



Resistentie van onderstammen roos tegen het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*

Onderzoek 2001

J.J. Amsing, L.H.M. Stapel, L. Kok en N. García

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting.....	5
1 Inleiding.....	7
1.1 Probleemstelling.....	7
1.2 Doelstelling.....	7
2 Materialen en methoden.....	9
2.1 Teeltsysteem en plantmateriaal.....	9
2.2 Inoculeren.....	10
2.3 Beoordeling.....	10
3 Resultaten en discussie.....	13
3.1 Wortelkenmerken.....	13
3.2 Mate van resistentie.....	16
4 Conclusies.....	19
5 Vervolgonderzoek.....	21
Bijlage 1 Voedingsoplossing.....	23
Bijlage 2 Proefopstelling.....	25
Bijlage 3 Kasklimaat.....	27
Bijlage 4 Vers wortelgewichten.....	29

Samenvatting

In 2001 is middels een potproef op locatie Aalsmeer van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. onderzoek gedaan naar de mate van resistentie van vijf rozenonderstammen (Indica major, Natal Briar, Popeye, Progress en Simson) tegen populatie Hbz van het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*. Ter vergelijking is het voor dit wortelknobbelaaltje zeer vatbare tomatenras Moneymaker in de tien weken durende proef opgenomen. Twee weken na het oppotten in kokos zijn de planten geïnoculeerd met 13.500 tweede stadium juvenielen (J2) van *M. hapla*-populatie Hbz. Acht weken later is het aantal eiproppen bepaald. In oplopende volgorde waren per 1 g droog wortelgewicht de volgende aantallen eiproppen aanwezig, Popeye: 0; Progress: 1,2; Simson: 6,6; Indica major: 19,2; Natal Briar: 21,2 en Moneymaker: 128,7. Op basis van deze aantallen eiproppen is een indeling gemaakt voor de mate van resistentie tegen *M. hapla*-populatie Hbz, Popeye: volledig resistent, Progress: goed resistent; Simson: redelijk resistent; Indica major en Natal Briar: weinig resistent en Moneymaker: niet resistent.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de loop der jaren worden op steeds meer bedrijven met rozen op substraat plantenparasitaire wortelaaltjes aangetroffen. Naar schatting is dit het geval op ongeveer 50% van de bedrijven. In ongeveer 90% van de gevallen gaat het daarbij om aantastingen door het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*. Op de overige 10% van de bedrijven met plantenparasitaire wortelaaltjes betreft het de wortellesieaaltjes *Pratylenchus penetrans* en *P. vulnus*. Om dit probleem de baas te worden, moeten op de allereerste plaats diverse hygiënische maatregelen worden genomen om besmetting van een nieuwe teelt te voorkomen. Schoon uitgangsmateriaal en water zijn daarbij een eerste vereiste. Krijgt men desondanks toch te maken met een aantasting door wortelaaltjes, dan is het toepassen van Nema-cur 10 G de enige mogelijkheid om de aantasting terug te dringen. In Nederland heeft alleen dit middel een toelating voor de bestrijding van wortelaaltjes op substraat. Maar omdat het een granulaat betreft, is toepassing daarvan in de substraatteelten vrijwel uitgesloten. Andere wegen moeten derhalve worden gezocht om de gevolgen van een aantasting te beperken. Dit kan door resistente en/of tolerante onderstammen en cultivars te gebruiken. Voor het juiste begrip van de termen resistent en tolerant, volgt hier een korte omschrijving daarvan. De omschrijving is toegespitst op de relatie plant/aaltje.

Resistentie : vermogen van de plant om de vermeerdering aaltjes te bemoeilijken.

Tolerantie : vermogen van de plant om de nadelige gevolgen van een aantasting door aaltjes zo gering mogelijk te houden.

Een plant kan meer of minder resistent en/of tolerant zijn voor aaltjes. De mate van resistentie loopt van volledig resistent of onvatbaar (geen waardplant) tot niet resistent of vatbaar (uitstekende waardplant) en de mate van tolerantie loopt van volledig tolerant of ongevoelig (geen schade) tot niet tolerant of gevoelig (veel schade). Kennis omtrent de mate van resistentie geeft echter geen inzicht in de reactie van de plant op de aantasting door aaltjes. Daarvoor moet gekeken worden naar de mate van tolerantie. Een plant kan een slechte waard zijn voor aaltjes, dat wil zeggen dat de aaltjes zich slecht vermeerderen, maar dit hoeft niet altijd te betekenen dat de aaltjes niet tot aantasting kunnen komen. Is aantasting wel mogelijk dan kan het zijn dat een slechte waardplant toch schade ondervindt. Een resistente plant hoeft dus niet tegelijkertijd tolerant te zijn. Voor een rozenteler zijn natuurlijk de bovengrondse symptomen het meest interessant, omdat deze samenhangen met de schadelijkheid. In deze eerste proef is alleen de mate van resistentie onderzocht.

1.2 Doelstelling

Met medewerking van rozenvermeerders is in 2001 als onderdeel van de projecten 43.1659 en 43.1671, gefinancierd door respectievelijk het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Productschap Tuinbouw, onderzoek uitgevoerd naar de mate van resistentie van enkele in de praktijk gebruikte onderstammen tegen het noordelijk wortelknobbelaaltje *M. hapla*. Het was de bedoeling om een zo breed mogelijk sortiment te testen van in de praktijk gebruikte of in ontwikkeling zijnde onderstammen. Maar dit kon om diverse - voor ons niet altijd bekende - redenen, niet worden gerealiseerd. Uiteindelijk zijn er zes onderstammen in de proef opgenomen, welke tot doel had na te gaan in welke mate de onderstammen resistent zijn tegen *M. hapla*.

2 Materialen en methoden

2.1 Teeltsysteem en plantmateriaal

Het onderzoek is uitgevoerd in kas L307 van het kassencomplex op PPO-locatie Aalsmeer op een bed met twee goten met een lengte van 10 m. Op elke goot stonden 48 Ø 17-cm containers met een inhoud van 2,4 liter. De geteste zes onderstammen zijn als beworteld stek of stentling met een oog van de eigen onderstam op 30 augustus 2001 in kokos opgepot. In Tabel 1 is aangegeven om welke onderstammen het ging. Om de vitaliteit van de te gebruiken tweede stadium juvenielen (J2) van *M. hapla* te kunnen toetsen, is het tomatenras MoneyMaker (*Lycopersicon esculentum*) als controle in de proef opgenomen. Dit ras is een uitstekende waardplant voor de gebruikte *M. hapla*-populatie. Omdat tomaat veel sneller groeit dan de onderstammen, zijn de tomatenstekken vijf dagen later, op 4 september, opgepot.

Via druppelaars zijn de planten van voedingsoplossing voorzien (pH 5,2; EC: 1,6 mS/cm). In de containers met de onderstammen was één druppelaar aanwezig en twee druppelaars bij de tomaten, omdat die meer vocht nodig hadden. Aanvankelijk werd dagelijks ongeveer 100 ml voedingsoplossing per druppelaar gegeven. Naarmate de planten groter werden, is de hoeveelheid voedingsoplossing verhoogd. Maximaal gaf een druppelaar dagelijks ongeveer 400 ml af. De samenstelling van de voedingsoplossing is opgenomen in Bijlage 1.

De proef is in zesvoud uitgevoerd met twee planten per herhaling (1 plant/container), die naast elkaar stonden opgesteld. Eén van deze twee planten is geïnoculeerd, terwijl de andere is gebruikt voor het bepalen van een aantal wortelkenmerken op het moment van inoculeren (zie: 2.3 Beoordeling). De containers zijn in een volledige gewarde blokkenproef in de kas opgesteld (Bijlage 2) en wel zodanig dat geen van de containers in contact kon komen met het drainwater van een andere container om onderlinge besmetting te voorkomen. Daarvoor stonden de containers op roosters en is het drainwater niet gerecirculeerd.

Er is assimilatiebelichting toegepast en CO₂ gedoseerd. In de kas ter grootte van 154 m² hingen zestien 400 Watt assimilatielampen (Philips Son-T Agro 400). Op planthoogte resulteerde dit in 54 µmol assimilatie-licht/m². De lampen gingen aan bij een stralingsintensiteit buiten de kas van ≤200 Watt/m². De kasluchttemperatuur was aanvankelijk ingesteld op 20°C gedurende het etmaal. Vanaf half oktober is de nachttemperatuur verlaagd naar 19°C en vanaf begin november naar 18°C. Gedurende de proefduur van acht weken is een gemiddelde etmaaltemperatuur van de kaslucht gerealiseerd van 21,5°C met een minimum van 19,2°C en een maximum van 23,7°C. In diezelfde periode kwam de relatieve luchtvochtigheid uit op een etmaalgemiddelde van 88,9% met een minimum van 83,7% en een maximum van 93,6%. Bijlage 3 geeft een overzicht van het verloop van de etmaaltemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid. Wat betreft CO₂ is bij dichte raamstand 800 ppm CO₂ gedoseerd en 300 ppm bij een open raamstand van 10% en meer.

Tabel 1 - **BEHANDELINGEN** - Geteste rozenonderstammen op resistentie tegen *Meloidogyne hapla* populatie Hbz. Controle: tomaat.

Nr.	Onderstam	Genetische herkomst	Plant-materiaal	Stek-materiaal	Vermeerderaar
1.	Natal Briar	<i>Rosa hybrida</i> 'Natal Briar'	stek	steenwolplug	Olij
2.	Indica major	<i>Rosa chinensis</i> 'Indica major'	stek	steenwolplug	Olij
3.	Inermis	<i>Rosa canina</i> 'Inermis'	stek	steenwolplug	Olij
4.	Popeye	<i>Rosa</i> sp. 'Popeye'	stek	steenwolplug	Olij
5.	Progress	<i>Rosa</i> sp. 'Progress'	stentling	steenwolblok	Stokman
6.	Simson	<i>Rosa hybrida</i> 'Simson'	stek	kokosplug	Preesman
7.	Tomaat	<i>Lycopersicon esculentum</i> 'MoneyMaker'	stek	kokosplug	PPO

2.2 Inoculeren

Op 14 september 2001 – twee weken na het oppotten – is elke container besmet met 15 ml *M. hapla* suspensie. Deze hoeveelheid bevatte 13.500 J2 van *M. hapla* en is op een afstand van 2,5 cm rondom de plantvoet in het substraat gepipetteerd in een 1,5 - 2 cm diepe groef. De potkluitjes van het plantmateriaal, dat in steenwol- en kokospluggen was aangeleverd, hadden een diameter van 4,5 cm. De steenwolblokken (7x7 cm) van onderstam nr. 5 zijn van de nodige steenwol ontdaan tot ongeveer dezelfde diameter als de pluggen werd verkregen. Door de aaltjes op een afstand van 2,5 cm rondom de plantvoet in het kokossubstraat aan te brengen, kwamen de aaltjes direct in aanraking met de wortels die in de kokos waren gegroeid. Direct na het inoculeren zijn de groeven gedicht en is elke container met behulp van een gietertje begoten met 80 ml voedingsoplossing. De volgende twee dagen zijn de containers nogmaals met deze hoeveelheid voedingsoplossing begoten. Daarna is het automatische watergeefstelsel ingeschakeld en is de voedingsoplossing via de druppelaars toegediend. De gebruikte *M. hapla*-populatie was Hbz, geleverd door Plant Research International (PRI) in Wageningen. De Hbz-populatie was oorspronkelijk afkomstig van roos en is verder gekweekt op het tomatenras Motelle.

In onderstaand overzicht zijn de belangrijkste teelt- en behandelingsfactoren opgesomd.

Kas	: L307 (154 m ²)
Proefveldgrootte	: 1 bed met twee 10-m lange goten (10 m ²)
Container	: Ø 17 cm plastic containers (2,4 liter)
Substraat	: kokos
Voedingsoplossing	: pH 5,2 en EC: 1,6 mS/cm; samenstelling zie Bijlage 1
Druppelaars	: 2 liter/uur (1 per container)
Recirculatie	: nee
Assimilatiebelichting	: 4500 lux (= 54 µmol/m ² .s). Lampen aan bij ≤200 Watt/m ² zonlicht buiten de kas.
Temperatuur	: 20°C dag/nacht
Gewas	: 6 rozenonderstammen en één tomaat (Tabel 1)
Oppotdatum	: 30 augustus 2001: rozenonderstammen 4 september 2001: tomaat
Inoculum	: Hbz-populatie <i>M. hapla</i> , 15 ml/container; 13.500 j2/container
Inoculatiewijze	: via een 1,5 - 2 cm diepe groef op 2,5 cm rondom de plantvoet
Inoculatie datum	: 14 september 2001 (week 37)
Aantal behandelingen	: 7 (6 onderstammen en 1 tomaat)
Aantal herhalingen	: 6 (2 plant/herh.)
Beoordeling	: week 45 2001

2.3 Beoordeling

• *Bepalen wortelknemerken voor het inoculeren, 2 weken na het oppotten*

Meer of minder wortelgroei op het moment van inoculeren kan van invloed zijn op de mate waarin de planten worden aangetast. Daarom is op de dag van inoculatie de helft van het aantal planten verwijderd, waarvan de volgende wortelkenmerken zijn bepaald: vers- en drooggewichten en wortelklasse. Na verwijdering van het substraat in een bak met water en het droogdeppen van de wortels tussen papieren handdoeken zijn de versgewichten en de wortelklassen bepaald. De drooggewichten zijn bepaald nadat de wortels gedurende zeven dagen in een droogstoof bij 70°C hebben gelegen. Wat betreft de wortelklasse is een indeling gemaakt op basis van het aantal worteltjes dat vanuit de oorspronkelijke pluggen in de kokos was gegroeid. Klasse 1= 1-10; 2= 11-25; 3= 26-50; 4= 51-100 en 5= ≥101 wortels. Het aantal wortelpuntjes is een belangrijk gegeven, omdat de strekkingszone, gelegen direct achter het wortelpuntje, de plaats is waar de

wortelknobbelaaltjes de wortels binnendringen. Hoe hoger de wortelklasse, hoe meer wortelpuntjes en dus hoe meer plaatsen er voor de aaltjes aanwezig zijn om de wortels te penetreren.

- *Bepalen wortelgewichten en aantal eiproppen, 10 weken na het oppotten*

Tien weken na het oppotten, dat is acht weken na het inoculeren, is de proef beëindigd en zijn de planten individueel beoordeeld op aantasting door *M. hapla*. Dit is gebeurd op basis van het aantal eiproppen per plant. Ook zijn toen de droog- en versgewichten van de wortelstelsels bepaald. Na verwijdering van het substraat in een bak met water, zijn na het droogdeppen van de wortels de vers wortelgewichten bepaald, waarna de wortels gedurende ca. tien minuten zijn gekleurd in een 0,02% Phloxine-B oplossing. Dit geeft een roze kleur aan de eiproppen. Nadat de overtollige kleurstof met behulp van water was verwijderd, zijn de eiproppen geteld wat is gebeurd met behulp van een binoculair met bovenlicht. Voor het bepalen van het drooggewicht hebben de wortels na het tellen van de eiproppen gedurende zeven dagen in een droogstoof bij 70°C gelegen.

De gegevens zijn verwerkt door middel van de variantie-analyse (ANOVA) en met de student *t*-toets op significantie beoordeeld ($P \leq 0,05$). Voorafgaand aan de variantie-analyse hebben de wortelgewichten, wortelklassen en aantallen eiproppen een log₁₀-transformatie ondergaan op basis van log₁₀ (wortelgewicht), log₁₀ (wortelklasse) en log₁₀ (eiproppen+1).

3 Resultaten en discussie

3.1 Wortelkenmerken

Wat betreft de groei van de onderstammen, hadden Inermis, Progress en Indica major het moeilijk. Maar alleen van Inermis ontbreken alle gegevens, omdat alle twaalf opgepotte Inermis-onderstammen reeds twee weken na het oppotten waren afgestorven. Van Inermis waren geen inboeters aanwezig. Ook van Progress ontbraken deze. Vier van de zes onderstammen van Progress, die gebruikt zouden worden voor het bepalen van de wortelkenmerken op het moment van inoculeren, twee weken na het oppotten, waren toen afgestorven. De twee onderstammen, die nog wel in leven waren, zagen er echter ook niet erg levenskrachtig uit. Toch zijn daarvan de wortelkenmerken bepaald, maar de resultaten moeten met enige voorzichtigheid worden gehanteerd. De zes geïnoculeerde Progress-onderstammen bleven het wel goed doen tot aan het einde van de proef. De onderstammen van Indica major groeiden aanvankelijk ook goed weg, zodat twee weken na het oppotten de wortelkenmerken konden worden bepaald, maar vanaf ongeveer zes weken werd de groei minder en gingen alle zes geïnoculeerde Indica major-onderstammen dood. Deze konden echter allemaal worden vervangen door extra geïnoculeerde onderstammen, die als inboeters dienst deden. Van Indica major ontbreken derhalve geen resultaten. Alle opgepotte onderstammen van Natal Briar, Popeye en Simson en ook de tomatenplanten vertoonden steeds een goede groei. Ook van deze onderstammen konden dus de wortelkenmerken twee en tien weken na het oppotten worden bepaald en het aantal eiroppen acht weken na het inoculeren.

Bij de bespreking van de wortelgewichten zijn alleen de drooggewichten betrokken. Deze gewichten geven een juister beeld van de wortelgroei dan de versgewichten, omdat in de versgewichten nog een aandeel water zit wat een enigszins vertekend beeld van de wortelgroei oplevert. De vers wortelgewichten zijn te vinden in Bijlage 4.

• Droog wortelgewichten en wortelklassen twee weken na het oppotten

In Tabel 2 zijn de droog wortelgewichten en de wortelklassen opgenomen zoals deze aanwezig waren twee weken na het oppotten, de dag waarop de planten zijn geïnoculeerd met wortelknobbelaaltjes. Figuur 1 is een grafische weergave van deze wortelkenmerken. Zoals eerder is vermeld, hebben de resultaten van Progress slechts betrekking op twee onderstammen, die toen al niet erg vitaal meer waren.

Uit Tabel 2 en Figuur 1 blijkt dat het tomatenras Moneymaker gedurende de eerste twee weken na het oppotten de beste wortelgroei vertoonde. Met uitzondering van het droog wortelgewicht van Indica major en de wortelklasse van Natal Briar, waren ten opzichte van tomaat alle andere wortelgewichten en wortelklassen significant lager. Dit is niet verwonderlijk, omdat tomaat een snelle groeier is. Van de onderstammen waren de droog wortelgewichten van Indica major en Natal Briar het hoogst. Popeye en Simson volgden op de tweede plaats, terwijl Progress het laagste droog wortelgewicht had. Maar omdat het wortelgewicht van Progress gebaseerd waren op twee niet goed groeiende onderstammen, is een juiste vergelijking met de andere onderstammen die wel goed groeiden niet mogelijk. Zoals later zal blijken, zou het droog wortelgewicht van wel goed groeiende Progress-onderstammen twee weken na het oppotten tussen 0,252 en 0,421 g hebben kunnen liggen. Op basis hiervan kunnen goed groeiende Progress-onderstammen worden ingedeeld tussen Indica major en Natal Briar.

Wat betreft de wortelklassen blijkt uit Tabel 2 en Figuur 1 dat tomaat met een wortelklasse van 5,0 de hoogste score heeft opgeleverd. Van de onderstammen kwam Natal Briar tot de hoogste wortelklasse (4,0). Dit was niet significant lager dan die van tomaat en tevens niet significant hoger dan de wortelklasse van 3,2 van Indica major. Popeye en Simson kwamen uit op een gelijke score van 2,8 en waren daarmee niet significant lager dan Indica major. De wortelklasse van Progress bedroeg 1,5 en was daarmee significant het laagst. Maar bij goed groeiende Progress-onderstammen zal dit ongetwijfeld hoger zijn geweest. Hoewel de wortelgewichten en wortelklassen van Natal Briar en Indica major onderling niet significant

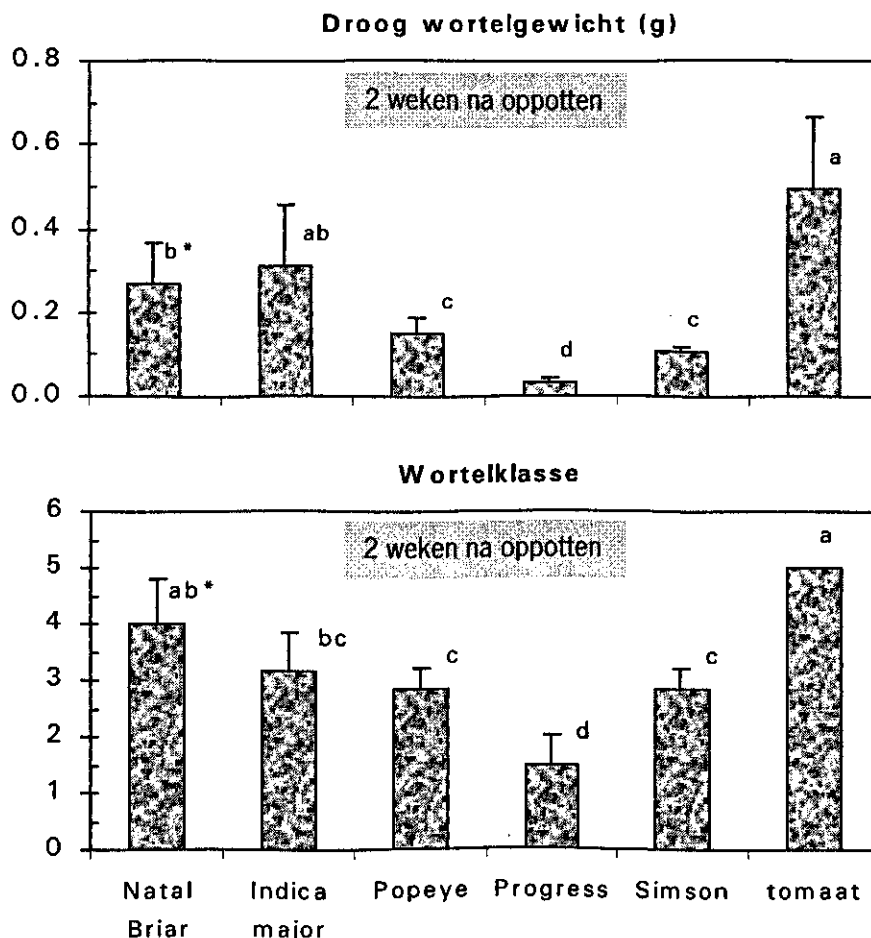
Tabel 2 - **WORTELKENMERKEN** - Droog wortelgewichten en wortelklassen twee weken na het oppotten in kokos tijdens het inoculeren (n=6).

Onderstam ¹⁾	Droog wortelgewicht (g)	Wortelklasse ²⁾
Natal Briar	0,268 b ³⁾	4,0 ab ³⁾
Indica major	0,313 ab	3,2 bc
Inermis	-	-
Popeye	0,150 c	2,8 c
Progress	0,034 d	2,0 d
Simson	0,109 c	2,8 c
Tomaat	0,494 a	5,0 a

¹⁾ Alle Inermis- en vier Progress-onderstammen waren dood.

²⁾ Klasse 1= 1-10; 2= 11-25; 3= 26-50; 4= 51-100 en 5= ≥101 wortels.

³⁾ Gemiddelden in een kolom met verschillende letters zijn significant verschillend ($P \leq 0,05$).



Figuur 1 - **WORTELKENMERKEN** - Droog wortelgewichten en wortelklassen (gemiddelden en standaardafwijkingen) twee weken na het oppotten in kokos op het moment van het inoculeren met het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* (n=6). Wortelklasse 1= 1-10; 2= 11-25; 3= 26-50; 4= 51-100 en 5= ≥101 wortels.
*Verschillende letters duiden op significante verschillen ($P \leq 0,05$).

verschillen, viel wel op dat het droog wortelgewicht van Indica major iets hoger was dan dat van Natal Briar, terwijl bij de wortelklasse het tegenovergestelde het geval was. Mogelijk zijn de wortels van Natal Briar iets dunner dan die van Indica major.

Op basis van de droog wortelgewichten kan de wortelgroei van de planten gedurende de eerste twee weken na het oppotten als volgt worden ingedeeld:

tomaat \geq Indica major \geq Natal Briar $>$ Popeye = Simson $>$ Progress

Progress komt hier zo slecht uit de bus, omdat de wortelgroei slechts gebaseerd kon worden op twee niet erg vitale onderstammen. Goed groeiende Progress-onderstammen zouden mogelijk tussen Indica major en Natal Briar ingedeeld kunnen worden.

• **Droogwortelgewichten tien weken na het oppotten**

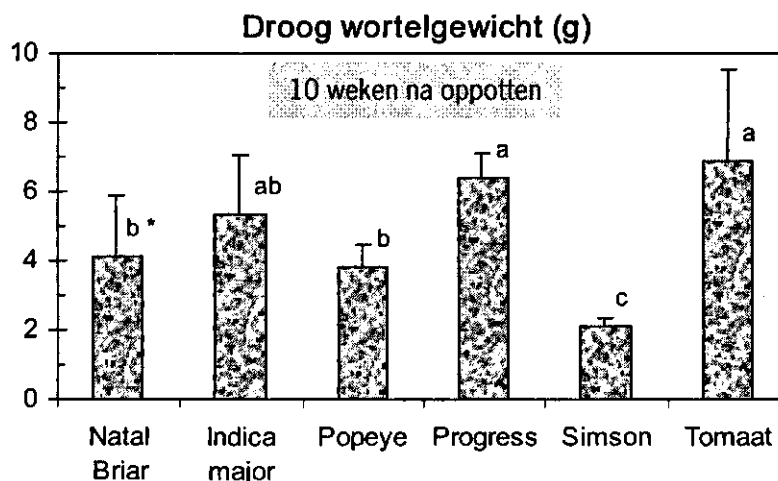
In Tabel 3 zijn de resultaten opgenomen betreffende de droog wortelgewichten tien weken na het oppotten. Deze gegevens zijn bepaald acht weken na het inoculeren met 13.500 *M. hapla* per plant, dat wil zeggen tien weken na het oppotten. De droog wortelgewichten zijn grafisch weergegeven in Figuur 2. De vers wortelgewichten zijn weer te vinden in Bijlage 4.

Uit vergelijking van de droog wortelgewichten in de Tabellen 2 en 3 en de Figuren 1 en 2 blijkt dat de wortelgroei tot tien weken na het oppotten, nagenoeg hetzelfde beeld vertoonde als tot twee weken na het oppotten. Progress vormde daarop een uitzondering. Deze onderstam vertoonde de grootste toename van de droog wortelgewichten. Maar of dit werkelijk zo is geweest, wordt sterk betwijfeld, aangezien de wortelgroei van Progress twee weken na het oppotten slechts kon worden bepaald op basis van twee weinig vitale planten. De zes geïnoculeerde Progress-onderstammen bleven daarentegen wel goed groeien, zodat het wortelgewicht van deze planten wel reëel is. Op basis van dit gewicht en de toenames van de wortelgewichten van de andere onderstammen kan berekend worden wat het wortelgewicht van goed groeiende Progress-onderstammen twee weken na het oppotten ongeveer had moeten zijn. De droog wortelgewichten van de andere vier onderstammen waren in de periode van twee tot tien weken na het oppotten minimaal 15,3x (Natal Briar) toegenomen en maximaal 25,6x (Popeye). Worden deze toenames geprojecteerd op Progress, dan kunnen de wortelgewichten na twee weken worden herleid uit de wortelgewichten na tien weken. In dat geval zou twee weken na het oppotten het droog wortelgewicht van wel goed weggroeiende Progress-onderstammen gelegen moeten hebben tussen 0,252 en 0,421 g. Tomaat, Progress en Indica major hadden de hoogste droog wortelgewichten, die onderling niet significant verschilden. De droog gewichten van Natal Briar en Popeye waren wat lager, maar ten opzichte van Indica major niet significant lager. Simson noteerde het laagste droog wortelgewicht. Bij dit alles moet worden opgemerkt dat onderstammen niet waren geënt met een rozencultivar. Mogelijk heeft een ent een stimulerende invloed op de wortelgroei.

Tabel 3 - **WORTELKENMERKEN** - Droog wortelgewichten tien weken na het oppotten en acht weken na het inoculeren met *Meloidogyne hapla* (n=6).

Onderstam	Droog wortelgewicht (g)
Natal Briar	4,1 b ¹⁾
Indica major	5,4 ab
Popeye	3,8 b
Progress	6,4 a
Simson	2,1 c
Tomaat	6,9 a

¹⁾ Verschillende letters duiden op significante verschillen ($P \leq 0,05$).



Figuur 2 - **WORTELKENMERKEN** - Droog wortelgewichten (gemiddelden en standaardafwijkingen) tien weken na het oppotten in kokos en acht weken na inoculatie met het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* (n=6).
*Verschillende letters duiden op significante verschillen ($P \leq 0,05$).

3.2 Mate van resistentie

• Aantal eiproppen acht weken na inoculatie

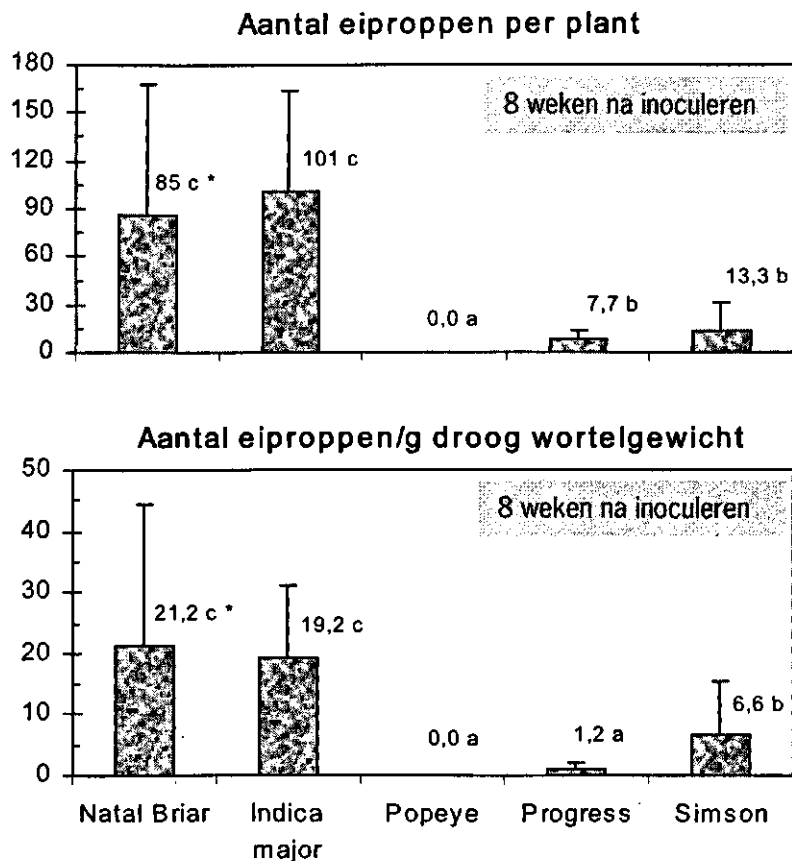
De aantasting door *M. hapla* is in de vorm van de aantallen eiproppen per plant weergegeven in Tabel 4. Op basis van deze aantallen en de droog wortelgewichten zijn de aantallen eiproppen per 1 g droog wortelgewicht berekend. Dit geeft een reëler beeld van de aantasting, omdat het wortelgewicht een maat is voor de hoeveelheid wortels die konden worden aangetast. Ook deze aantallen eiproppen zijn te vinden in Tabel 4. In Figuur 3 zijn de resultaten grafisch weergegeven. Hierin is tomaat weggelaten om de verschillen tussen de rozenonderstammen te benadrukken. Het aantal eiproppen per 1 g droog wortelgewicht is gebruikt voor het bepalen van de mate van resistentie tegen *M. hapla*-populatie Hbz.

Uit Tabel 4 en Figuur 3 blijkt het tomatenras Moneymaker veruit het zwaarst was aangetast door het noordelijk wortelknobbelaaltje *M. hapla*-populatie Hbz. Per tomatenplant waren er gemiddeld 751 eiproppen op de wortels aanwezig. Dit hoge aantal moet enerzijds worden toegeschreven aan het hoge aantal wortelpuntjes (wortelklasse 5 = ≥ 101 wortelpuntjes) dat op het moment van inoculeren aanwezig was (Tabel 2) en anderzijds doordat dit ras een uitstekende waardplant is voor *M. hapla*. In een vorig jaar uitgevoerde proef met hetzelfde tomatenras, leverde een inoculatie met 10.000 J2 van *M. hapla*-populatie Hbz ongeveer hetzelfde aantal eiproppen per plant op. Van de geteste rozenonderstammen kwamen Indica major en Natal Briar met respectievelijk 101 en 85 eiproppen per plant tot de hoogste score. Deze aantallen waren niet

Tabel 4 - **AANTASTING** - Aantal eiproppen tien weken na het oppotten en acht weken na het inoculeren met het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* (n=6).

Onderstam	Aantal eiproppen per	
	plant	1 g droog wortelgewicht
Natal Briar	85 c ¹⁾	21,2 c ¹⁾
Indica major	101 c	19,2 c
Popeye	0 a	0,0 a
Progress	8 b	1,2 a
Simson	13 b	6,6 b
Tomaat	751 d	128,7 d

¹⁾ Verschillende letters in een kolom duiden op significante verschillen ($P \leq 0,05$).



Figuur 3 - **AANTASTING** - Aantal eiproppen tien weken na het oppotten en acht weken na inoculatie met het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* (n=6). Tomaat: 751 eiproppen/plant en 129 eiproppen/1 g droog wortelgewicht. *Verschillende letters duiden op significante verschillen ($P \leq 0,05$).

significants verschillend. Ook bij Natal Briar kwam het aantal eiproppen/plant overeen met het aantal dat in de vorig jaar uitgevoerde proef is gevonden. Van de andere onderstammen ontbreekt deze informatie, omdat deze niet eerder zijn getest. Bij Progress en Simson waren respectievelijk 8 en 13 eiproppen per plant aanwezig. Ten opzichte van Indica major en Natal Briar zijn deze aantallen significant lager. Omdat de wortelklassen van Indica major, Popeye en Simson onderling niet significant verschilden (Tabel 2), moeten de verschillen in aantallen eiproppen tussen enerzijds Indica major en anderzijds Progress en Simson worden toegeschreven aan verschillen in waardplantgeschiktheid voor deze populatie wortelknobbelaaltjes. Bij Popeye zijn in geen enkele herhaling eiproppen aangetroffen. Wordt gekeken naar het aantal eiproppen per 1 g droog wortelgewicht, dan blijken Progress met 1,2 eiproppen en Simson met 6,6 eiproppen wel significant te verschillen. Bij de andere onderstammen zijn geen verschuivingen opgetreden in significanties.

Op basis van het aantal eiproppen per 1 g droog wortelgewicht is voor de onderstammen en tomaat een indeling gemaakt naar de mate van resistentie tegen Hbz-populatie van *M. hapla*. Daarnaast is ook aangegeven in welke mate de planten meer of minder goede waardplanten zijn voor deze populatie wortelknobbelaaltjes. Waardplantgeschiktheid en resistentie zijn twee tegengestelde begrippen. Hoe geringer de mate van resistentie, hoe beter de plant geschikt is om als waardplant te dienen.

	<u>Resistentie</u>	<u>Waardplant</u>
- Popeye	: volledig	geen
- Progress	: goed	slecht
- Simson	: redelijk	matig
- Natal Briar	: weinig	goed
- Indica major	: weinig	goed
- Tomaat	: geen	uitstekend

Bovenstaande indeling heeft alleen betrekking op *M. hapla*-populatie Hbz. Voor andere populaties is het mogelijk dat de indeling anders uitvalt. Uit onderzoek in 2000 naar de waardplantgeschiktheid van zes rozencultivars en één rozenonderstam ten aanzien van zeven verschillende *M. hapla*-populaties, waarvan er één afkomstig was van roos, is namelijk gebleken dat niet elke populatie dezelfde mate van aantasting hoeft op te leveren. De hoogte van de aantastingen, gebaseerd op het aantal eiproppen per plant, vertoonde toen grote verschillen. Zo kon het gebeuren dat een cultivar niet door alle zeven populaties in dezelfde mate werd aangetast. De aantasting varieerde van zeer weinig tot veel eiproppen. Ook werd waargenomen dat een populatie bij de ene cultivar wel tot aantasting kwam maar bij de andere niet of in veel mindere mate. Dat gold ook voor de populatie die van roos afkomstig was. Dit betekent dat bovenstaande indeling naar resistentie en waardplantgeschiktheid zeker niet algemeen geldend hoeft te zijn. Om hierover een uitspraak te kunnen doen, moeten meerdere *M. hapla*-populaties worden getest.

4 Conclusies

Uit onderzoek naar de mate van resistentie van vijf rozenonderstammen tegen populatie Hbz van het noordelijk wortelknobbelaaltje *M. hapla* is gebleken dat er grote verschillen in resistentie aanwezig zijn. Tegen de Hbz-populatie vertoonden de onderstammen Popeye, Progress, Simson, Natal Briar en Indica major, in afnemende volgorde, de volgende mate van resistentie: volledig, goed, redelijk, weinig en weinig.

5 Vervolgonderzoek

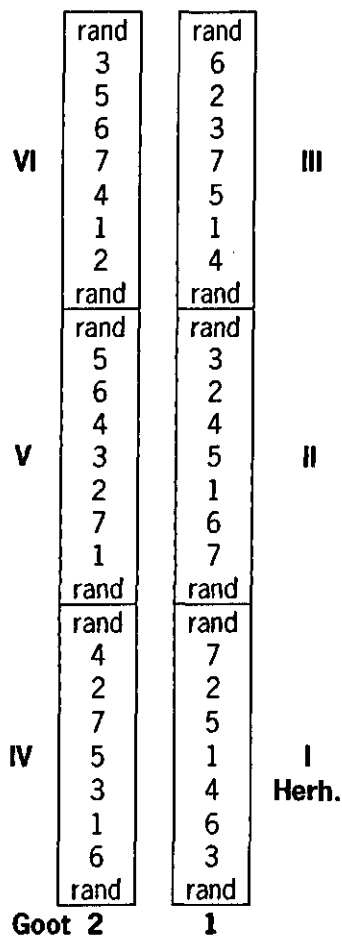
Uit het onderzoek dat nu is uitgevoerd, is gebleken dat rozenonderstammen een verschillende mate van resistentie vertonen tegen *M. hapla*-populatie Hbz. Of dit betekent dat een bepaalde onderstam tegen elke andere populatie van *M. hapla* dezelfde mate van resistentie bezit als tegen populatie Hbz, is echter zeer de vraag. Onderzoek in 2000 met zes rozencultivars en een -onderstam heeft namelijk laten zien dat dit niet het geval hoeft te zijn, zelfs niet voor een populatie die oorspronkelijk van roos afkomstig is. Om betere uitspraken te kunnen doen over de mate van resistentie van rozenonderstammen tegen het noordelijk wortelknobbelaaltje *M. hapla* moeten dan ook meer populaties worden getest. In dit verband wordt voorgesteld om een tiental *M. hapla*-populaties afkomstig van roos uit de praktijk te verzamelen, te vermeerderen en ze vervolgens te inoculeren bij onderstammen van roos om na te gaan of een onderstam tegen alle te testen populaties steeds dezelfde mate van resistentie laat zien. Dit onderzoek is vooral van belang voor de onderstammen die in het onderzoek met populatie Hbz een redelijke tot volledige mate van resistentie hebben laten zien.

Bijlage 1 Voedingsoplossing

Tabel 5 - Samenstelling voedingsoplossing.

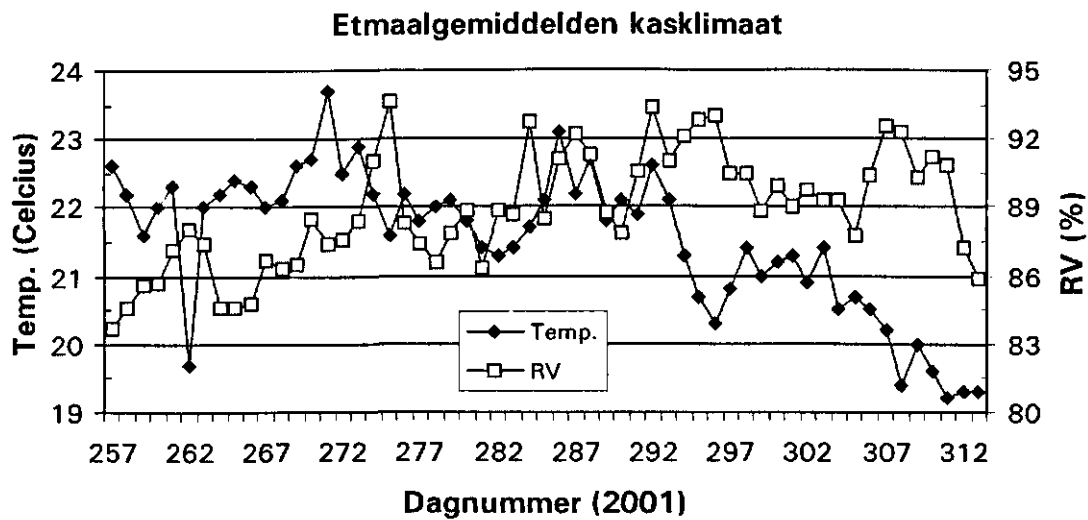
(pH 5,2 en EC = 1,6 mS/cm)			
Nitrakal	0,27 ml/liter	Baskal	0,21 ml/liter
Zwakal	0,32 „	Fe	0,75 „
Amnitra	0,20 „	B	0,68 „
Calsal	0,48 „	Mn	0,60 „
Magnitra	0,30 „	Zn	0,60 „
BFK	0,37 „	Cu / Mo	0,67 „
N (NO ₃)	10,607 mmol/liter	N(NH ₄)	1,600 mmol/liter
P	1,250 „	K	5,247 „
Ca	2,252 „	Mg	1,500 „
S	1,251 „	OH	0,005 „

Bijlage 2 Proefopstelling



Figuur 4 - Bed met twee 10-m lange goten. Verdeling van de zes rozenonderstammen en tomaat (1-7) volgens een volledig gewarde blokkenproef met zes herhalingen (I-VI). De nummering 1 t/m 7 correspondeert met de nummering in Tabel 1 (blz. 9).

Bijlage 3 Kasklimaat



Figuur 5 - Verloop van de kasluchttemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid (RV) in kas L307 vanaf het inoculeren in week 37 (dag 257) tot het beëindigen van de proef in week 45 (dag 313).

Bijlage 4 Vers wortelgewichten

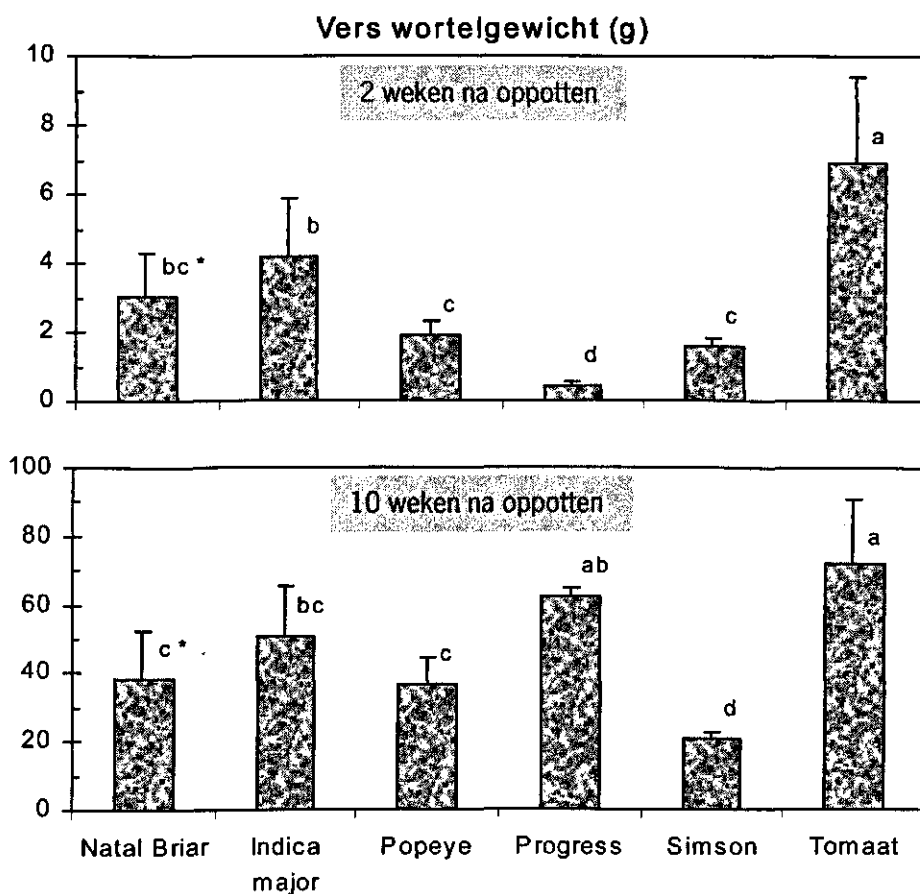
Tabel 6 - Vers wortelgewichten twee en tien weken na het oppotten in kokos (n=6).

Onderstam	Vers wortelgewichten	
	2 weken ¹⁾	10 weken ²⁾
Natal Briar	3,0 bc ³⁾	38 c ³⁾
Indica major	4,2 b	51 bc
Inermis	-	-
Popeye	1,9 c	37 c
Progress	0,4 d	62 ab
Simson	1,6 c	21 d
Tomaat	6,9 a	72 a

¹⁾ Alle zes Inermis- en vier Progress-onderstammen waren dood.

²⁾ Alle zes Inermis-onderstammen waren dood.

³⁾ Gemiddelden in een kolom met verschillende letters zijn significant verschillend ($P \leq 0,05$).



Figuur 6 - Vers wortelgewichten van rozenonderstammen en tomaat (gemiddelden en standaardafwijkingen) twee en tien weken na het oppotten in kokos (n=6). *Verschillende letters duiden op significante verschillen ($P \leq 0,05$).