

# **Populatie ontwikkeling van *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* in aardappel**

ing. E. Brommer

# De ontwikkeling van *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* in een aardappelgewas

33.3.20

ing. E. Brommer

In opdracht van HPA - Den Haag

© Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt

Bezoekadres	Edelhertweg 1, Lelystad
Postadres	Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Telefoon	0320 29 11 11
Telefax	0320 23 04 79
E-mail	<a href="mailto:info@pav.agro.nl">info@pav.agro.nl</a>
Internet	<a href="http://www.agro.nl/pav">www.agro.nl/pav</a>

# Inhoud

1. Inleiding .....	4
1.1 Doel van het onderzoek .....	4
1.2 Wortelknobbelaaltjes .....	4
1.2.1 Levenscyclus .....	4
1.2.2 Schade .....	5
2. Proefopzet .....	6
2.1 Proefveldgegevens .....	6
2.2 Werkwijze .....	6
2.3 Uitvoering.....	7
3. Resultaten.....	8
3.1 Baexem.....	8
3.2 Smakt.....	10
3.3 Vredepeel.....	12
4. Discussie .....	13
4.1 <i>M. fallax</i> .....	13
4.2 <i>M. chitwoodi</i> .....	13
5. Conclusie.....	15
6. Samenvatting.....	16

# 1. Inleiding

De wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax* vormen een bedreiging voor de land- en tuinbouw op de zandgronden van Nederland. In Noord Amerika komt het aaltje *M. chitwoodi* op grote schaal voor en veroorzaakt grote economische schade, met name in de aardappelteelt. Door zijn grote waardplantenreeks is het moeilijk te bestrijden. Slechts met behulp van gewasbeschermingsmiddelen en zwarte braak zijn beide aaltjessoorten enigszins onder controle te houden.

## 1.1 Doel van het onderzoek

Begin jaren negentig van de vorige eeuw werden voor Nederland een tweetal nieuwe wortelknobbelaaltjessoorten ontdekt. Er werd door het PAV onderzoek gestart om de betekenis van deze aaltjes voor de Nederlandse land- en tuinbouw vast te stellen. Eén van de onderzoeksvragen was hoeveel generaties van deze aaltjes onder Nederlandse omstandigheden per groeiseizoen mogelijk zijn en welke generatie de aardappelknollen infecteert. Uit Amerikaans onderzoek is gebleken dat er een sterke correlatie is tussen het aantal generaties en de schade in aardappelen (Griffin 1998). Als bekend is wanneer en welke generatie de knollen infecteert kan hier eventueel een bestrijdingsstrategie uit voortkomen.

## 1.2 Wortelknobbelaaltjes

### 1.2.1 Levenscyclus

*M. chitwoodi* kan onder Noord Amerikaanse omstandigheden 3 generaties per jaar vormen (Griffin 1985). Als in het voorjaar de bodemtemperatuur oploopt, kruipen de larven (J2) spontaan uit de eieren en gaan op zoek naar wortels die ze vervolgens penetreren. De minimum temperatuur voor ontwikkeling van het aaltje is 5 °C (Griffin 1985). Onder invloed van speeksel ontstaan in de wortel reuzecellen met behulp waarvan de aaltjes zich voeden. Rond de reuzecellen vindt versterkte celdeling plaats, waardoor op de wortels knobbels ontstaan. Het aaltje doorloopt zijn verschillende stadia in de wortel tot een volwassen mannetje of vrouwtje, waarna door de vrouwtjes opnieuw eieren worden afgezet. De eieren worden in een gelatineachtige matrix afgezet wat enige bescherming geeft aan de eieren. De eipakketten worden zowel binnen als buiten de wortel afgezet. Bij voldoende hoge temperaturen komen de eieren vrij snel weer uit. Het aaltje wordt niet actief door planten gelokt maar komt spontaan uit bij voldoende vocht en temperatuur. De populatie van deze soort neemt daarom onder zwarte braak sterk af, omdat de larven geen wortels kunnen penetreren en sterven.

### **1.2.2 Schade**

De grootste schadepost is de achteruitgang in kwaliteit bij met name aardappelen, peen en schorseneren. Door knobbels op knollen en pennen kunnen ze niet meer verwerkt worden in de conserven- en voedingsmiddelenindustrie. Op de plaats waar de aaltjes de wortel penetreren ontstaat bovendien een invalspoort voor schimmels en bacteriën, waardoor het gewas in groei achterblijft of gaat rotten. In gewassen die in het kiemplantstadium erg gevoelig zijn kan het wegvallen van planten een groot probleem zijn. Met name suikerbieten kunnen daardoor in het voorjaar sterk achterblijven in ontwikkeling wat problemen geeft met de onkruidbestrijding en de opbrengst. Beide aaltjessoorten hebben binnen de EU een quarantaine status. Deze status heeft grote consequenties voor bedrijven die uitgangsmateriaal produceren als pootgoed, bollen en plantmateriaal.

## 2. Proefopzet

### 2.1 Proefveldgegevens

In 1992 is een veldproef aangelegd in Baexem (L) op een perceel besmet met een *M. fallax* populatie. Deze proef heeft er tot en met het jaar 1997 gelegen. In de eerste 3 jaar is op een aantal aardappelveldjes met het ras Bintje de populatie ontwikkeling gevolgd.

In 1998 is dit op een ander proefveld met een *M. chitwoodi* besmetting uitgevoerd bij twee rassen nl. Bintje en Première. De opzet van dit proefveld gelegen in Smakt (L) is gelijk aan het proefveld te Baexem.

In 1999 is de ontwikkeling gevolgd op een proefveld te Vredepeel. Dit proefveld was besmet met *M. chitwoodi*, en het betrof het ras Hansa. In tabel 1 zijn per locatie de veldgegevens weergegeven.

Tabel 1. Proefveldgegevens

Locatie	Baexem	Smakt	Vredepeel
Grondsoort	Zand	Zand	Zand
% organische stof	1.9	3.3	4.7
Pw	112	138	57
K getal	30	19	6.8
PH-KCL	5.9	7.1	5.1

### 2.2 Werkwijze

In een viertal veldjes op de proefvelden Baexem en Smakt werden gedurende het groeiseizoen vanaf opkomst elke vier weken twee planten per veldje in zijn geheel opgerooid. De veldjes waren 6 m bij 6 m en uit de kantrijen is in 4 herhalingen regelmatig om en om een tweetal planten in zijn geheel geoogst. Het proefveld te Vredepeel had een andere opzet dan de twee andere proeven. Dit proefveld was opgezet in 5 herhalingen met veldjesgrootte van 3 m bij 11 m. Uit 5 extra onbehandelde veldjes zijn regelmatig twee planten met aanhangende grond geoogst. Vanaf 1993 is de bemonstering rond de langste dag (21 juni) geïntensiveerd tot tweewekelijks. Bij de afdeling nematologie van de Planteziektkundige Dienst werden van deze planten de hoeveelheid en stadia van de aaltjes in de wortels en nieuw gevormde knollen bepaald. In 1998 en 1999 is dit op het eigen PAV lab gedaan.

Van de planten werd het wortel en knolgewicht bepaald en van een submonster van zowel de knollen en de wortels de aaltjesinhoud. Dit gebeurde volgens het labprotocol 3.5.5. (versie 1.0) “extractie van aaltjes uit wortelmateriaal (centrifuge drijf methode)”. Vanaf 1998 is ook de besmetting van larven (J2) in de grond

rond de wortels bepaald. Dit is gedaan om te kunnen bepalen welke generatie de schade aan de knollen veroorzaakt.

Tevens werd de bodemtemperatuur op verschillende dieptes ( maaiveld, 5 cm, 10 cm, 15 cm en 50 cm) gemeten met behulp van een Squirrel datalogger. Deze temperatuursgegevens zijn gebruikt om de temperatuursom van poten tot oogst vast te stellen. De temperatuursom is bepaald door de gemiddelde etmaaltemperatuur te verminderen met de minimum temperatuur voor reproductie en dit verkregen getal steeds op te tellen. De gemiddelde etmaaltemperatuur is bepaald door de minimum en maximum temperatuur van de dag te middelen. De minimum temperatuur voor reproductie voor *M. chitwoodi* (race 1) is 5°C, dit is het ras wat in Nederland voorkomt.

## 2.3 Uitvoering

In tabel 2 is per jaar en locatie weergegeven wanneer het gewas is gepoot en geoogst.

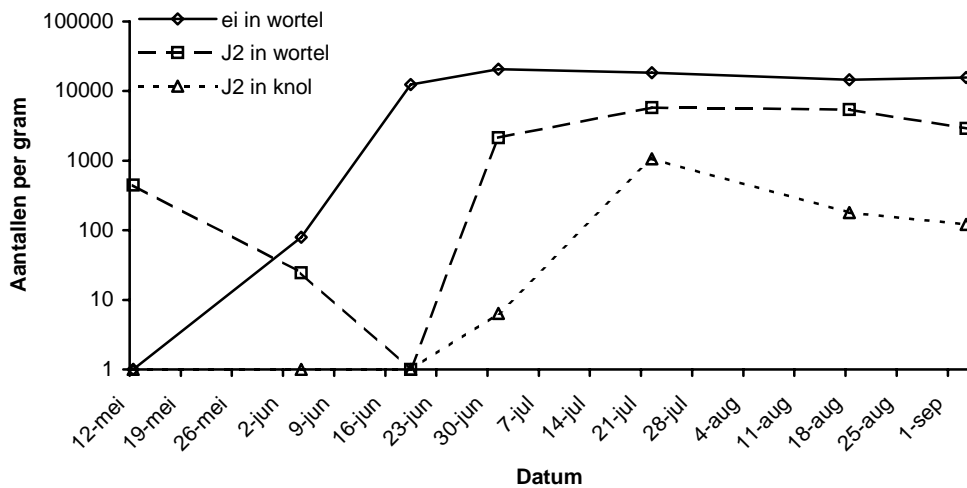
Tabel 2. Uitvoering

Locatie / jaar	Ras	Pootdatum	Oogstdatum
Baexem 1992	Bintje	10 april	12 oktober
Baexem 1993	Bintje	8 april	29 september
Baexem 1994	Bintje	15 april	17 oktober
Smakt 1998	Bintje	21 april	11 september
Smakt 1998	Première	21 april	12 augustus
Vredepeel 1999	Hansa	21 april	1 september

### 3. Resultaten

De resultaten zijn weergegeven in figuren na een 10 LOG transformatie.

#### 3.1 Baexem



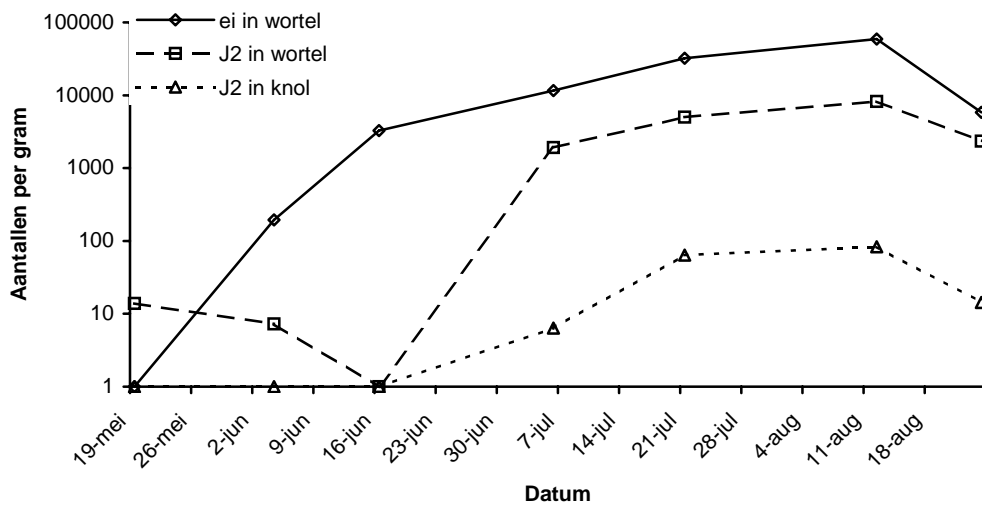
**Figuur 1. De ontwikkeling van *M. fallax*, Baexem 1992**

Pi 2647 larven per 100 ml grond, (spoel:687, incubatie:1960)

Pf 4596 larven per 100 ml grond, (spoel:1068, incubatie:3528)

In figuur 1 is de ontwikkeling van *M. fallax* weergegeven in een aardappelgewas in 1992. Vanaf de eerste bemonstering daalt de lijn met larven in de wortel totdat rond de langste dag geen larven meer worden gevonden. Wel worden dan de eerste eieren van de tweede generatie gevonden. Vanaf de langste dag worden er continu tot aan de oogst meer dan 1000 eieren per gram wortel gevonden. Na de langste dag worden voor het eerst larven in de nieuw gevormde knollen gevonden. Dit zijn larven van de tweede en wellicht derde generatie. De T-som van poten tot oogst was 1820 graaddagen.



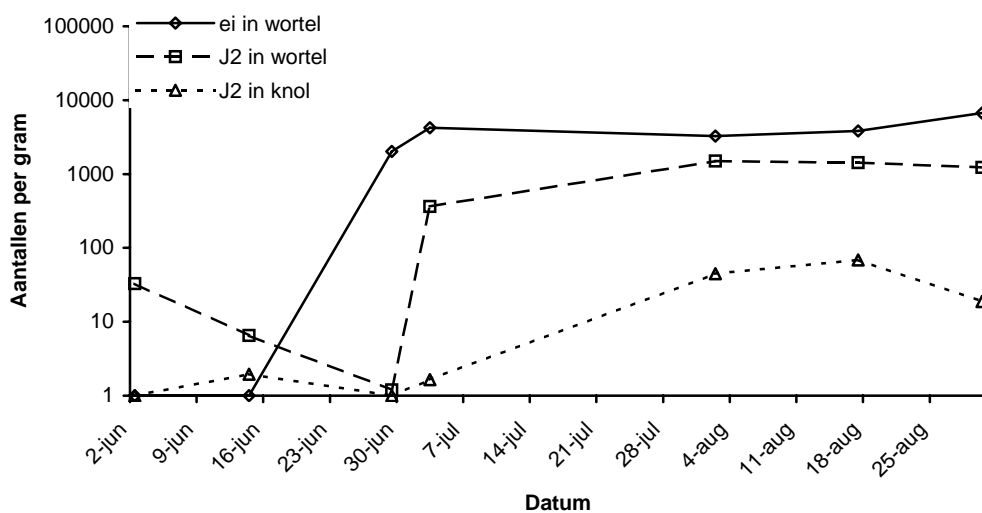


**Figuur 2. De ontwikkeling van *M. fallax*, Baexem 1993**

Pi 604 larven per 100 ml grond, (spoel:106, incubatie:498)

Pf 1840 larven per 100 ml grond, (spoel:773, incubatie:1067)

1993 was een overwegend nat en koud jaar vergeleken met 1992, welke een normaal Nederlands groeiseizoen kende. Maar ook in 1993 worden er rond de langste dag geen larven in de wortel gevonden. De ei productie van de tweede generatie komt later op gang dan in 1992 en blijft ook niet op een constant niveau zoals in 1992. Na de langste dag worden de eerste larven in de knollen gevonden. De T-som van poten tot oogst bedroeg 1834 graaddagen.



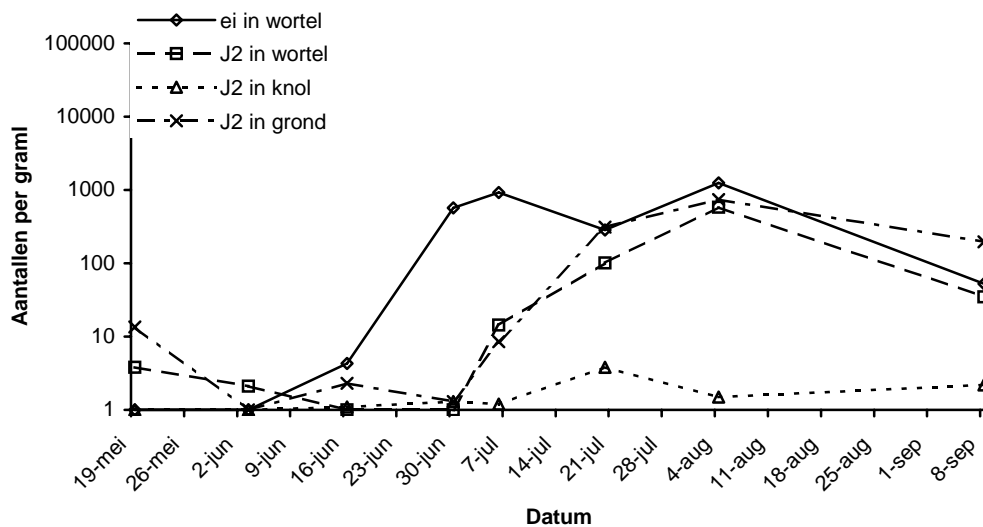
**Figuur 3. De ontwikkeling van *M. fallax*, Baexem 1994**

Pi 252 larven per 100 ml grond, (spoel:126, incubatie:129)

Pf 7402 larven per 100 ml grond, (spoel:2621, incubatie:4781)

De resultaten van 1994 komen qua ontwikkeling overeen met 1992 en 1993. Het tijdstip waarop geen larven meer worden gevonden in de wortels is echter wel later dan in 1992 en 1993. Na de langste dag worden evenals in 1993 de eerste eieren in de wortels gevonden. Dit jaar worden larven voor de langste dag in de nieuw gevormde knollen waargenomen. De T-som bedroeg 2169 graaddagen.

### 3.2 Smakt



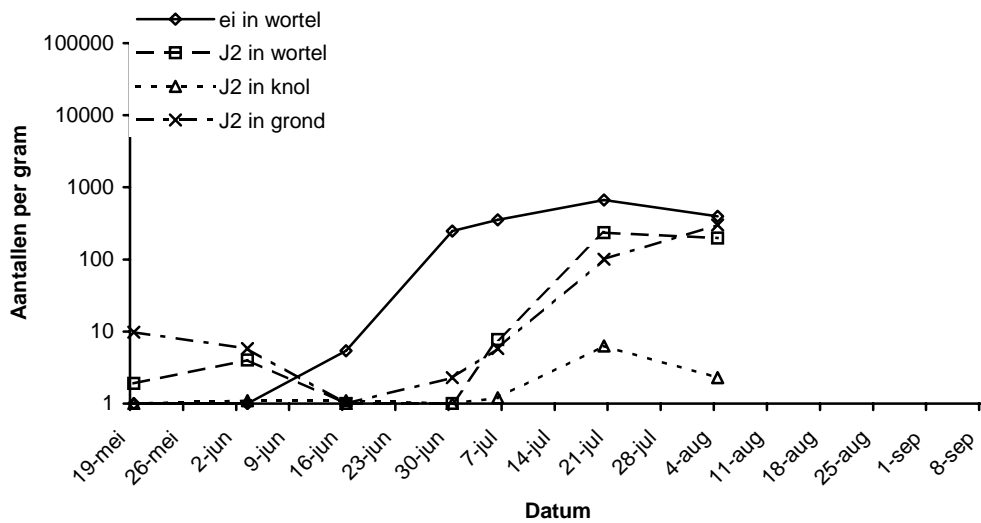
**Figuur 4. De ontwikkeling van *M. chitwoodi* onder Bintje, Smakt 1998**

Pi 195 larven per 100 ml grond, (spoel:164, incubatie:31)

Pf 547 larven per 100 ml grond, (spoel:300, incubatie:247)

In 1998 is de ontwikkeling van *M. chitwoodi* op een proefveld te Smakt gevolgd. Naar aanleiding van de ervaringen met *M. fallax* zijn hier ook het aantal larven in de grond bepaald. De grond is niet geincubeerd, Omdat alleen vrije larven de planten kunnen penetreren. De besmetting is weergegeven in aantal aaltjes per 100 ml grond.

De lijn J2 in wortel (Figuur 4) is vergelijkbaar met de lijnen van *M. fallax*, ook hier worden rond de langste dag geen larven waargenomen. Het aantal larven per gram wortel is vergelijkbaar met Baexem 1993. De productie van eieren in de wortel is niet constant, vanaf begin augustus neemt de productie af. Het aantal larven in de grond neemt net zoals in de wortel af tot de langste dag waar er bijna geen larven meer worden gevonden om vervolgens weer toe te nemen. De lijnen larven in wortel en larven in grond lopen bijna parallel aan elkaar. De T-som bedroeg van poten tot oogst 1590 graaddagen.



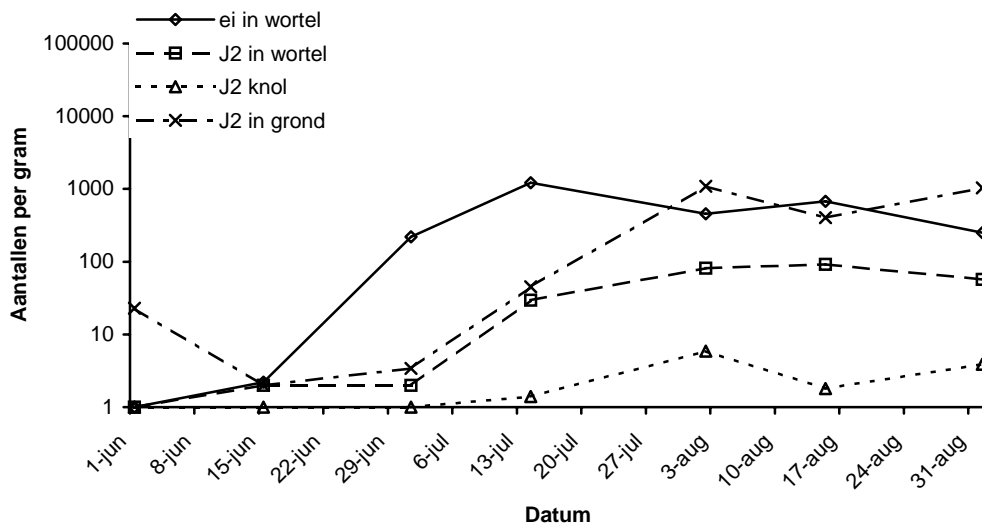
**Figuur 5. De ontwikkeling van *M. chitwoodi* onder Première, Smakt 1998**

Pi 175 larven per 100 ml grond, (spoel:147, incubatie:28)

Pf 258 larven per 100 ml grond, (spoel:237, incubatie:21)

De ontwikkeling van *M. chitwoodi* in Première (Figuur 5) is vergelijkbaar met de ontwikkeling in Bintje. Door het vroegere oogsttijdstip van Première wordt begin augustus de afname die bij Bintje te zien was niet meer weergegeven. De eindbesmetting is hierdoor bij Première lager dan bij Bintje. Ook bij Première lopen de lijnen J2 in wortel en J2 in grond nagenoeg parallel. De eerte eieren van de tweede generatie worden gevonden rond de langste dag. De T-som bedroeg 1232 graaddagen

### 3.3 Vredepeel



**Figuur 6. De ontwikkeling van *M. chitwoodi* in Hansa, Vredepeel 1999**

Pi 158 larven per 100 ml grond, (spoel:73, incubatie:85)

Pf 2191 larven per 100 ml grond, (spoel:1318, incubatie:873)

In 1999 is het onderzoek uitgevoerd in het ras Hansa. Uit Figuur 6 blijkt dat het aantal larven/eieren per gram wortel vergelijkbaar is met Smakt 1998. In 1999 zijn op alle bemonsteringsdata larven in de wortel waargenomen. Het aantal gevonden larven rond de langste dag was wel erg laag. 1999 is tevens het enige jaar dat tot de langste dag geen afname van de populatie larven in de wortel is waargenomen. De lijn larven in wortel stijgt bijna het gehele groeiseizoen. De lijn larven in grond is wel vergelijkbaar met de lijnen in 1998. De T-som bedroeg 1472 graaddagen.

## 4. Discussie

### 4.1 *M. fallax*

Alle drie de jaren laten een vergelijkbaar patroon zien bij de ontwikkeling van *M. fallax* in aardappel. In alle jaren worden rond de langste dag (21 juni) geen J2 larven meer gevonden in de wortel. De larven die de wortel gepenetreerd hebben zijn doorontwikkeld en er zijn geen nieuwe larven meer bij gekomen. Ook worden er in 1992 en 1993 pas juvenielen waargenomen in de nieuw gevormde knollen vanaf de langste dag. Hoewel uit eerder onderzoek is gebleken dat rond de langste dag na zwarte braak nog steeds larven in de grond aanwezig zijn, is het zeer goed mogelijk dat de gevonden larven in de knol van de tweede generatie zijn. Uit onderzoek naar de rasgevoeligheid van aardappelen voor *M. chitwoodi* en *M. fallax* (Molendijk 2000) is gebleken dat de eerste knollen begin juni worden gevormd. De eerste larven in de knol worden pas in de tweede helft van juni gevonden. Alleen in 1994 worden ook eerder larven in de knol gevonden. Hoogst waarschijnlijk zijn deze larven van de eerste generatie geweest. Larven van de eerste generatie infecteren dus niet op grote schaal de nieuw gevormde knollen, omdat anders tot en met de langste dag ook larven in de wortel zouden moeten worden gevonden. Ongeacht de pootdatum of het groeiseizoen worden er geen J2 larven meer gevonden in de wortel rond de langste dag. Wel worden voor de langste dag de eerste eieren van de tweede generatie gevonden. Dit is een duidelijke overgang van de eerste naar de tweede generatie.

Het is met deze waarnemingen niet vast te stellen of een derde generatie is ontstaan, doordat de tweede en eventuele derde generatie door elkaar loopt.

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). De T-som was in 1993 1820 graaddagen en in 1993 en 1994 1834 en 2169 graaddagen. Zolang niet bekend is hoeveel graaddagen er nodig zijn per generatie bij *M. fallax*, is geen uitspraak te doen hoeveel generaties er mogelijk zijn.

### 4.2 *M. chitwoodi*

Bij het onderzoek met *M. chitwoodi* populaties is ook de fractie larven in de grond meegenomen. In de twee onderzoeksjaren lopen de lijnen Larven in grond en larven in wortel nagenoeg parallel. Voor de langste dag daalt in twee van de drie gevallen de lijn larven in grond sneller dan de lijn larven in wortel, De aantallen zijn echter veel lager dan bij *M. fallax*, zodat dit heel goed een analysefout kan zijn. Vergelijkbaar met *M. Fallax* is dat vanaf het poten tot 21 juni er steeds minder J2 larven worden waargenomen.

Onderzoek met Noord Amerikaanse populaties laat hetzelfde beeld zien. Ook hier daalt het aantal J2 larven in de grond na het poten wanneer ze de wortels penetreren. In de tweede helft van juni werd een grote stijging in J2 aantallen waargenomen (Ingham 1995).

Dat rond de langste dag geen J2 larven meer worden gevonden kan betekenen dat inderdaad na de langste dag de larven die worden waargenomen, de larven zijn van de tweede generatie. Tot de langste dag neemt het aantal J2 larven af en vervellen de larven tot volwassen aaltjes en produceren eieren. Ook bij *M. chitwoodi* blijkt uit onderzoek dat rond dit tijdstip tijdens zwarte braak nog larven aanwezig zijn. Larven die gevonden worden na 21 juni kunnen dus van de eerste generatie zijn. Een mogelijkheid is dat de eieren gefaseerd uitkomen, en dus ook na 21 juni nog juvenielen van de eerste generatie de plant penetreren. Wel zouden dan rond de langste dag juvenielen moeten worden gevonden, dit gebeurt niet of nauwelijks. De eerste generatie is dus niet of nauwelijks verantwoordelijk voor de schade aan de nieuw gevormde knollen. Schade aan de knollen kan voorkomen worden door de tweede generatie niet te laten ontstaan Dit kan met behulp van granulaten. Uit onderzoek van het PAV is gebleken dat een volveld toepassing van 40 kg Vydate (Oxamyl) de vorming van een tweede generatie larven aanzienlijk vermindert (Visser 2000). De aantallen gevonden larven per gram wortel zijn bij *M. chitwoodi* over het algemeen een factor 10 lager dan bij *M. fallax*. Ook neemt bij *M. chitwoodi* in alle gevallen de eiproductie in augustus af. Alleen in 1999 op Vredepeel blijft de eiproductie op een redelijk niveau. In geen van de jaren worden de 2000 graaddagen gehaald. Als de Nederlandse *M. chitwoodi* gelijk reageert op de T-som als de Noord Amerikaanse populaties, worden er slechts twee generaties gevormd in 1998 en 1999. In 1994 zou *M. chitwoodi* wel drie generaties hebben kunnen realiseren.

## 5. Conclusie

Zowel *M. fallax* als *M. chitwoodi* vormen in ieder geval minimaal twee generaties op aardappel. *M. fallax* kan in 1994 drie generaties hebben gevormd. Opvallend is dat bij alle waarnemingen rond de langste dag (21 juni) geen of nauwelijks J2 larven meer worden gevonden in of rond de wortel. De overgang van eerste naar tweede generatie is hiermee scherp begrensd. De overgang van een tweede naar een eventuele derde generatie is in geen van de figuren waar te nemen. Dat er een derde generatie wordt gevormd is wellicht af te leiden uit de T-som. Wel moet dan de generatieduur van de Nederlandse populaties worden onderzocht. De eerste generatie is niet of nauwelijks verantwoordelijk voor de symptomen op de knol, omdat er over het algemeen pas J2 larven in de knol worden gevonden na de langste dag, wanneer de eerste eieren van de tweede generatie reeds zijn waargenomen. De knolzetting vindt begin juni plaats en dan worden nog geen larven in de knol gevonden, maar nog wel in de wortel. Tot de langste dag nemen het aantal J2 larven van de eerste generatie af tot nagenoeg nul.

De ontwikkeling van *M. chitwoodi* en *M. fallax* in aardappel verloopt grotendeels gelijk. Bij de beheersingsstrategie in de aardappelteelt van beide soorten kunnen dus dezelfde uitgangspunten gehanteerd worden. Bestrijdingstrategieën die uitgaan van het voorkomen van de tweede generatie larven bieden de beste mogelijkheden om symptoomloze knollen te produceren. Toekomstig onderzoek moet zich hierop richten.

## 6. Samenvatting

Op een met *M. fallax* en een tweetal met *M. chitwoodi* besmette percelen is de ontwikkeling van deze aaltjes op aardappel gevolgd. Uit de waarnemingen blijkt dat beide aaltjes in ieder geval twee generaties vormen, en wellicht in een van de jaren drie. Rond de langste dag (21 juni) worden in alle gevallen geen of nauwelijks J2 larven gevonden in en rond de wortel. Wel worden rond deze datum de eerste eieren van de tweede generatie gevonden. Voor de langste dag worden nauwelijks larven in de nieuw gevormde knollen waargenomen. De larven die na die tijd wel worden gevonden zijn dus hoofdzakelijk van de tweede generatie

De kwalitatieve schade die ontstaat aan de knollen wordt dus veroorzaakt door de tweede en of derde generatie larven. Een bestrijdingsstrategie moet er op gericht zijn dat de tweede generatie larven niet gevormd kan worden.

## Literatuur:

1. Molendijk, L.P.G. en Brommer, E. 2000. Rasgevoeligheid aardappelen voor *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax*
2. Griffin, G.D. 1985. Host-Parasite relationship of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. Journal of nematology 17: 395-399.
3. 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.
4. Visser, J.H.M. en Molendijk, L.P.G. 2000. Effectiviteit Vydate op schade bij aardappelen door *Meloidogyne chitwoodi*.