

# Wortellesieaaltjes in amaryllis (*Hippeastrum*)

- Invloed van de temperatuur op de vermeerdering
- Populatieontwikkeling en schadelijkheid

Loes Stapel

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 596; € 25,00

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.



Projectnummer: 41103075

PT nummer: 36163

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Business Unit Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer

Tel. : 0297 – 35 25 25

Fax : 0297 – 35 22 70

E-mail : Loes.Stapel@wur.nl

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	Pagina
VOORWOORD	5
SAMENVATTING	7
SUMMARY	9
1 INLEIDING	11
1.1 Probleemstelling	11
1.2 Doelstelling	11
2 INVLOED TEMPERATUUR OP DE VERMEERDERING	13
2.1 Materiaal en methoden	13
2.1.1 Teeltsysteem en planten	13
2.1.2 Inoculatie en proefopzet	13
2.1.3 Bepalen van de populatieontwikkeling	14
2.1.4 Statistische verwerking	15
2.2 Resultaten	15
2.2.1 Klimaatrealisatie	15
2.2.2 Populatieontwikkeling	15
2.2.3 Gewasontwikkeling blad, bol en wortels	17
2.3 Discussie en conclusie	18
3 POPULATIEONTWIKKELING EN SCHADELIJKHEID	21
3.1 Materiaal en methoden	21
3.1.1 Teeltsysteem en planten	21
3.1.2 Inoculatie en proefopzet	21
3.1.3 Beoordeling	22
3.1.4 Statistische verwerking	23
3.2 Resultaten	23
3.2.1 Klimaatrealisatie	23
3.2.2 Populatieontwikkeling	23
3.2.3 Gewasproductie	24
3.2.4 Bloemproductie	25
3.3 Discussie en conclusie	25
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES WORTELLESIEAALTJES IN AMARYLLIS	27
LITERATUUR	29
BIJLAGE 1 OVERZICHT KASINDELING: TEMPERATUURPROEF	31
BIJLAGE 2 SAMENSTELLING VOEDINGSOPLOSSING	33
BIJLAGE 3 OVERZICHT KASINDELING: POPULATIEONTWIKKELING EN SCHADE PROEF	35



# Voorwoord

In dit voorwoord wil ik Joop Doorduyn en Arca Kromwijk hartelijk bedanken voor hun inbreng en samenwerking in het project én rapport. Martijn de Jongh en Mary Warmenhoven dank ik voor hun assistentie tijdens het waarnemen en bemonsteren van de proeven. Jaco Klap bedank ik voor zijn hulp bij de statistiek. Tenslotte wil ik ook Jan Amsing bedanken, die stond, samen met Joop Doorduyn, aan de wieg van dit project.

Loes Stapel,  
Aalsmeer, december 2005.



# Samenvatting

In de teelt van amaryllis (*Hippeastrum*) kunnen twee soorten wortellessieaaltjes (*Pratylenchus penetrans* en *P. scribneri*) wortelrot veroorzaken. In bestaande kennis is geen informatie beschikbaar over de invloed van de temperatuur op de vermeerdering op de waardplant amaryllis van deze aaltjes is, in welke mate deze aaltjes zich in de loop van de teelt kunnen ontwikkelen en wanneer ze schade geven. In dit rapport worden twee proeven beschreven:

- invloed van de temperatuur op de ontwikkeling van wortellessieaaltjes bij amaryllis
- populatieontwikkeling en schade van wortellessieaaltjes bij amaryllis

## INVLOED VAN DE TEMPERATUUR

### Inleiding

Het doel van dit onderzoek is nagaan hoe de temperatuur de ontwikkeling van de wortellessieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri* bij amaryllis beïnvloedt. De proef is uitgevoerd in vijf geconditioneerde klimaatkassen van PPO, Business Unit Glastuinbouw. De streefwaarden voor de pottemperaturen waren 13, 18, 23, 28 en 33°C. De bollen (cultivar 'Red Lion', bolmaat 14/16) zijn in week 7 opgepot in flugzand fijn in Ø 17 cm containers, één bol per container. Drie weken na het oppotten is de temperatuurreeks ingesteld. Vier weken na het oppotten, nadat de amaryllis bollen nieuwe wortels hadden gemaakt, is het groeimedium geïnoculeerd met *P. penetrans* (herkomst aardappel) en *P. scribneri* (herkomst amaryllis). Als extra behandeling is bij 23°C een populatie *P. penetrans* afkomstig van amaryllis meegenomen. Ook is een behandeling van 'wel en niet acclimatiseren' meegenomen. Bij het acclimatiseren was de temperatuur na besmetten gedurende twee weken op 23°C gehouden, daarna zijn de bollen bij de verschillende temperaturen verdeeld. Vier, acht, zestien en vierentwintig weken na inoculatie hebben de bemonsteringen plaatsgevonden.

### Resultaten

Over de gehele proefperiode zijn de verschillende worteltemperaturen goed gerealiseerd. De worteltemperaturen waren gemiddeld als volgt: 13,2°C, 18,1°C, 22,9°C, 27,7°C en 32,4°C. De onbesmette behandeling is gedurende de gehele proef vrij gebleven van aantasting door *Pratylenchus spp.*

*P. scribneri* heeft zich veel beter kunnen vermeerderen bij de diverse temperaturen dan *P. penetrans* en ook bij een grotere temperatuurrange. De oorzaak hiervan is zeer waarschijnlijk dat de gebruikte *P. scribneri* van amaryllis afkomstig was en de gebruikte *P. penetrans* niet. De meeste aaltjes en eitjes van *P. scribneri* werden gevonden tussen de 18 en 28°C. Bij 23°C werden de meeste aaltjes gevonden.

*P. penetrans* kon zich het beste vermeerderen bij 18 en 23°C, hoewel er maar lage aantallen aaltjes en eitjes zijn gevonden. Bij dit aaltje lijkt acclimatiseren geen invloed gehad te hebben op de aantallen. De kleine populatie van *P. penetrans* afkomstig van amaryllis had een grotere vermeerdering bij 23°C dan de mengpopulatie van *P. penetrans* bij 23°C. De aantallen zijn vergelijkbaar met de aantallen van *P. scribneri*. Omdat de gewenste pottemperaturen door middel van het instellen van de kasttemperaturen bereikt moesten worden, betekende dit ook dat hierdoor de gewasgroei werd beïnvloed. Op het einde van de proef, 24 weken na inoculeren, werd bij 28°C gemiddeld het hoogste versgewicht en bij 13°C gemiddeld het laagste versgewicht van het blad gerealiseerd. Voor wat het bolgewicht betreft werd het hoogste bolgewicht gerealiseerd bij 18-23°C en het laagste bolgewicht bij 33°C. Voor het versgewicht van de wortels bleek hoe hoger de temperatuur, des te lager het gewicht. Acclimatiseren had geen invloed op de groei van het blad, de bol en de wortels.

### Conclusies

- De herkomst van de aaltjes (wel of niet afkomstig van amaryllis) speelt een belangrijke rol in de mate van vermeerdering;
- Zowel *P. penetrans* als *P. scribneri* vermeerderen zich het sterkst bij 23°C;
- *P. scribneri* kan zich goed vermeerderen bij een temperatuurrange van 18-28°C; de optimum temperatuur ligt tussen 18 en 23°C;
- De gunstigste temperatuur voor aaltjes vermeerdering is ook de beste teelttemperatuur voor amaryllis.

## POPULATIEONTWIKKELING EN SCHADELIJKHEID

### Inleiding

Het doel van deze proef is nagaan hoe de populatieontwikkeling van de wortellesieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri* in amaryllis verloopt, in relatie tot de uitgangsdichtheid  $P_i$  en tot welke schade dit leidt bij de bollen en de bloemen. De proef is uitgevoerd met de cultivar 'Red Lion', bolmaat 14/16 in een kas van PPO, Business Unit Glastuinbouw. Er stonden 8 bollen in een kist van circa 40 liter, het gebruikte substraat was flugzand fijn. Er zijn vier beginbesmettingen ( $P_i$ 's) toegediend, namelijk  $P_i = 0, 100, 1000$  en  $2000$  *P. scribneri* (herkomst amaryllis) en  $P_i = 0, 100, 1000$  en  $5000$  *P. penetrans* (herkomst aardappel) per bol. De bemonsteringen vonden plaats 19, 40 en 70 weken na de beginbesmetting.

### Resultaten

#### Populatieontwikkeling

Bij *P. penetrans* namen het aantal eitjes en aaltjes tot en met 40 weken na inoculeren toe, op het einde van de proef (70 weken na inoculeren), waren de aantallen eitjes en aaltjes per 5 gram wortels lager. De aantallen eitjes en aaltjes die worden teruggevonden bij *P. scribneri* zijn veel hoger dan de aantallen bij *P. penetrans*. De trend is echter vergelijkbaar.

#### Gewasproductie

Bij *P. penetrans* is er geen significante invloed geweest op het aantal klisters per bol. Ook het gewicht van de klisters is niet beïnvloed door de verschillende  $P_i$ 's. Voor het gewicht van het blad, de bol en de wortels geldt dat hoe hoger de  $P_i$ , des te lager het gewicht. Er was geen significant verschil tussen de onbesmette controlebehandeling en  $P_i 100$ . Bij *P. scribneri* was het aantal klisters en het gewicht van blad, bol en wortels het hoogst bij de onbesmette controlebehandeling.  $P_i 100 - 2000$  resulteerde in een significant lager gewicht van blad, bol en wortels. Het aantal klisters bij een  $P_i$  van 100 was niet significant verschillend van de onbesmette controle, de andere twee  $P_i$ 's resulteerden wel in een lager aantal klisters. Ook bij *P. scribneri* was er geen verschil in het gewicht van de klisters bij de verschillende  $P_i$ 's. In de kas was duidelijk zichtbaar dat het bladvolume bij de hogere  $P_i$ 's en dan vooral bij *P. scribneri* een stuk lager was dan bij de onbesmette planten.

#### Bloemproductie

De verschillende  $P_i$ 's hebben bij *P. penetrans* geen invloed gehad op het aantal bloemstelen per bol en het gemiddelde dagnummer waarop de bloemstelen zijn geoogst. Alleen  $P_i = 5000$  aaltjes per bol heeft geresulteerd in een kortere lengte van de bloemstelen (circa 4 cm) en een lager steelgewicht (circa 20 g). Bij *P. scribneri* hebben de twee hoogste  $P_i$ 's geresulteerd in significant minder bloemstelen (19%) ten opzichte van de onbesmette controle. De steellengte was het laagst bij  $P_i = 100$ . Het steelgewicht was het hoogst bij de onbesmette controlebehandeling, de andere  $P_i$ 's verschilden niet significant van elkaar. Bij de hoogste twee beginbesmettingen bij *P. scribneri* zijn de bloemen eerder geoogst.

### Conclusies

- *P. scribneri* (herkomst van amaryllis) vermeerdt zich sterker (zowel meer eitjes als aaltjes) dan *P. penetrans* (niet afkomstig van amaryllis);
- De schadedrempel voor *P. scribneri* (herkomst van amaryllis) is  $< 100$  aaltjes per bol;
- De schadedrempel voor *P. penetrans* (niet afkomstig van amaryllis) is  $> 1000$  aaltjes per bol.



# Summary

In the culture of amaryllis (*Hippeastrum*) *Pratylenchus penetrans* and *P. scribneri* (two root lesion nematodes) can cause root rot. In existent literature there is no information about the influence of temperature on the reproduction of the root lesion nematodes on amaryllis, to what extent these nematodes could develop during the growing period of amaryllis and when damage occur. This report describes two experiments:

- The influence of temperature on the development of root lesion nematodes in amaryllis;
- Population dynamics and damage potential of root lesion nematodes on amaryllis.

## THE INFLUENCE OF TEMPERATURE

### Introduction

The aim of the present study was to investigate how temperature influences the development of the root lesion nematodes *P. penetrans* and *P. scribneri* on amaryllis. The experiment was carried out in five conditioned greenhouses of PPO, Business Unit Glasshouse Horticulture. The targets for the root temperatures were 13, 18, 23, 28 and 33°C. The bulbs (cultivar 'Red Lion', bulb size 14/16) were planted in week 7 in pumice fine in Ø 17 cm containers, one bulb per container. Three weeks after planting the bulbs, temperatures were established. Four weeks after planting the meanwhile rooted bulbs were inoculated with a mixed population of *P. penetrans* (originated from potatoes) and *P. scribneri* (originated from amaryllis). One extra treatment at 23°C was a population *P. penetrans*, origin from amaryllis. There was also a treatment 'with or without acclimatization'. Four, eight, sixteen and twenty-four weeks after inoculation samples were taken.

### Results

During the entire trial period the different root temperatures were realized well. Root temperatures were on average: 13,2°C, 18,1°C, 22,9°C, 27,7°C en 32,4°C.

The control treatment stayed free of infection from *Pratylenchus spp.* during the experiment. The increase of *P. scribneri* was much higher at the different temperature treatments compared to *P. penetrans* and also at a wider temperature range. This is probably caused because *P. scribneri* from origin came from amaryllis and *P. penetrans* not. Most of the nematodes and eggs from *P. scribneri* were found by temperatures between 18 and 28°C, at 23°C most of the nematodes were found. Multiplication of *P. penetrans* was highest at 18 and 23°C, although only low numbers of nematodes and eggs were found. Acclimatize seems to have no effect on the numbers of nematodes and eggs. The increase of the small population of *P. penetrans* from amaryllis origin was higher at 23°C than the mixed population of *P. penetrans* at 23°C.

Because the root temperature was controlled by means of the greenhouse temperature, also plant growth was influenced. At the end of the experiment (24 weeks after inoculation), the highest fresh weight of the plants was reached at 28°C and the lowest at 13°C. The weight of the bulbs was highest at 18-23°C and lowest at 33°C. The fresh weight of the roots was lower at increasing temperatures. Acclimatization did not influence the fresh weight of the leaves, the bulbs and the roots.

### Conclusions

- The origin of the root lesion nematodes (yes or not from amaryllis) is important in the level of multiplication. The increase of nematodes and eggs was for both *P. penetrans* as *P. scribneri* the highest at 23°C;
- The increase of *P. scribneri* did well at temperatures from 18-28°C; the optimum temperature is 18-23°C;
- The most favorable temperature for nematodes multiplication is also the best cultivation temperature for amaryllis.

## POPULATION DYNAMICS AND DAMAGE POTENTIAL

### Introduction

The aim of the present study was to investigate the population dynamics and the damage potential of the root lesion nematodes *P. penetrans* (origin from potato) and *P. scribneri* (origin from amaryllis) on amaryllis in relation to the population intensity at the start of the experiment ( $P_i$ ). The experiment was carried out with the cultivar 'Red Lion', size 14/16 in a greenhouse of PPO, Business Unit Glasshouse Horticulture. In each box with 40 liters with pumice fine there were eight bulbs. There were four  $P_i$ 's, namely  $P_i = 0, 100, 1000$  and  $2000$  (*P. scribneri*) and  $P_i = 0, 100, 1000$  and  $5000$  (*P. penetrans*) nematodes at each bulb. Sampling was done 19, 40 and 70 weeks after inoculation.

### Results

#### Population dynamics

Numbers of eggs and nematodes increased till 40 weeks after inoculation at *P. penetrans*. At the end of the experiment (70 weeks after inoculation), numbers of eggs and nematodes per 5 g roots decreased. The amount of eggs and nematodes found at *P. scribneri* were much higher compared to *P. penetrans*. The trend however was comparable.

#### Crop production

In *P. penetrans* there was no significant influence of the different  $P_i$ 's on the number or the weight of the bulblets. For the weight of the leaves, the bulbs and the roots apply the higher the  $P_i$ , the lower the weight. There was no significant difference between the non-infested treatment and  $P_i = 100$ . For *P. scribneri* the number of bulblets and the weight of the leaves, bulbs and roots were highest at the non-infested treatment.  $P_i 100$  to  $2000$  resulted in a significant lower weight of the leaves, bulbs and roots. The number of bulblets at  $P_i = 100$  was not significant different compared to the non-infested treatment, the number of bulblets of  $P_i = 1000$  and  $P_i = 2000$  was lower compared to the non-infested treatment. The weight of the bulblets was not influenced by the different  $P_i$ 's. The visible volume of the leaves at higher  $P_i$ 's, especially for *P. scribneri* was much less compared to the non-infested plants.

#### Flower production

The different  $P_i$ 's did not influence number of flower stems per bulb and the average harvest day for *P. penetrans*.  $P_i = 5000$  nematodes per bulb resulted in shorter flower stems (about 4 cm) and a lower weight of the flower stems (circa 20 g). For *P. scribneri* the two highest  $P_i$ 's resulted in significant less flower stems (19%) compared to the non-infested control. Length of the flower stems was minimum at  $P_i = 100$ . The weight of the flower stems was maximum at the non-infested control treatment, there was no difference between the other  $P_i$ 's. The two highest  $P_i$ 's resulted in an earlier yield of the flowers for *P. scribneri*.

### Conclusions

- *P. scribneri* (origin from amaryllis) increased much more (both eggs and nematodes) compared to *P. penetrans* (origin from potato);
- Damage threshold for *P. scribneri* (origin from amaryllis) is less than 100 nematodes per bulb;
- Damage threshold for *P. penetrans* (origin from potato) is more than 1000 nematodes per bulb.

# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

Uit eerder onderzoek van Stapel en Amsing (2003) is gebleken dat er twee soorten wortellessieaaltjes bij amaryllis voorkomen die wortelrot kunnen veroorzaken. Het betreft de wortellessieaaltjes *Pratylenchus penetrans* en *P. scribneri*. Uit literatuurstudie (Stapel en Amsing, 2003) is gebleken dat *P. penetrans* bij een hogere bodemtemperatuur een kortere ontwikkelingssnelheid heeft. Dit is onderzocht in een temperatuurrange van 15-30°C. De ontwikkelingssnelheid nam bij lage bodemtemperaturen (15-17°C) 46-86 dagen in beslag, terwijl dit bij hoge bodemtemperaturen (25-30°C) nog maar 22-30 dagen was. De optimumtemperatuur ligt voor *P. penetrans* tussen 25 en 30°C. Ook bij *P. scribneri* blijkt dat bij een hogere bodemtemperatuur het aantal nakomelingen stijgt, met een optimumtemperatuur van circa 35°C. Deze gegevens zijn afkomstig uit onderzoek met andere waardplanten en vaak op laboratoriumniveau, geen van de onderzoeken is uitgevoerd met kas-amaryllis. Kennis over de invloed van de temperatuur op de vermeerdering van wortellessieaaltjes bij amaryllis is van belang om aan te kunnen geven bij welke temperaturen de aaltjes zich optimaal kunnen vermeerderen en bij welke temperaturen de vermeerdering van wortellessieaaltjes minimaal of nul is. Gegevens hierover voor amaryllis zijn op dit moment niet aanwezig. Wanneer bekend is hoe de wortellessieaaltjes zich bij welke temperatuur vermeerderen, kan naar de praktijk toe worden aangegeven wat de gevolgen zijn voor de opbouw van de aaltjespopulatie in aangetaste bollen bij bepaalde temperatuurregimes. Daarnaast is ook niet bekend of deze beide aaltjessoorten even schadelijk zijn bij amaryllis. Deze kennis is wel belangrijk om aan te kunnen geven of er in alle gevallen maatregelen genomen moeten worden. Hiervoor is kennis nodig over de hoogte van de schade in relatie tot de hoeveelheid aaltjes waarmee de bollen zijn besmet.

Dit rapport beschrijft twee proeven. De eerste proef (Hoofdstuk 2) betreft de invloed van de temperatuur op de wortellessieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri*. De tweede proef (Hoofdstuk 3) beschrijft de populatieontwikkeling van de wortellessieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri* in amaryllis, in relatie tot de beginbesmetting  $P_i$  en tot welke schade dit leidt aan de bollen en de bloemen. In deze proef zijn de bollen besmet met vier beginbesmettingen ( $P_i$ 's), namelijk 0, 100, 1000 en 2000 (*P. scribneri*) én 0, 100, 1000 en 5000 (*P. penetrans*) per bol.

## 1.2 Doelstelling

In de eerste proef is nagegaan hoe de temperatuur de ontwikkeling van de wortellessieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri* bij amaryllis beïnvloedt.

In de tweede proef is nagegaan hoe de populatieontwikkeling van de wortellessieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri* in amaryllis verloopt, in relatie tot de uitgangsdichtheid  $P_i$  en tot welke schade dit leidt bij de bollen en de bloemen.



## 2 Invloed temperatuur op de vermeerdering

### 2.1 Materiaal en methoden

#### 2.1.1 Teeltsysteem en planten

De proef is uitgevoerd in vijf geconditioneerde klimaatkassen van PPO, Business Unit Glastuinbouw. In deze klimaatkassen wordt de temperatuur door middel van geforceerde luchtkoeling en luchtverwarming gereguleerd. Met behulp van een krijtlaag op het kasdek en een buitenscherm is de invloed van instraling op het klimaat verminderd. Het buitenscherm werd bij een globale instraling buiten van 200 W.m<sup>2</sup> gesloten. In iedere kas was een andere temperatuur ingesteld (zie Bijlage 1). Aangezien het in deze kasjes niet mogelijk was om de potten apart te verwarmen, is de gewenste potttemperatuur gerealiseerd met behulp van de kasttemperatuur. De streefwaarden voor de potttemperaturen waren 13, 18, 23, 28 en 33°C.

De gebruikte cultivar in deze proef was 'Red Lion', bolmaat 14-16. De bollen zijn na het rooien en drogen en vóór het koken 2 weken bewaard bij 32°C, daarna gedurende twee uur 'gekookt' bij 46°C. In week 6 zijn de bollen afgeleverd. Tot het planten in week 7 zijn de bollen in gaaszakken bewaard in een kasje bij 20°C. De bollen zijn in week 7 opgepot in flugzand fijn (gewassen en gezeefd, E2 fractie) in Ø 17 cm containers, met één bol per container. De potten stonden op roosters, zodat het drainwater uit de potten niet met andere potten in aanraking kon komen. In elke container stond een 2-liter druppelaar. De voedingsoplossing (samenstelling zie Bijlage 2) werd bij aanvang van de proef éénmaal (à 3 minuten) per dag toegediend, vier weken na het oppotten is dit verhoogd naar twee keer per dag à drie minuten (140 ml/container/dag). De eerste drie weken was de temperatuur in alle vijf kasjes ingesteld op 23°C, zodat de bollen goed konden wortelen. Daarna is de temperatuurreeks ingesteld en ingeregeld om de gewenste potttemperaturen te bereiken. Met behulp van één Pt-100 element per kasje werd de potttemperatuur continu gemeten. Aan de hand van de gerealiseerde temperaturen werd, aanvankelijk twee keer per week, later één keer per week de temperatuur gecontroleerd en (indien nodig) aangepast.

#### 2.1.2 Inoculatie en proefopzet

Vier weken na het oppotten zijn de amaryllis bollen geïnoculeerd met suspensies van twee soorten *Pratylenchus*. Voor een goede aantasting op amaryllis zouden beide aaltjesoorten afkomstig moeten zijn van amaryllis (mond. meded. Henk Brinkman, PD Wageningen). Om een kweek op te kunnen zetten is van beide soorten *Pratylenchus* materiaal verzameld in de praktijk en opgestuurd naar HZPC-Research in Metslawier (Fr.). Echter alleen de kweek van *P. scribneri* sloeg goed aan. Van *P. penetrans* kon maar een kleine populatie gekweekt worden en die is alleen toegepast bij de temperatuurbehandeling van 23°C (Pp-Am). De suspensie van *P. penetrans* die gebruikt is in de proef was afkomstig van bestaande kweken en bestond uit een mengpopulatie met als herkomst van aardappels uit Erica en afkomstig van Fabula-aardappelknollen uit Griekenland. Er zijn twee beginbesmettingen (Pi's) toegediend, namelijk Pi = 0 (= controlebehandeling) en Pi = 840 aaltjes per bol. Per plant werd 10 ml suspensie verdeeld rondom de bol, in een vier centimeter diepe geul, circa één centimeter vanaf de bol. Op de dag van de inoculatie is de watergift uitgezet, na inoculeren is het substraat vochtig gemaakt met behulp van een fijne nevel. Iedere behandeling bestond uit 24 potten per veldje, de onbesmette (=controle) behandeling bestond uit 30 planten per veldje.

Naast de twee soorten aaltjes die in twee beginbesmettingen zijn toegediend, is nog een extra behandeling toegevoegd, namelijk 'wel en niet acclimatiseren'. Hier wordt onder verstaan dat de helft van de bollen na het inoculeren eerst gedurende twee weken bij 23°C heeft gestaan en zijn na twee weken verdeeld over de temperatuurbehandelingen. De andere helft van de bollen is direct bij de temperatuurbehandelingen neergezet. Deze behandeling is toegevoegd om de aaltjes de kans te geven de wortels binnen te dringen. De kans bestaat namelijk dat wanneer de aaltjes direct bij een lage of juist een hoge temperatuur geïnoculeerd worden, ze niet of moeilijk de wortels zouden kunnen binnendringen.

In onderstaand overzicht zijn de belangrijkste teelt- en behandelingsfactoren van de proef samengevat.

#### Inrichting

Kas	: L106 tot en met L110;
Aantal proefveldjes	: vijf kasjes met ieder vijf proefveldjes per kasje à 24 planten, controle behandeling met 30 planten per veldje. Eén veldje met <i>P. penetrans</i> afkomstig van amaryllis bij 23°C;
Containers	: Ø 17 cm, inhoud 2 liter;
Substraat	: flugzand fijn, gewassen en gezeefd, E2 fractie;
Voedingsoplossing	: recept 5, amaryllis (van PPO Glastuinbouw).

#### Plantmateriaal

Cultivar	: 'Red Lion', bolmaat 14/16;
Bolontsmetting	: 2 uur 46°C vóór het opplanten;
Oppotdatum	: week 7, 2003 (februari).

#### Inoculeren

Soorten aaltjes	: - <i>Pratylenchus penetrans</i> (mengpopulatie van een populatie afkomstig van aardappelen uit Erica (Dr.) en een populatie afkomstig van Fabula-aardappelknollen uit Griekenland); - <i>Pratylenchus penetrans</i> (herkomst amaryllis; alleen bij 23°C); - <i>Pratylenchus scribneri</i> (herkomst amaryllis);
Inoculum	: 840 aaltjes/pot, diverse stadia gemengd (van J2 tot volwassen aaltjes);
Inoculatie datum	: week 11 2003;
Inoculatie wijze	: 10 ml inoculum, gepipetteerd in een 1 cm brede en 4 cm diepe geul op één cm afstand van de bol.

#### Klimaat

Pottemperatuur	: 13, 18, 23, 28 en 33°C, wel/niet acclimatiseren;
Krijten	: april – september.

#### Behandelingen

Aantal behandelingen	: 26 (5 pottemPERATUREN, in ieder kasje één controle zonder aaltjes, 2 soorten aaltjes, bij 23°C een behandeling met <i>P. penetrans</i> afkomstig van amaryllis en wel/niet acclimatiseren);
Aantal herhalingen	: de proef is in enkelvoud uitgevoerd omdat een temperatuurreeks is ingesteld.

### 2.1.3 Bepalen van de populatieontwikkeling

Voor het bepalen van de populatieontwikkeling in de wortels zijn de planten destructief bemonsterd. De eerste bemonstering vond plaats vier weken na de beginbesmetting. De volgende bemonsteringen hebben plaatsgevonden 8, 16 en 24 weken na de beginbesmetting. Per behandeling zijn telkens vier bollen uit de kas gehaald. Van de onbesmette controle zijn twee bollen per keer bemonsterd (geen duplo). Welke van de 24 bollen per behandeling werd bemonsterd, is volgens loting bepaald. Nadat de bollen uit de kasjes waren verwijderd zijn de wortels voorzichtig gespoeld, en zo ontdaan van het substraat. Vervolgens is het versgewicht van het blad bepaald. De bollen met wortels zijn per twee bollen van dezelfde behandeling in een plastic zak gedaan en in de koelcel bewaard tot de volgende dag.

Voordat de wortels werden bemonsterd is het gewicht van de wortels en de bol bepaald. Daarna zijn de wortels in stukjes geknipt van circa 0,5-1 cm lengte, nogmaals gewogen (netto wortelgewicht) en gemengd. Hieruit is een submonster van 5 gram ( $\pm 0,05$  g) genomen. Meer wortels konden met de mixer/centrifugemethode niet verwerkt worden. De monsters zijn volgens deze methode verder verwerkt. Na het centrifugeren zijn de monsters verzameld in glazen potjes. De monsters kregen gedurende een nacht de tijd om te bezinken, daarna zijn ze afgeheveld tot 15 ml. Hierin zijn de aantallen *Pratylenchus* en eitjes geteld.

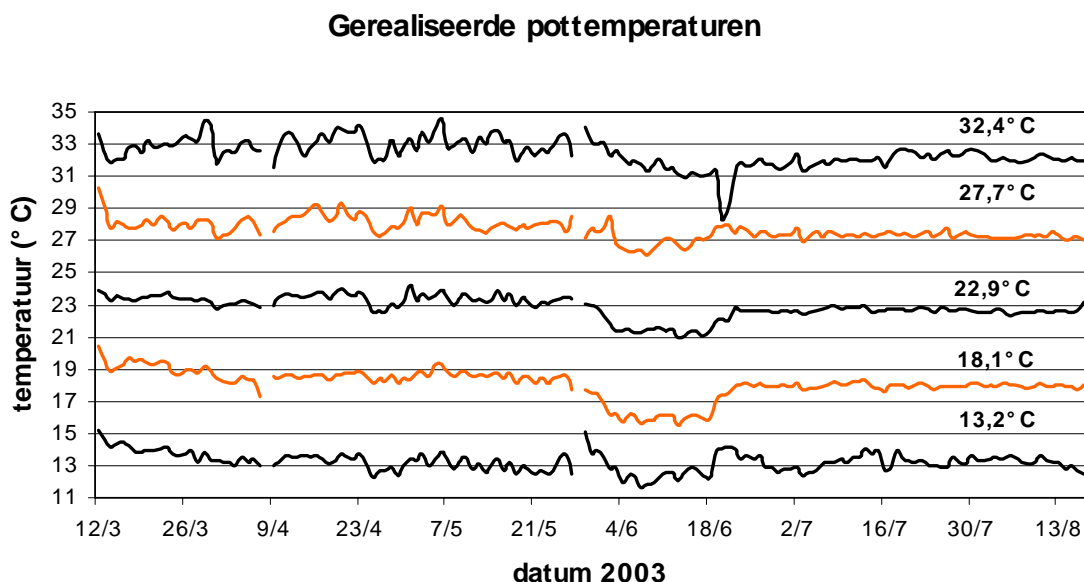
### 2.1.4 Statistische verwerking

De resultaten zijn geanalyseerd met een op variantie-analyse (ANOVA) gestoelde methode, waarbij echter rekening gehouden is met niet-normale kansverdelingen in de resultaten (bijvoorbeeld Poisson bij aantallen). De formele naam van deze methode luidt GLMM (generalised linear mixed modelling) en is uitgevoerd met de procedure IRREML in het statistisch pakket GenStat. De significantie van de verschillen is getoetst tegen een betrouwbaarheidsdrempel van 5%. De significantie in de tabellen (aangegeven met a'tjes, b'tjes en c'tjes) is apart aangegeven per soort aaltje, vanwege de verschillende herkomsten van de aaltjes. Om de grote variaties in aantallen aaltjes en eitjes te verkleinen zijn deze voorafgaand aan de statistische verwerking getransformeerd naar  $\log_{10}(\text{aantal}+1)$ .

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Klimaatrealisatie

In Figuur 1 zijn de gemiddelde gerealiseerde pottemperaturen weergegeven. Over de gehele proefperiode zijn de verschillende pottemperaturen goed gerealiseerd. De pottemperaturen over de gehele periode waren gemiddeld als volgt: 13,2°C, 18,1°C, 22,9°C, 27,7°C en 32,4°C. In de grafiek is bij alle temperaturen een dip in de pottemperatuur van circa 2-3°C te zien tussen 2 en 21 juni. Dit is veroorzaakt omdat op dat moment een extra scherm is ingesteld in de kasjes. Niet voor deze proef, maar voor een naburig onderzoek. Aangezien het buitenscherm over meerdere kasjes loopt, kon het niet onafhankelijk per kasje geregeld worden. Het heeft circa drie weken geduurd totdat de temperatuur in de potten weer goed was ingeregeld. De gemiddelde gerealiseerde kasttemperaturen over de hele proef waren: 15,3°C, 18,7°C, 23,7°C, 29,6°C en 33,8°C.



Figuur 1: Gerealiseerde pottemperaturen (gemiddeld per 24 uur) vanaf week 11 tot en met week 35.

### 2.2.2 Populatieontwikkeling

De onbesmette behandeling is gedurende de gehele proef vrij gebleven van aantasting door *Pratylenchus spp* (gegevens niet weergegeven). Er zijn geen aaltjes en eitjes in deze behandeling gevonden. Uit de resultaten blijkt dat *P. scribneri* zich veel sterker heeft vermeerderd bij de diverse temperaturen dan *P. penetrans* en ook bij een grotere temperatuurrange (Tabel 1). *P. scribneri* werd bij alle temperaturen na 24 weken teruggevonden; de meeste aaltjes én eitjes per 5 gram wortels werden teruggevonden tussen de

18 en 28°C. Bij 18°C was de populatieontwikkeling groter bij de geïnoculeerde bollen die direct bij de temperatuurreeks werden gezet dan bij de geïnoculeerde bollen die eerst twee weken bij 23°C hadden gestaan (Tabel 1). Bij een teelttemperatuur van 28°C leek acclimatiseren bij 23°C wel effect gehad te hebben, 24 weken na inoculatie was de populatie groter dan wanneer de planten direct bij 28°C waren gezet. *P. scribneri* ontwikkelde zich bij 23°C het sterkst, zowel de eitjes als de aaltjes hebben een behoorlijke omvang gerealiseerd. Maar ook bij 13°C konden de eitjes en aaltjes zich ontwikkelen en waren er na een teelt van 24 weken 103 aaltjes en 413 eitjes per 5 gram wortels.

*P. penetrans* kon zich het beste vermeerderen bij 18 en 23°C, hoewel er maar lage aantallen aaltjes en eitjes zijn gevonden. Na 16 weken is de grootste populatie bereikt van zowel de aaltjes als de eitjes, wanneer de bollen na inoculatie direct bij de behandelingstemperatuur worden neergezet.

De kleine populatie van *P. penetrans* afkomstig van amaryllis (Tabel 2) kon zich beter vermeerderen bij 23°C dan de mengpopulatie van *P. penetrans* bij 23°C (Tabel 1). Bij deze temperatuur werden bij de populatie afkomstig van amaryllis, zowel meer aaltjes als eitjes teruggevonden (Tabel 2). De aantallen zijn vergelijkbaar met de aantallen van *P. scribneri*.

Tabel 1: Populatieontwikkeling bij de verschillende temperaturen van de wortellessieaaltjes *P. penetrans* en *P. scribneri* in de wortels. De tabel is onderverdeeld in *P. penetrans* en *P. scribneri* (A) direct bij de temperatuurreeks en *P. penetrans* en *P. scribneri* die de eerste twee weken na inoculatie zijn geacclimatiseerd (B). **Aantallen aaltjes en eitjes per 5 gram wortels**, respectievelijk 4, 8 16 en 24 weken na inoculeren.

	Weken na inoculatie							
	4		8		16		24	
	aaltjes	eitjes	aaltjes	eitjes	aaltjes	eitjes	aaltjes	eitjes
<b>A direct bij temperatuurreeks</b>								
<i>P. pen.</i> (a) 13°C	2 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	3 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	2 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	2 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>
<i>P. pen.</i> (a) 18°C	2 a	0 a	1 a	0 a	50 ..b	10 a	13 ..b	6 ..b
<i>P. pen.</i> (a) 23°C	2 a	0 a	5 a	0 a	95 ...c	22 a	44 ...c	13 ...c
<i>P. pen.</i> (a) 28°C	2 a	0 a	0 a	0 a	2 a	1 a	0 a	0 a
<i>P. pen.</i> (a) 33°C	2 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<b>B 2 weken acclimatiseren</b>								
<i>P. pen.</i> (b) 13°C	4 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	16 ..b <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	9 a <sup>1)</sup>	1 a <sup>1)</sup>	1 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>
<i>P. pen.</i> (b) 18°C	47 ..b	11 ..b	8 a	0 a	32 ..b	8 a	4 a	1 a
<i>P. pen.</i> (b) 23°C	3 a	0 a	13 ..b	1 a	7 a	2 a	17 ..b	0 a
<i>P. pen.</i> (b) 28°C	2 a	0 a	3 a	0 a	3 a	1 a	6 a	2 a
<i>P. pen.</i> (b) 33°C	2 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<b>A direct bij temperatuurreeks</b>								
<i>P. scr.</i> (a) 13°C	1 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	9 ab <sup>1)</sup>	1 ab <sup>1)</sup>	9 a <sup>1)</sup>	9 a <sup>1)</sup>	112 ..b <sup>1)</sup>	503 ..b <sup>1)</sup>
<i>P. scr.</i> (a) 18°C	4 a	0 a	30 ...c	0 a	335 ..b	1.000 ...c	1.007 .....d	3.911 .....d
<i>P. scr.</i> (a) 23°C	7 a	0 a	8 a	0 a	506 ...c	3.092 .....d	1.802 .....e	7.457 .....e
<i>P. scr.</i> (a) 28°C	1 a	0 a	14 ..b	0 a	6 a	66 ..b	183 ...c	1.783 ...c
<i>P. scr.</i> (a) 33°C	1 a	0 a	6 a	0 a	0 a	2 a	8 a	9 a
<b>B 2 weken acclimatiseren</b>								
<i>P. scr.</i> (b) 13°C	6 a <sup>1)</sup>	0 a <sup>1)</sup>	27 ..b <sup>1)</sup>	3 ab <sup>1)</sup>	2 a <sup>1)</sup>	9 a <sup>1)</sup>	103 ..b <sup>1)</sup>	413 ..b <sup>1)</sup>
<i>P. scr.</i> (b) 18°C	3 a	0 a	264 .....d	8 b	338 ...c	593 ..b	212 ...c	856 ...c
<i>P. scr.</i> (b) 23°C	10 a	0 a	95 ...c	0 a	2.484 .....d	12.684 .....d	4.400 .....e	16.393 .....e
<i>P. scr.</i> (b) 28°C	1 a	0 a	25 ..b	0 a	114 ..b	954 ...c	457 .....d	2.241 .....d
<i>P. scr.</i> (b) 33°C	2 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	2 a

<sup>1)</sup> Verschillende letters (a, b, c, etc.) per onderdeel (A (wel) of B (niet) acclimatiseren) in een kolom duiden op significante verschillen ( $P \leq 0,05$ ).



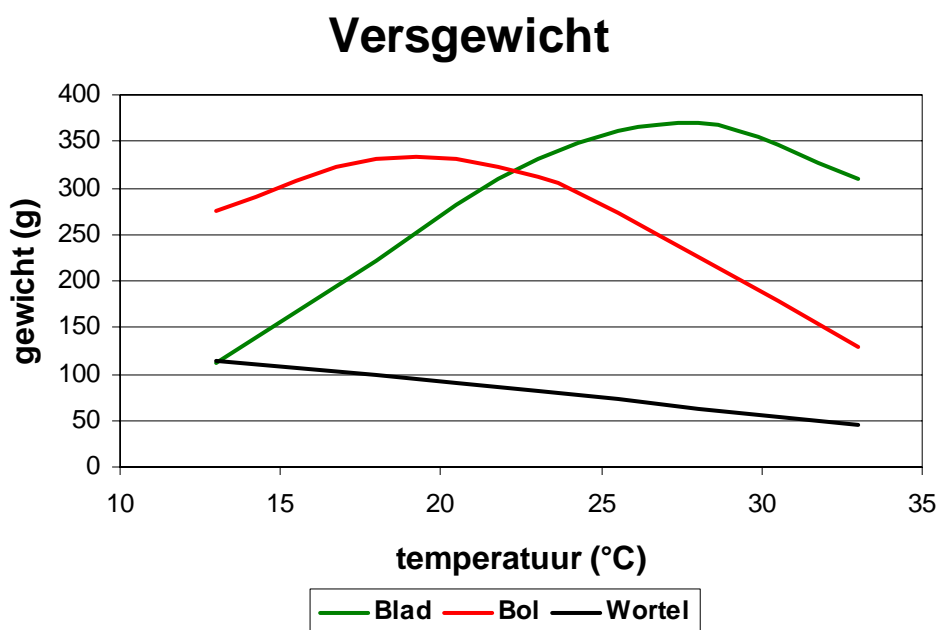
Tabel 2: Ontwikkeling van de aantallen aaltjes en eitjes (per 5 g wortels) en van het wortelgewicht van de populatie *P. penetrans* (herkomst amaryllis) bij 23°C, direct neergezet bij de temperatuurreeks.

	Weken na inoculatie			
	4 weken	8 weken	16 weken	24 weken
Aantal <i>P. p.</i> aaltjes	-	81	432	2.475
Aantal <i>P.p.</i> eitjes	-	68	521	9.200
Vers wortelgewicht (g)	-	132	145	61

- = ontbrekende data

### 2.2.3 Gewasontwikkeling blad, bol en wortels

Figuur 2 geeft het verloop van het gemiddelde versgewicht van het blad, de bol en de wortels weer aan het einde van de proef, 24 weken na inoculatie. Omdat de verschillende aaltjesbehandelingen geen invloed op het versgewicht hebben gehad, zijn de gegevens gemiddeld. De grafiek is gemaakt naar aanleiding van de statistische analyses en geven de gemiddelde berekende lijnen in het model weer en niet de exacte meetwaarden. Tabel 3 geeft de significantie van de lijnen in de grafiek weer.



Figuur 2: Verloop van het gemiddelde versgewicht van het blad, bol en wortels (n=4 planten) 24 weken na inoculeren bij de verschillende temperaturen.

Tabel 3: Significantie van de lijnen van het effect van de temperaturen op het versgewicht van het blad, de bol en de wortels, horend bij Figuur 2.

Temperaturen	Significantie		
	Blad	Bol	Wortel
13°C	a	...c	....d
18°C	..b	....d	....d
23°C	...c	...c	...c
28°C	...c	..b	..b
33°C	..bc	a	a

#### *Versgewicht blad*

Uit de grafiek blijkt dat bij 28°C gemiddeld het hoogste versgewicht van het blad werd gerealiseerd. Bij 13°C werd gemiddeld het laagste versgewicht van het blad gerealiseerd. Tabel 3 geeft aan dat de verschillen tussen de temperaturen significant zijn. Als gekeken wordt over de temperaturen heen, hadden zowel *P. penetrans* als *P. scribneri* geen significante invloed op het versgewicht van het blad (gegevens niet weergegeven). Ook de invloed van acclimatiseren was niet significant.

#### *Versgewicht bol*

Het hoogste bolgewicht werd gerealiseerd bij 18-23°C. Het laagste bolgewicht bij 33°C. Tabel 3 geeft aan dat de verschillen tussen de temperaturen ook significant zijn.

#### *Versgewicht wortel*

Voor het versgewicht van de wortels geldt, hoe hoger de temperatuur, des te lager het gewicht. Deze verschillen zijn ook significant (Tabel 3). Bij de hogere temperaturen (28 en 33°C) waren de wortels over het algemeen fijn vertakt. Bij de lage temperatuur (13°C) waren de wortels grof en dik en weinig vertakt.

## 2.3 Discussie en conclusie

Hoewel de pottemperaturen indirect via de luchttemperatuur moesten worden gerealiseerd, zijn de streefwaarden in de pot goed gerealiseerd. De gerealiseerde temperatuurverschillen zijn voldoende groot om betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

*P. scribneri* heeft zich sterker vermeerderd bij de diverse temperaturen dan *P. penetrans*. De oorzaak hiervan is zeer waarschijnlijk dat de gebruikte *P. penetrans* van aardappel afkomstig was, en *P. scribneri* van amaryllis. Dit wordt bevestigd door de waarneming aan de populatie van *P. penetrans* afkomstig van amaryllis die meegelopen heeft met de 23°C behandeling. Deze populatie vermeerderde zich in de loop van de proef vergelijkbaar met de populatie van *P. scribneri* die ook direct bij 23°C is neergezet. Of *P. penetrans* afkomstig van amaryllis zich ook bij de andere temperaturen goed zou kunnen vermeerderen kan op grond van dit onderzoek niet gezegd worden.

Vier en acht weken na inoculatie werden nog geen of nauwelijks eitjes gevonden in de monsters. Dit is ook logisch, want een cyclus van ei tot ei duurt (afhankelijk van de temperatuur) circa 7 weken en een vrouwtje legt ongeveer 1,5 eitjes per dag (Stapel en Amsing, 2003). Waarom er bij *P. penetrans* bij 18°C bij de eerste bemonstering wel eitjes gevonden zijn, is niet bekend. Misschien zat er, ondanks dat de bollen voorafgaand aan de proef gekookt waren (en dus aaltjesvrij zouden moeten zijn), toch nog een besmetting in de bolbodem of wortels. Aan de eitjes is ook niet te zien of ze wel of niet levensvatbaar zijn (Stapel et al., 2005). Na 24 weken werden de meeste aaltjes en eitjes per 5 gram wortels van *P. scribneri* gevonden tussen de 18 en 28°C, met de grootste populatie bij 23°C. Maar ook bij 13°C vermeerderden de aaltjes zich. Een temperatuur van 33°C leek echter wel te hoog, daar vond nauwelijks vermeerdering plaats. Van *P. penetrans* (mengpopulatie) werden de meeste aaltjes en eitjes teruggevonden bij 18 en 23°C, hoewel deze aantallen maar heel laag waren. Ook voor *P. penetrans* was 23°C de temperatuur waar de 'meeste' vermeerdering plaatsvond. In Nederland wordt amaryllis over het algemeen geteeld bij een grond of substraattemperatuur van 20-23°C. Zit er een aaltjesaantasting in de grond of in de bollen dan kunnen deze zich bij deze temperaturen dus sterk uitbreiden en schade veroorzaken.

Acclimatiseren lijkt alleen bij *P. scribneri* bij 28°C enig effect gehad te hebben. Daar zijn de aantallen aaltjes en eitjes aan het einde van de proef hoger dan wanneer de bollen direct bij 28°C gezet zijn. Anderzijds kan je je afvragen of dit wel door het acclimatiseren komt, omdat vier en acht weken na inoculeren er geen verschillen in aantallen aaltjes en eitjes zijn door wel of niet acclimatiseren. De hogere aantallen aaltjes en eitjes kunnen ook veroorzaakt zijn doordat er steeds andere bollen bemonsterd zijn omdat het een destructieve bemonsteringmethode was. Tussen de bollen kunnen er verschillen bestaan in aantasting.

In dit onderzoek hebben de aaltjesbehandelingen (gemiddeld over de temperaturen heen) geen significante invloed gehad op de blad-, bol en wortelgroei.

Omdat de gewenste pottemperaturen door middel van het instellen van de kasttemperaturen bereikt moest worden, betekende dit ook dat hierdoor de gewasgroei werd beïnvloed. Op het einde van de proef, 24 weken na inoculeren, was bij 28°C het gemiddeld versgewicht het hoogste en bij 13°C was het gemiddeld versgewicht van het blad het laagste. Het hoogste bolgewicht gerealiseerd bij 18-23°C en het laagste bolgewicht bij 33°C. Voor het versgewicht van de wortels bleek hoe hoger de temperatuur, des te lager het gewicht. Acclimatiseren heeft geen invloed gehad op de groei van het blad, de bol en de wortels.

### Conclusies

- De herkomst van de aaltjes (wel of niet van amaryllis) speelt een belangrijke rol in de mate van vermeerdering. *P. penetrans* afkomstig van amaryllis geeft een grotere vermeerdering dan *P. penetrans* afkomstig van aardappel;
- Onafhankelijk van de temperatuur kan *P. scribneri* (herkomst amaryllis) zich beter vermeerderen dan *P. penetrans* (herkomst aardappel). *P. penetrans* afkomstig van amaryllis gaf bij 23°C een vergelijkbaar aantal aaltjes en eitjes als *P. scribneri*;
- Zowel *P. penetrans* als *P. scribneri* vermeerderen zich het sterkst bij 23°C;
- *P. scribneri* vermeerdert zich goed bij een temperatuurrange van 18-28°C, de sterkste vermeerdering vindt plaats bij 18 tot 23°C;
- De gunstigste temperatuur voor aaltjes vermeerdering is ook de beste teelttemperatuur voor amaryllis.



## 3 Populatieontwikkeling en schadelijkheid

### 3.1 Materiaal en methoden

#### 3.1.1 Teeltsysteem en planten

De proef is uitgevoerd in een kas van PPO, Business Unit Glastuinbouw. In deze kas lagen 6 bedden à 11 meter, ieder bed bestond uit 2 goten. De gebruikte cultivar was 'Red Lion', maat 14/16 (er zaten ook bollen bij van maat 17/18). De bollen zijn op een praktijkbedrijf geteeld, gerooid en gedroogd. Op 12 februari 2004 zijn de bollen gekookt gedurende 2 uur 46°C; daarna zijn ze teruggedroogd. Op 17 februari zijn ze geplant in flugzand fijn (gewassen en gezeefd, E2 fractie) in groentekisten, acht bollen per kist. De kisten stonden op roosters, zodat het drainwater uit de ene kist niet in aanraking kon komen met drainwater uit een andere kist. In elke kist stonden drie 2-liter druppelaars. De voedingsoplossing (samenstelling zie Bijlage 2) werd naar behoefte toegediend. De eerste drie weken was de luchttemperatuur ingesteld op 20-22°C dag/nacht. De substraattemperatuur is ingesteld op 21/22°C dag/nacht. Dit werd gerealiseerd met behulp van elektrische verwarmingsmatten onder de teeltkisten. Na drie weken werd de luchttemperatuur verlaagd naar 16-18°C dag/nacht, de substraattemperatuur werd verhoogd naar 23°C. De verwarmingsmatten werden per twee bedden aangestuurd, namelijk bed 1 en 5, bed 2 en 4 en bed 3 en 6. Vanaf 6 december 2004 tot en met 10 februari 2005 zijn zowel de bodem- als de kastemperatuur ingesteld op 13°C. Deze lage temperatuur gedurende tien weken was ingesteld om de bloemknopstrekking te induceren. Per bed werd in één kist de substraattemperatuur gemeten met behulp van een Pt-100 element. Eén Pt-100 element hing bij de meetbox vlak boven het gewas. Met deze voeler werd de kastemperatuur gemeten. Deze temperatuurmetingen werden opgeslagen in de datalogger, en wekelijks uitgelezen en verwerkt. Indien nodig werd de temperatuur van de kas of van de verwarmingsmatten aangepast.

#### 3.1.2 Inoculatie en proefopzet

Twee weken na het opplanten na voldoende beworteling van de amaryllis bollen is het groeimedium geïnoculeerd met twee *Pratylenchus*-suspensies. *Pratylenchus scribneri* was afkomstig van amaryllis, de populatie van *P. penetrans* bestond uit een mengpopulatie afkomstig van aardappel met als herkomst Erica en Fabula-aardappelknollen uit Griekenland. Er zijn vier beginbesmettingen (Pi's) toegediend, namelijk Pi = 0, Pi = 100, Pi=1000 en Pi=2000 *P. scribneri* en Pi = 0, Pi = 100, Pi=1000 en Pi=5000 *P. penetrans* per bol. Van de populatie van *P. scribneri* waren niet voldoende aaltjes uit de kweek gekomen om als hoogste Pi ook 5000 aaltjes per bol te doseren. Per bol is 10 ml suspensie verdeeld rondom de bol, in een vier centimeter diepe geul, circa één centimeter vanaf de bol. Op de dag van inoculeren is de watergift uitgezet, na inoculeren is het substraat vochtig gemaakt met behulp van een fijne nevel, zodat de aaltjes niet direct uitgespoeld konden worden.

Iedere behandeling bestond uit drie kisten per herhaling. Eén kist per herhaling is gebruikt voor de populatieontwikkeling (Bijlage 3, blauwe vakjes), omdat dit een destructieve waarneming is. De andere twee kisten per herhaling zijn gebruikt voor de bloeiwaarnemingen (Bijlage 3, gekleurde vakjes). De behandelingen zijn in een gewarde blokkenproef opgesteld, zodanig dat op ieder half bed twee kisten per aaltje per Pi aanwezig waren. Op de ene helft van het bed waren de behandelingen van *P. penetrans* aanwezig, op de andere helft van het bed de behandelingen van *P. scribneri*. In onderstaand overzicht zijn de belangrijkste teelt- en behandelingsfactoren van de proef samengevat.

#### Inrichting

Kas	: L 205 (van week 6 2004 – week 26 2005);
Aantal bedden	: 6 bedden (1 meter breed; 11 meter lang) à twee goten (0,5 meter breed). Per goot stonden 12 kisten voor de proef en 4 kisten als randrij. Acht bollen per kist;
Kisten	: groentekisten 35x65x20 cm, inhoud ca. 40 liter;

Gewassteunen : één laag gaas;  
Substraat : flugzand fijn, gewassen en gezeefd, E2 fractie;  
Voedingsoplossing : recept 5, amaryllis (PPO Glastuinbouw);  
Drain% : ca. 30%; géén contact van drainwater tussen de kisten onderling.

#### Plantmateriaal

Cultivar : 'Red Lion', bolmaat 14/16;  
Bolontsmetting : 2 uur 46°C op 12/2/04;  
Plantdatum : 17 februari 2004 (week 8).

#### Inoculeren

Soorten aaltjes : - *Pratylenchus penetrans* (mengpopulatie afkomstig van aardappelen van een populatie uit Erica en een populatie afkomstig van Fabula-aardappelknollen uit Griekenland);  
- *Pratylenchus scribneri* (herkomst amaryllis);  
Inoculum : 0, 100, 1000 en 2000 *P. scribneri* en 0, 100, 1000 en 5000 *P. penetrans* aaltjes/bol, diverse stadia gemengd (van J2 tot volwassen aaltjes);  
Inoculatie datum : week 10 2004;  
Inoculatie wijze : 10 ml inoculum, gepipetteerd in een 1 cm brede en 4 cm diepe geul op één cm afstand van de bol.

#### Klimaat

Temperatuur kaslucht : aanvang proef 20-22°C dag/nacht; na 4 weken 16-18°C dag/nacht;  
Temperatuur substraat : ingesteld op 23°C;  
Koudebehandeling : 13°C van 6 december 2004 t/m 10 februari 2005, daarna weer standaard teelttemperaturen;  
Schermen (krijten) : april – september.

#### Behandelingen

Aantal behandelingen : 8 (4 inoculatie dichtheden x 2 soorten aaltjes);  
Aantal herhalingen : 6.

### 3.1.3 Beoordeling

#### • *Populatieontwikkeling*

Voor het bepalen van de populatieontwikkeling in de wortels werden de planten destructief bemonsterd. De bemonsteringen vonden plaats 19, 40 en 70 weken na de beginbesmetting. Per behandeling werden telkens twee bollen uit een kist gehaald. De bollen werden naast elkaar weggehaald om niet te veel wortels los te trekken van de bollen die achterbleven. De bakken werden daarna weer aangevuld met flugzand. Op het tijdstip 40 weken na besmetten, is alleen van *P. penetrans* een onbesmette behandeling meegenomen. Nadat de bollen uit de kas waren verwijderd is het versgewicht van het blad bepaald en zijn eventuele aanwezige klisters geteld en gewogen. Daarna zijn de wortels voorzichtig gespoeld, en zo ontdaan van het substraat. Twee bollen per behandeling zijn in een plastic zak gedaan en in de koelcel bewaard tot de volgende dag.

Voordat de wortels werden bemonsterd werd het gewicht van de wortels en de bol bepaald. Daarna werden de wortels in stukjes geknipt van circa 0,5-1 cm lengte en goed gemengd. Hieruit is een submonster van 5 gram ( $\pm 0,05$  g) genomen. Meer wortels konden met de mixer/centrifuge-drijfmethode niet verwerkt worden. De monsters werden volgens deze methode verder verwerkt. Na het centrifugeren zijn de monsters verzameld in glazen potjes. De monsters kregen gedurende een nacht de tijd om te bezinken, daarna werden ze afgeheveld tot 15 ml. Hierin zijn de aantallen *Pratylenchus* aaltjes en eitjes geteld.

#### • *Gewasschade*

Gedurende de proefduur is het gewas wekelijks gecontroleerd op aanwezigheid van bovengrondse symptomen die zouden kunnen duiden op schade als gevolg van aantasting door wortelknobbelaaltjes. Verder

zijn tijdens de bemonsteringstijdstippen van de wortels ook metingen gedaan aan bladmassa, bollen en wortelgewicht (zoals onder populatieontwikkeling is beschreven).

- *Bloemproductie*

De andere twee kisten per behandeling zijn gebruikt om de bloeiwaarnemingen te doen. Aan het einde van 2004 is de temperatuur in de kas en de verwarmingsmatten gedurende 10 weken verlaagd, zodat de bollen in de kisten een koelbehandeling kregen. Nadat de standaard teelttemperatuur vanaf 10 februari weer was ingesteld is het blad van de bollen gesneden. In het stadium oogstrijp zijn de bloemen waargenomen:

- aantal bloemstelen/bol
- gewicht bloemstelen
- dagnummer waarop geoogst is

### 3.1.4 Statistische verwerking

De resultaten zijn geanalyseerd met een op variantie-analyse (ANOVA) gestoelde methode, waarbij echter rekening gehouden is met niet-normale kansverdelingen in de resultaten (bijvoorbeeld Poisson bij aantallen). De formele naam van deze methode luidt GLMM (generalised linear mixed modelling) en is uitgevoerd met de procedure IRREML in het statistische pakket GenStat (McCullagh en Nelder, 1989; Schall, 1991; Engel en Keen, 1994). De significantie van de verschillen is getoetst tegen een betrouwbaarheidsdrempel van 5%. De significantie in de tabellen (aangegeven met a'tjes, b'tjes en c'tjes) is apart aangegeven per aaltje, vanwege de verschillende herkomsten van de aaltjes. Om de grote variaties in aantallen aaltjes en eitjes te verkleinen zijn deze voorafgaand aan de statistische verwerking getransformeerd naar  $\log_{10}(\text{aantal}+1)$ . Na de statistische verwerking zijn deze aantallen weer teruggerekend.

## 3.2 Resultaten

### 3.2.1 Klimaatrealisatie

De gerealiseerde gemiddelde temperaturen in de bedden en in de kas voor-, tijdens- en na de koelperiode worden weergegeven in Tabel 4. Vanaf half september week de temperatuur van bed 2 en 4 iets naar beneden af doordat de computer de betreffende bedden niet goed aanstuurde. Nadat dit verholpen was liep de temperatuur weer langzaam op. Aan het begin van de proef is met het optrekken van het gaas een enkele keer een voeler uit het substraat getrokken. Deze voeler registreerde op dat moment de kasttemperatuur in plaats van de bodemtemperatuur. Over de gehele proefperiode is de temperatuur vrij goed gerealiseerd.

Tabel 4: Gemiddelde gerealiseerde temperaturen in de bedden (Bed 1 - 6) ter hoogte van de onderkant van de bol en in de kas op gewashoogte (= kasttemperatuur).

Meetpunt	Temperatuur (°C) voor koelperiode (17/2/04 – 5/12/04)	Temperatuur (°C) tijdens koelperiode (6/12/04 – 10/2/05)	Temperatuur (°C) na koelperiode (11/2/05 – 5/7/05)
Bed 1	22,1	12,9	21,0
Bed 2	21,5	12,9	21,0
Bed 3	22,0	12,5	21,6
Bed 4	20,6	12,7	20,3
Bed 5	21,9	12,9	20,8
Bed 6	22,2	12,7	21,2
kasttemperatuur	20,6	13,1	20,6

### 3.2.2 Populatieontwikkeling

In tabel 5 staat de populatieontwikkeling van de eitjes (5A) en de aaltjes (5B) weergegeven. De onbesmette controle bleek op het einde van de proef een lichte aantasting van *Pratylenchus spp.* te bevatten. De besmetting bleek maar in één herhaling te zitten. Dit geldt voor de beide controlebehandelingen (zowel van *P. penetrans* als van *P. scribneri*). Mogelijke oorzaak hiervan is dat er tijdens de werkzaamheden in de kas

toch een besmetting vanuit een nabijgelegen bak heeft plaatsgevonden.

Bij *P. penetrans* neemt het aantal eitjes tot en met 40 weken na inoculeren toe, op het einde van de proef (70 weken na inoculeren), waren er minder eitjes per 5 gram wortels. Ditzelfde beeld is te zien bij de aantallen aaltjes van *P. penetrans* bij een hoge beginbesmetting. De aantallen eitjes en aaltjes die worden teruggevonden bij *P. scribneri* zijn veel hoger dan de aantallen bij *P. penetrans*. De trend is echter vergelijkbaar. De aantallen eitjes en aaltjes nemen toe tot 40 weken na inoculeren, op het einde van de proef zijn de aantallen eitjes en aaltjes per 5 gram wortels lager.

### 3.2.3 Gewasproductie

In tabel 6 staat het effect van de verschillende beginbesmettingen van *P. penetrans* en *P. scribneri* op de gewasproductie (aantal klisters per bol, bladgewicht, bolgewicht en wortelgewicht), 70 weken na inoculatie. Bij *P. penetrans* is er geen significante invloed geweest op het aantal klisters per bol. Ook het gewicht van de klisters (hier niet weergegeven) is niet beïnvloed door de verschillende Pi's. Voor het gewicht van het blad, de bol en de wortels geldt dat hoe hoger de Pi, des te lager het gewicht. Er was geen significant verschil tussen de onbesmette controlebehandeling en Pi 100.

Bij *P. scribneri* was het aantal klisters en het gewicht van blad, bol en wortels het hoogst bij de onbesmette controlebehandeling. Pi 100 – 2000 resulteerde in een significant lager gewicht van blad, bol en wortels. Het aantal klisters bij een Pi van 100 was niet significant verschillend van de onbesmette controle. De andere twee Pi's resulteerden wel in een lager aantal klisters. Ook bij *P. scribneri* was er geen verschil in het gewicht van de klisters bij de verschillende Pi 's.

In de kas was duidelijk zichtbaar dat het bladvolume bij de hogere Pi's en dan vooral bij *P. scribneri* een stuk lager was dan bij de niet-besmette planten.

Tabel 5: **Populatieontwikkeling** van *P. penetrans* en *P. scribneri* eitjes (Tabel **5A**) en aaltjes (Tabel **5B**) in amarylliswortels 19, 40 en 70 weken na inoculeren, bij een beginbesmetting van 0, 100, 1000 en 2000 *P. scribneri* en 0, 100, 1000 en 5000 *P. penetrans* per bol (n=6).

		Aantal eitjes per 5 gram wortels		
5A	Pi	19 weken na inoculeren	40 weken na inoculeren	70 weken na inoculeren
<i>P. penetrans</i>	0	0 a <sup>1)</sup>	0 a	13 . b
	100	0 a	6 a	6 a
	1000	348 . b	1.127 . b	793 . . . d
	5000	1.211 . . c	3.213 . . c	577 . . c
<i>P. scribneri</i>	0	0 a	0 a	0 a
	100	5.428 . b	19.918 . b	7.153 . b
	1000	6.357 . . c	28.897 . . . d	8.880 . . c
	2000	24.709 . . . d	23.527 . . c	7.467 . b

		Aantal aaltjes per 5 gram wortels		
5B	Pi	19 weken na inoculeren	40 weken na inoculeren	70 weken na inoculeren
<i>P. penetrans</i>	0	0 a <sup>1)</sup>	0 a	45 . b
	100	0 a	13 . b	25 a
	1000	141 . b	747 . . c	420 . . . d
	5000	806 . . c	1.567 . . . d	276 . . c
<i>P. scribneri</i>	0	0 a	0 a	3 a
	100	395 . b	9.202 . b	4.007 . b
	1000	3.013 . . c	11.984 . . c	5.147 . . c
	2000	5.340 . . . d	9.265 . b	4.933 . . c

<sup>1)</sup> Worden de gemiddelden in een kolom (per aaltje) gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend (P≤0,05).



Tabel 6: **Gewasontwikkeling.** Effect van de verschillende Pi's van *P. penetrans* en *P. scribneri* op het aantal klisters per bol, bladgewicht, bolgewicht en wortelgewicht 70 weken na inoculatie.

	Pi	Klisters		Gewicht blad		Gewicht bol		Gewicht wortel	
		aantal / bol	%	(g) /bol	%	(g) / bol	%	(g) /bol	%
<i>P. penetrans</i>	0	1,9 a <sup>1)</sup>	100	493 ab	100	634 a	100	135 a	100
	100	2,5 a	132	542 a	110	600 a	95	127 a	94
	1000	2,6 a	137	431 . b	88	439 . b	69	65 . b	48
	5000	2,4 a	126	278 . . c	56	345 . . c	54	23 . . c	17
<i>P. scribneri</i>	0	2,3 a	100	499 a	100	669 a	100	141 a	100
	100	1,3 ab	57	182 . b	36	302 . b	45	20 . b	14
	1000	1,1 . b	48	220 . b	44	320 . b	48	21 . b	15
	2000	0,9 . b	39	177 . b	35	301 . b	45	16 . b	11

<sup>1)</sup> Worden de gemiddelden in een kolom (per aaltje) gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ( $P \leq 0,05$ ).

### 3.2.4 Bloemproductie

In tabel 7 staat de bloemproductie weergegeven. De verschillende beginbesmettingen hebben in deze proef bij *P. penetrans* geen invloed gehad op het aantal bloemstelen per bol en het gemiddelde dagnummer waarop de stelen zijn geoogst. Pi = 5000 aaltjes per bol heeft geresulteerd een lager steelgewicht (circa 20 g). Ook was het totaal geoogst gewicht per bol het laagst bij Pi = 5000.

Bij *P. scribneri* hebben de twee hoogste Pi's geresulteerd in significant minder bloemstelen ten opzichte van de onbesmette controle. Het steelgewicht was het hoogst bij de onbesmette controlebehandeling, de andere Pi's verschilden niet significant van elkaar. Bij de hoogste twee beginbesmettingen bij *P. scribneri* zijn de bloemen eerder geoogst. Het totaal geoogst gewicht per bol was bij de onbesmette controle behandeling het hoogst, vanaf Pi = 100 was het totaal geoogst gewicht per bol significant lager.

Tabel 7: **Bloemproductie.** Aantal bloemstelen per bol, bloemsteelgewicht, gemiddeld dagnummer en totaal geoogst gewicht per bol van de geoogste bloemen van amaryllis cv Red Lion, geoogst in maart/april 2005.

	Pi	Stelen/ bol		Steelgewicht		Gem. dag nr. oogst	Totaal geoogst gew./bol	
		aantal	%	(g)	%		(g)	%
<i>P. penetrans</i>	0	2,8 a <sup>1)</sup>	100	154 a	100	95 a	430 a	100
	100	2,7 a	96	153 a	100	95 a	414 ab	96
	1000	2,6 a	93	147 a	96	94 a	383 . b	89
	5000	2,3 a	79	128 . b	83	95 a	294 . . c	68
<i>P. scribneri</i>	0	2,6 a	100	154 a	100	95 . b	401 a	100
	100	2,4 ab	92	124 . b	80	97 a	298 . b	74
	1000	2,1 . b	81	126 . b	82	92 . . c	265 . . c	66
	2000	2,1 . b	81	128 . b	83	91 . . c	268 . . c	67

<sup>1)</sup> Worden de gemiddelden in een kolom (per aaltje) gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ( $P \leq 0,05$ ).

## 3.3 Discussie en conclusie

In dit onderzoek heeft *P. scribneri* (afkomstig van amaryllis) zich sterker vermeerderd dan *P. penetrans* (afkomstig van twee populaties van aardappel). Dit was ook het geval bij het temperatuuronderzoek (Hoofdstuk 2). Ook veroorzaakt *P. scribneri* eerder (bij een lagere Pi) en meer schade dan *P. penetrans*. De herkomst van het aaltje speelt mogelijk ook hier een belangrijke rol (zie paragraaf 2.3).

Aan het einde van de proef (70 weken na inoculeren) werden minder eitjes en aaltjes per 5 gram wortels gevonden dan op het tijdstip 40 weken na inoculeren. Dit geldt zowel voor *P. penetrans* als *P. scribneri*. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de schade die de aaltjes toebrengen aan de wortels. De aaltjes zijn steeds op zoek naar nieuwe/gezonde wortels om aan voedsel te komen. Als de aaltjespopulatie te groot wordt en er geen voldoende voedsel (=gezonde wortels) meer beschikbaar is, zal de aaltjespopulatie afnemen (Stapel-Cuijpers et al., 2004). Dit wordt bevestigd door het wortelgewicht dat bij *P. penetrans* bij

een Pi van 1000 en bij *P. scribneri* bij een Pi van 100, significant lager is. Hoewel dit gedeeltelijk ook veroorzaakt is doordat een deel van de wortels achterblijft (door het afbreken op slechte plekken van de wortels) in het substraat.

Doordat de bollen de beschikking hebben over minder gezonde, goed functionerende wortels, blijft ook de gewas- en bloemproductie achter (Tabel 6 en 7). Met minder wortels heeft de bol steeds meer moeite om voldoende water en voedingsstoffen op te nemen en gaat ten koste van de groei. De schade veroorzaakt door *P. scribneri* was veel groter dan de schade veroorzaakt door *P. penetrans*. Bij *P. scribneri* werd het blad-, bol- en wortelgewicht al bij een Pi van 100 aaltjes per bol meer dan gehalveerd ten opzichte van de onbesmette controle. Bij *P. penetrans* was dit pas bij de hoogste Pi (5000 aaltjes per bol).

De afname van de bloemproductie door *P. penetrans* was 21% bij een Pi van 5000. Deze afname was echter niet significant. Het steelgewicht en het totaal geoogst gewicht per bol was wel significant lager bij een Pi van 5000. Bij *P. scribneri* was de afname van het aantal bloemstelen bij een Pi van 1000 al significant verschillend (19% lager) ten opzichte van de controlebehandeling. Bij het steelgewicht en het totaal geoogst gewicht per bol was dit al vanaf een Pi van 100 aaltjes per bol. Bij *P. scribneri* zijn de bloemstelen gemiddeld eerder geoogst bij de Pi's van 1000 en 2000. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door het lagere aantal bloemstelen dat hier geoogst is.

Conclusies:

- *P. scribneri* (herkomst van amaryllis) vermeerderd zich sterker (zowel meer eitjes als aaltjes) dan *P. penetrans* (niet afkomstig van amaryllis);
- De schadedrempel voor *P. scribneri* (herkomst van amaryllis) is < 100 aaltjes per bol;
- De schadedrempel voor *P. penetrans* (niet afkomstig van amaryllis) is > 1000 aaltjes per bol.

## 4 Discussie en conclusies wortellessieaaltjes in amaryllis

Het is moeilijk om de effecten van beide aaltjes op de vermeerdering en de gewasgroei te vergelijken omdat de aaltjes van verschillende herkomsten zijn. De aaltjes in het monster uit de praktijk met *P. scribneri* konden op het lab goed vermeerderd worden, zodat ook voor de proeven voldoende aaltjes beschikbaar waren. Het lukte niet om de kweek van *P. penetrans* goed van de grond te krijgen, zodat in de temperatuurproef maar een kleine populatie beschikbaar was, voldoende voor slechts één behandeling. In de andere behandelingen en in de proef 'Populatieontwikkeling en schadelijkheid' is daarom gebruik gemaakt van een mengpopulatie van *P. penetrans* afkomstig van een populatie afkomstig uit Erica en een populatie afkomstig van Fabula-aardappelknollen uit Griekenland. Doordat de populatie van *P. penetrans* van origine niet van amaryllis afkomstig was, heeft deze zich in de temperatuurproef minder sterk vermeerderd. De kleine populatie *P. penetrans* die wel afkomstig was van amaryllis, gaf in de temperatuurproef bij 23°C een vrijwel gelijke vermeerdering als de vermeerdering van *P. scribneri* bij 23°C.

In de proef 'Populatieontwikkeling en schadelijkheid' is de gemiddelde bodemtemperatuur (zonder de koudeperiode meegerekend) circa 21°C geweest. Dit was iets lager dan de temperatuur waarbij de sterkste vermeerdering van *Pratylenchus spp.* plaatsvindt. In Nederland wordt amaryllis over het algemeen geteeld bij een grond- of substraattemperatuur van 20-23°C. Bij een aaltjesaantasting kan een populatie zich bij deze temperaturen dus sterk uitbreiden en ook schade veroorzaken. De aantallen aaltjes waren bij *P. scribneri* veel groter en ook de schade die veroorzaakt werd door *P. scribneri* was in deze proef veel groter dan de aantallen aaltjes en de schade veroorzaakt door *P. penetrans*. Dit effect is waarschijnlijk te verklaren of de aaltjes wel of niet van amaryllis afkomstig zijn. In de praktijk zullen de populaties van zowel *P. penetrans* als *P. scribneri* altijd van amaryllis afkomstig zijn. Uit een praktijkinventarisatie (Stapel en Amsing, 2003) bleek zelfs dat in de meeste gevallen *P. penetrans* gevonden werd. Van de 46 monsters waar wortellessieaaltjes in werden gevonden, was in vier monsters alleen *P. scribneri* aanwezig, in 33 monsters werd alleen *P. penetrans* gevonden en in acht monsters waren beide soorten aaltjes aanwezig. Maar of *P. penetrans* net zo schadelijk kan zijn als *P. scribneri* is naar aanleiding van dit onderzoek niet te zeggen.

### Conclusies

- De herkomst van de aaltjes (wel of niet afkomstig van amaryllis) speelt een belangrijke rol in de mate van vermeerdering. *P. penetrans* afkomstig van amaryllis geeft een grotere vermeerdering dan *P. penetrans* afkomstig van andere gewassen;
- *P. scribneri* (herkomst van amaryllis) vermeerderd zich in dit onderzoek sterker (zowel meer eitjes als aaltjes) dan *P. penetrans* (afkomstig van twee aardappelpopulaties);
- Zowel *P. penetrans* als *P. scribneri* vermeerderen zich het best bij 23°C;
- De herkomst van de aaltjes (wel of niet afkomstig van amaryllis) speelt een belangrijke rol in de mate van vermeerdering;
- De schadedrempel voor *P. scribneri* (herkomst van amaryllis) is < 100 aaltjes per bol;
- De schadedrempel voor *P. penetrans* (afkomstig van twee aardappelpopulaties) is > 1000 aaltjes per bol.

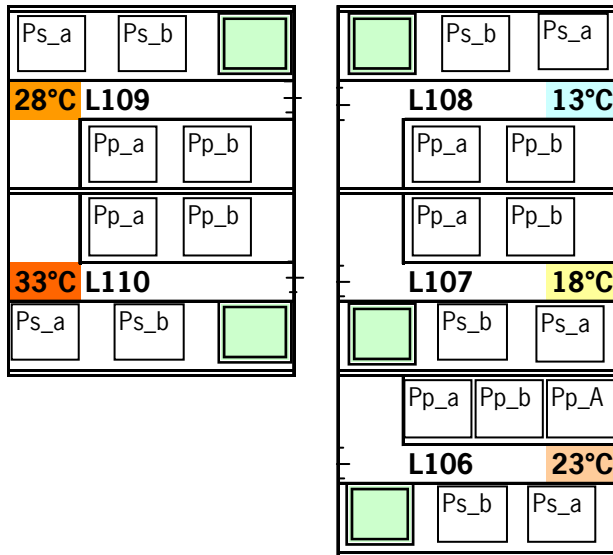


# Literatuur

- ENGEL, B. AND KEEN, A. (1994). A simple approach for the analysis of generalized linear mixed models. *Statistica Neerlandica*, 48, 1-22.
- MCCULLAGH, P. & NELDER, J.A. (1989). *Generalized Linear Models (second edition)*. Chapman & Hall, London.
- SCHALL, R. (1991) Estimation in generalized linear models with random effects. *Biometrika*, 78, 719-727.
- STAPEL, L EN AMSING, J., 2003. Inventarisatie van wortelaaltjes in amaryllis. Literatuurstudie, praktijkinventarisatie en bewaarproef. PPO-rapport 577, 34 pag.
- STAPEL-CUIJPERS, L., AMSING, J., GARCIA, N., JONGH, M. DE EN JONG-LANSER, C. DE, 2004. Populatieontwikkeling en schadelijkheid van *Meloidogyne hapla* bij roos in substraten. PPO interne publicatie, 37 pag.
- STAPEL, L., DOORDUIN, J., AMSING, J., WEEL, P. VAN EN WARMENHOVEN, M., 2005. Cultuurkoken amaryllis : 1) Effecten warmwaterbehandelingen ; 2) De technische uitvoerbaarheid van cultuurkoken in een substraatbed. PPO interne publicatie, 37 pag.



## Bijlage 1 Overzicht kasindeling: temperatuurproef



Verklaring:


Pp\_a : Pratylenchus penetrans, behandeling a

Pp\_b : Pratylenchus penetrans, behandeling b

Ps\_a : Pratylenchus scribneri, behandeling a

Ps\_b : Pratylenchus scribneri, behandeling b

Pp\_A : Pratylenchus penetrans, amaryllis populatie

 : onbesmette planten





## Bijlage 2 Samenstelling voedingsoplossing

Tabel - Samenstelling voedingsoplossing amaryllis in perliet volgens recept nr. 5 van PPO Glastuinbouw

Recept nr. 5		(pH 6 en EC = 2 mS/cm)	
Nitrakal	: 0,655 ml/liter	Baskal	: 0,500 ml/liter
Zwakal	: 0,367 "	Fe	: 0,500 "
Amnitra	: 0,000 "	B	: 0,800 "
Calsal	: 0,619 "	Mn	: 0,600 "
Magnitra	: 0,184 "	Zn	: 0,200 "
BFK	: 0,354 "	Cu/mo	: 0,200 "
N(NO <sub>3</sub> )	: 13,087 mmol/liter	N(NH <sub>4</sub> )	: 0,000 mmol/liter
P	: 1,203 "	K	: 8,991 "
Ca	: 2,898 "	Mg	: 1,203 "
S	: 1,453 "	OH	: 0,004 "



# Bijlage 3 Overzicht kasindeling: populatieontwikkeling en schade proef

herhaling 1		herhaling 2		herhaling 3		herhaling 4		herhaling 5		herhaling 6	
Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand
Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand
Pp100 (12)	Ps0 (24)	Ps1000 (36)	Pp5000 (48)	Ps5000 (60)	Pp0 (72)	Ps0 (84)	Pp1000 (96)	Ps1000 (108)	Pp100 (120)	Pp0 (132)	Ps0 (144)
Pp5000 (11)	Ps5000 (23)	Ps5000 (35)	Pp100 (47)	Ps0 (59)	Pp1000 (71)	Ps1000 (83)	Pp0 (95)	Ps0 (107)	Pp0 (119)	Pp5000 (131)	Ps1000 (143)
Pp1000 (10)	Ps1000 (22)	Ps100 (34)	Pp1000 (46)	Ps1000 (58)	Pp5000 (70)	Ps100 (82)	Pp5000 (94)	Ps5000 (106)	Pp1000 (118)	Pp100 (130)	Ps100 (142)
Pp0 (9)	Ps100 (21)	Ps0 (33)	Pp0 (45)	Ps100 (57)	Pp100 (69)	Ps5000 (81)	Pp100 (93)	Ps100 (105)	Pp5000 (117)	Pp1000 (129)	Ps5000 (141)
Pp5000 (8)	Ps1000 (20)	Ps1000 (32)	Pp1000 (44)	Ps100 (56)	Pp0 (68)	Ps0 (80)	Pp1000 (92)	Ps100 (104)	Pp1000 (116)	Pp100 (128)	Ps1000 (140)
Pp1000 (7)	Ps100 (19)	Ps5000 (31)	Pp100 (43)	Ps5000 (55)	Pp100 (67)	Ps5000 (79)	Pp5000 (91)	Ps0 (103)	Pp0 (115)	Pp1000 (127)	Ps100 (139)
Pp100 (6)	Ps0 (18)	Ps0 (30)	Pp5000 (42)	Ps1000 (54)	Pp5000 (66)	Ps1000 (78)	Pp100 (90)	Ps5000 (102)	Pp100 (114)	Pp0 (126)	Ps5000 (138)
Pp0 (5)	Ps5000 (17)	Ps100 (29)	Pp0 (41)	Ps0 (53)	Pp1000 (65)	Ps100 (77)	Pp0 (89)	Ps1000 (101)	Pp5000 (113)	Pp5000 (125)	Ps0 (137)
Pp1000 (4)	Ps5000 (16)	Ps0 (28)	Pp100 (40)	Ps5000 (52)	Pp0 (64)	Ps1000 (76)	Pp5000 (88)	Ps0 (100)	Pp1000 (112)	Pp1000 (124)	Ps5000 (136)
Pp0 (3)	Ps0 (15)	Ps5000 (27)	Pp5000 (39)	Ps1000 (51)	Pp100 (63)	Ps0 (75)	Pp100 (87)	Ps100 (99)	Pp100 (111)	Pp0 (123)	Ps1000 (135)
Pp5000 (2)	Ps1000 (14)	Ps100 (26)	Pp0 (38)	Ps100 (50)	Pp5000 (62)	Ps5000 (74)	Pp1000 (86)	Ps1000 (98)	Pp5000 (110)	Pp5000 (122)	Ps100 (134)
Pp100 (1)	Ps100 (13)	Ps1000 (25)	Pp1000 (37)	Ps0 (49)	Pp1000 (61)	Ps100 (73)	Pp0 (85)	Ps5000 (97)	Pp0 (109)	Pp100 (121)	Ps0 (133)
Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand
Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand	Rand

BLOEMPRODUCTIE

POPULATIEONTWIKKELING