

Populatieontwikkeling en schadelijkheid van *Meloidogyne hapla* bij roos in substraten

Substraten: kokos, perliet en steenwolmatten

Loes Stapel-Cuijpers, Jan Amsing, Nièves García,
Martijn de Jongh en Conny de Jong-Lanser

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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 Interne publicatie



Dit onderzoek is gefinancierd door Productschap Tuinbouw

Projectnummer: 4110 3169

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
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
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
1.1 Probleemstelling.....	7
1.2 Doelstelling	7
2 PRAKTIJKINVENTARISATIE	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Resultaten.....	9
2.2.1 Meewerkende bedrijven.....	9
2.2.2 Cultivars.....	9
2.2.3 Uitgangsmateriaal.....	9
2.2.4 Substraat	9
2.2.5 Leeftijd van de planten	10
2.2.6 Aantasting met aaltjes.....	10
2.2.7 Schade	10
2.2.8 Gietwater	10
2.2.9 Filtratie / ontsmetting van het recirculatiewater	11
2.2.10 Gebruik van chemische middelen.....	11
2.3 Conclusies	11
3 POPULATIEONTWIKKELING EN SCHADE	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Materiaal en methoden.....	13
3.2.1 Teeltsysteem en planten.....	13
3.2.2 Inoculatie en proefopzet.....	13
3.2.3 Populatieontwikkeling en schade	14
3.2.4 Statistische verwerking	15
3.3 Resultaten.....	16
3.3.1 Klimaatrealisatie	16
3.3.2 Populatieontwikkeling	16
3.3.3 Schade	18
3.4 Conclusies en discussie	20
LITERATUUR.....	23
BIJLAGE 1 VRAGENFORMULIER ENQUÊTE.....	25
BIJLAGE 2 SAMENVATTING ENQUÊTES IN TABEL.....	27
BIJLAGE 3 OVERZICHT PROEFVELD IN KAS L307	31
BIJLAGE 4 VOEDINGSOPLOSSING	33
BIJLAGE 5 KLIMAATGEGEVENS.....	35
BIJLAGE 6 WORTELKNOBBELINDEX	37

Samenvatting

INVENTARISATIE OP PRAKTIJKBEDRIJVEN

• **Inleiding**

Onder dertig telers van kasrozen op substraat is een telefonische enquête gehouden om na te gaan of er mogelijke relaties zijn tussen aaltjesaantastingen en het substraat waarin wordt geteeld. Informatie is ingewonnen over de geteelde cultivars, soorten uitgangsmateriaal, vermeerderders, gebruikte substraten, plantdata, soorten en aantallen wortelaaltjes, bemonsteringen, hoogte van eventuele schade, soorten gietwater, recirculatie en ontsmetting drainwater, gebruik van bestrijdingsmiddelen.

• **Resultaten**

In 74 afdelingen werden 34 verschillende cultivars geteeld, de meeste op eigen wortel. In twaalf gevallen was de cultivar op de onderstam Natal Briar geënt. Het plantmateriaal werd betrokken van zeven vermeerderders. Gebruikte substraten: steenwol (46x), kokos (16x) en perliet (5x), glaswol (1x) en puimsteen (1x). Het plantjaar lag tussen 1997 en 2003. In 33 afdelingen is via bemonsteringen de aanwezigheid van wortelaaltjes vastgesteld: 31x *Meloidogyne hapla* en 2x *Pratylenchus penetrans*, variërend van enkele aaltjes tot een paar duizend aaltjes per 10 g wortels. Geschatte schade: 0% tot 30%. Als gietwater werd op 29 bedrijven regenwater gebruikt (2x ontsmet) en op één bedrijf slootwater (niet ontsmet). Recirculatiewater werd op 25 bedrijven behandeld: 11x verhitser, 6x UV, 5x zand- en lavafilter, 1x biofilter, 1x zeeffiltratie en 1x Ozomatic. Op twee bedrijven werd het recirculatiewater niet ontsmet. Bestrijding van aaltjes in het substraat geeft wisselende resultaten.

• **Conclusie**

In de praktijk zijn geen eenduidige relaties tussen enerzijds het soort substraat en anderzijds de aaltjesaantastingen en de schadelijkheid daarvan.

POPULATIEONTWIKKELING EN SCHADE

• **Inleiding**

In een twee jaar durende proef met stekken van de rozencultivar Vendela is nagegaan in welke mate het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* zich in de wortels en het drainwater ontwikkelt en tot welke schade dit leidt in relatie tot de substraten kokos, perliet en steenwolmatten. Drie weken na het planten zijn de substraten kunstmatig besmet met 19.000 J2 van *M. hapla*-isolaat Hbz per plant. Het drainwater is maandelijks bemonsterd op *M. hapla* en de wortels driemaandelijks. De schadelijkheid is bepaald op basis van de bloemproductie: aantal geogste bloemtakken en lengte en gewicht van de bloemtakken.

• **Resultaten**

M. hapla heeft zich in de wortels bij alle drie substraten nagenoeg even goed ontwikkeld. Twaalf maanden na inoculatie bereikten de aaltjespopulaties hun maxima van 18.000, 25.000 en 28.000 J2 van *M. hapla* per 10 g wortels in respectievelijk steenwol, perliet en kokos. Daarna namen de populaties continu af. In het drainwater vertoonde kokos een sterk fluctuerende populatieontwikkeling met pieken van meer dan 4000 wortelknobbelaaltjes per liter drainwater. In het drainwater van perliet en steenwol werden nauwelijks waarden hoger dan 1000 aaltjes per liter waargenomen.

In perliet, kokos en steenwol produceerden de aangetaste rozen respectievelijk 1%, 3%, en 8% minder bloemtakken dan de niet-aangetaste rozen. Maar deze reducties waren niet significant.

In geen van de substraten werd de lengte van de bloemtakken negatief beïnvloed door de aantasting. Het gewicht van de bloemtakken ondervond wel schade, met significante gewichtsreducties van 3% en 4% in respectievelijk perliet en kokos. In steenwolmatten was de 4% gewichtsreductie niet significant.

• **Conclusie**

Het Hbz-isolaat van het wortelknobbelaaltje *M. hapla* ontwikkelt zich bij de rozencultivar Vendela, geteeld in kokos, perliet en steenwolmatten, nagenoeg even goed en is niet of nauwelijks schadelijk. Op grond hiervan luidt de conclusie dat in geval van het *M. hapla*-isolaat Hbz en de cultivar Vendela geen van de drie substraten de voorkeur heeft of moet worden ontraden. Opmerking: Voor andere isolaten of cultivars kan dit anders liggen.

Summary

SURVEY ON ROSE-COMPANIES

• **Introduction**

Thirty growers of glasshouse roses in soilless media were interviewed about the relationship between nematode infections and the type of substrate in their companies. Information was gathered about the grown cultivars, type of planting-material, propagators, substrates, planting dates, number and species of root-nematodes, samples, damage, type of inlet water, disinfestation of re-used drainage water, and use of chemicals to control nematodes.

• **Results**

In 74 sections 34 rose cultivars were grown. Type of planting-material: mostly as cuttings, 12x the root-stock Natal Briar. Seven propagators supplied the plants. Type of substrate: rockwool (46x), cocopeat (16x), perlite (5x), glasswool (1x) and pumice (1x). Planting-dates: 1997–2003. In 33 sections samples proved the presence of root-nematodes: 31x *Meloidogyne hapla* and 2x *Pratylenchus penetrans*. The numbers of nematodes varied from a few up to some thousands nematodes per 10 g of roots. Estimated damage: 0–30%. Inlet-water: 29x rainwater (2x disinfested) and 1x ditch-water (not disinfested). Treated re-used drainage water: 11x heating, 6x UV-radiation, 5x sand- or lava-filtration, 1x bio-filtration, 1x sieve-filtration and 1x Ozomatic. Non treated re-used drainage water: 2x. Nematodes are controlled to little purpose by different (non)-chemicals.

• **Conclusion**

No clear relationship could be established between the type of substrate and the number of nematodes and its damage.

POPULATION DYNAMICS AND DAMAGE

• **Introduction**

In a 2-year-experiment with rose-cuttings, cultivar Vendela, population dynamics of the northern root-knot nematode *Meloidogyne hapla* in roots and drainage water and its damage were determined in relation to soilless media: cocopeat, perlite and rockwool. Three weeks after planting each plant was inoculated with 19.000 J2 of *M. hapla*, isolate Hbz. Drainage water was sampled monthly and the roots quarterly. Damage of *M. hapla* was determined on account of the cumulative number of harvested rose-flowers, their length and weight.

• **Results**

The population of *M. hapla* in the roots developed almost equally well in all three substrates. One year after inoculation the populations reached maximum numbers of 18,000; 25,000 and 28,000 J2 of *M. hapla* per 10 g of roots in rockwool, perlite and cocopeat, respectively. Thereafter all populations decreased continuously. In drainage water of cocopeat the population fluctuated strongly with peaks of more than 4,000 J2 of *M. hapla* per liter, whereas the populations on perlite and rockwool developed rather smoothly and did not reach numbers above 1,000 J2 of *M. hapla* per liter of drainage water.

In perlite, cocopeat and rockwool the *M. hapla*-infested plants cumulatively produced 1%, 3% and 8% less roses than the non-infested plants. However, these reductions were not significant. In none of the substrates the length of the roses was negatively influenced by the nematodes. In perlite and cocopeat the weight of the roses was significantly reduced by 3% and 4%, respectively, whereas the weight reduction of 4% in the roses on rockwool was not significant.

• **Conclusion**

The Hbz-isolate of the root-knot nematode *M. hapla* developed almost equally well on the rose-cultivar Vendela, grown in cocopeat, perlite and rockwool and was not or hardly harmful. With regard to this it can be concluded that in case of *M. hapla*-isolate Hbz and the rose-cultivar Vendela none of the three tested substrates should be preferred or dissuaded. Remark: In case of other isolates or cultivars this could be different.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de teelt van roos in kunstmatige substraten wordt de laatste jaren steeds vaker het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* aangetroffen. Hiervoor is geen goede bestrijding aanwezig. Mogelijk kunnen aanpassingen in de teeltomstandigheden enig soelaas bieden om de aantasting en daarmee schade te verminderen. Er zijn aanwijzingen dat het type substraat een belangrijke factor is in het totstandkomen van aantasting. Zo bleek uit bestrijdingsonderzoek met *M. hapla* bij roos (Stapel *et al.*, 2002) dat bij de besmette onbehandelde planten in kokos veel meer J2's van *M. hapla* werden gevonden dan besmette onbehandelde planten in perliet. Maar ook de hoeveelheid watergift en daaraan gerelateerd de hoeveelheid drain zou hierop van invloed kunnen zijn.

1.2 Doelstelling

Onderzoek naar de mate waarin het soort substraat van invloed is op de populatieontwikkeling en schadelijkheid van het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* bij roos. Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen. In het eerste gedeelte is via een inventarisatie op praktijkbedrijven gekeken naar mogelijke verschillen in aantasting tussen verschillende substraten. Het tweede deel bestond uit een proef om te onderzoeken welke substraten het minst geschikt zijn voor *M. hapla* om bij roos tot aantasting te komen en de geringste gewasschade geeft.

2 Praktijkinventarisatie

2.1 Inleiding

Voorafgaand aan de praktijkinventarisatie, naar mogelijke relaties tussen aaltjesaantastingen en het soort substraat, zijn negen telers die op perliet telen gebeld en gevraagd naar hun ervaringen met aaltjes. Deze telefoongesprekken wekten de indruk dat op perliet geen aaltjesaantastingen voorkwamen.

Parallel aan het onderzoek naar de ontwikkeling van aaltjes op de drie meest voorkomende substraten, is een iets uitgebreidere telefonische enquête uitgevoerd onder dertig rozentelers. Hiervan waren er tien willekeurig gekozen. Van de andere twintig geïnterviewde telers was ons bekend dat ze nu of in een recent verleden met een aantasting te maken hebben gehad. Voor het voeren van deze gesprekken is gebruik gemaakt van een reeks vragen en een antwoordformulier (Bijlage 1). De informatie uit deze enquêtes is verwerkt tot algemeenheden en bijzonderheden en is schematisch weergegeven in een tabel (Bijlage 2). Hieronder worden de opmerkelijkste zaken uit deze serie gesprekken besproken.

2.2 Resultaten

2.2.1 Meewerkende bedrijven

Er zijn dertig gesprekken met rozentelers gevoerd. Deze hebben informatie opgeleverd over 74 afdelingen verdeeld over 31 bedrijven. Slechts een teler wilde niet meewerken aan het onderzoek door gebrek aan tijd en geen aaltjesproblemen. Alle overige telers hebben zeer enthousiast meegewerkt.

2.2.2 Cultivars

In de 74 afdelingen werden in totaal 34 verschillende soorten geteeld. In twee afdelingen werd een grote diversiteit aan soorten geteeld. Van de 34 soorten waren er slechts twee kleinbloemig. In drie afdelingen werden trosrozen geteeld. De rest van het assortiment bestond uit middelgroot- en grootbloemige soorten.

2.2.3 Uitgangsmateriaal

De overgrote meerderheid van de rozen was vermeerderd uit stek. In slechts twaalf afdelingen stonden rozen op een onderstam. De gebruikte onderstam was in alle gevallen Natal Briar. Het uitgangsmateriaal was afkomstig van zeven verschillende vermeerderingsbedrijven.

2.2.4 Substraat

Steenwol is het meest gebruikte substraat door de geïnterviewde telers. In maar liefst 46 afdelingen stonden de rozen op dit substraat. Kokos werd gebruikt in zestien afdelingen en in slechts vijf afdelingen werd op perliet geteeld. Ook vonden wij één afdeling waar puimsteen als substraat werd gebruikt en één afdeling met glaswol.

2.2.5 Leeftijd van de planten

Het plantjaar lag tussen 1997 en 2003 (1 trossort in 1995); 36 afdelingen waren geplant in 2000 of later. Diverse telers waren voornemens om in totaal twaalf afdelingen met rozen ouder dan vier jaar in de loop van 2003 te gaan vervangen.

2.2.6 Aantasting met aaltjes

Van de 74 afdelingen blijken in 33 afdelingen aaltjes aanwezig te zijn. Dit was informatie die de telers via wortel- of drainwateranalyses hadden verkregen. In twee afdelingen bleek het te gaan om *Pratylenchus penetrans* en in de resterende 31 afdelingen om *Meloidogyne hapla*. Het aantastingsniveau (indien bekend) varieerde van enkele aaltjes tot een paar duizend aaltjes per 10 gram wortels.

Van 22 afdelingen was het bekend dat de rozen niet door aaltjes waren aangetast. Soms was dit gebleken uit recente analyses (minder dan een ½ jaar oud). In andere gevallen dateerde de laatste analyse van meer dan anderhalf jaar terug, omdat de teler niet de gewoonte had routinematig een analyse te laten uitvoeren en geen aanleiding heeft gehad om tussendoor een aaltjesmonster te nemen. Verrassend was het feit dat van 19 afdelingen niet bekend is of er een aantasting is omdat nooit een analyse is uitgevoerd. Dit kon zijn omdat de teler “geen reden had tot het nemen van een monster” of, zoals twee perliet telers beweerden, “omdat er geen aaltjes op perliet voorkomen”. Daarentegen waren er vier telers die met een vaste regelmaat monsters van de wortels lieten analyseren. Dit gebeurde tweewekelijks (één teler), maandelijks (twee telers) of zeswekelijks (één teler). Het ging hier om een preventieve screening van de wortels op allerlei mogelijke pathogenen, waaronder aaltjes.

2.2.7 Schade

Telers waarvan het bekend was dat ze een aaltjesaantasting hadden, waren zeer verdeeld in hun beleving van de schade die ze aan de aaltjes toeschrijven. Zes telers ondervonden weinig schade als gevolg van de aaltjesaantasting. Drie telers waren er zeker van geen schade van aaltjes te ondervinden.

Onder de telers die duidelijk schade ondervinden, hadden de belangrijkste klachten te maken met kwaliteitsverlies. De aaltjesaantasting zorgde volgens hen voor kortere en/of dunnere, slappere takken, waarbij een teler ook bladverbranding en een andere krullende bladeren bij mooie weer had waargenomen. Drie telers noemden ook een duidelijk productieverlies; twee ervan durfden het verlies te kwantificeren als 25 % (één teler) en 30% (een andere teler) als gevolg van een aaltjesaantasting. Er was ook een teler die zijn kwaliteit- en productieverlies in geld uitdrukte: hij verdiende € 20,00 per vierkante meter minder sinds hij aaltjes op zijn bedrijf had.

2.2.8 Gietwater

De meeste bedrijven (29) gebruikten regenwater dat in bassins werd verzameld. Slechts twee bedrijven ontsmetten het gietwater: de één deed dit met behulp van een UV-systeem, de ander maakte gebruik van omgekeerde osmose. Jammer genoeg was bij het bedrijf die het uitgangswater ontsmette met behulp van UV-straling niet bekend of er een aaltjesaantasting was omdat de teler nooit een monster had genomen. De teler die gebruik maakte van omgekeerde osmose had wel aaltjes op zijn bedrijf.

Ook was er een bedrijf dat uitsluitend slotwater gebruikte als gietwater. Dit water werd niet ontsmet. Als het bassin leeg raakt of dreigt leeg te raken, werden alternatieven voor het gietwater gebruikt. Dit kon zijn: leidingwater, bronwater (in dit geval werd het vaak eerst via omgekeerde osmose behandeld), maar ook in een aantal gevallen slotwater. Er waren twee bedrijven die slechts één keer gebruikt hadden gemaakt van niet-ontsmet slotwater en daaraan de oorzaak van de aantasting toeschreven. Hun theorie wordt weer tegengesproken door een teler die ook incidenteel gebruik maakte van slotwater maar waar geen aaltjesaantasting is geconstateerd.

2.2.9 Filtratie / ontsmetting van het recirculatiewater

Ook op de vragen met betrekking tot filtratie en ontsmetting van het recirculatiewater waren de antwoorden zeer divers. Hoewel alle geïnterviewde telers het overtollige drainwater recirculeren, zijn er twee telers die het recirculatiewater niet ontsmetten, vijf telers maakten gebruik van een zandfilter of een lavafilter. Van deze filters is bekend dat ze aaltjes onvoldoende tegenhouden. Bijna alle telers die niet ontsmetten, wisten niet of ze aaltjes hadden. Op de twee bedrijven waar niet werd ontsmet, maar waar wel een aantasting was vastgesteld, werd overwogen een ontsmetter aan te schaffen.

Er was ook een teler die een zelfontworpen roestvrijstalen zevensysteem in gebruik had als "aaltjesfilter". Hij had voor en op verschillende momenten na het in gebruik nemen van deze vorm van aaltjesfiltratie monsters van het drainwater laten analyseren. Het resultaat was een duidelijke afname in aantallen aaltjes. Tevens was er een teler die een zogenaamde "biofilter met zuurstofverrijking" in gebruik had voor het filtreren van zijn recirculatiewater. Desondanks had hij een duidelijke aaltjesaantasting, maar ondervond volgens hem geen schade.

Op achttien bedrijven werd het recirculatiewater ontsmet. Dit waren ontsmetters op basis van ozon, ultraviolet licht (lage en hoge druk UV) en verhitting. De meest voorkomende methode was verhitting (11 bedrijven), gevolgd door UV-straling (6). Eén bedrijf was in het bezit van een Ozomatic. Het in gebruik hebben van een ontsmetter lijkt helaas geen garantie te bieden om aaltjesvrij te kunnen zijn. Bij twee van de bedrijven leek dit wel samen te gaan. Deze twee bedrijven laten regelmatig aaltjesanalyses uitvoeren en waren aaltjesvrij. Het ene bedrijf gebruikt een verhitter, het andere een Ozomatic (Bijlage 2).

Opvallend is dat vijf bedrijven die aanvankelijk over een zand- of lavafilter beschikten en na het constateren van een aantasting een verhitter hadden aangeschaft, de verspreiding ervan naar nieuwe teelten hadden weten te voorkomen.

2.2.10 Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen

In hun wanhoop grijpen telers, die te maken hebben met een aaltjesaantasting en daarvan schade ondervinden, naar allerlei middelen om van de aaltjes af te komen. Populair zijn GNO-middelen op basis van chitine en de zogenaamde "plantversterkers" en "wortelbehandelingsmiddelen" als kaliumfosfiet, Plantalium, Biote-ne en Aliette (schimmelbestrijdingsmiddel).

Twee telers maakten gebruik van het desinfectiemiddel "Antiblok", waarvan ze veronderstellen dat het ook aaltjes doodt. Het resultaat is echter onduidelijk: de ene teler heeft ondanks Antiblok een aaltjesaantasting, terwijl de andere teler dit niet weet omdat hij geen monsters neemt.

Daarnaast is er een teler die het enige toegelaten chemische middel Nemacur granulaat regelmatig gebruikt en daarna een duidelijke hergroei waarneemt.

2.3 Conclusies

- Aaltjesaantastingen komen in alle substraten voor.
- De aantasting bestaat hoofdzakelijk uit *Meloidogyne hapla* en incidenteel uit *Pratylenchus penetrans*.
- Alle cultivars lijken te kunnen worden aangetast, ongeacht of ze op eigen wortel of op onderstam staan.
- De mate van aantasting in de praktijk varieert van heel laag tot heel hoog.
- Het schadebeeld en de ernst van de schade varieert naar mening van de telers van geen schade tot 30% productievermindering en kwaliteitsverlies in de vorm van kortere, dunnere en slappere takken.
- De telers weten niet altijd of er op hun bedrijf een aaltjesaantasting is.
- Onbekend is of de gebruikte bronnen van gietwater invloed hebben op de aaltjesaantasting.

- De herkomst (vermeerderingsbedrijf) van het uitgangsmateriaal is niet van invloed op de aantasting.
- Het gebruik van het chemische middel Namacur 10G helpt wel om van de aantasting af te komen, maar is in substraatteelt moeilijk toepasbaar.
- Het filtreren van het recirculatiewater helpt niet om verspreiding van aaltjes te voorkomen.
- Ontsmetten van het recirculatiewater lijkt een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan het beperken van de verspreiding.

EINDCONCLUSIE

In de praktijk zijn geen eenduidige relaties gevonden enerzijds het soort substraat en anderzijds de aaltjesaantastingen en hun schadelijkheid.

3 Populatieontwikkeling en schade

3.1 Inleiding

Om het effect van de verschillende substraten op de populatieontwikkeling en schadelijkheid van *M. hapla* bij roos vast te kunnen stellen, moeten de substraten in één proef onder dezelfde omstandigheden worden uitgetest. In de proef is gekozen voor perliet, kokos en steenwol. In de praktijk staan de meeste rozen op steenwol (ca. 80%), daarna komt kokos met ca 15% van het areaal en tenslotte perliet (ca. 5%). Op dit moment is het areaal kokos aan het afnemen, ten gunste van zowel steenwol als perliet (pers. meded. Ben Hartog, DLV).

3.2 Materiaal en methoden

3.2.1 Teeltsysteem en planten

De proef is uitgevoerd in kas L307 van PPO Glastuinbouw in Aalsmeer. De planten zijn in week 8 van 2002 geplaat op een proefveld ter grootte van zes bedden met 16 dwarsgoten. Op elke goot stonden vijf containers met een plant, of lag één steenwolmat met daarin 5 planten (zie Bijlage 3). De dwarsgoten hadden een afmeting van 20 x 105 cm en dreineerden aan de voorkant af. Het drainwater kon per goot apart worden opgevangen en werd niet gerecirculeerd. Het plantmateriaal bestond uit stek 'Vendela', vermeerderd in steenwol en kokospluggen. De in kokospluggen bewortelde stekken zijn opgepot in perliet fijn nr. 2 en in kokos in Ø 21 cm containers (4 liter). De in steenwol bewortelde stekken zijn op steenwolmatten (100x12x7,5 cm) gezet. In elke container en bij iedere plant in steenwol stond een 2-liter druppelaar. De planten in steenwol en perliet kregen de voedingsoplossing uit dezelfde bak, maar het aantal beurten en de lengte van de beurten werd per substraat aangepast. De planten in kokos kregen vanuit een andere bak voedingsoplossing toegediend, omdat hier een kwalitatief andere voedingsoplossing gegeven moest worden. Als voedingsoplossing is de eerste 6-8 weken het startrecept gebruikt, daarna is overgegaan op het standaardrecept. De samenstellingen van de voedingsoplossingen staan in Bijlage 4. Wat betreft de hoeveelheid watergift is geprobeerd het drainwaterpercentage zo veel mogelijk gelijk te houden aan de waarden die in de praktijk gebruikelijk zijn. Ook de klimaatomstandigheden en andere teeltfactoren, zoals bestrijding van ziekten en plagen, waren zoveel mogelijk in overeenstemming met de praktijk. Hiervoor is één keer per twee weken begeleiding geweest door Dhr. B. Hartog (rozenvoorlichter DLV).

3.2.2 Inoculatie en proefopzet

Drie weken na het oppotten zijn de rozen geïnoculeerd met J2 (aaltjes in het tweede juveniele stadium) van *Meloidogyne hapla*. De beginbesmettingen (Pi) waren 0 en 19.000 J2 per plant. In dit onderzoek is het *M. hapla*-isolaat Hbz gebruikt. Deze is gekweekt op tomaat, maar was oorspronkelijk afkomstig van roos. In perliet en kokos is per plant 20 ml inoculum in het substraat aangebracht. Deze hoeveelheid inoculum is in een 1 cm brede en 2 cm diepe groef op 2,5 cm afstand van de plantvoet direct rond de kokosplug toegediend met behulp van een pipet. Bij de steenwolmatten is het 20 ml-inoculum, verdeeld over vier plaatsen schuin onder het steenwolblok op een diepte van 2 cm in de steenwolmat gepipetteerd.

Op de eerste drie bedden in de kas werd de populatieontwikkeling van het wortelknobbelaaltje in de wortels bepaald. In Bijlage 3 is dit gedeelte aangeduid met 'Wortelpopulatie'. Elk substraat was in acht herhalingen aanwezig met twee goten à vijf planten per herhaling. Dit gedeelte bevatte geen onbesmette planten omdat het hier alleen ging om het bepalen van de ontwikkeling van de aaltjespopulatie in de wortels in relatie tot het soort substraat. De behandelingen zijn in een gewarde blokkenproef opgesteld, zodanig dat op iedere

zes opeenvolgende goten alle drie substraten aanwezig waren, met twee besmette goten per substraat. De tweede serie van drie bedden, in Bijlage 3 aangeduid met 'Bloemproductie', diende voor het bepalen van de schadelijkheid van *M. hapla* op de bloemproductie en voor het volgen van de ontwikkeling van de aaltjespopulatie in het drainwater. Ook dit gedeelte is in achtvoud uitgevoerd (gewarde blokkenproef) met voor elk substraat één onbesmette en één besmette goot à vijf planten per herhaling. De zes behandelingen zijn zodanig verloot dat iedere zes opeenvolgende goten alle behandelingen bevatten.

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

Inrichting

Kas	: L307
Aantal bedden	: 6 bedden à 16 goten (exclusief randrijen); 5 containers/goot
Containers	: Ø 21 cm; inhoud: 4 liter
Substraat	: steenwolmatten (100x12x7,5 cm), kokosgruis en perliet nr.2
Watergeefregimes	: 3 (voor elk substraat een apart regime)
Voedingsoplossingen	: 2 (steenwol + perliet, kokos)

Plantmateriaal

Cultivar	: 'Vendela'
Soort plantmateriaal	: stek in steenwolblok of kokosplug
Plantdatum	: 21 februari 2002 (week 8)

Inoculeren

Soort aaltje	: <i>Meloidogyne hapla</i> isolaat Hbz
Inoculum	: 19.000 J2 per plant
Inoculatie datum	: 15 maart 2002 (week 11)
Inoculatiwijze	: <u>Perliet en kokos</u> : 20 ml inoculum, gepipetteerd in een 1 cm brede en 2 cm diepe groef op 2,5 cm afstand van de plantvoet, direct rond de kokosplug. <u>Steenwolmatten</u> : 20 ml inoculum, verdeeld over vier plaatsen rond het steenwolblok: 2 cm diep in de steenwolmat schuin onder het blok gepipetteerd.

Klimaat

Temperatuur kaslucht	: 20/20°C dag/nacht (start), daarna aangepast aan praktijksituatie
Temperatuur substraat	: maximaal 30°C
Krijten	: april - september
Belichting	: daglengte verlengd met assimilatiebelichting (ca. 4000 lux) tot 18 uur
RV	: 80%, na 8 weken: 70%

Behandelingen

Aantal behandelingen	: 6 (3 substraten en 2 beginbesmettingen (Pi): 0 en 19.000 J2 <i>M. hapla</i> /plant)
Aantal herhalingen	
• Wortelpopulatie	: 8 (10 planten/herhaling)
• Bloemproductie	: 8 (5 planten/herhaling)

3.2.3 Populatieontwikkeling en schade

• *Bepalen van de populatieontwikkeling*

Drainwater. Het deel waar de bloemproductie is bepaald (Bijlage 3: 'Bloemproductie'), is ook gebruikt voor het bepalen van de populatieontwikkeling van *M. hapla* in het drainwater. Hiervoor is het drainwater van alle 48 goten apart opgevangen. De eerste keer gebeurde dit twee maanden na het inoculeren en vervolgens iedere maand. Van elke goot werd het drainwater gedurende één week in een container opgevangen. De hoeveelheid opgevangen drainwater werd bepaald, vervolgens werd hieruit (na vermenging) een monster van 1 liter drainwater genomen. Per keer leverde dit 24 of 48 drainwatermonsters op. Niet iedere maand werden namelijk de onbesmette behandelingen (24 stuks) onderzocht. Dit gebeurde één keer per drie

maanden. De aaltjes in de 1 liter-monsters kregen gedurende één nacht de gelegenheid naar de bodem te zinken. De dag daarna werd het drainwater tot op 100 ml afgeheveld, waarna het aantal J2 van *M. hapla* in ieder monster is geteld.

Wortels. Naast het bepalen van de populatieontwikkeling van de aaltjes in het drainwater, wat een afspiegeling is van hetgeen zich in de wortels afspeelt, is ook de ontwikkeling van de aaltjespopulatie in de wortels bepaald. Daarvoor zijn de andere drie bedden gebruikt (Bijlage 3: 'Wortelpopulatie'), omdat de planten destructief werden bemonsterd. De eerste bemonstering vond plaats drie maanden na het inoculeren en vervolgens iedere drie maanden. Per keer zijn 24 planten bemonsterd. Welke planten werden bemonsterd, is volgens loting bepaald. Aan de wortelkluiten is met behulp van de wortelknobbeldindex (schaal 0-10) geschat hoeveel wortelknobbels er op de wortels zaten. Schaal 0 duidt op afwezigheid van wortelknobbels, schaal 1 op enkele, maar moeilijk te vinden wortelknobbels, enz. Schaal 10 geeft aan dat het wortelstelsel voor 100% bezet is met knobbels, waarbij de plant dood is. Voor een volledig overzicht van de wortelknobbeldindex wordt verwezen naar Bijlage 6. Bij de planten in steenwol is de wortelknobbeldindex gescoord voor de wortels aan de onderkant van de mat, terwijl dat bij de planten in kokos en perliet is gebeurd voor het hele wortelstelsel nadat alle wortels uit het substraat waren gehaald. In bakken met water is het substraat voorzichtig tussen de wortels verwijderd. De vrijgekomen wortels zijn tussen papieren handdoeken drooggedept en gewogen (bruto wortelgewicht). Daarna zijn de wortels dikker dan 3 mm verwijderd en zijn de overige wortels in stukjes van 1 cm geknipt, nogmaals gewogen (netto wortelgewicht) en gemengd. Hieruit is een monster van 20 g genomen, dat vervolgens gedurende twee weken op drie filters (1x vliesfilter boven en 2x wattenfilters onder) in een extractieschaal is gelegd. Deze schalen zijn afgedekt met plastic schotels om overmatige verdamping tegen te gaan. De schalen zijn na één en twee weken afgegoten. De verzamelde aaltjessuspensies zijn bewaard in de koelkast. Bij de tweede keer afgieten zijn beide suspensies bij elkaar gevoegd. Na één nacht bezinken, zijn de suspensies afgeheveld tot op 100 ml, waarna het aantal J2 van *M. hapla* is geteld.

- *Bepalen van de schade*

Drie van de zes bedden zijn gebruikt om te bepalen of *M. hapla* schade veroorzaakt en hoe groot deze was (Bijlage 3: 'Bloemproductie'). Om de schade te kunnen bepalen is van elke goot de bloemproductie bepaald. Dit hield in dat van de vijf containers die in een goot stonden twee keer per week het totaal aantal geoogste bloemen is geteld, de lengte is gemeten en het totale gewicht per goot per lengteklasse is bepaald. Het oogsten is gebeurd volgens de manier die in de praktijk gebruikelijk is. De productiegegevens zijn vermeld in perioden van vier weken.

3.2.4 Statistische verwerking

Zowel de aantallen aaltjes als de oogstgegevens zijn statistisch verwerkt door middel van de variatieanalyse (ANOVA) en met de *t*-toets op significantie beoordeeld ($P \leq 0,05$). Om de grote variaties in aantallen aaltjes te verkleinen zijn deze voorafgaand aan de statistische verwerking getransformeerd naar $\log_{10}(\text{aantal} + 1)$.

3.3 Resultaten

3.3.1 Klimaatrealisatie

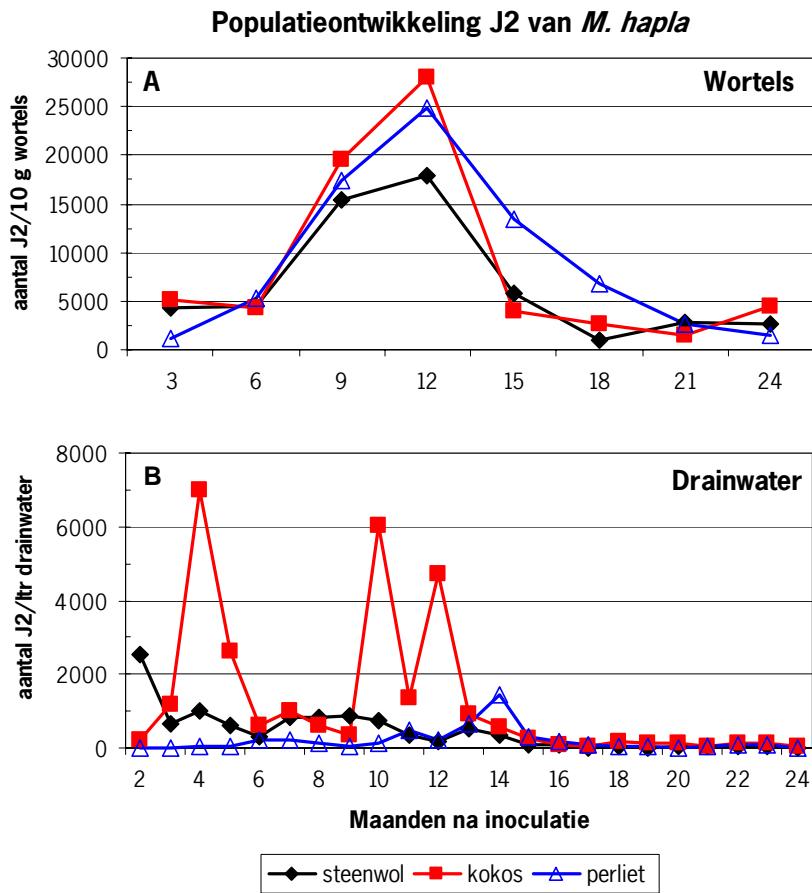
Bijlage 5 bevat drie grafieken betreffende het gerealiseerde kasklimaat: etmaaltemperaturen (Figuur 5), relatieve luchtvochtigheid (Figuur 6) en CO₂-concentraties (Figuur 7) van de kaslucht. Omdat de proef gedurende twee jaar heeft gelopen zijn de grafieken voor de leesbaarheid in drie gedeelten opgesplitst, te weten: 2002, 2003 en 2004. Over de hele proefperiode is een gemiddelde etmaaltemperatuur gerealiseerd van 21,0°C met een minimum en maximum etmaaltemperatuur van respectievelijk 16,7 en 28,1°C. De gerealiseerde relatieve luchtvochtigheid over de gehele periode bedroeg gemiddeld 81% met een minimum en maximum waarde van respectievelijk 72 en 88%. Wat betreft de gerealiseerde CO₂-concentraties kwam het gemiddelde over de gehele proefperiode uit op 665 ppm met minimum en maximum waarden van respectievelijk 441 en 890 ppm.

3.3.2 Populatieontwikkeling

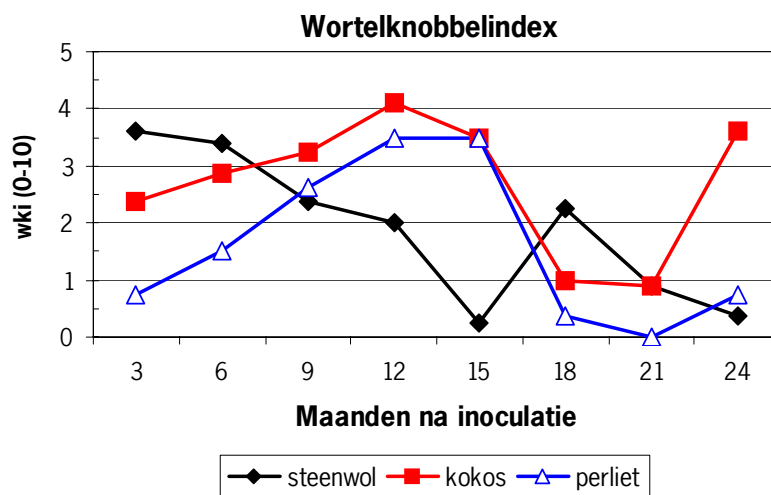
Wortels. Figuur 1A geeft de populatieontwikkeling weer van de aantasting door *M. hapla* in de wortels. Bij de eerste bemonstering drie maanden na inoculatie was de wortelaantasting in perliet ongeveer 4x lager dan in steenwolmatten en kokos. Maar vanaf zes maanden ging de ontwikkeling gelijk op en namen de aantallen aaltjes per 10 g wortels sterk toe in alle drie de substraten. De maximum aantallen werden in alle drie de substraten twaalf maanden na inoculatie bereikt. Voor steenwol waren dit bijna 18.000 aaltjes, voor kokos en perliet respectievelijk circa 28.000 en 25.000 J2 van *M. hapla* per 10 g wortels. Na twaalf maanden namen de aantallen J2 bij alle drie substraten weer af tot uiteindelijke aantallen, 24 maanden na inoculatie, die sterk overeenkwamen met de aantallen na drie maanden. Significante verschillen waren er alleen 3, 18 en 24 maanden na inoculatie. Op de andere tijdstippen waren de verschillen klein of de variatie tussen de herhalingen zo groot dat dit geen significant verschil opleverde. Bij de laatste bemonstering (24 maanden na inoculatie) lijkt het aantal J2 van *M. hapla* in de wortels bij kokos weer iets toe te nemen.

Drainwater. Figuur 1B geeft het verloop weer van de populatieontwikkeling van het aantal J2 van *M. hapla* in het drainwater in relatie tot het soort substraat. De onbesmette behandelingen zijn niet in de grafiek opgenomen, omdat deze behandelingen gedurende de gehele proefperiode vrij gebleven zijn van een aaltjesbesmetting. Vooral de aantallen J2 in het drainwater van kokos fluctueerden flink. Vier, tien en twaalf maanden na inoculatie werden bij kokos de hoogste aantallen per liter drainwater bereikt, respectievelijk circa 7.000, 6.000 en 5.000 J2 van *M. hapla*. Bij steenwol en perliet zijn de aantallen per liter drainwater gedurende de hele proef laag in vergelijking met kokos. De laatste negen maanden van de proef waren de aantallen J2 van *M. hapla* in het drainwater van alle drie substraten erg laag (< 200 J2 van *M. hapla*).

Wortelknobbindex (wki). Figuur 2 laat het verloop van de wortelknobbindex zien. Hieruit blijkt dat bij kokos en perliet de wki toeneemt tot 12 maanden na inoculatie en daarna afneemt. Bij de laatste bemonstering na 24 maanden vertoonde de wki bij beide substraten weer een stijging: bij perliet een lichte en bij kokos een zeer sterke stijging. Bij steenwol is de wki drie maanden na inoculatie vrij hoog, maar dit neemt af tot ongeveer nul na 15 maanden. Daarna neemt de wki bij steenwol weer toe om uiteindelijk weer te dalen. De wki's in de grafiek zijn gemiddelden van de herhalingen. Bij perliet was de hoogste wki-score vier, dat wil zeggen dat er meer grote knobbels aanwezig waren (Bijlage 6). Bij kokos en steenwol is een paar keer een vijf en een enkele keer een zes gescoord, dit betekent dat er op 25 tot 50% van de wortels knobbels aanwezig waren.



Figuur 1. Populatieontwikkeling van *Meloidogyne hapla* in rozenwortels van Vendela (A) en drainwater (B) in steenwol, kokos en perliet bij een beginbesmetting van 19.000 J2 van *M. hapla*/plant (n=8).



Figuur 2. Verloop van de wortelknobbelindex (0-10) in rozenwortels van Vendela in de substraten steenwol, kokos en perliet bij een beginbesmetting van 19.000 J2 van *Meloidogyne hapla* per plant (n=8).

3.3.3 Schade

Bloemproductie

De bloemproductie is in de tweede periode van vier weken na het inoculeren op gang gekomen. Voor de gehele oogstduur van 27 vierwekelijkse perioden laat Figuur 3 het verloop van de relatieve bloemproducties zien, gesplitst in cumulatief aantal geoogste bloemtakken (**A**), gemiddelde lengte (**B**) en gewicht per tak (**C**). De lengte en het gewicht zijn berekend over de cumulatieve bloemproductie. De resultaten zijn weergegeven in procenten ten opzichte van onbesmet ($P_i = 0$) in hetzelfde substraat. Om de grootste pieken en dalen – vooral tijdens de eerste vijf perioden van de proef – te nivelleren, is gewerkt met het voortschrijdend gemiddelde, waarbij voor ieder punt steeds het gemiddelde van drie punten is genomen. In Tabel 1 zijn de eindresultaten (absoluut en relatief) van de cumulatieve bloemproducties weergegeven, inclusief de statistische informatie. Op basis hiervan kan worden nagegaan of de aantasting door *M. hapla* schadelijk is geweest in relatie tot het substraat waarin is geteeld.

Uit Figuur 3**A** blijkt dat er gedurende de eerste tien perioden vrij grote relatieve verschillen waren met betrekking tot het aantal bloemtakken. In de besmette steenwolmatten produceerden de rozen aanvankelijk minder dan in niet-besmette steenwolmatten, maar vanaf periode 5 tot periode 9 was de cumulatieve bloemproductie van de aangetaste rozen hoger. Daarna nam de cumulatieve bloemproductie af om uiteindelijk over de hele proefperiode van 27 perioden uit te komen op een verminderde bloemproductie van 8%, maar dit was niet significant verschillend ten opzichte van de bloemproductie van de niet-aangetaste rozen in steenwol (Tabel 1). Na enkele schommelingen in het begin gingen de productielijnen van de rozen in perliet en kokos verder ongeveer gelijk op en eindigden iets onder de 100% (Figuur 3**A** en Tabel 1). Ook deze twee substraten lieten geen significante verschillen noteren tussen de eindproducties van de wel en niet aangetaste rozen. Vergelijking van de bloemproducties tussen de substraten laat zien dat zich ook hier geen significante verschillen hebben voorgedaan (Tabel 1).

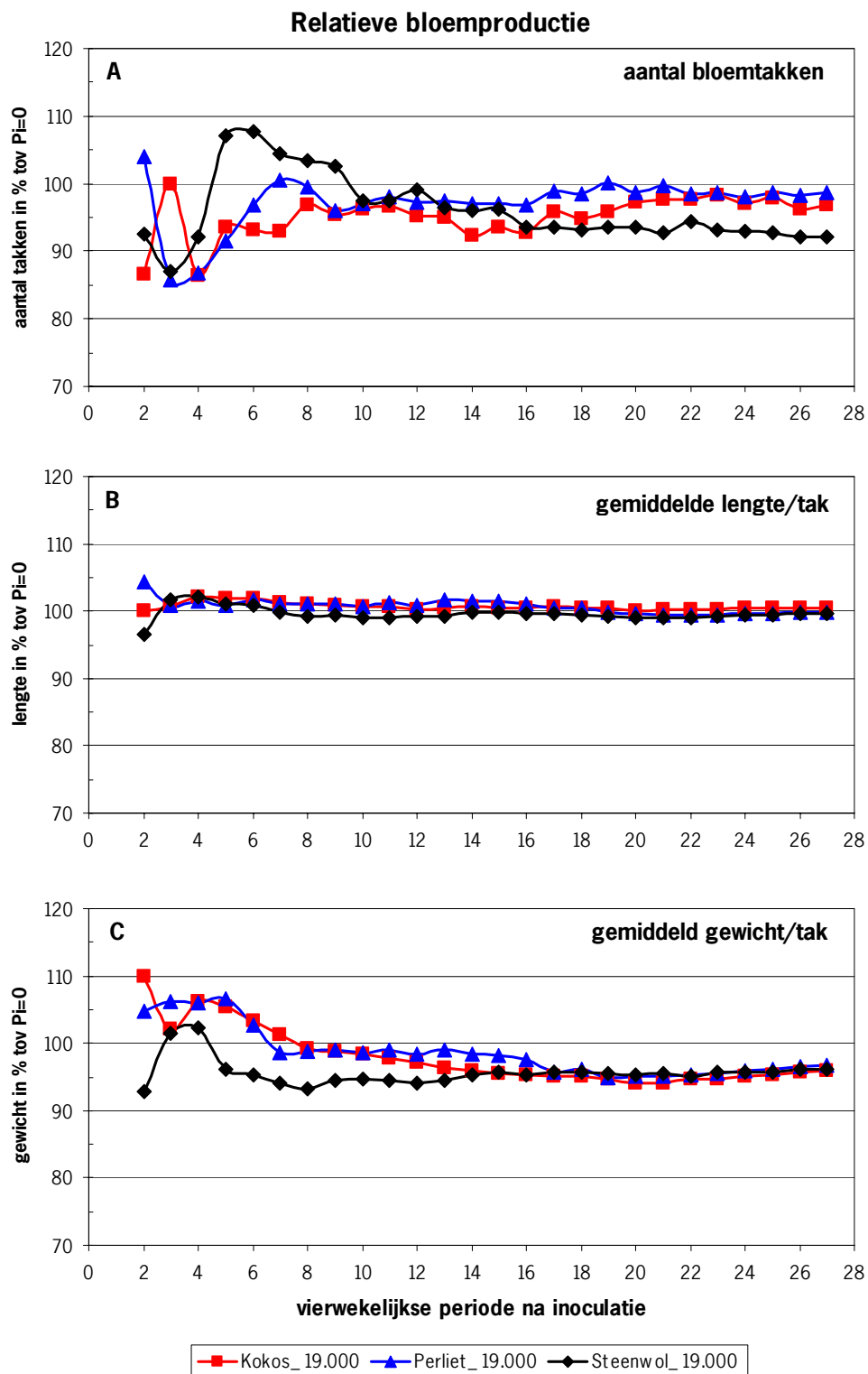
Uit Figuur 3**B** blijkt dat de aantasting door *M. hapla* geen invloed heeft gehad op de gemiddelde lengte per bloemtak. Dit blijkt ook uit Tabel 1 waarin de eindwaarnemingen niet significant verschillend waren, zowel tussen onbesmet en besmet in ieder substraat als tussen de drie substraten.

Wat betreft het gemiddeld gewicht per bloemtak blijkt uit Figuur 3**C** dat relatieve gemiddelden aanvankelijk enige verschillen vertoonden, maar gaandeweg kwamen ze steeds dicht bij elkaar te liggen om uiteindelijk zeer dicht bij elkaar te eindigen. De absolute resultaten vertoonden echter significante verschillen. Perliet onbesmet had samen met steenwol onbesmet gemiddeld het hoogste bloemtakgewicht en kokos besmet met 19.000 J2 per plant had gemiddeld het laagste bloemtakgewicht (Tabel 1).

Tabel 1. Totale bloemproducties (absoluut en relatief) van 'Vendela' geteeld in perliet, kokos en steenwol in relatie tot de beginbesmettingen (P_i) 0 en 19.000 *Meloidogyne hapla* per plant na een productieperiode van 27 vierwekelijkse perioden ($n=8$).

Cultivar	P_i	Aantal bloemtakken per plant	Lengte (cm) per bloemtak	Gewicht (g) per bloemtak
Perliet	0	59,1 a (100%) ¹⁾	80,0 a (100%) ¹⁾	48,6 a (100%) ¹⁾
Perliet	19.000	58,3 a (99%)	79,9 a (100%)	47,0 b (97%)
Kokos	0	60,4 a (100%)	79,4 a (100%)	46,2 b (100%)
Kokos	19.000	58,5 a (97%)	79,8 a (100%)	44,3 c (96%)
Steenwol	0	61,1 a (100%)	79,1 a (100%)	48,2 ab (100%)
Steenwol	19.000	56,3 a (92%)	78,8 a (100%)	46,3 b (96%)

¹⁾ Gemiddelden in een kolom gevolgd door verschillende letters zijn significant verschillend ($P \leq 0,05$).

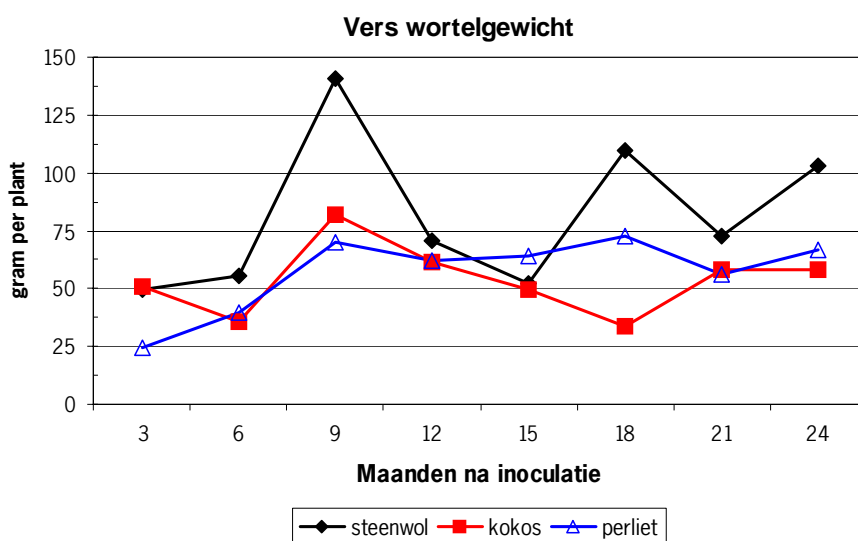


Figuur 3. Relatief verloop van de cumulatieve bloemproducties van rozen cv. Vendela: **A)** aantal takken, **B)** gemiddelde lengte per tak en **C)** gemiddeld gewicht per tak in relatie tot steenwol, kokos en perliet bij een beginbesmetting van 19.000 J2 van *Meloidogyne hapla* per plant (n=8). De gegevens zijn weergegeven in procenten ten opzichte van Pi=0 (onbesmet).

Vers wortelgewicht

In dit verslag is alleen het verloop van de netto vers wortelgewichten weergegeven (Figuur 4), omdat de bruto vers wortelgewichten hetzelfde patroon volgden als de netto gewichten. De gemiddelde vers wortelgewichten van de rozen in steenwolmatten vertoonden op drie momenten grote pieken. In tegenstelling hiermee verliep de ontwikkeling van de wortelgewichten in kokos en perliet wat gelijkmatiger, maar ook daarin werden in de tijd lichte fluctuaties waargenomen.

Worden de substraten statistisch met elkaar vergeleken dan waren er significante verschillen aanwezig 3, 6, 18 en 24 maanden na het inoculeren. Het is niet duidelijk of deze verschillen in wortelgewichten veroorzaakt werden door de aaltjesaantastingen. Dit kon niet worden vastgesteld omdat er geen vers wortelgewichten van onbesmette planten zijn bepaald.



Figuur 4. Verloop van de netto vers wortelgewichten van roos cv. Vendela in relatie tot de substraten steenwol, kokos en perliet bij een beginbesmetting van 19.000 J2 van *Meloidogyne hapla* per plant (n=8).

3.4 Conclusies en discussie

Op grond van de resultaten in de proef met roos 'Vendela' op eigen wortel in de substraten perliet, kokos en steenwol, die eenmalig besmet zijn met 19.000 J2 van het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*, kunnen na een proefduur van ruim twee jaar vanaf inoculatie de volgende conclusies worden getrokken.

1. **Sterke toename van de aaltjespopulaties in de wortels in alle drie substraten gedurende het eerste jaar, gevolgd door een sterke afname.**
2. **Sterk fluctuerende aaltjespopulatie in het drainwater bij kokos gedurende de eerste veertien maanden, in steenwol en perliet blijven de aantallen *M. hapla* gedurende de hele proefperiode laag.**
3. **'Vendela' ondervindt in perliet en kokos een zeer geringe schade, in steenwol geen schade.**

Ad. 1. Bij alle drie substraten ontwikkelden de aaltjes zich in de wortels ongeveer even goed. Drie maanden na het inoculeren liet perliet weliswaar het laagste aantal *M. hapla* noteren, maar op dat moment was ook het vers wortelgewicht in dit substraat het laagst. Daarna liepen tot twaalf maanden de vers wortelgewichten in perliet en kokos ongeveer gelijk op wat in die periode ook resulteerde in gelijke populatieontwikkelingen in de wortels. Na het bereiken van de maximale aaltjespopulaties in de wortels, twaalf maanden na

inoculatie, namen de populaties alleen nog maar af. De toename van de aaltjespopulaties in de wortels tot twaalf maanden na inoculatie kan verklaard worden doordat de jonge planten en daarmee ook de wortels zich goed ontwikkelen, zodat er voor de aaltjes voldoende nieuwe wortelpuntjes waren om in te kruipen. Ook nieuwe generaties aaltjes konden beschikken over voldoende voedsel, waardoor de populatie sterk kon groeien. Het tweede-juvenile-stadium (J2) is het enige stadium van wortelknobbelaaltjes dat tot aantasting in staat is. De plaats waar een J2 tot aantasting komt, is de strekkingszone juist achter het wortelmutsje. Hier dringt een J2 de wortel binnen. Omdat dit de enige plaats is waar een J2 de wortel kan aantasten, speelt de vorming van steeds weer nieuwe worteltjes een belangrijke rol bij de opbouw van de aaltjespopulatie. Op een bepaald tijdstip is het echter denkbaar dat de wortelvernieuwing afneemt (de pot of de kluit is doorgeworteld) waardoor de aaltjes geen of minder nieuwe wortelpuntjes meer kunnen vinden. Omdat een J2 maar een beperkte hoeveelheid energie bezit, zal ze sterven als ze niet op tijd een wortel binnendringt om voedsel tot zich te nemen. Dit leidt dan tot afname van de aaltjespopulatie. Daarnaast ging het in de proef om een éénmalige kunstmatige besmetting met *M. hapla* en is het besmette drainwater niet gerecirculeerd. Zodoende vond er geen nieuwe aanvoer van wortelknobbelaaltjes plaats. Via het drainwater werden er alleen maar aaltjes afgevoerd.

Ad. 2. Bij geen van de substraten lijkt er een relatie te bestaan tussen het verloop van de *M. hapla*-populatie in de wortels en het drainwater. Tot twaalf maanden na inoculatie nam de populatie in de wortels sterk toe, om vervolgens weer af te nemen. In tegenstelling hiermee waren er in het drainwater van de substraten steenwol en perliet op alle bemonsteringstijdstippen maar betrekkelijk lage aantallen wortelknobbelaaltjes aanwezig. Bij deze twee substraten was er twaalf maanden na inoculatie in het drainwater geen sprake van een piek in aantallen wortelknobbelaaltjes, terwijl dat in de wortels wel het geval was. In het drainwater van kokos fluctueerden de aantallen aaltjes zeer sterk, wat in de wortels niet zo was. Voor de verschillen in populatieontwikkelingen in wortels en drainwater is nog geen verklaring gevonden. Wel moet hier worden opgemerkt dat het opgevangen drainwater niet afkomstig was van dezelfde planten als waarvan de wortels zijn onderzocht op aantallen wortelknobbelaaltjes.

Ad. 3. De aantasting door het wortelknobbelaaltje *M. hapla* heeft bij geen van de drie substraten tot een significante vermindering van het aantal geoogste bloemtakken geleid. Hoewel er wel geringe verschillen waren in aantallen bloemtakken tussen aangetaste en niet-aangetaste rozen, was de variatie tussen de herhalingen te groot om te kunnen spreken van significante schade. Ook de lengte van de bloemtakken had er niet onder te lijden. Anders was dit wat betreft het versgewicht per bloemtak. De rozen in perliet en kokos noteerden significant respectievelijk 3% en 4% lichtere bloemtakken. De bloemtakken van de aangetaste rozen in steenwol waren ook 4% lichter dan de bloemtakken van de niet-aangetaste rozen in dit substraat, maar vanwege de te grote variatie tussen de herhalingen was deze afname niet significant. Hoewel de aangetaste rozen op steenwolmatten 8% minder bloemen hebben geproduceerd dan de niet-aangetaste rozen, was deze reductie niet significant.

Uit de inventarisatie in hoofdstuk 2 bleek dat de praktijk nauwelijks gelooft in de aanwezigheid van aaltjesaantastingen bij rozen in perliet. Deze proef heeft echter aangetoond dat *M. hapla* zich bij rozen in perliet even goed kan ontwikkelen als in kokos en steenwol. Het is dan ook raadzaam om ook rozen in perliet regelmatig te bemonsteren op aaltjes.

Voor de rozencultivar Vendela is het Hbz-isolaat niet of nauwelijks schadelijk gebleken. Dat er in de praktijk wel schade wordt gemeld van aantastingen door *M. hapla* kan verschillende oorzaken hebben. Op de eerste plaats kan dit te maken hebben met verschillen in virulentie tussen het *M. hapla*-isolaat Hbz dat in de proef is gebruikt en de *M. hapla*-isolaten die in de praktijk aanwezig zijn. Dit is de uitkomst van eerder onderzoek, waarin zeven *M. hapla*-isolaten zijn getest op hun vermeerderingsvermogen bij zes rozencultivars en één onderstam (Amsing *et al.*, 2003, en Amsing en Zoon, 2004). Dat onderzoek liet zien dat niet alle isolaten zich even goed vermeerderen. De schade die vanuit de praktijk wordt gemeld, kan ook komen doordat er op de rozenbedrijven mogelijk isolaten aanwezig zijn die zich nog beter weten te vermeerderen en daardoor schadelijker kunnen zijn. De tweede reden die hier moet worden genoemd, heeft te maken met het feit dat er tussen rozencultivars verschillen in vatbaarheid zijn voor *M. hapla* (Amsing *et al.*, 2003, en Amsing en Zoon, 2004). Zo zal een bepaald *M. hapla*-isolaat zich op de ene cultivar beter vermeerderen dan op een andere cultivar. Hoewel het Hbz-isolaat zich uitstekend heeft vermeerderd op Vendela, kan het zijn dat er in

de praktijk andere cultivars zijn waarop dit isolaat en ook andere isolaten zich nog beter vermeerderen. In dat geval kan dit tot meer schade leiden. De derde reden waarom er in de praktijk soms schade wordt gemeld, kan in verband staan met de aanwezigheid van een complex aan wortelziekten, dat wil zeggen dat er naast een aantasting door *M. hapla* tegelijkertijd ook één of meer schimmelaantastingen aanwezig zijn. Dit kan tot meer schade leiden. Worden de schimmelaantastingen niet opgemerkt, dan wordt de schade geheel toegeschreven aan de aaltjesaantasting wat dus niet terecht hoeft te zijn. Als vierde reden kan worden opgevoerd het feit dat in de proef de rozen slechts één keer zijn besmet met *M. hapla*, terwijl er in de praktijk sprake is van continue aanvoer van aaltjes indien het met aaltjes besmette drainwater niet goed wordt ontsmet voor hergebruik. Door de continue aanvoer blijft de aaltjespopulatie mogelijk constant op een hoog niveau hangen, resulterend in meer schade. Thans gaan steeds meer rozentelers er toe over het drainwater wel goed te ontsmetten wat mede van belang is om verspreiding van aaltjes en andere ziekteverwekkers naar nieuwe teelten te voorkomen.

EINDCONCLUSIE

Omdat het Hbz-isolaat van *M. hapla* zich bij de rozencultivar Vendela in relatie tot de substraten kokos, perliet en steenwol nagenoeg even goed ontwikkelde en niet of nauwelijks schadelijk was, luidt de conclusie dat ten aanzien van de populatieontwikkeling en schadelijkheid van *M. hapla*-isolaat Hbz geen van de drie substraten voor Vendela de voorkeur heeft of moet worden ontraden. Opmerking: Voor andere isolaten of cultivars kan dit anders zijn.

Literatuur

- AMSING, J.J. (1992). Onderzoek naar de schadegevoeligheid van roos, geteeld in steenwol, voor het wortellesieaaltje *Pratylenchus vulnus*. *PBN Rapport 141*, p28.
- AMSING, J.J., BEEK, J.G. VAN DER, STAPEL, L.H.M., POLEIJ, L.M. , HOK-A-HIN, C.H. en ZON, F.C. (2003). Waardplantgeschiktheid van roos voor het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla*: zeven *M. hapla*isolaten, zes cultivars en een onderstam. *PPO Rapport*, 33 p.
- AMSING, J.J. en ZON, F.C. (2004). Roos laat zich niet door elk aaltje aantasten. *Vakblad voor de Bloemisterij 10: 41*.
- STAPEL, L.H.M., AMSING, J.J., Kok, L. en LEEUWEN, A.G.J. van, 2002. Bestrijding *Meloidogyne hapla* bij roos in substraat. *PPO Rapport GT3.2.001*, 33 p.
- STAPEL, L.H.M. en AMSING, J.J., 2003. Populatieontwikkeling en schade van *Meloidogyne hapla* in roos, geteeld in perliet en kokos. *PPO Rapport 578*, 34 p.

Bijlage 1 Vragenformulier enquête

ROZENBEDRIJF

Volgnr. :

naam: _____ straat: _____ postcode & plaats: _____

tel.: _____ E-mail: _____

Datum:

WORTELAALTJES? ** nu, ja / niet meer / nooit gehad / weet niet * (nooit of weet niet, dan de vragen 2 en 3 doorstrepen)

Vraag 1a	1b **	1c	1d	1e	1f	2a **	2b	2c **	2d	2e
Plantmateriaal						Wortelaaltjes				
Cultivar	Soort plantmateriaal	Soort onderstam	Vermeerderaar	Soort substraat	Plantdatum (mnd/jaar)	Soort wortelaaltje	Aaltjes sinds (mnd/jaar)	Aantal wortelaaltjes per		
								10 g wortels	100 ml substr.	liter drain
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										

2f	3a **	3b **	4a **	4b **	4c **	4d **	4e **	4f **	5a **	5b	
Bemonsteringsdatum	Schade		Drainwater			4d **		4f **		Inlaatwater	
	Soort schade	% schade	Recirculatie drainwater VOOR aaltjes	NA aaltjes	Ontsmetting drainwater VOOR aaltjes	methode	Ontsmetting drainwater NA aaltjes	methode	Soorten inlaatwater	Inlaatwater ontsmet	
1.			ja / nee	ja / nee	ja / nee		ja / nee			ja / nee	
2.			ja / nee	ja / nee	ja / nee		ja / nee			ja / nee	
3.			ja / nee	ja / nee	ja / nee		ja / nee			ja / nee	
4.			ja / nee	ja / nee	ja / nee		ja / nee			ja / nee	
5.			ja / nee	ja / nee	ja / nee		ja / nee			ja / nee	

6a **	6b **	6c	6d	6e	6f	7a	7b	7c
Maatregelen bij laatste teeltwisseling						Daksproeiers		
Aaltjes in vorige teelt	Alle onderdelen vorig teeltsysteem ontsmet	Welke ontsmettingsmiddelen	Hoelang behandeld	Hoe lang behandeld	Hoe vaak behandeld	Sinds (mnd/jaar)	Soort water	Water ontsmet
1. ja / nee / ? / n.v.t.	ja / deels / niets / n.v.t.							ja / nee
2. ja / nee / ? / n.v.t.	ja / deels / niets / n.v.t.							
3. ja / nee / ? / n.v.t.	ja / deels / niets / n.v.t.							
4. ja / nee / ? / n.v.t.	ja / deels / niets / n.v.t.							
5. ja / nee / ? / n.v.t.	ja / deels / niets / n.v.t.							

* Omcirkel wat van toepassing is.

** Zie omschrijving vragen op blz. 2.

WORTELAALTJES?

- **JA**, d.w.z. er zijn **NU** aaltjes op het bedrijf. Dit blijkt uit bemonsteringen.
- **NIET MEER**, d.w.z. in het verleden wel, maar **NU** na teeltwisseling of bestrijding niet meer. Dit blijkt uit bemonsteringen.
- **NOOIT GEHAD**, d.w.z. er zijn nooit aaltjes op het bedrijf aangetroffen. Dit blijkt uit bemonsteringen.
- **WEET NIET**, d.w.z. er is nooit op aaltjes bemonsterd.

Vraag **1b** : vul in zetting, stek, stentling, wortelent of anders namelijk

Vraag **2a** : **Wortelknobbelaaltjes**: *Meloidogyne hapla* (vul in: Mh), andere bekende soort (vul in: M.soortnaam), soort onbekend (vul in: M?).

Wortellesieaaltjes: *Pratylenchus penetrans* (vul in: Pp), *P. vulnus* (vul in: Pv), andere bekende soort (vul in: P.soortnaam), soort onbekend (vul in: P?).

Overige schadelijke wortelaaltjes: (vul in: geslacht- en soortnaam).

Vraag **2b** : noteer voor deze teelt de eerste bemonsteringsdatum waarop aaltjes zijn geconstateerd.

Vraag **2c, d en e** : noteer voor deze teelt het hoogste aantal aaltjes dat in de wortels is gevonden en de bijbehorende aantallen in substraat en drainwater, indien aanwezig.

Vraag **2f** : noteer de bemonsteringsdatum waarvan de resultaten bij vraag 2c, d en e zijn ingevuld.

Vraag **3a** : geen zichtbare schade, schade m.b.t. aantal bloemen, lengte, gewicht of anders namelijk (meerdere antwoorden mogelijk).

Vraag **3b** : geef aan wat met het percentage wordt bedoeld, b.v. % geld, aantal, lengte, gewicht, enz.

Vraag **4a, b, c en e** : begonnen met recirculatie en ontsmetting voordat er aaltjesproblemen waren (**VOOR**) en nadat er aaltjes zijn geconstateerd (**NA**).

Vraag **4d en 4f** : verhitting, UV, ozon, waterstofperoxide, (langzame) zandfiltratie of lavafiltratie, anders namelijk

Vraag **5a** : bron-, grond-, sloot-, bassin-, osmose-, leidingwater of een ander soort water namelijk

Vraag **6a** : wortelaaltjes in vorige teelt? **JA** en **NEE**, dit blijkt uit bemonstering; **?** = weet niet, omdat er niet is bemonsterd; **N.V.T.**, indien geen vorige teelt.

Vraag **6b** : zijn in geval van aaltjes in de vorige teelt alle hergebruikte onderdelen van het teeltsysteem ontsmet: **JA** / **DEELS** (niet alles) / **NIETS** / **N.V.T.** (nieuw teeltsysteem).

Vraag **6c** : natriumhypochloriet of chloorbleekloog (noteer chloor), formaline, Menno-ter-Forte, Jet 5, waterstofperoxide (noteer welk product), salpeterzuur, anders

Vraag **6d** : hoeveel middel is er gebruikt per liter, 10 liter of een andere grootheid.

Vraag **6e** : gedurende hoeveel uur is het materiaal bij een behandelingsbeurt in contact geweest met het ontsmettingsmiddel?

Vraag **6f** : is de behandeling niet herhaald, vul dan in: 1x. Wel herhaald, vul dan het aantal keren in dat het middel is toegepast.

Vraag **7a, b en c** : worden er voor verkoeling daksproeiers gebruikt? Zo ja, sinds wanneer? Wat voor soort water wordt daarvoor gebruikt en wordt dat water ontsmet?

Vragen m.b.t. ontsmettingsapparatuur

- Is er wel eens storing opgetreden? ja / nee
- Indien ja, is er dan kans dat er niet-ontsmet water in de schoonwatertank is terecht gekomen? ja / nee / weet niet
- Wat doet u na een storing met de schoonwatertank? leegmaken en reinigen / niets

Vragen m.b.t. bemonsteren op aaltjes

- Door wie of welke instantie worden de monsters genomen?
- Worden na elke prik of plekbemonstering de handen en/of het gereedschap gereinigd om verspreiding van eventuele aaltjes te voorkomen? ja / nee

Bijlage 2 Samenvatting enquêtes in tabel

Cultivar	Wortel	Vermeerderaar	Substraat	plant-jaar	Aaltjes-besmetting	Schade	Gietwater	Alternatieve gietwater	Ontsmetting drainwater	Bijzonderheden
Lenny	stek	Olij	steenwol	2001	ja	25%	regenwater	bronwater (o.o.)	verhitter	knobbels
StarTrixx	stek	Schreurs	kokos	1998	ja					knobbels
First Red	stek	stokman	glaswol	1999	ja	weinig	regenwater	slootwater	aaltjesfilter	
Sunbeam	stek	stokman	steenwol	2000	ja	weinig				
Sunbeam	stek	stokman	steenwol	2001	ja	weinig				
?	?				nee		regenwater	slootwater		
?	?				nee					
Sacha	stek	Spek	kokos	1998	ja	kort, dun	regenwater	slootwater	lavafilter	knobbels; bestrijding met Nemacur elke 3 maanden
				1999	ja	bladverbr.				ook Pratylenchus
Vendela	stek	Rozenberg	steenwol	1999	nee		regenwater	bronwater (o.o.)	Ozomatic	elke 2 weken preventieve bemesting wortels
Foryou	stek	Olij	steenwol	1999	nee					
Escimo	stek	Rozenberg	steenwol	1997	nee					
Avalanche	stek	Rozenberg	steenwol	2001	nee					
Versilia	stek	Rozenberg	steenwol	1998	nee					
Alexis	stek	Rozenberg	steenwol	2000	nee					
Melany	stek	Rozenberg	steenwol	2002	nee					
Lenny	stek	Olij	kokos	2000	niet bekend		regenwater	bronwater (o.o.)	U.V.	druppelt met Antiblok
Ilios	stek	Schreurs	kokos	2002	niet bekend					
Tros Lydia	stek	Spek	kokos	2001	ja	geen	slootwater		biofilter + zuurstofverrijker	1x jaar Nemacur
				1995	ja	geen				
Hocus Pocus	stek	Stokman	perliet	2001	niet bekend		regenwater		geen	geen aaltjes in perliet
	stek		kokos	1997	niet bekend		regenwater	slootwater	nee	wordt Plantalium + Biotene meegedruppeld, 1x maand; ook Aliette en kalifosfiet
tros diverse	stek		perliet		niet bekend					geen aaltjes in perliet
diverse	stek		kokos		niet bekend		regenwater		UV	onstmet gietwater met UV
diverse			steenwol		niet bekend					
diverse	stek		perliet		niet bekend		regenwater		zandfilter	
diverse			steenwol		niet bekend					

Cultivar	Wortel	Vermeerderaar	Substraat	plant-jaar	Aaltjes-besmetting	Schade	Gietwater	Alternatieve gietwater	Ontsmetting drainwater	Bijzonderheden
Starlight	stek		steenwol		ja	mindere kwal.	regenwater	slootwater	U.V.	
Queensday	stek		steenwol		ja	mindere kwal.				
Sphinx	stek		steenwol	2001	niet bekend					
Grand Prix	stek		steenwol		niet bekend					
First Red	stek	Rozenberg	steenwol	1998	niet bekend		regenwater	leidingwater	U.V.	
diverse			steenwol		niet bekend		regenwater	bronwater	U.V.	laatste monster 1999
Red Berlin	stek	Olij	puimsteen	1998	niet bekend		regenwater	bronwater	lavafilter	2x preventief behandeld met chitine
Red Berlin	stek	Olij	steenwol	2000	nee		regenwater		verhitter	maandelijkse analyses; *ook onderstam, 80% niet bekend
diverse	*				nee					vernevelaars osmose-water
Sacha	Natal B.	stokman	kokos	2000	niet bekend		regenwater		zandfilter	laatste monster 1999
Sacha	Natal B.	stokman	kokos	1998	niet bekend					
First Red	stek	stokman	kokos	2001	niet bekend					
First Red	Natal B.	stokman	kokos	1999	niet bekend					
First Red	Natal B.	stokman	steenwol	1996	niet bekend					
Sacha	stek	stokman	kokos	2001	ja	slapper, korter	regenwater		verhitter	
Sacha	stek	stokman	kokos	2000	ja	"	(na osmose)			
Sacha	stek	stokman	kokos	1999	ja	"				
Avalanche	Natal B.		steenwol	2002	ja	moeilijk te zeggen	regenwater		U.V.	Antiblock meegedruppeld 1/2 jaar
Dolce Vita	Natal B.		steenwol		ja	moeilijk te zeggen				
StarTrixx	stek	Schreurs	kokos	1989	ja	30%	regenwater		verhitter	knobbels
Lenny	stek	Olij	steenwol	2001	ja	30%				
Grand Prix	stek		steenwol	1999	ja	kortere stelen	regenwater		verhitter	voorheen Ozomatic; om de 2 maanden Namacur: hergroei
Trixx	stek	Schreurs	steenwol	1998	ja	kort, dun	regenwater		verhitter	voorheen lage druk U.V., schade ook als krullende bladeren bij mooie weer en lage productie
Trixx	stek	Schreurs	steenwol	2001	ja	idem				
Femma	stek	Schreurs	steenwol	2002	nee					
Sphinx	Natal B.	stokman	steenwol	2000	ja	weinig	regenwater	eens slootwater	verhitter	voor aantasting lavafilter
Sphinx	Natal B.	stokman	steenwol	2001	ja	weinig				
Sphinx	Natal B.	stokman	steenwol	2002	nee					
Simba	Natal B.	stokman	steenwol	1999	ja	weinig	regenwater		verhitter	voorheen zandfilter
surprise	Natal B.	stokman	steenwol	1998	ja	weinig				
Renate	stek	Preesman	steenwol	1998	ja	geen schade	regenwater		verhitter	<i>Pratylenchus</i> ; voorheen zandfilter
Blizzard	stek	Olij	steenwol	2003	nee					
Red Berlin	stek	Olij	steenwol	2000	nee					
Red Berlin	stek	Olij	steenwol	2001	nee					
First Red	stek	Olij	steenwol	1998	ja	geen schade	regenwater		verhitter	

Cultivar	Wortel	Vermeerderaar	Substraat	plant- jaar	Aaltjes- besmetting	Schade	Gietwater	Alternatieve gietwater	Ontsmetting drainwater	Bijzonderheden
Vendela	stek	Verbeek	steenwol	2000	ja	€ 20,-/m2	regenwater	1x slootwater	UV	6-wekelijkse analyses
Leandra	stek	Verbeek	steenwol	2001	ja					
Bull Eye	stek	Verbeek	steenwol	2002	nee					
Queensday	stek		steenwol	1999	ja	moeilijk te zeggen	regenwater		verhitter	voorheen zandfilter
Milva	stek		steenwol	2000	nee					
Akito	stek		steenwol	2003	nee					
Leandra	stek		steenwol	2001	nee					
Kronos	stek		steenwol	2003	nee					
Solo	stek		steenwol	2001	nee					
Escimo	Natal B.		kokos	1997	ja	niet te meten	regenwater		zandfilter	maandelijkse analyses
Milva	stek		perliet	2002	ja	niet te meten				
Marussia	stek		perliet	2003	ja	niet te meten				

Bijlage 3 Overzicht proefveld in kas L307

BEHANDELINGEN					
Bloemproductie			Wortelpopulatie		
48. - 2K	32. + 5K	16. - 3P	24b. 1S	16b. 1S	8b. 3P
47. - 3P	31. - 3P	15. + 5K	24a. 1S	16a. 1S	8a. 3P
46. + 4S	30. + 4S	14. - 1S	23b. 2K	15b. 2K	7b. 1S
45. + 6P	29. + 6P	13. - 2K	23a. 2K	15a. 2K	7a. 1S
44. - 1S	28. - 2K	12. - 2K	22b. 3P	14b. 3P	6b. 1S
43. + 5K	27. - 3P	11. + 5K	22a. 3P	14a. 3P	6a. 1S
42. - 2K	26. - 1S	10. + 6P	21b. 3P	13b. 1S	5b. 2K
41. - 1S	25. + 5K	9. - 1S	21a. 3P	13a. 1S	5a. 2K
40. + 4S	24. + 6P	8. + 4S	20b. 1S	12b. 1S	4b. 3P
39. - 3P	23. + 5K	7. - 3P	20a. 1S	12a. 1S	4a. 3P
38. + 6P	22. - 1S	6. - 1S	19b. 2K	11b. 2K	3b. 2K
37. + 5K	21. - 2K	5. + 6p	19a. 2K	11a. 2K	3a. 2K
36. - 2K	20. - 3P	4. - 2K	18b. 3P	10b. 3P	2b. 1S
35. + 4S	19. + 4S	3. + 5K	18a. 3P	10a. 3P	2a. 1S
34. - 1S	18. + 4S	2. + 4S	17b. 2K	9b. 2K	1b. 3P
33. + 6P	17. + 6P	1. - 3P	17a. 2K	9a. 2K	1a. 3P
rand			rand	rand	rand
VI			V	IV	III
Substraat			Behandeling		
+/- aaltjes			Plot		

Figuur 5. Proefveld met zes bedden à 17 dwarsgoten (inclusief één randgoot) en vijf planten per goot. 'Bloemproductie'-deel: bepalen van de schadelijkheid van *M. hapla* op basis van de bloemproductie en de populatieontwikkeling van *M. hapla* in het drainwater. 'Wortelpopulatie'-deel: bepalen van de populatieontwikkeling van *M. hapla* in de wortels. K = kokos, P = perliet en S = steenwolmat.

Bijlage 4 Voedingsoplossing

Beide standaardoplossingen in Tabel 2 en 3 werden regelmatig aangepast aan de hand van de analysesresultaten van het drainwater (perliet en steenwol) en van het substraat (kokos). Er werd elke twee weken een monster genomen

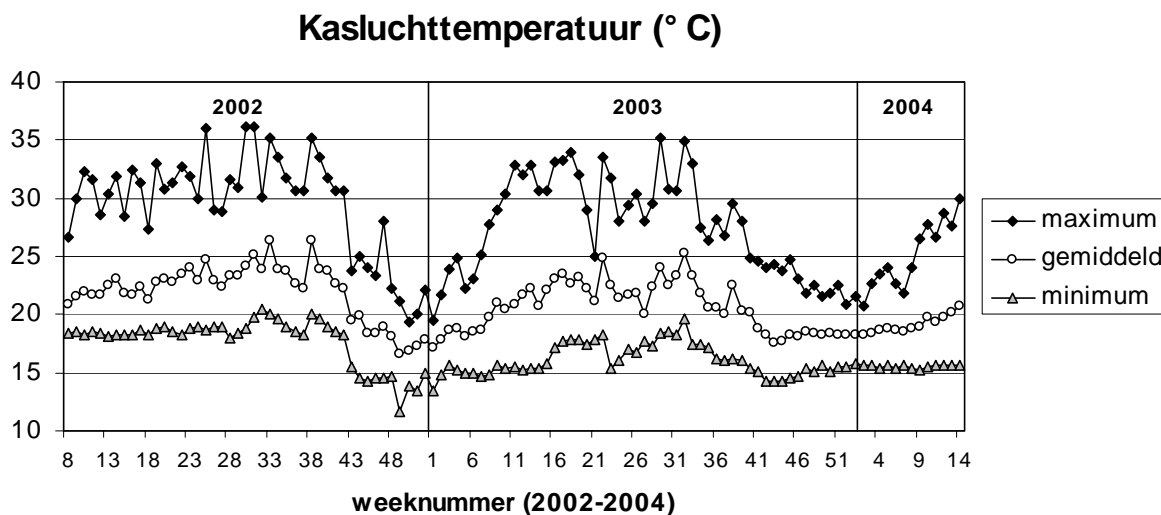
Tabel 2. Samenstelling voedingsoplossing voor perliet en steenwolmatten.

Standaardoplossing (pH 5.5 en EC = 1.4 mS/cm)			
Nitrakal	: 0.114 ml/liter	Baskal	: 0.071 ml/liter
Zwakal	: 0.282 "	Fe	: 1.000 "
Amnitra	: 0.035 "	B	: 0.800 "
Calsal	: 0.682 "	Mn	: 0.500 "
Magnitra	: 0.246 "	Zn	: 0.600 "
BFK	: 0.294 "	Cu/mo	: 0.579 "
N(NO ₃)	: 9.381 mmol/liter	N(NH ₄)	: 0.279 mmol/liter
P	: 0.999 "	K	: 3.387 "
Ca	: 3.192 "	Mg	: 1.278 "
S	: 1.117 "	OH ⁻	: 0.001 "

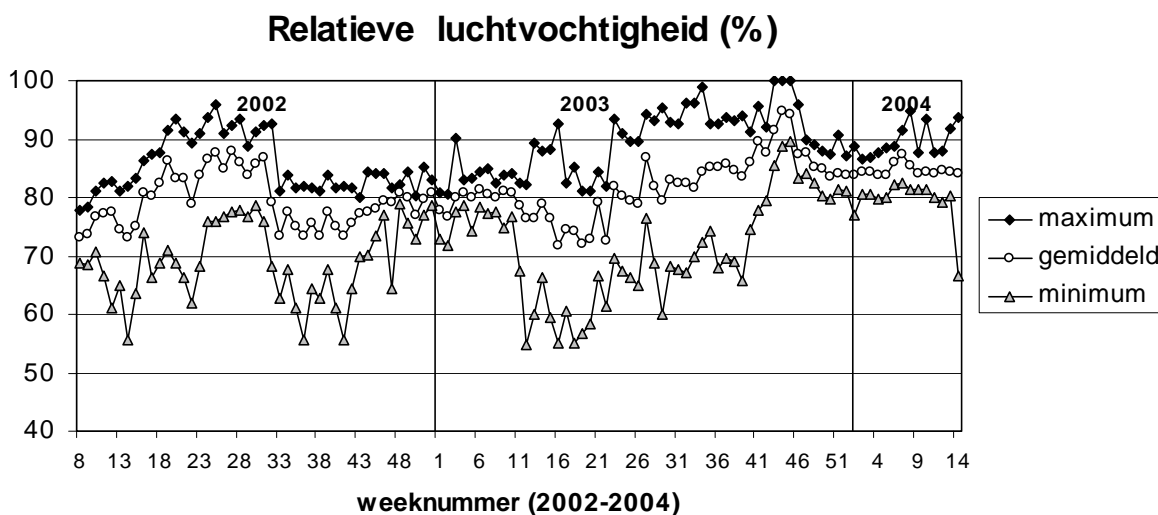
Tabel 3. Samenstelling voedingsoplossing voor kokos.

Standaardoplossing (pH 5.5 en EC = 1.6 mS/cm)			
Nitrakal	: 0.122 ml/liter	Baskal	: 0.062 ml/liter
Zwakal	: 0.284 "	Fe	: 1.125 "
Amnitra	: 0.026 "	B	: 0.800 "
Calsal	: 0.769 "	Mn	: 0.300 "
Magnitra	: 0.267 "	Zn	: 0.900 "
BFK	: 0.331 "	Cu/mo	: 0.833 "
N(NO ₃)	: 10.340 mmol/liter	N(NH ₄)	: 0.207 mmol/liter
P	: 1.124 "	K	: 3.597 "
Ca	: 3.600 "	Mg	: 1.352 "
S	: 1.125 "	OH ⁻	: 0.000 "

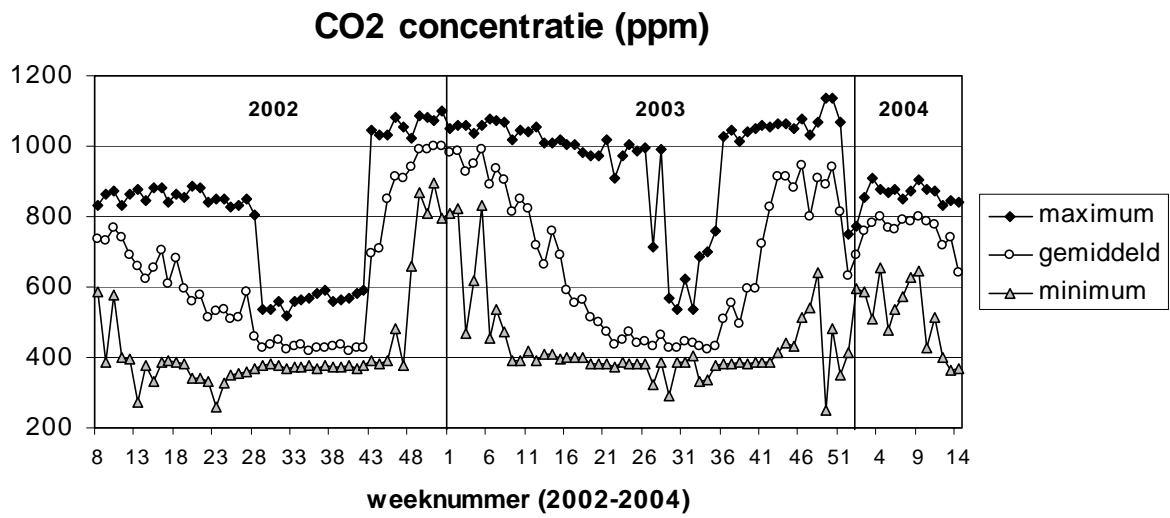
Bijlage 5 Klimaatgegevens



Figuur 6. Gerealiseerde uurtemperaturen kaslucht vanaf week 8 2002 tot en met week 14 2004. Maximale en minimale uurtemperaturen per week en weekgemiddelden.



Figuur 7. Gerealiseerde relatieve luchtvochtigheid kaslucht vanaf week 8 2002 tot en met week 14 2004. Maximale en minimale luchtvochtigheden per week en weekgemiddelden.



Figuur 8. Gerealiseerde CO₂-concentraties vanaf week 8 2002 tot en met week 14 2004. Maximale en minimale CO₂-concentraties per week en weekgemiddelden.

Bijlage 6 Wortelknobbelindex



0. Geen knobbels



1. Enkele kleine knobbeltjes, moeilijk te vinden



2. Kleine knobbels, duidelijk zichtbaar



3. Enkele grotere knobbels



4. Meer grote knobbels



5. Knobbels op 25%
van de wortels



6. Knobbels op 50%
van de wortels



7. Knobbels op 75%
van de wortels



8. Knobbels op 90%
van de wortels



9. Knobbels op 100%
van de wortels;
plant gaat dood



10. Alle wortels met knobbels;
nog nauwelijks wortels;
plant is dood