



Waardplantgeschiktheid van roos voor het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*

Zeven *M. hapla*-isolaten, zes cultivars en een onderstam

J.J. Amsing, J.G. van der Beek, L.H.M. Stapel, L.M. Poleij,
C.H. Hok-A-Hin en F.C. Zoon

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Business unit Glastuinbouw
november 2003

PPO

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

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.



Projectnummer: 4110 1671

J.J. Amsing en L.H.M. Stapel zijn werkzaam bij Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Aalsmeer
J.G. van der Beek, L.M. Poleij, C.H. Hok-A-Hin en F.C. Zoon zijn werkzaam bij Plant Research International,
Wageningen

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Business unit Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer

Tel. : 0297-352525

Fax : 0297-352270

E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl



Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 PROBLEEMSTELLING.....	7
1.2 DOELSTELLING	7
2 MATERIALEN EN METHODEN.....	9
2.1 PLANTMATERIAAL, SUBSTRAAT EN VOEDING.....	9
2.2 ISOLATEN EN INOCULEREN.....	10
2.3 KAS EN PROEFOPSTELLING	10
2.4 BEOORDELING	11
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	13
3.1 WORTELKARAKTERISTIEKEN TIJDENS INOCULATIE	13
3.2 AANTASTING: EIMASSA'S.....	15
3.3 DROOG WORTELGEWICHTEN.....	17
4 CONCLUSIES.....	19
LITERATUUR.....	21
BIJLAGE 1 SAMENSTELLING VOEDINGSOPLOSSING	23
BIJLAGE 2 ETMAALTEMPERATUUR EN RV	25
BIJLAGE 3 PROEFVELDSHEMA	27
BIJLAGE 4 BEHANDELING- EN LOTINGSHEMA	29
BIJLAGE 5 WORTELKARAKTERISTIEKEN.....	31
BIJLAGE 6 STANDAARDAFWIJKING EIMASSA'S.....	33

Samenvatting

Het noordelijk wortelknobbelaaltje, *Meloidogyne hapla*, wordt de laatste jaren steeds vaker aangetroffen in substraatteelten van roos. Onderzoek naar de schadelijkheid en populatieontwikkeling van dit wortelaaltje bij roos op substraat vereist de aanwezigheid van een vatbare cultivar of onderstam en een *M. hapla*-isolaat dat tot aantasting in staat is. Omdat uit het eerste onderzoek bleek dat niet elke roos en isolaat een geschikte combinatie is, is een potproef uitgevoerd om geschikte roos/isolaat-combinaties te vinden. In de proef zijn zes rozencultivars, Black Beauty, Indian Femma!, Queensday, Red Berlin, Sunbeam en Vendela en de onderstam Natal Briar opgenomen in combinatie met zeven verschillende *M. hapla*-isolaten: Has, Haw, Hbz, Hby, Hh, Hj en RZ. Alle isolaten zijn getest in een zilversand/perliet grof-substraat (2 : 1). Alleen het isolaat RZ is ook in kokos en perliet fijn beproefd. De planten zijn geïnoculeerd met 10.000 J2 van *M. hapla* per plant en negen weken later beoordeeld op aantallen eimassa's per plant. Het tomatenras Moneymaker diende als zeer vatbare controle om de vitaliteit van de isolaten te controleren.

In tegenstelling tot het tomatenras Moneymaker, waarop gemiddeld over alle *M. hapla*-isolaten 638 eimassa's per plant aanwezig waren, waren de rozen met gemiddeld bijna 8 eimassa's per plant beduidend minder vatbaar voor de geteste *M. hapla*-isolaten. Van de rozen zijn de onderstam Natal Briar en de cultivar Vendela het meest vatbaar, wat met name geldt voor de isolaten Hbz en Hh. Deze roos/isolaat-combinaties leverden 43 tot 58 eimassa's per plant op. In combinatie met de andere cultivars varieerde het aantal eimassa's voor Hbz en Hh van 0,2 tot 23,8 per plant. De isolaten Has, Haw, Hby, Hj en RZ, leverden bij alle onderzochte rozen geen of slechts weinig eimassa's op, variërend van 0 tot 15,5 eimassa's per plant. Dit onderzoek heeft vier roos/isolaat-combinaties opgeleverd waarmee de schade- en bestrijdingsproeven kunnen worden uitgevoerd, namelijk Natal Briar en Vendela in combinatie met de isolaten Hbz en Hh.

1 Inleiding

Het onderzoek naar de waardplantgeschiktheid van roos voor het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* is een initiatief van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. – Business unit Glastuinbouw en is tot stand gekomen in samenwerking met de LTO commissie Roos. Dit project is in het leven geroepen nadat in de eerste proeven met roos en twee *M. hapla*-isolaten is geconstateerd dat aantasting van roos door wortelknobbelaaltjes niet vanzelfsprekend is.

1.1 Probleemstelling

In rozen, geteeld in een kunstmatig substraat, worden de laatste jaren steeds vaker aantastingen door wortelaaltjes aangetroffen. Daarbij gaat het voornamelijk om aantastingen door het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*, maar ook de wortellesieaaltjes *Pratylenchus penetrans* en *P. vulnus* komen een enkele keer voor. Welke schade deze aaltjes bij roos in kunstmatige substraten veroorzaken, is nauwelijks bekend. Alleen van *P. vulnus* bij roos geteeld op steenwolmatten zijn enige gegevens beschikbaar (Amsing, 1992a en b). In dit onderzoek kon *P. vulnus* zich nauwelijks handhaven. Na het bereiken van de maximale populatiedichtheden twintig tot dertig weken na het inoculeren, namen ondanks een goede wortelgroei de populaties alleen maar af. Slechts in de periode direct nadat de populaties hun maxima hadden bereikt, was er sprake van enige schade in de vorm van minder oogstbare bloemen.

Of het noordelijk wortelknobbelaaltje *M. hapla* zich in substraatteelten kan handhaven en in welke mate dit aaltje tot schade leidt, is niet bekend. Informatie hierover is van belang om aan te kunnen geven of er een bestrijding tegen *M. hapla* moet worden uitgevoerd en zo ja, wanneer. Voor onderzoek naar de populatieontwikkeling en schade is het noodzakelijk dat een rozenonderstam of stek wordt gekozen die een goede waardplant is voor *M. hapla*. In het najaar van 1999 is nagegaan of de rozenstek Lambada, geteeld op steenwolmatten en in kokos een geschikte waardplant is voor *M. hapla*. Dit is getest voor twee *M. hapla*-isolaten, namelijk RZ en Hb, geleverd door respectievelijk RZ Research in Metslawier en Plant Research International (PRI) in Wageningen. Uit dit onderzoek bleek de cultivar Lambada geen goede waardplant te zijn voor beide isolaten. Om toch een geschikte roos/*M. hapla*-combinatie te vinden, is in februari 2000 onderzoek gestart naar de waardplantgeschiktheid van zes rozencultivars en één rozenonderstam voor zeven *M. hapla*-isolaten. In hetzelfde onderzoek is tevens voor één isolaat de invloed van drie substraten nagegaan op de hoogte van de aantasting. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Plant Research International.

1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek was:

- Vaststellen welke stekken en onderstam goede waardplanten zijn voor *M. hapla*.
- Nagaan in hoeverre het substraat van invloed is op het ontstaan van aantasting.
- Onderzoeken of er differentiële reacties optreden in de relatie *M. hapla*- roos.
- Onderzoeken of er significante verschillen zijn tussen de rozencultivars en de *M. hapla*-isolaten.

Uit dit onderzoek moest duidelijk worden welke stek of onderstam in combinatie met welke *M. hapla*-isolaat gebruikt zou kunnen worden in het onderzoek naar de populatieontwikkeling van en de schade door dit wortelknobbelaaltje bij roos, geteeld in een kunstmatig substraat.

2 Materialen en methoden

2.1 Plantmateriaal, substraat en voeding

Het onderzoek is gestart begin februari 2000 en is uitgevoerd met één rozenonderstam in de vorm van stentlingen en zes rozencultivars als stek. Als onderstam is de in Nederland meest gebruikte, vegetatief vermeerderde onderstam Natal Briar genomen. Deze onderstam laat zich gemakkelijk stenten. Stenten heeft als voordeel dat er geen plantmateriaal in de kas komt waarvan de wortels in de vollegrond hebben gestaan. Hierdoor wordt de kans op het binnenhalen van wortelziekten aanzienlijk verkleind. Dit in tegenstelling tot het gebruik van (afgeknipte) zetlingen en wortelenten als plantmateriaal. Bij de keuze van de cultivars voor het maken van stekken is erop gelet dat er verschillende ouderlijnen vertegenwoordigd zijn en dat de te gebruiken cultivars naar verwachting de eerstkomende vijf jaar nog op de markt zullen zijn. De zes geteste cultivars zijn evenals de onderstam opgenomen in Tabel 1 en daarin gerangschikt naar oppotdatum. Het betreft twee grootbloemige cultivars Red Berlin (rood) en Vendela (ivoorkleurig) en vier middelgrootbloemige cultivars Indian Femma! (oranje), Sunbeam (okergeel), Queensday (zalmoranje) en Black Beauty (geel/rood). De onderstam Natal Briar is gestent met de cultivar Indian Femma!. Om de vitaliteit van de *M. hapla* isolaten vast te kunnen stellen, is ook het vatbare tomatenras Moneymaker als controle in de proef opgenomen.

De tomaatzaailingen zijn op PPO-locatie Aalsmeer opgekweekt in vermiculiet en één maand later opgepot in Ø 15 cm-containers met een inhoud van 1,4 liter substraat. De stentlingen en de stekken zijn op een rozenvermeerderingsbedrijf in vermiculiet gestoken en geworteld en na levering eveneens opgepot in Ø 15 cm-containers. Er zijn drie substraten gebruikt, namelijk zilverzand vermengd met grove perliet (nr. 3) in een verhouding 2 : 1, kokos en perliet fijn (nr. 1). Het gebruik van verschillende substraten zou mogelijk informatie kunnen opleveren over de invloed van het substraat op de mate van aantasting.

Niet al het plantmateriaal is op hetzelfde tijdstip geleverd en opgepot. Op het vermeerderingsbedrijf waren de stekken en de stentlingen wel op hetzelfde tijdstip opgezet, maar omdat het wortelen van de planten en het uitlopen van de ogen ongelijk verliep, kon niet al het plantmateriaal op hetzelfde tijdstip worden afgeleverd en dus ook niet worden opgepot (Tabel 1). De eerste planten zijn opgepot op 3 februari 2000 en de laatste planten vijftien dagen later (1 plant/container). De planten zijn via één druppelaar per container van voedingsoplossing voorzien (30 ml/minuut). Gedurende de eerste vier weken is de startoplossing voor roos toegediend met een pH van 5,5 en EC van 2,0 mS/cm, de laatste vijf weken gevolgd door de standaardoplossing (pH 5,5 en EC 1,6 mS/cm). De samenstelling van beide voedingsoplossingen is opgenomen in Bijlage 1. Omdat de drie substraten verschillende hoeveelheden voedingsoplossing nodig hebben, is de voedingsoplossing via aparte leidingen aan elk substraat aangevoerd.

Tabel 1 - Informatie over het gebruikte plantmateriaal van roos, oppotdatum in 2000 en de periode tussen oppotten en inoculeren.

Gewas	P L A N T M A T E R I A A L			Aantal dagen tussen oppotten en inoculeren
	Plant	Vermeerderingswijze	Oppetdatum	
roos	Natal Briar	onderstam (stent)	3 februari	20
roos	Vendela	Stek	3 februari	20
roos	Indian Femma!	Stek	3 februari	20
roos	Black Beauty	stek	10 februari	13
roos	Queensday	Stek	10 februari	13
tomaat	Moneymaker	Zaailing	10 februari	13
roos	Red Berlin	Stek	18 februari	5
roos	Sunbeam	Stek	18 februari	5

2.2 Isolaten en inoculeren

In tegenstelling tot het oppotten wat op verschillende dagen is gebeurd, zijn alle planten op dezelfde dag geïnoculeerd, namelijk op 23 februari 2000. Zodoende varieerde de periode tussen het oppotten en het inoculeren van 5 tot 20 dagen (Tabel 1). Dit leidde ertoe dat op het moment van inoculeren de wortelstelsels in grootte varieerden. Omdat dit van invloed kan zijn op het aantal wortelknobbelaaltjes dat na het inoculeren tot aantasting komt, zijn op de dag van inoculatie een aantal karakteristieken van de wortelstelsels bepaald (zie onder **2.4 Beoordelen**).

Er zijn zeven verschillende *M. hapla*-isolaten getest (Tabel 2). Zes daarvan zijn geleverd door PRI, Wageningen, namelijk Hh, Hj, Has, Haw, Hby en Hbz en het zevende isolaat RZ door RZ Research, Metslawier. Aanvankelijk zouden acht isolaten worden getest, maar van isolaat nr. 7 waren te weinig aaltjes aanwezig. De planten die oorspronkelijk voor het testen van isolaat nr. 7 waren bedoeld, zijn nu gebruikt voor het verzamelen van gegevens over de wortelstelsels op het moment van inoculatie. In Tabel 2 is aangegeven van welke gewassen de isolaten oorspronkelijk afkomstig waren. Alle *M. hapla*-isolaten zijn vermeerderd op het tomatenras Motelle en zijn getest in het zand/perliet-substraat. In kokos en perliet fijn is alleen isolaat RZ getest.

De planten zijn geïnoculeerd met 10.000 tweede-stadium-juvenielen J2 van *M. hapla* per plant. Dit aantal is in een hoeveelheid inoculum van 6 ml in een hoefijzervormige boog op ongeveer 2 cm afstand rond de plant direct op het vochtige substraat gepipetteerd. Naast de geïnoculeerde behandelingen was er van elke plant/substraat-combinatie ook een onbesmette controle aanwezig. Op de dag van inoculatie was de automatische watergift uitgeschakeld. Na het inoculeren zijn alle potten met behulp van een gietertje aangevuld met 50 ml voedingsoplossing. De volgende dag is dit nog een keer herhaald. Daarna is dagelijks via druppelaars voedingsoplossing gegeven.

Tabel 2 - Geteste *Meloidogyne hapla*-isolaten.

Nr. ¹⁾	Code	Herkomst	Cytologisch type	Leverancier	Substraat ²⁾
1.	Hh	Wachtum, aardappel	B	PRI	zand/perliet
2.	Hj	Smilde, peen	A	PRI	zand/perliet
3.	Has	USA, tomaat	A	PRI	zand/perliet
4.	Haw	Frankrijk, druif	A	PRI	zand/perliet
5.	Hby	Vlieland, schorseneer	A	PRI	zand/perliet
6.	Hbz	Ammerzoden, roos	B	PRI	zand/perliet
8.	RZ	Peen	A of B	RZ Research	zand/perliet, kokos en perliet fijn (nr. 1)

¹⁾ Van isolaat nr. 1 is herhaling zes niet geïnoculeerd, vanwege onvoldoende inoculum. Vanwege dezelfde reden ontbreekt isolaat nr. 7.

²⁾ Het zand/perliet-substraat bestond uit een mengsel van zilverzand en perliet grof nr. 3 (2 : 1).

2.3 Kas en proefopstelling

De planten stonden in kas L403 (PPO, Aalsmeer) op een oppervlakte van 200 m² en waren verdeeld over dertien bedden met twaalf goten per bed en vier containers per goot. De voorste en achterste goot op elk bed dienden als randrijen (Bijlage 3). De kasluchttemperatuur was ingesteld op 20°C gedurende het etmaal. Vanaf begin april is de nachttemperatuur teruggebracht naar 18°C. Gedurende de proefduur van negen weken is een gemiddelde etmaaltemperatuur van de kaslucht gerealiseerd van 20,8 °C met een minimum van 19,2 °C en een maximum van 22,0 °C. In diezelfde periode kwam de relatieve luchtvochtigheid uit op een gemiddelde van 67% per etmaal met een minimum van 56% en een maximum van 77%. Voor het verloop van de etmaaltemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid wordt verwezen naar Bijlage 2.

Totaal bestond de proef uit 80 behandelingen (isolaat/gewas/substraat-combinaties). Daarvan zijn de 72 behandelingen in het zand/perliet-mengsel en kokos in een gewarde blokkenproef met zes herhalingen in de kas opgesteld. Met isolaat nr. 1 zijn vijf in plaats van zes herhalingen uitgevoerd, omdat er onvoldoende inoculum was. Om dezelfde reden zijn ook de acht behandelingen in perliet fijn in vijfvoud uitgevoerd. Deze

planten stonden gegroepeerd op bed nr. 13 (Bijlage 3). Uit het lotings- en proefschema in Bijlage 4 is na te gaan waar de behandelingen in de kas stonden.

De containers waren zodanig in de kas opgesteld dat het drainwater niet met andere planten in contact kon komen. Daarvoor stonden de containers op roosters en werd het drainwater niet gerecirculeerd. Er is assimilatiebelichting toegepast. In de kas ter grootte van 300 m² hingen 36 Philips Son-T Agro assimilatielampen à 400 Watt. Op planthoogte resulteerde dit in 54 µmol assimilatielicht/m². De lampen brandden bij een stralingsintensiteit buiten de kas van ≤200 Watt/m².

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

Kas	: L403 (300 m ²)
Proefveldgrootte	: 200 m ²
- # bedden	- 13
- # goten/bed	- 12 (inclusief 2 randgoten)
- # containers/goot	- 4
Container	: Ø 15 cm plastic containers (1,4 liter)
Substraat	: zilver zand + perliet grof nr. 3 (2:1), kokos en perliet fijn nr. 1
Voedingoplossing	: startoplossing (4 weken), daarna standaardoplossing roos (Bijlage 1)
Druppelaars	: 2 liter/uur (1 druppelaar per container)
Recirculatie	: nee
Assimilatiebelichting	: 4500 lux (= 54 µmol/m ² .s). Lampen aan bij ≤200 Watt/m ² zonlicht buiten de kas.
Temperatuur	: 18°C (nacht) en 20°C (dag)
Gewas	: roos en tomaat
* roos	
- stentling	- <i>Indian Femma!</i> op <i>Natal Briar</i> (onderstam)
- stek	- <i>Black Beauty</i> , <i>Indian Femma!</i> , <i>Queensday</i> , <i>Red Berlin</i> , <i>Sunbeam</i> , <i>Vendela</i>
* tomaat	
- zaailing	- <i>Moneymaker</i>
Oppotdatum	: 3 febr. 2000 (<i>Natal Briar</i> , <i>Indian Femma!</i> en <i>Vendela</i>) 10 febr. 2000 (<i>Black Beauty</i> , <i>Queensday</i> en <i>Moneymaker</i>) 18 febr. 2000 (<i>Red Berlin</i> en <i>Sunbeam</i>)
<i>M. hapla</i>-isolaten	: Hh, Hj, Has, Haw, Hby en Hbz (PRI, Wageningen) RZ (RZ Research, Metslawier)
Inoculum	: 6 ml/container (= 10.000 J2/container)
Inoculatie datum	: 23 febr. 2000 (week 8)
Aantal behandelingen	: 80 (64x zilverzand/perliet; 8x kokos en 8x perliet fijn)
Aantal herhalingen	: 6 (1 plant/herh.)
Beoordeling	: vanaf 28 april 2000 (week 17)

2.4 Beoordeling

• Karakteriseren wortelstelsels

Om vast te stellen in hoeverre er op het moment van inoculatie verschillen aanwezig waren in wortelgroei tussen de verschillende soorten planten, zijn er planten uit de proef verwijderd en beoordeeld op wortelvolumen, vers- en drooggewichten, wortelklasse en fijnheid van de wortels. Daarvoor zijn de planten gebruikt die oorspronkelijk bestemd waren voor het testen van isolaat nr. 7, wat vanwege een te geringe hoeveelheid inoculum geen doorgang kon vinden. Het betrof planten die in het zand/perliet-mengsel stonden. In dit substraat is de beoordeling in zesvoud uitgevoerd. Ook uit kokos en perliet fijn zijn de wortelstelsels beoordeeld, maar nu slechts in enkelvoud, dat wil zeggen één plant per plantensoort. Na verwijdering van het substraat, wat gebeurd is in een bak met water, zijn bovengenoemde kenmerken van de wortelstelsels bepaald. Voor het bepalen van de wortelvolumes is een maatcilinder met water gebruikt. Na het droogdopen van de wortels tussen papieren handdoeken zijn de versgewichten bepaald, wortelklassen en fijnheid van de wortels. Als laatste zijn de drooggewichten bepaald. Daarvoor hebben de wortels gedurende zeven dagen in een droogstoof bij 70°C gelegen. Wat de wortelklassen betreft is een indeling gemaakt op basis van het aantal wortelpuntjes. Klasse 1=1-50; 2=51-100; 3=101-200 en 4=201-300 wortelpuntjes/plant.

- *Bepalen aantasting door M. hapla: eimassa's*

Negen weken na het inoculeren is de proef beëindigd en zijn de planten individueel beoordeeld op aantasting door de *M. hapla*. Dit is gebeurd op basis van het aantal eimassa's per plant. Vanwege het grote aantal planten was het niet mogelijk de beoordeling in een tijdsbestek van enkele dagen af te ronden. Om deze reden is al het bovengrondse gewas verwijderd en zijn de containers afgedekt met plastic. Tot het moment van beoordelen zijn de afgedekte containers bewaard in een klimaatcel van 2°C om verdere ontwikkeling van de aaltjes te stoppen.

Om het aantal eimassa's per wortelstelsel te kunnen bepalen, is het substraat tussen de wortels voorzichtig verwijderd. Dat is gebeurd in een bak met water. In de periode van negen weken veroorzaakte de aantasting door *M. hapla* bij roos en tomaat hele kleine wortelknobbeltjes (maximale dikte: 2 mm). Hierin bevinden zich de vrouwtjes van het wortelknobbelaaltje. Deze zetten hun eitjes buiten het lichaam af in de vorm van eimassa's of eiproppen. Omdat de wortelknobbeltjes erg klein waren, bevonden de eimassa's zich allemaal aan de buitenkant van de knobbels en konden zodoende na kleuring eenvoudig worden geteld. Na verwijdering van het substraat en het droogdeppen van de wortels is het vers wortelgewicht bepaald en zijn de wortels gedurende ongeveer tien minuten gekleurd in een 0,02% Phloxine-B oplossing. De eimassa's krijgen daardoor een oranje kleur wat behouden blijft nadat de overtollige kleurstof met behulp van water is weggespoeld. De eimassa's zijn geteld onder een binoculair met bovenbelichting.

- *Bepalen drooggewicht wortels*

Om het aantal eimassa's per wortelstelsel, indien nodig, om te kunnen rekenen naar een gewichtseenheid is het drooggewicht van de wortelstelsels bepaald. Daarvoor is eerst de stengelvoet zo diep mogelijk weggesneden, waarna de wortelstelsels zeven dagen in een droogstoof bij 70°C hebben gelegen.

- *Statistische toetsing*

De resultaten van de wortelkarakteristieken op het moment van inoculatie en de droog wortelgewichten aan het einde van de proef zijn statistisch verwerkt door middel van de variantie-analyse (ANOVA) en met de student t-toets op significantie beoordeeld ($P \leq 0,05$). De eimassa-tellingen zijn statistisch verwerkt volgens een loglineair regressiemodel met herhaling, cultivar, isolaat en cultivar/isolaat-interactie als verklarende variabelen. Maar vanwege de vele nulcores en de grote variatie tussen de herhalingen leenden de eimassa-tellingen van de rozen zich niet voor een verantwoorde statistische toetsing op significantie. De verschillen tussen de isolaten met betrekking tot het aantal eimassa's op de tomaten zijn wel op significantie beoordeeld ($P \leq 0,05$).

3 Resultaten en discussie

3.1 Wortelkarakteristieken tijdens inoculatie

In Tabel 3 zijn de wortelkarakteristieken opgenomen van de rozen (stekken en onderstam) en van tomaat op het moment van inoculeren in het zand/perliet-substraat. Vanwege het feit dat niet al het plantmateriaal op dezelfde dag is afgeleverd en dus ook niet kon worden opgepot, was het aantal dagen tussen het oppotten en het bepalen van de wortelkarakteristieken verschillend. In Tabel 3 is dit aangeduid met de oppotduur. De wortelkarakteristieken zijn grafisch weergegeven in Figuur 1. In Tabel 3 en Figuur 1 zijn niet de wortelkarakteristieken vermeld van de planten die in kokos en perliet fijn hebben gestaan. Deze zijn weggelaten omdat per plantsoort slechts één plant is onderzocht, maar zijn te vinden in Bijlage 5. In deze bijlage zijn tevens de standaardafwijkingen in de wortelkarakteristieken van de planten in het zand/perliet-substraat opgenomen.

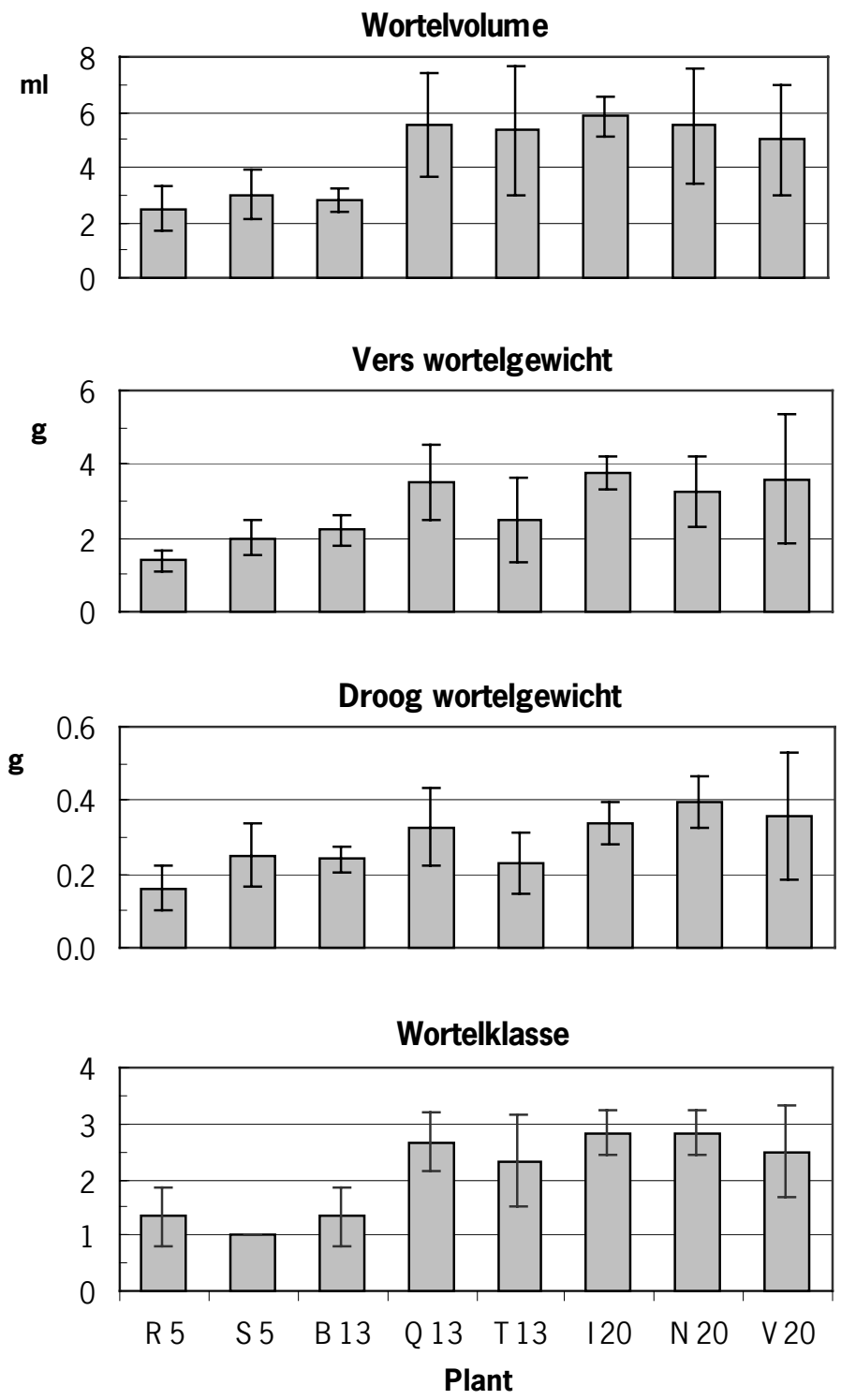
Naarmate de periode tussen het oppotten en het inoculeren korter is geweest, was de wortelontwikkeling geringer (Tabel 3 en Figuur 1), wat uiteraard niet verwonderlijk is. Opvallend was wel de minder goede wortelontwikkeling van Black Beauty (B) ondanks het feit dat de oppotduur van deze planten even lang was als die van Queensday. De achterblijvende wortelontwikkeling van Black Beauty is in overeenstemming met de bevindingen in de praktijk. Black Beauty heeft blijkbaar iets meer tijd nodig om tot ontwikkeling te komen. Bij de andere cultivars is een betere wortelontwikkeling waargenomen bij een oppotduur van ≥ 13 dagen. Dit geldt met name voor de wortelvolumen en -klasse. De wortelklasse is een maat voor het aantal wortelpuntjes per plant. Inzicht hierin kan van belang zijn, omdat J2 de wortel aantast in de strekkingszone net achter het wortelpuntje. Hoe meer wortelpuntjes, hoe meer plaatsen er voor J2 beschikbaar zijn om tot aantasting te komen. Daarbij gaat het met name om het aantal wortelpuntjes op het moment van inoculatie, omdat de geïnoculeerde J2 in de eerste week na het inoculeren tot aantasting moeten zien te komen. Is het binnen deze tijd niet gelukt, dan zijn ze over het algemeen te veel uitgeput en daardoor niet meer tot aantasting in staat. Indian Femma!, Natal Briar, Queensday, Vendela en Tomaat hadden de hoogste score wat betreft de wortelklasse, die onderling niet significant verschillenden. Van de rozen had de onderstam Natal Briar de fijnste wortels, maar tevens het hoogste drooggewicht. Dit duidt erop dat de onderstam een goed ontwikkeld wortelstelsel heeft.

Tabel 3 - Wortelkarakteristieken van roos en tomaat in het zand/perliet-substraat na een oppotduur van 5 tot 20 dagen op moment van inoculatie (n=6).

Roos & Tomaat	Oppotduur (dagen)	Code	Volume (ml)	Versgew. (g)	Drooggew. (g)	Klasse ¹⁾	Fijnheid
Red Berlin	5	R 5	2,5 b ²⁾	1,4 e ²⁾	0,16 e ²⁾	1,3 b ²⁾	grof
Sunbeam	5	S 5	3,0 b	2,0 de	0,25 bcd	1,0 b	middel
Black Beauty	13	B 13	2,8 b	2,2 cde	0,24 cd	1,3 b	middel
Queensday	13	Q 13	5,5 a	3,5 ab	0,33 abcd	2,7 a	middel
Tomaat	13	T 13	5,3 a	2,5 bcd	0,23 de	2,3 a	fijn
Indian Femma!	20	I 20	5,8 a	3,8 a	0,34 abc	2,8 a	fijn-middel
Natal Briar	20	N 20	5,5 a	3,3 abc	0,40 a	2,8 a	fijn
Vendela	20	V 20	5,0 a	3,6 a	0,36 ab	2,5 a	grof
L.s.d. (5%)			1,92	1,09	0,108	0,57	

¹⁾ Wortelklasse 1= 1-50, 2=51-100, 3=101-200 en 4=201-300 wortelpuntjes per plant.

²⁾ Gemiddelden in een kolom gevolgd door verschillende letters zijn significant verschillend ($P \leq 0,05$).



Figuur 1 - Wortelkarakteristieken (gemiddelden en standaardafwijkingen) van roos en tomaat in het zand/perliet-substraat op het moment van inoculeren (n=6).
 - Rozen: Red Berlin (R), Sunbeam (S), Black Beauty (B), Queensday (Q), Indian Femma! (I), Natal Briar (N) en Vendela (V). Tomaat (T) : Moneymaker.
 - Het getal achter elke plant is de oppotduur in dagen tot inoculatie.
 - Wortelklasse 1=1-50, 2=51-100, 3=101-200 en 4=201-300 wortelpuntjes per plant.

3.2 Aantasting: eimassa's

De gemiddelde aantallen eimassa's per plant, berekend over de zes herhalingen, staan vermeld in Tabel 4 en zijn wat betreft de rozen in het zand/perliet-substraat grafisch weergegeven in Figuur 2. De randgemiddelden in Tabel 4 zijn aangeduid met plant- en isolaatgemiddelde. Het plantgemiddelde heeft betrekking op het aantal eimassa's per plant en is alleen berekend over alle isolaten in het zand/perliet-substraat. Hierbij is dus geen rekening gehouden met de eimassa's die RZ heeft veroorzaakt bij de planten in kokos en perliet. Het isolaatgemiddelde betreft het gemiddelde aantal eimassa's per isolaat berekend over alle planten met uitzondering van tomaat. De eimassa's op de vatbare controle tomaat (Moneymaker) zijn niet in het isolaatgemiddelde opgenomen, omdat tomaat slechts diende als controle op de fitness van de isolaten.

Uit Tabel 4 blijkt dat alle isolaten bij tomaat in vergelijking met roos hoge aantallen eimassa's hebben opgeleverd. Bij tomaat behoorde het aantal eimassa's van de isolaten Hh en Hby tot de laagste. Mogelijk dat de fitness van deze twee isolaten om tot aantasting te komen ook het laagst was. Niettemin heeft isolaat Hh het op roos toch goed gedaan als dit vergeleken wordt met de isolaten Has en Haw, die bij tomaat significant meer eimassa's hebben opgeleverd dan isolaat Hh. De gevonden gemiddelden op roos waren slechts geringe fracties van de aantasting op tomaat. Vele roos/isolaat-combinaties waren geheel of bijna geheel incompatibel, dat wil zeggen dat er geen of nauwelijks eimassa's aanwezig waren. Natal Briar en Vendela waren het meest vatbaar, gelet op het feit dat deze de hoogste plantgemiddelden aan eimassa's hadden. Ten opzichte hiervan waren de plantgemiddelden van Indian Femma! en Queensday, die tijdens het inoculeren dezelfde wortelklasse hadden, beduidend lager. Ook het plantgemiddelde van Red Berlin, Sunbeam en Black Beauty waren lager dan die van Natal Briar en Vendela. Bij Black Beauty is dit mogelijk te verklaren door een lager aantal wortelpuntjes bij inoculatie (ca. factor 3 lager). Bij Red Berlin en Sunbeam, die lagere plantgemiddelden hadden dan Black Beauty, is deze verklaring niet toereikend en is er dus net als bij Indian Femma! en Queensday sprake van een relatief lage vatbaarheid. Bij Natal Briar en Vendela waren met name de isolaten Hbz en Hh verantwoordelijk voor de hoge plantgemiddelden. Natal Briar en Queensday werden door alle isolaten aangetast, zij het in meer of mindere mate. Red Berlin was bijna geheel resistent tegen de getoetste isolaten.

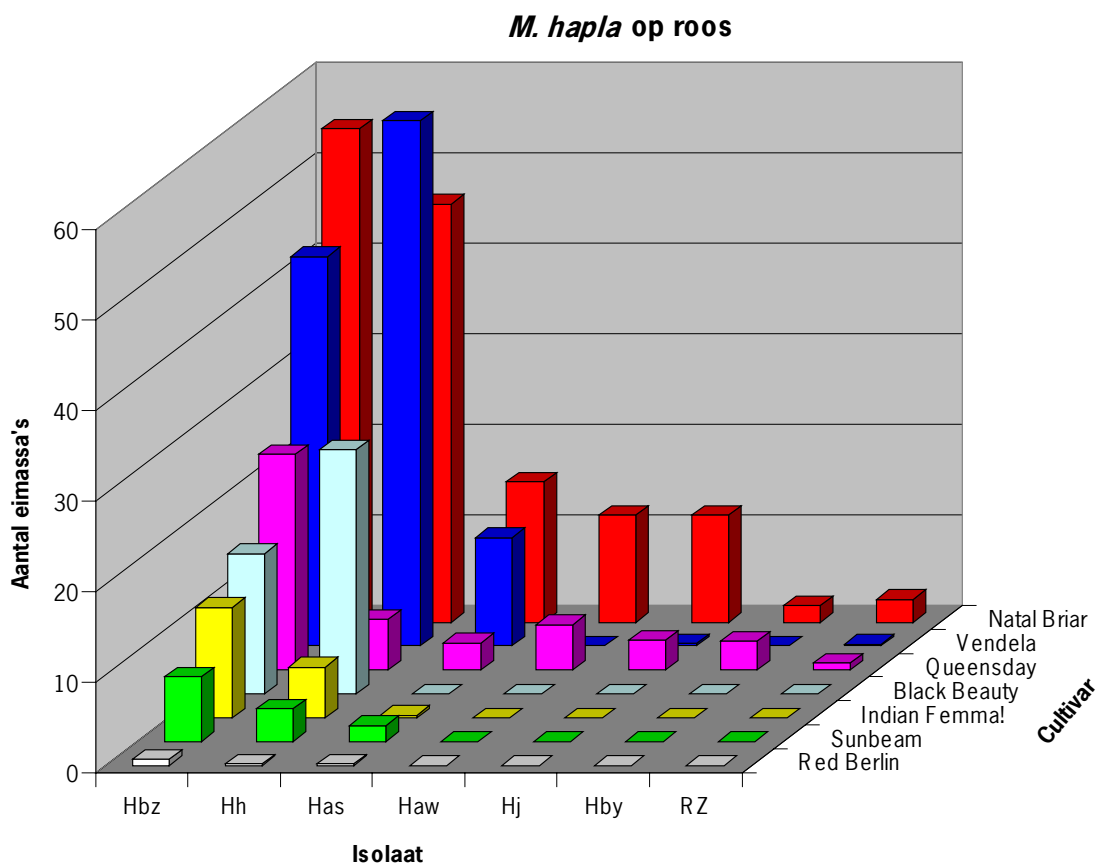
Afgaande op de isolaatgemiddelden waren Hbz en Hh het meest virulent, dat wil zeggen in staat om ziekteverschijnselen in de vorm van eimassa's te laten ontstaan. Beide isolaten waren in staat om alle rozencultivars en de onderstam aan te tasten, zij het in meer of mindere mate. Hby en RZ waren het minst virulent.

Tabel 4 - Gemiddelde aantallen eimassa's op de rozenonderstam Natal Briar, de rozencultivars Vendela, Queensday, Black Beauty, Indian Femma!, Sunbeam en Red Berlin, en het tomatenras Money-Maker negen weken na inoculatie met zeven *Meloidogyne hapla*-isolaten (n=6).

<i>M. hapla</i> -isolaat	Substraat	AANTAL EIMASSA'S PER PLANT								Isolaatgemiddelde (roos)
		Natal Briar	Vendela	Queensday	Black Beauty	Indian Femma!	Sunbeam	Red Berlin	Tomaat	
Hbz	zand ¹⁾	54,5	43,0	23,8	15,5	12,2	7,2	0,7	629 abc ²⁾	23,6
Hh	zand	46,2	58,0	5,6	27,0	5,6	3,6	0,2	449 c	20,9
Has	zand	15,5	12,0	3,0	0,0	0,3	1,8	0,2	742 ab	4,7
Haw	zand	11,8	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	830 a	2,7
Hj	zand	11,8	0,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	617 abc	2,2
Hby	zand	1,8	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	475 bc	0,7
RZ	zand	2,5	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	772 a	0,5
RZ	kokos	1,0	2,2	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	788 a	3,5
RZ	perliet	1,8	1,6	21,4	0,4	0,0	1,0	0,0	562 abc	3,7
Plantgemiddelde (zand)		20,9	17,4	6,4	6,1	2,6	1,8	0,2	638	

¹⁾ Zand = zand/perliet grof substraat (2 : 1).

²⁾ Gemiddelden in de kolom gevolgd door verschillende letters zijn significant verschillend ($P \leq 0,05$).



Figuur 2 - Gemiddelde aantallen eimassa's op rozenonderstam Natal Briar en de rozencultivars Vendela, Queensday, Black Beauty, Indian Femma!, Sunbeam en Red Berlin na inoculatie met zeven *Meloidogyne hapla*-isolaten in een zand/perliet-substraat (n=6).

Hoewel het isolaat RZ bij roos in het zand/perliet-substraat tot de minst virulente isolaten behoorde, heeft dit isolaat bij Queensday in kokos en perliet beduidend meer aantasting opgeleverd dan bij de andere rozen.

Van de geteste rozen is Queensday blijkbaar de enige die vatbaar is voor RZ, waarbij het substraat van invloed is op de vatbaarheid. Bij het zeer vatbare tomatenras Moneymaker zijn geen significante verschillen in aantallen eimassa's tussen de substraten waargenomen.

Vanwege de vele nulcores en de grote variatie tussen de herhalingen, wat leidde tot een grote variatie in de standaardafwijkingen (Bijlage 6), leenden de eimassa-tellingen van de rozen zich niet voor een verantwoorde statistische toetsing op significantie. De oorzaak van de grote variatie komt vermoedelijk doordat de tellingen niet in hetzelfde tijdsbestek zijn uitgevoerd. Zo zijn op het PPO in Aalsmeer de planten binnen één maand na het beëindigen van de proef verwerkt, terwijl op het PRI in Wageningen dit na twee tot zes maanden is gebeurd. Hoewel de planten vanaf het beëindigen van de proef tot aan het beoordelen bij 2°C hebben gestaan, is het verouderingsproces van de wortels vermoedelijk toch doorgegaan. In dat geval zijn er tijdens het wegspoelen van het substraat mogelijk wortels met eimassa's verloren gegaan.

Hoewel er geen verantwoorde statistische toetsing op significantie mogelijk was, kan toch gesteld worden dat de isolaten Hh en Hbz de meeste eimassa's hebben opgeleverd. Dit geldt met name voor de cultivar Vendela en de onderstam Natal Briar. Dat de isolaten Hh en Hbz het meest succesvol waren kan mogelijk te maken hebben met het feit dat beide isolaten tot het cytologische type B behoren (Tabel 2). Het cytologi

sche type geeft informatie over het aantal chromosomen en de wijze waarop de voortplanting plaatsvindt. Zo wordt bij *M. hapla* het cytologische type A gekenmerkt door 14-17 chromosomen en een facultatieve meiotische parthenogenetische voortplanting en het cytologische type B door 30-48 chromosomen en een mitotische parthenogenetische voortplanting. Van de andere geteste isolaten behoren er vier zeker tot het cytologische type A, terwijl het cytologische type van het RZ-isolaat niet bekend is, dat wil zeggen dat dit nooit is onderzocht. Dit kan betekenen dat op roos alleen het cytologische type B het goed doet.

3.3 Droog wortelgewichten

Aan het einde van de proef zijn behalve de eimassa's ook de droog wortelgewichten bepaald. Deze zouden kunnen worden gebruikt om het aantal eimassa's per gram droog wortelgewicht te berekenen. Dit is echter niet uitgevoerd, omdat de eimassa's bij de rozen geen beoordeling op significantie toelieten. Hierop wordt dan ook niet verder ingegaan. Wel wordt nog iets gezegd over de droog wortelgewichten zelf, welke zijn opgenomen in Tabel 5. Hierin zijn alleen voor beide randgemiddelden (plant- en isolaatgemiddelden) de significanties aangegeven.

Uit de isolaatgemiddelden in Tabel 5 blijkt dat de onbesmette rozen gemiddeld een significant hoger droog wortelgewicht hadden dan de aangetaste rozen, hetgeen een indicatie kan zijn voor de schadelijkheid van *M. hapla* bij roos. Worden de isolaatgemiddelden van de aangetaste rozen in het zand/perliet-substraat met elkaar vergeleken dan blijkt dat geen van de isolaten heeft geleid tot significant verschillende droog wortelgewichten. Dit geldt ook voor de drie substraten als deze onderling met elkaar worden vergeleken. Uit beoordeling van de plantgemiddelden blijkt dat Natal Briar, Vendela en Queensday de hoogste droog wortelgewichten hadden. Dit was ook tijdens het inoculeren het geval (Tabel 3). Black Beauty, Sunbeam en Red Berlin noteerden nu, evenals tijdens het inoculeren, significant de laagste plantgemiddelden. Rekening houdend met het feit dat Black Beauty en Queensday op het moment van inoculeren dertien dagen waren opgepot, wortelt Black Beauty minder goed dan Queensday.

Tabel 5 - Gemiddelde droog wortelgewichten van de rozenonderstam Natal Briar, de rozencultivars Vendela, Queensday, Black Beauty, Indian Femma!, Sunbeam en Red Berlin, en het tomatenras MoneyMaker negen weken na inoculatie met zeven *Meloidogyne hapla*-isolaten (n=6).

<i>M. hapla</i> - isolaat	Sub- straat	DROOG WORTELGEWICHT (g)								Isolaat- gemiddelde (roos)
		Natal Briar	Vendela	Queens- day	Black Beauty	Indian Femmal	Sun- beam	Red Berlin	Tomaat	
onbesmet	zand ¹⁾	7,3	8,0	6,4	4,6	6,9	5,4	6,7	7,1	6,6 a ²⁾
Hbz	zand	6,9	6,1	6,4	3,9	5,9	3,5	3,7	6,0	5,1 b
Hh	zand	5,9	5,0	5,2	3,2	4,3	2,9	4,6	5,4	4,6 bc
Has	zand	6,6	6,1	5,2	3,3	5,0	4,7	3,1	5,7	4,9 bc
Haw	zand	6,5	5,0	5,6	3,7	4,7	4,2	4,4	5,2	4,9 bc
Hj	zand	4,9	6,0	5,0	3,7	4,6	4,4	4,4	8,5	4,7 bc
Hby	zand	5,7	4,8	6,3	3,7	4,9	3,6	4,5	7,0	4,8 bc
RZ	zand	6,2	5,3	5,8	3,7	4,7	3,1	4,0	5,6	4,7 bc
RZ	kokos	5,7	6,2	4,9	4,7	5,2	3,5	3,0	10,4	4,7 bc
RZ	perliet	6,2	5,7	6,0	2,5	3,9	2,2	3,4	6,4	4,3 c
Plantgemiddelde (zand)		6,3 a ³⁾	5,8 ab	5,7 ab	3,7 d	5,1 bc	4,0 d	4,3 cd	6,3 a	

¹⁾ Zand = zand/perliet grof substraat (2 : 1).

²⁾ Worden de gemiddelden in de kolom gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ($P \leq 0,05$); L.s.d.=0,76.

³⁾ Worden de gemiddelden in de rij gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ($P \leq 0,05$); L.s.d.=0,81.

Resumerend kan worden gesteld dat de waardplantgeschiktheid van roos voor *M. hapla* afhankelijk is van

zowel de rozencultivar als het *M. hapla*-isolaat. Afhankelijkheid van de cultivar wil zeggen dat niet alle geteste cultivars even goede waardplanten zijn voor één bepaalde isolaat. Dit duidt op verschillen in resistentie tussen de cultivars. Afhankelijkheid van het *M. hapla*-isolaat wil zeggen dat niet alle isolaten dezelfde mate van aantasting veroorzaken bij één bepaalde cultivar. Dit kan te maken hebben met verschil in cytologische type tussen de isolaten.

- *Vervolgonderzoek*

Op basis van de resultaten van dit onderzoek komen voor vervolgonderzoek met het wortelknobbelaaltje *M. hapla* bij roos in kunstmatige substraten de volgende roos/isolaat-combinaties in aanmerking:

- Natal Briar/Hh
- Natal Briar/Hbz
- Vendela/Hh
- Vendela/Hbz

4 Conclusies

In een zand/perliet grof-substraat is de waardplantgeschiktheid getest van zes rozencultivars (Black Beauty, Indian Femma!, Queensday, Red Berlin, Sunbeam en Vendela) en een rozenonderstam (Natal Briar) voor zeven *M.hapla*-isolaten (Has, Haw, Hby, Hbz, Hh, Hj, en RZ). Dit is vergeleken met de waardplantgeschiktheid van het tomatenras Moneymaker. In drie substraten (zand/perliet grof, kokos en perliet fijn) is de waardplantgeschiktheid getest van alle genoemde rozen en tomaat voor het RZ-isolaat. Op basis van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- **In vergelijking met het tomatenras Moneymaker is roos een aanzienlijk minder goede waardplant voor *M. hapla*.**
- **Het lijkt erop dat de cultivars Vendela en de onderstam Natal Briar het meest vatbaar zijn, maar dan alleen voor de isolaten Hbz en Hh.**
- **Het substraat lijkt van invloed te zijn op de hoogte van de aantasting, waarbij in kokos en perliet fijn meer aantasting ontstaat dan in het zand/perliet grof-substraat.**

Literatuur

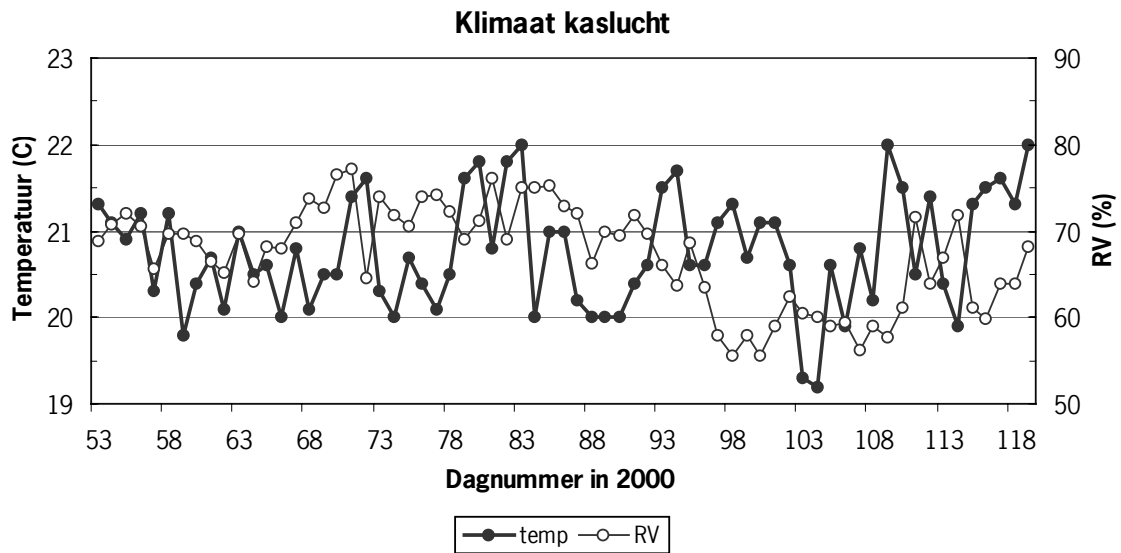
AMSING, J.J. 1992a. Onderzoek naar de schadegevoeligheid van roos, geteeld in steenwol, voor het wortelstelselaaltje *Pratylenchus vulnus*. *PBN Rapport 141*. (PBN: voormalige benaming voor PPO).

AMSING, J.J. 1992b. Aaltjes zijn bij roos in steenwol niet zonder gevaar: onderzoek naar schadelijkheid van *Pratylenchus vulnus*. *Vakblad voor de Bloemisterij 24*: 30-31.

Bijlage 1 Samenstelling voedingsoplossing

	STARTOPLOSSING (eerste 4 weken)	STANDAARDOPLOSSING (na 4 weken)
WAARDEN		
EC	2,00 mS/cm	1,60 mS/cm
pH	5,50 „	5,50 „
NO ₃ ⁻	11,95 mmol/liter	11,00 mmol/liter
SO ₄ ⁻	2,63 „	1,25 „
P ⁻	0,80 „	1,25 „
NH ₄ ⁻	1,40 „	1,50 „
K ⁺	4,90 „	4,50 „
Ca ⁺⁺	4,15 „	3,25 „
Mg ⁺⁺	1,70 „	1,125 „
Fe	30,0 μmol/liter	25,0 μmol/liter
B	25,0 „	20,0 „
Mn	5,0 „	5,0 „
Zn	3,5 „	3,5 „
Cu	1,5 „	0,75 „
Mo	1,0 „	0,50 „
RECEPT		
Nitrakal	0,103 ml/liter	0,189 ml/liter
Zwakaal	0,663 „	0,316 „
Amnitra	0,176 „	0,188 „
Calsal	0,887 „	0,694 „
Magnitra	0,193 „	0,185 „
BFK	0,236 „	0,368 „
Baskaal	0,288 „	0,135 „
FeDTPA	0,750 ml/liter	0,625 ml/liter
Borium	1,000 „	0,800 „
Mangaan	0,500 „	0,500 „
Zink	0,700 „	0,700 „
Koper/Mo	1,000 „	0,500 „

Bijlage 2 Etmaaltemperatuur en RV



Figuur 3 - Etmaaltemperaturen kaslucht (gemiddeld: 20,8°C, min.: 19,2°C en max.: 22,0°C) en relatieve luchtvochtigheid RV (gemiddeld: 67%, min.: 56% en max.: 77%).

Bijlage 3 Proefveldschema

Tabel 6 - Proefveldschema: 13 bedden, 12 goten/bed (inclusief randgoten) en 4 planten/goot. Totaal: 520 experimentele eenheden à 1 plant.

Goot	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	
10	37 -- 40	77 -- 80	117 -- 120	157 -- 160	197 -- 200	237 -- 240	277 -- 280	317 -- 320	357 -- 360	397 -- 400	437 -- 440	477 -- 480	Perliet fijn nrs. 481 t/m 520 (5 herh.) Popul. nr. 8: RZ	
9	33 -- 36	73 -- 76	113 -- 116	153 -- 156	193 -- 196	233 -- 236	273 -- 276	313 -- 316	353 -- 356	393 -- 396	433 -- 436	473 -- 476		
8	29 -- 32	69 -- 72	109 -- 112	149 -- 152	189 -- 192	229 -- 232	269 -- 272	309 -- 312	349 -- 352	389 -- 392	429 -- 432	469 -- 472		
7	25 -- 28	65 -- 68	105 -- 108	145 -- 148	185 -- 188	225 -- 228	265 -- 268	305 -- 308	345 -- 348	385 -- 388	425 -- 428	465 -- 468		
6	21 -- 24 Herh. II	61 -- 64	101 -- 104	141 -- 144	181 -- 184 Herh. IV	221 -- 224	261 -- 264	301 -- 304	341 -- 344 Herh. VI	381 -- 384	421 -- 424	461 -- 464		
5	17 -- 20	57 -- 60	97 -- 100	137 -- 140	177 -- 180	217 -- 220	257 -- 260	297 -- 300	337 -- 340	377 -- 380	417 -- 420	457 -- 460		
4	13 -- 16	53 -- 56	93 -- 96	133 -- 136	173 -- 176	213 -- 216	253 -- 256	293 -- 296	333 -- 336	373 -- 376	413 -- 416	453 -- 456		
3	9 -- 12	49 -- 52	89 -- 92	129 -- 132	169 -- 172	209 -- 212	249 -- 252	289 -- 292	329 -- 332	369 -- 372	409 -- 412	449 -- 452		
2	5 -- 8	45 -- 48	85 -- 88	125 -- 128	165 -- 168	205 -- 208	245 -- 248	285 -- 288	325 -- 328	365 -- 368	405 -- 408	445 -- 448		
1	1 -- 4 Herh. I	41 -- 44	81 -- 84	121 -- 124	161 -- 164 Herh. III	201 -- 204	241 -- 244	281 -- 284	321 -- 324 Herh. V	361 -- 364	401 -- 404	441 -- 444		
	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij	randrij		randrij
	Bed 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13

Bijlage 4 Behandeling- en lotingschema

Tabel 7 - Behandeling- en lotingschema (veldnummers).

BEHANDELING ¹⁾					VELDNUMMER					
Nr.	Isolaat ²⁾	Plant	Code	Etiket	Herh. I	II	III	IV	V	VI
1.	onbesmet	Natal Briar	ON	groen	86	153	220	318	329	385
2.	onbesmet	Red Berlin	OR	groen	84	78	297	236	368	436
3.	onbesmet	Vendela	OV	groen	57	67	257	222	411	431
4.	onbesmet	Indian Femma	OI	groen	137	23	243	305	409	348
5.	onbesmet	Sunbeam	OS	groen	3	103	244	274	460	426
6.	onbesmet	Black Beauty	OB	groen	125	145	260	265	323	437
7.	onbesmet	Queensday	OQ	groen	10	21	247	306	372	395
8.	onbesmet	Tomaat	OT	groen	90	39	285	310	375	341
9.	1	Natal Briar	1N	wit	12	152	283	200	338	345
10.	1	Red Berlin	1R	wit	50	115	165	191	457	430
11.	1	Vendela	1V	wit	52	117	214	233	331	440
12.	1	Indian Femma	1I	wit	83	31	175	319	413	342
13.	1	Sunbeam	1S	wit	82	71	246	197	456	472
14.	1	Black Beauty	1B	wit	100	38	241	302	404	360
15.	1	Queensday	1Q	wit	56	116	178	239	363	386
16.	1	Tomaat	1T	wit	140	109	250	262	326	468
17.	2	Natal Briar	2N	geel	17	66	258	308	441	396
18.	2	Red Berlin	2R	geel	42	27	177	198	340	422
19.	2	Vendela	2V	geel	99	76	173	279	449	394
20.	2	Indian Femma	2I	geel	5	107	162	199	410	421
21.	2	Sunbeam	2S	geel	44	73	248	185	401	393
22.	2	Black Beauty	2B	geel	136	40	300	307	454	398
23.	2	Queensday	2Q	geel	122	104	242	188	328	382
24.	2	Tomaat	2T	geel	15	141	293	195	403	424
25.	3	Natal Briar	3N	paars	88	75	252	268	417	476
26.	3	Red Berlin	3R	paars	4	146	172	315	373	435
27.	3	Vendela	3V	paars	53	155	208	187	333	428
28.	3	Indian Femma	3I	paars	138	144	176	192	405	433
29.	3	Sunbeam	3S	paars	43	28	163	183	335	352
30.	3	Black Beauty	3B	paars	8	147	281	237	407	434
31.	3	Queensday	3Q	paars	59	160	169	273	322	389
32.	3	Tomaat	3T	paars	133	35	288	193	336	469
33.	4	Natal Briar	4N	rood	128	159	179	270	332	384
34.	4	Red Berlin	4R	rood	95	112	298	226	448	351
35.	4	Vendela	4V	rood	93	154	164	231	402	474
36.	4	Indian Femma	4I	rood	98	29	167	280	364	387
37.	4	Sunbeam	4S	rood	134	24	299	317	414	388
38.	4	Black Beauty	4B	rood	126	143	168	229	367	470
39.	4	Queensday	4Q	rood	1	101	296	269	374	347
40.	4	Tomaat	4T	rood	123	119	171	196	406	438

Vervolg Tabel 7.

BEHANDELING ¹⁾					VELDNUMMER					
Nr.	Isolaat	Plant	Code	Etiket	Herh. I	II	III	IV	V	VI
41.	5	Natal Briar	5N	blauw	20	70	166	316	376	359
42.	5	Red Berlin	5R	blauw	127	110	203	278	419	381
43.	5	Vendela	5V	blauw	41	106	206	267	324	350
44.	5	Indian Femma	5I	blauw	91	114	161	304	412	466
45.	5	Sunbeam	5S	blauw	130	61	245	181	380	349
46.	5	Black Beauty	5B	blauw	94	156	289	272	444	439
47.	5	Queensday	5Q	blauw	7	105	215	303	370	353
48.	5	Tomaat	5T	blauw	18	120	287	238	451	397
49.	6	Natal Briar	6N	roze	131	148	292	301	379	400
50.	6	Red Berlin	6R	roze	48	64	284	194	362	391
51.	6	Vendela	6V	roze	9	37	174	276	339	462
52.	6	Indian Femma	6I	roze	6	36	295	266	408	357
53.	6	Sunbeam	6S	roze	92	33	290	264	361	383
54.	6	Black Beauty	6B	roze	87	118	291	312	330	423
55.	6	Queensday	6Q	roze	121	26	282	263	327	346
56.	6	Tomaat	6T	roze	85	149	251	230	447	425
57.	7	Natal Briar	7N	bruin	135	63	255	309	366	354
58.	7	Red Berlin	7R	bruin	81	30	253	311	416	356
59.	7	Vendela	7V	bruin	129	151	256	235	415	480
60.	7	Indian Femma	7I	bruin	11	108	249	275	452	429
61.	7	Sunbeam	7S	bruin	14	157	294	190	378	475
62.	7	Black Beauty	7B	bruin	16	79	213	261	325	392
63.	7	Queensday	7Q	bruin	97	34	211	271	420	344
64.	7	Tomaat	7T	bruin	139	111	180	221	418	427
65.	8	Natal Briar	8N	oranje	13	32	259	184	334	432
66.	8	Red Berlin	8R	oranje	124	113	218	320	377	399
67.	8	Vendela	8V	oranje	19	150	254	186	365	390
68.	8	Indian Femma	8I	oranje	49	102	219	182	337	358
69.	8	Sunbeam	8S	oranje	2	22	212	313	321	343
70.	8	Black Beauty	8B	oranje	132	142	202	314	369	464
71.	8	Queensday	8Q	oranje	89	25	286	189	443	461
72.	8	Tomaat	8T	oranje	96	158	170	277	371	355
73.	8	Natal Briar	8NC	oranje	47	62	205	225	446	473
74.	8	Red Berlin	8RC	oranje	51	68	209	228	445	467
75.	8	Vendela	8VC	oranje	55	80	207	240	442	463
76.	8	Indian Femma	8IC	oranje	58	72	201	224	458	478
77.	8	Sunbeam	8SC	oranje	46	77	216	223	459	465
78.	8	Black Beauty	8BC	oranje	54	74	204	234	453	471
79.	8	Queensday	8QC	oranje	60	65	210	227	450	477
80.	8	Tomaat	8TC	oranje	45	69	217	232	455	479

¹⁾ Behandeling 1 t/m 72: zilverzand +perliet grof (2 : 1)

 : niet geïnoculeerd.

Behandeling 73 t/m 80: kokos

²⁾ *M. hapla* isolaat nr. 1 t/m 6: PRI, Wageningen; nr. 8: RZ Research, Metslawier

Bijlage 5 Wortelkarakteristieken

Tabel 8 - Wortelkarakteristieken van roos en tomaat in zand/perliet grof nr. 3 (2:1), kokos en perliet fijn nr.1 op het moment van inoculeren, berekend over respectievelijk 6, 1 en 1 herhalingen.

Plant	Oppotduur (dagen)	WORTELVOLUME (ml)		
		Zand/perliet	Kokos	Perliet fijn
Red Berlin	5	2,5 (0,8) ¹⁾	3	2
Sunbeam	5	3,0 (0,9)	6	1
Black Beauty	13	2,8 (0,4)	3	3
Queensday	13	5,5 (1,9)	10	12
Tomaat	13	5,3 (2,3)	10	4
Indian Femmal	20	5,8 (0,8)	6	14
Nata Briar	20	5,5 (2,1)	4	- ²⁾
Vendela	20	5,0 (2,0)	5	5

Plant	Oppotduur (dagen)	VERS WORTELGEWICHT (g)		
		Zand/perliet	Kokos	Perliet fijn
Red Berlin	5	1,4 (0,3) ¹⁾	1,1	0,8
Sunbeam	5	2,0 (0,5)	4,3	0,9
Black Beauty	13	2,2 (0,4)	2,1	1,8
Queensday	13	3,5 (1,0)	8,1	9,0
Tomaat	13	2,5 (1,1)	2,8	2,6
Indian Femmal	20	3,8 (0,4)	2,5	8,5
Nata Briar	20	3,2 (0,9)	3,1	- ²⁾
Vendela	20	3,6 (1,8)	3,8	2,4

Plant	Oppotduur (dagen)	DROOG WORTELGEWICHT (g)		
		Zand/perliet	Kokos	Perliet fijn
Red Berlin	5	0,16 (0,06) ¹⁾	0,16	0,08
Sunbeam	5	0,25 (0,09)	0,42	0,11
Black Beauty	13	0,24 (0,03)	0,32	0,24
Queensday	13	0,33 (0,11)	0,72	0,93
Tomaat	13	0,23 (0,08)	0,19	0,16
Indian Femmal	20	0,34 (0,06)	0,37	1,02
Nata Briar	20	0,40 (0,07)	0,27	- ²⁾
Vendela	20	0,36 (0,17)	0,29	0,29

Plant	Oppotduur (dagen)	WORTELKLASSE ³⁾		
		Zand/perliet	Kokos	Perliet fijn
Red Berlin	5	1,3 (0,5) ¹⁾	2,0	1,0
Sunbeam	5	1,0 (0,0)	3,0	1,0
Black Beauty	13	1,3 (0,5)	1,0	1,0
Queensday	13	2,7 (0,5)	4,0	4,0
Tomaat	13	2,3 (0,8)	2,0	3,0
Indian Femmal	20	2,8 (0,4)	3,5	5,0
Nata Briar	20	2,8 (0,4)	2,5	- ²⁾
Vendela	20	2,5 (0,8)	3,0	2,0

¹⁾ Standaardafwijking tussen haakjes.

²⁾ Geen plant aanwezig.

³⁾ Wortelklasse 1=1-50, 2=51-100, 3=101-200, 4=201-300 en 5=301-400 wortelpuntjes per plant.

Bijlage 6 Standaardafwijking eimassa's

Tabel 9 - Standaardafwijkingen in de gemiddelde aantallen eimassa's op de rozenonderstam Natal Briar, de rozencultivars Vendela, Queensday, Black Beauty, Indian Femma!, Sunbeam en Red Berlin, en het tomatenras Moneymaker negen weken na inoculatie met zeven *Meloidogyne hapla*-isolaten (n=6).

<i>M. hapla</i> - isolaat	Sub- straat	STANDAARDAFWIJKING (eimassa's per plant)							
		Natal Briar	Vendela	Queens- day	Black Beauty	Indian Femmal	Sun- beam	Red Berlin	Tomaat
Hbz	zand	41,7	46,9	33,6	20,3	9,4	8,5	1,2	407
Hh	zand	44,3	77,3	12,0	43,3	5,5	5,0	0,4	332
Has	zand	22,3	20,0	4,7	0,0	0,8	3,6	0,4	248
Haw	zand	13,2	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	272
Hj	zand	17,2	0,8	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	270
Hby	zand	3,5	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	378
RZ	zand	5,6	0,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	228
RZ	kokos	1,3	2,3	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	195
RZ	perliet	1,1	1,7	3,4	0,5	0,0	1,4	0,0	487