worden door de tweede generatie niet te laten ontstaan, of te vertragen. PPO onderzoekt de mogelijkheden om dit met granulaire nematiciden te bereiken. Ook de teelt van vroegrijpe aardappelrasen is onderzocht.

***M. fallax* laat vergelijkbaar verloop zien**

Als voorbeeld voor de ontwikkeling van *M. fallax* op aardappel zijn de resultaten van 1992 gepresenteerd (Figuur 2). De andere jaren gaven een overeenkomstig verloop te zien.

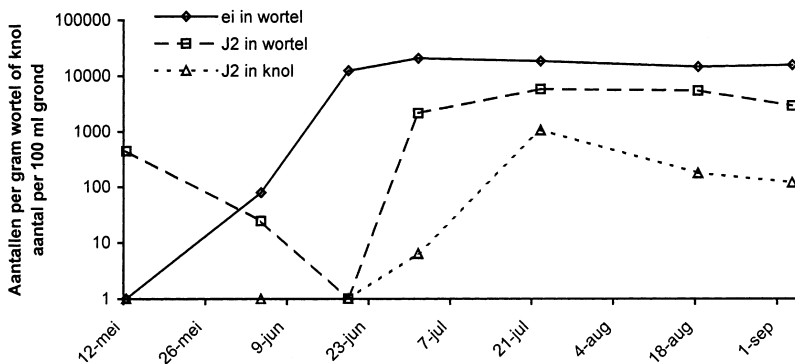
De beginpopulatie, in maart 1992 gemeten, bedroeg 2647 juvenielen en eieren per 100 ml grond, en de eindpopulatie, in november 1992, 4596 juvenielen en eieren per hon-

derd milliliter grond. *M. fallax* laat een vergelijkbaar beeld zien als *M. chitwoodi*. Opvallend is dat bij *M. fallax* de dichtheden een factor tien hoger liggen dan bij *M. chitwoodi*. Dit is kenmerkend voor deze soort. Het aantal juvenielen in de wortel nam ook hier af tot de langste dag en nam vervolgens weer toe bij de tweede generatie uit de nieuw gevormde eieren (Figuur 2). De juvenielen die de wortel gepenetreerd hebben, waren doorontwikkeld tot volwassen aaltjes en er waren geen nieuwe juvenielen meer bij gekomen. Ongeacht de pootdatum of het groeiseizoen werden er geen juvenielen meer gevonden in de wortel rond de langste dag. Wel werden voor de langste dag de eerste eieren van de tweede generatie gevonden. Dit markeert de overgang van de eerste naar de tweede generatie.

De temperatuursom was 1820 graaddagen in 1992 en respectievelijk 1834 en 2169 in 1993 en 1994. Bij een minimale temperatuur voor reproductie van 5°C zouden in 1994 drie generaties gevormd kunnen zijn.

Conclusie

Zowel *M. fallax* als *M. chitwoodi* vormen onder Nederlandse omstandigheden minimaal twee generaties op aardappel. Opvallend is dat bij alle waarnemingen rond de langste dag (21 juni) geen of nauwelijks juvenielen meer worden gevonden in of rond de wortel. De



Figuur 2. De ontwikkeling van *M. fallax* in Bintje, Baexem 1992. J2= juvenielen.

ARTIKEL

overgang van eerste naar tweede generatie is hiermee scherp begrensd. De overgang van een tweede naar een eventuele derde generatie is niet waargenomen. Dat er een derde generatie wordt gevormd is wellicht af te leiden uit de temperatuursom. Wel moet dan de generatieduur van de Nederlandse populaties worden onderzocht. In het groeiseizoen 1994 kunnen beide aaltjessoorten gezien de hoge temperatuursom drie generaties hebben gevormd. Bij gewassen met een langer groeiseizoen zoals schorseener, suikerbieten en groenbemesters als zomerteelt, zouden drie generaties in meerdere jaren mogelijk zijn geweest. Het aantal juvenielen per gram wortel bij *M. fallax* is een factor tien hoger dan bij *M. chitwoodi*. Dit vertaalt zich ook in veel hogere einddichtheden in november. In theorie zou *M. fallax* sneller schadelijke populaties opbouwen

en zich sneller verspreiden. Tot op heden blijkt *M. fallax* slechts beperkt verspreid te zijn.

De knolzetting begint rond begin juni, een tijdstip waarbij het aantal juvenielen van de eerste generatie al sterk aan het dalen is. Begin juli komen de juvenielen van de tweede generatie in grote aantallen vrij uit de eieren en zorgen voor een hoge besmettingsdruk voor de zich ontwikkelende knollen. De tweede generatie is daarmee verantwoordelijk voor de schade aan de knollen.

De ontwikkeling van *M. chitwoodi* en *M. fallax* in aardappel verloopt gedurende het groeiseizoen grotendeels gelijk. Bij de beheersingsstrategie in de aardappelteelt van beide soorten kunnen dus dezelfde uitgangspunten gehanteerd worden. Bestrijdingstrategieën die uitgaan van het voorkómen van de tweede

generatie juvenielen bieden de beste mogelijkheden om symptoomloze knollen te produceren. Granulaten kunnen mogelijk een tweede generatie vertragen of voorkomen. Daarnaast is de teelt van vroege aardappellrassen een effectieve ont-snappingsroute gebleken. Als eind juli geoogst kan worden zijn de symptomen op knol nog niet zichtbaar. Bij late oogst of bewaring van vroege aardappelen ontstaan alsnog knolsymptomen.

Literatuur

- Griffin, G.D. 1985. Host-Parasite relationship of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Journal of nematology* 17: 395-399.
- Ingham, R.E. en Rykbost, K.A. 1995. Relationship between seasonal population growth of Colombia Root-Knot nematode and soil degree days in potato. *American Potato Journal* 72: 631.