



# Biologische bestrijding van de glimslak (*Zonitoides arboreus*) in potorchidee

Effect van koper-ionen op de glimslakken

Marieke van der Staaij en Willem de Visser

Rapport GTB-1367

## Referaat

Glimslakken (*Zonitoides arboreus*) zijn een plaag in potorchideeën. De slakken zijn ongeveer 0.5 cm in diameter en leven voornamelijk in het substraat, bark en kokos. Ze eten van de wortels waardoor schade ontstaat aan de potorchideeën.

In het onderzoek zijn glimslakken blootgesteld aan koper-ionen, in vijf doseringen (0.5, 1.5, 3, 6, 9 ppm), door middel van directe bespuitingen, behandeld voedsel en het toedienen van koper-ionen via de voedingsoplossing aan *Oncidium*-planten geïnfecteerd met de slakken. Het gedurende drie maanden wekelijks toepassen van koper-ionen bleek bij geen van de doseringen een zichtbaar effect te hebben op de glimslakken. Alle slakken reageerden normaal en waren levend.

Analyse resultaten van planten (gewas, wortels en substraat (bark, kokos)) die gedurende vier maanden waren behandeld met koper-ionen laten accumulatie van koper zien. Vooral in de wortels werden grote hoeveelheden koper aangetoond. Schade aan de planten werd niet geconstateerd. De wortelgroei bij alle doseringen was volgens telers van potorchideeën iets geremd t.o.v. de wortelgroei van onbehandeld planten.

## Abstract

Growers of orchids know how noxious this small species of snail (*Zonitoides arboreus*) is. The snail is only approximately 0,5 cm in diameter. They spent most of their lives in growing media like bark and coco. They eat from the roots. This causes damage of the orchids.

In the trails the snails were exposed to copper-ions, five dosages (0.5, 1.5, 3, 6, 9 ppm), by means of direct contact, treated food and the treatment of *Oncidium*-plants, infected with the snails, with copper-ions during three months. The results showed that there was no visible effect on the snails. They behaved normally and were all alive.

Weekly applications of copper-ions caused accumulation of copper in the leaves, the roots and the growing medium. Specially in the roots the levels were high. The different dosage caused no damage to the orchids. Only the growers saw some (very little) reduction in growth of the roots in comparison with the roots of the untreated plants.

## Rapportgegevens

Rapport GTB-1367

Projectnummer: 3742143000

PT nummer: PT14675

## Disclaimer

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenUR.nl/glastuinbouw). Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Doel	8
<b>2</b>	<b>Materiaal en Methode</b>	<b>9</b>
	2.1 Kweek glimslakken	9
	2.2 Potorchidee	9
	2.3 Praktijkbedrijven	9
	2.4 Dosering koper-ionen	9
	2.5 Doseringsreeks	9
	2.6 Analyse monsters	10
	2.7 Kasklimaat	10
	2.8 Testen op de glimslakken	10
	2.9 Mogelijke schade koperdoseringen en accumulatie van koper van aan bark, wortels en planten	11
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>13</b>
	3.1 Testen op de glimslakken	13
	3.1.1 Direct effect	13
	3.1.2 Keuze proeven	13
	3.1.3 Proeven op plant niveau	13
	3.2 Metingen concentraties koper bij Wageningen UR Glastuinbouw	15
	3.3 Metingen concentraties koper op praktijkbedrijven	17
	3.3.1 Praktijkbedrijf 1	17
	3.3.2 Praktijkbedrijf 2	18
	3.3.3 Praktijkbedrijf 3	20
	3.4 Vaststellen mogelijke schade koperdoseringen aan wortels en planten	22
	3.5 Vergelijking resultaten dosering 3 ppm koper-ionen	22
<b>4</b>	<b>Conclusies</b>	<b>25</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>27</b>
	<b>Bijlage I Presentatie koper 9 april 2015</b>	<b>29</b>
	<b>Bijlage II Aqua-Hort</b>	<b>33</b>
	<b>Bijlage III Analyse data koper van de praktijkbedrijven</b>	<b>37</b>



# Samenvatting

Het doel van het oorspronkelijke project was inventariseren van de mogelijkheden van biologische bestrijding (fase 1) en het testen van potentiële predatoren en/of parasieten op laboratorium niveau (fase 2). De resultaten van dit onderzoek staan vermeld in Rapport GTB-1288.

In fase 3 van het onderzoek zouden de uit fase 1 en 2 geselecteerde biologische bestrijders worden getest op plantniveau in de kas. Bij gebrek aan kandidaat biologische bestrijders is fase 3 aangepast.

Een aantal orchideeën telers dient koper-ionen toe via de voedingsoplossing ter voorkoming van ziekten in het wortelmilieu en tegen algengroei. De vraag was hebben koper-ionen een effect op glimslakken?

In overleg met de BCO en LTO Glaskracht Nederland is besloten het effect van koper-ionen op glimslakken (*Zonitoides aboreus*) en het effect op potorchidee (Oncidium) te onderzoeken. Hiervoor werden de glimslakken en de potorchideeën behandeld met vijf doseringen koper-ionen (0.5, 1.5, 3, 6, 9 ppm) in vergelijking met onbehandeld.

- De glimslakken en het voedsel werden direct bespoten (onder laboratorium condities in petrischalen) met koper-ionen. Dit werd een aantal weken herhaald.  
Geen van de koper doseringen bleek een zichtbaar effect te hebben op de glimslakken na directe bespuitingen. Alle glimslakken bleven leven.
- Het voedsel van de glimslakken werd behandeld met koper-ionen waarna de glimslakken de keuze kregen tussen behandeld en niet behandeld voedsel (onder laboratorium condities in petrischalen).  
De glimslakken vertoonden geen voorkeur voor onbehandeld voedsel.
- Potorchideeën geïnfecteerd met glimslakken werden gedurende drie maanden behandeld met de verschillende doseringen koper-ionen.  
Aan het einde van de proef werd de slakken terug verzameld uit de potten. Vrijwel alle glimslakken werden teruggevonden en alle slakken leefden nog.
- Verschillen in groei en ontwikkeling van de wortels van de potorchideeën, nadat deze planten vier maanden met de verschillende doseringen koper-ionen waren behandeld, werd niet geconstateerd. Ten opzichte van de onbehandelde planten vond men dat de wortelgroei bij alle behandeld planten licht was geremd.

Op drie praktijkbedrijven en uit het onderzoek met de verschillende doseringen werden eenmaal per maand monsters genomen uit partijen potorchideeën die van december tot eind maart werden behandeld met koper-ionen. Het gewas, de wortels en het substraat werden geanalyseerd op koper. Ook het gietwater (gift) en de drain werden op koper geanalyseerd.

In vrijwel alle gevallen vond accumulatie van koper plaats. Vooral in de wortels was de toename duidelijk zichtbaar. De toename van koper was in jonge planten (tray) groter dan in de oudere planten (pot).

Op geen enkel bedrijf werd bij herhaald doseren van 3 ppm schade aan het gewas geconstateerd.



# 1 Inleiding

De glimslak *Zonitoides arboreus* veroorzaakt schade in de teelt van potorchidee in Nederland en is al ruim 10 jaar een bekende plaag van hetzelfde gewas in Hawaï.

In potorchidee worden de eieren van de glimslak gelegd nabij de wortels, vaak in kieren in de bark in clusters van 3-8 eieren. Onder laboratoriumomstandigheden leggen volwassen slakken gemiddeld 1 ei per 5-6 dagen en komt gemiddeld 61% van de eieren uit. Bij 25°C komen de eieren na 13 dagen uit. Ondanks de kleine afmetingen van de glimslak, duurt de ontwikkeling van ei tot volwassen slak 3 maanden. De maximale levensduur is niet bekend, maar de slak kan in elk geval 2 jaar leven.

De glimslak is hermafrodit – elk individu beschikt over zowel mannelijke als vrouwelijke voortplantingsorganen. Een geïsoleerd individu is daarom in staat om zelf levensvatbare eieren te produceren. Dat houdt in dat zelfs een enkel ei kan ontwikkelen tot een volwassen glimslak die in staat is om vruchtbare eieren te produceren.

De gegevens over de reproductie van de slak verklaren waarom deze soort lastig te bestrijden is en waarom de schade in de eerste maanden niet zichtbaar is. Een enkele volwassen slak die een schone teelttafel infecteert is in staat om te reproduceren en een populatie op te bouwen. De populatie komt traag op gang. Pas na drie maanden begint de tweede generatie met reproduceren (Vergelijking: bij trips is dit al na 2-3 weken). Pas vanaf dat punt begint de populatie snel toe te nemen en wordt de schade zichtbaar. Omdat potorchidee een lange teelt is, krijgt de populatie voldoende tijd om op gang te komen.

Het doel van het oorspronkelijke project was inventariseren van de mogelijkheden van biologische bestrijding (fase 1) en het testen van potentiële predatoren en/of parasieten op laboratorium niveau (fase 2). De resultaten van dit onderzoek staan vermeld in Rapport GTB-1288.

In fase 3 van het onderzoek zouden de uit fase 1 en 2 geselecteerde biologische bestrijders worden getest op plantniveau in de kas. Bij gebrek aan kandidaat biologische bestrijders is fase 3 aangepast.

Een aantal orchideeën telers dient koper-ionen toe via de voedingsoplossing ter voorkoming van ziekten in het wortelmilieu en tegen algengroei. De vraag was hebben koper-ionen een effect op glimslakken?

In overleg met de BCO en LTO Glaskracht Nederland is besloten het effect van koper-ionen op de glimslakken na te gaan en bij welke dosering dit plaats vindt. Van de mogelijk effectieve doseringen moet tevens worden vastgesteld welke effecten die hebben op potorchidee.

Uit informatie, die voorafgaand aan het onderzoek, is gevraagd aan een deskundige op het gebied van voedingsoplossingen blijkt dat koper-ionen relatief korte tijd blijven bestaan. De koperionen worden omgeven door watermoleculen (vorm van afscherming), ijzerchelaten hebben invloed op de aanwezigheid van koper-ionen evenals organisch materiaal. Gebonden aan chelaten kan koper wel opgenomen worden door planten. De heer W. Voogt heeft in een korte presentatie op 9 april 2015 hierover uitleg gegeven. Zie Bijlage 1.



**Figuur 1** De glimslak *Zonitoides arboreus* (Foto: Robert Hollingsworth, USDA Agricultural Research Service).

## 1.1 Doel

- a. Bepalen van het effect op glimslakken onder laboratorium condities.
- b. Testen van doseringen, waarbij een effect op glimslakken is vastgesteld, in potorchidee (*Oncidium*) op mogelijke schade.
- c. Monitoring op praktijkbedrijven en in een proef bij Wageningen UR Glastuinbouw:
  - Meten concentratie koper in de voedingsoplossing bij een gietbeurt en van de drain.
  - Meten concentratie koper in het substraat, de wortels en de bladeren (gewas).
  - Controleren van mogelijke schade aan de wortels (en planten).



**Figuur 2** Eieren van de glimslak *Zonitoides arboreus* (Foto: Scott Bauer, USDA Agricultural Research Service).



## 2 Materiaal en Methode

### 2.1 Kweek glimslakken

De glimslakken zijn oorspronkelijk afkomstig van drie verschillende praktijkbedrijven en verzameld in 2012. Hiermee is Wageningen UR Glastuinbouw een kweek gestart. De glimslakken werden gekweekt in bakken met bark en gevoerd met ijsbergsla en winterpeen. De kweekbakken stonden in een klimaatkast bij een temperatuur van 25°C en een RV van 70%. Wekelijks werden de kweken gecontroleerd en bijgevoerd. Regelmatig werd calciumcarbonaat over het voer gestrooid om ervoor te zorgen dat de slakken voldoende calcium via de voeding meekregen ter versterking van de huisjes.

### 2.2 Potorchidee

Als toetsplant werd in overleg met de BCO gekozen voor *Oncidium*. Het plantmateriaal werd geleverd door NewCo Orchids B.V. te Pijnakker. Planten in een 12 cm pot en plantjes in 28-gaats stektray. Dit materiaal was nog niet in aanraking geweest met koper-ionen.

### 2.3 Praktijkbedrijven

Drie praktijkbedrijven hebben deelgenomen aan het onderzoek: Lansbergen orchideeën, VG Orchids en van der Goes orchideeën. De telers doseren allemaal 3 ppm koper-ionen (ingesteld op het apparaat) via de voedingsoplossing. Het plantmateriaal op één bedrijf was reeds behandeld met koper-ionen. De twee andere bedrijven zijn daarmee gestart bij aanvang van het onderzoek.

Vanaf de start van het onderzoek werden gedurende 4 maanden om de 4 weken monsters voor analyse op koper genomen van het gietwater, het drainwater en de planten (wortels, substraat, gewas). Alle analyse data staan in Bijlage 3.

### 2.4 Dosering koper-ionen

Aqua-Hort heeft het apparaat geleverd waarmee de koper-ionen werden gedoseerd. Zie Bijlage 2.

### 2.5 Doseringsreeks

In het onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw werd een reeks van 5 doseringen koper-ionen getest in vergelijking met onbehandeld: 0,5, 1,5, 3, 6 en 9 ppm. Planten en glimslakken werden wekelijks behandeld met deze doseringen. De doseringen zijn tijdens iedere toediening gecontroleerd met een HI 96702 colorimetrie apparaat (copper high range) van Hanna instruments met HI 93702-0 Copper HR Reagent.

De instellingen op het apparaat om de verschillende doseringen te realiseren en de gemeten doseringen, gemiddelde van 15 metingen, waren als volgt:

Dosering	Instelling op apparaat	Gemeten dosering gemiddeld (hoogste en laagste meting)
0.5 ppm	0.5 ppm	0.51 ppm (0.81 ppm en 0.19 ppm)
1.5 ppm	3 ppm	1.42 ppm (2.54 ppm en 1.02 ppm)
3 ppm	7 ppm	3.13 ppm (3.67 ppm en 2.76 ppm)
6 ppm	14 ppm	6.64 ppm (9.43 ppm en 5.00 ppm)
9 ppm	21.5 ppm	8.91 ppm (10 ppm en 7.93 ppm)

Vanaf de start van het onderzoek werden gedurende 4 maanden om de 4 weken monsters voor analyse op koper genomen van de planten (wortels, substraat, gewas).

## 2.6 Analyse monsters

Alle analyses (water, gewas, wortels en substraat) zijn uitgevoerd door Groen Agro Control in Delfgauw.

## 2.7 Kasklimaat

De temperatuur en de luchtvochtigheid tijdens het onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk waren ingesteld op 25°C en 70%. De planten werd belicht gedurende 15 uur per dag.

## 2.8 Testen op de glimslakken

De effectiviteit van koper-ionen op glimslakken werd in verschillende proeven getest:

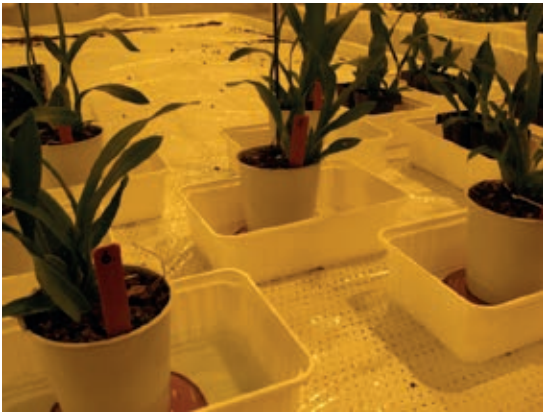
- Direct effect van de doseringen, waarbij zowel de slakken zelf als het voedsel werd behandeld (laboratorium toets).
- Keuze proeven met de doseringen, waarbij de slakken de keuze kregen tussen behandeld en niet-behandeld voedsel (laboratorium toets).
- Testen op plant niveau, waarbij de glimslakken op het substraat (bark) van de planten werden aangebracht en wekelijks werden behandeld met de verschillende doseringen.

De testen van het directe effect op de glimslakken en de keuze proeven werden uitgevoerd in petrischalen. In iedere petrischaal werd een vochtig filtreerpapierje gelegd en daarop werd stukjes bark, een beetje ijsbergsla en een stukje winterwortel gelegd. In iedere petrischaal werd 1 glimslak (jong en oud) of 1 ei van de glimslak gezet. De proef werd uitgevoerd in 5 herhalingen per glimslak stadium per dosering. De duur van deze proeven was 4 weken.



**Figuur 3 en 4** Proefopzet laboratoriumtoetsen.

De proeven waarbij de glimslakken direct werden behandeld en de keuzeproeven werden wekelijks gecontroleerd.



**Figuur 5 en 6** Proefopzet test met glimslakken op plant niveau in pot en tray.

De proef op plant niveau, waarbij planten werden geïnfecteerd met glimslakken, werd uitgevoerd op 4 planten per dosering met in elke pot 10 – 15 slakken. Bij de planten in de tray werden steeds twee planten (duo) gebruikt, waarbij slechts één plant werd geïnfecteerd. Om ontsnappen van de slakken te voorkomen werden de planten elk afzonderlijk in een bak geplaatst en werd een barrière van water aangebracht. (De planten stonden niet in het water).

Wekelijks werden de behandelingen uitgevoerd. De planten in de potten werden in totaal 11 keer behandeld, de duo-planten van de stektray in totaal 9 keer.

Circa drie maanden na de start van de proef werd de bark volledig nagezocht en werden alle glimslakken verzameld en werd gekeken of deze levend of dood waren. Ook werd de bark gecontroleerd op eieren van de glimslak.

## 2.9 Mogelijke schade koperdoseringen en accumulatie van koper van aan bark, wortels en planten

Een deel van het plantmateriaal werd vrij gehouden van glimslakken en kreeg gedurende 4 maanden (van 20 november 2014 tot 26 maart 2015) wekelijks koper-ionen via de voedingsoplossing toegediend (berekening van de planten van bovenaf).

Gedurende de periode van toediening van koper-ionen werd wekelijks gekeken of er schade dan wel groeiremming ontstond bij de verschillende doseringen. Aan het eind van de proef werden de wortels van de planten bekeken en beoordeeld.

Daarnaast werd een aantal planten gebruikt voor analyse op koper om vast te stellen of er ophoping van koper aan de bark, aan de wortels en in de plant plaatsvindt. Dit deel van het onderzoek liep synchroon met de monsternames op de praktijkbedrijven.



**Figuur 7 en 8** Proefopzet phytotoxiciteitstest op plant niveau in pot en tray.

# 3 Resultaten

## 3.1 Testen op de glimslakken

De testen op de glimslakken werden uitgevoerd in petrischalen en op plantniveau.

### 3.1.1 Direct effect

Alle behandelingen (vijf doseringen + onbehandeld) zijn over een periode van 3 weken wekelijks uitgevoerd steeds op 5 jonge en oude slakken en eieren per dosering. Voorafgaand aan iedere behandeling werd gecontroleerd of de slakken nog leefden en de eieren er nog goed uitzagen.

Geen van de geteste doseringen bleek een effect te hebben op de glimslakken, zowel de eieren als de slakken, jong en oud, bleven in leven.

### 3.1.2 Keuze proeven

Bij de keuze proeven werd een deel van het filtreerpapier, de bark en het voedsel behandeld en een deel bleef onbehandeld. Daarna werden de glimslakken in het midden van de petrischaal gezet. De volgende dag werd gekeken waar de slakken zich bevonden.

Het bleek dat evenveel glimslakken de keuze maakten voor onbehandelde bark en onbehandeld voedsel als voor behandelde bark en behandeld voedsel.

### 3.1.3 Proeven op plant niveau

Op de bark van vier Oncidium-planten in een pot en op de bark van 1x2 duoplanten in de tray per dosering werden per plant 10 -15 slakken gezet. Bij de kleine planten in de stektray werd per duo één plant van de twee geïnfecteerd.

Wekelijks, vanaf 22 december 2014 tot en met 11 maart 2015, werden de planten behandeld. Op 18 maart, 31 maart en 8 april werden de glimslakken terug verzameld uit de potten. In Tabel 1 staan de resultaten vermeld van de 4 planten in de potten en in Tabel 2 de resultaten van de duo-planten.



**Figuur 9 en 10** Proefopzet test met glimslakken op plant niveau in pot en tray.

Ondanks dat de planten wekelijks werden behandeld werden vrijwel alle slakken 3 maanden na de start van de proef teruggevonden in de bark. De natuurlijke sterfte onder de slakken was circa 5%. De enige dosering waarbij duidelijk meer dode slakken werden gevonden was de laagste dosering, 0.5 ppm koper-ionen.

Tabel 1

Totaal aantal levende en dode slakken na bespuiting van de planten in potten met koper-ionen per dosering.

Doserings in ppm	18-mrt		31-mrt		8-apr		totaal		% doding
	levend	dood	levend	dood	levend	dood	levend	dood	
0	45	0	36	3	28	3	109	6	5.2
0.5	53	1	37	8	30	7	120	16	11.8
1.5	38	0	34	1	22	1	94	2	2.1
3	44	0	37	1	24	0	105	1	0.9
6	43	0	36	4	31	3	110	7	6.0
9	39	0	36	1	28	1	103	2	1.9

De resultaten bij de planten van de stektray laten een zelfde beeld zien. Hier werden ook slechts een gering aantal dode slakken gevonden.

Tabel 2

Totaal aantal levende en dode slakken na directe bespuiting van de planten in de stektray met koper-ionen.

Doserings in ppm	levend	dood	totaal
0	13		13
0.5	8		8
1.5	11		11
3	10	2	12
6	9	1	10
9	12		12

In geen van de behandelingen werden eieren van de glimslakken gevonden. Of dit een effect van het toedienen van koper was kon in deze proef niet worden vastgesteld.

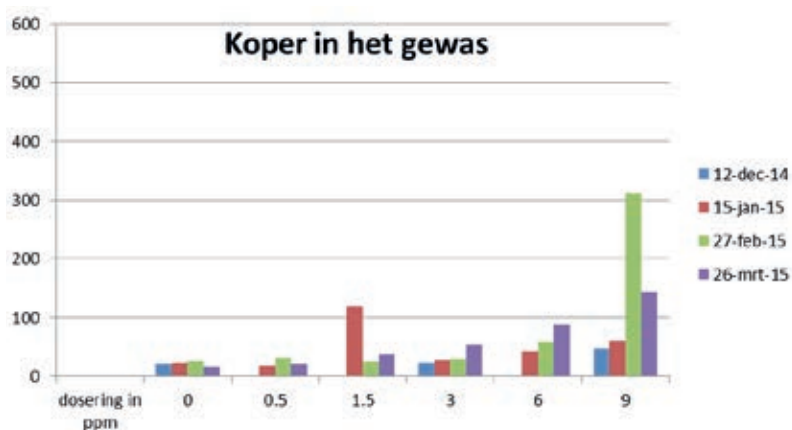
## 3.2 Metingen concentraties koper bij Wageningen UR Glastuinbouw

Viermaal over een periode van vier maanden werd uit iedere behandeling een monster voor analyse op koper genomen. Het gewas (groene delen), de wortels en de bark werden afzonderlijk geanalyseerd. De resultaten staan vermeld in de Tabellen 3, 4 en 5 en de Grafieken 1, 2 en 3.

Tabel 3

Resultaten analyse gewasmonster op koper per dosering in ppm.

	12-dec-14	15-jan-15	27-feb-15	26-mrt-15
dosering in ppm				
0	21.02	21.78	26.99	15.62
0.5		17.08	30.42	21.21
1.5		118.05	24.64	36.64
3	22.03	28.32	29.72	54.04
6		41.66	58.55	88.58
9	46.93	60.20	310.64	144.65

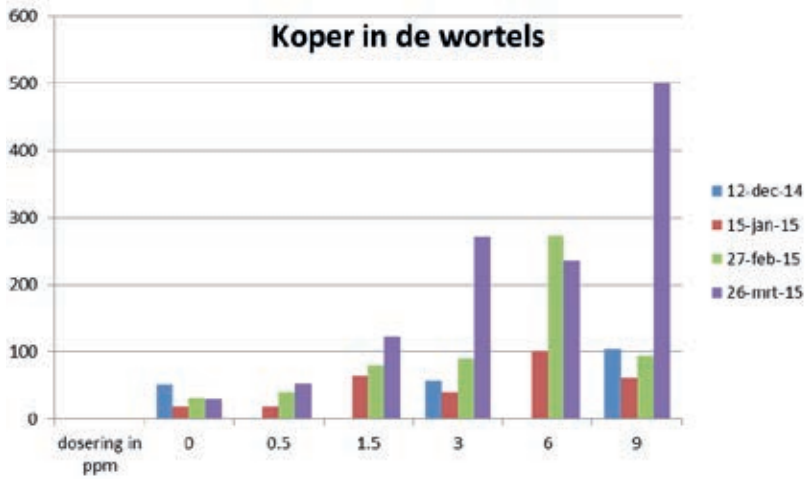


**Grafiek 1** Resultaten analyse gewasmonster op koper per dosering.

Tabel 4

Resultaten analyse wortels op koper per dosering in ppm.

	12-dec-14	15-jan-15	27-feb-15	26-mrt-15
dosering in ppm				
0	51.69	18.29	31.62	30.23
0.5		18.29	39.88	52.51
1.5		63.56	80.01	121.98
3	57.21	39.62	90.49	270.95
6		101.03	271.78	236.66
9	104.20	61.40	93.85	500.13

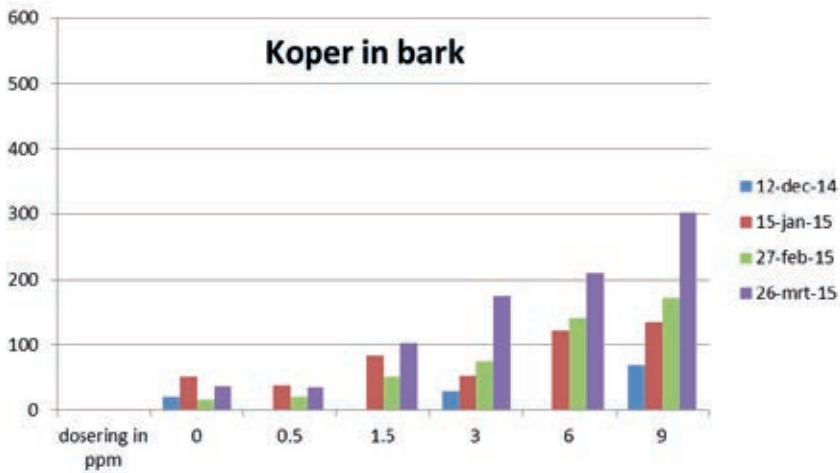


**Grafiek 2** Resultaten analyse wortels op koper per dosering.

Tabel 5

Resultaten analyse bark op koper per dosering in ppm.

	12-dec-14	15-jan-15	27-feb-15	26-mrt-15
dosering in ppm				
0	19.62	51.63	16.00	35.88
0.5		37.78	20.57	33.85
1.5		83.25	52.32	102.30
3	28.51	53.47	75.18	173.67
6		121.35	140.53	210.12
9	69.22	134.87	171.83	302.07



**Grafiek 3** Resultaten analyse bark op koper per dosering.



## 3.3 Metingen concentraties koper op praktijkbedrijven

### 3.3.1 Praktijkbedrijf 1

Op dit bedrijf wordt al langere tijd gewerkt met het doseren van koper-ionen, waarbij het apparaat is ingesteld op 3 ppm. De planten worden geteeld in een mengsel dat bestaat uit 50% bark, 30% cocoschips en 20% puimsteen. Hieraan wordt toegevoegd sphagnum, Dolokal en DCM ECOMix. In de grafieken en tabellen wordt dit mengsel aangeduid als substraat.

In dit mengsel werd geen koper aangetoond.

De gift en de drain zijn viermaal gemeten. In Tabel 6 staan de resultaten van de analyse van de gift en de drain. De planten, die bij de start van het onderzoek werden bemonsterd voor analyse waren niet behandeld met koper-ionen. De vervolg-monsters werden in de tussenliggende periode behandeld met koper-ionen. In Tabel 7 en de grafieken direct daaronder staan de resultaten van de analyses van het gewas, de wortels en het substraat.

---

Tabel 6

*Hoeveelheid koper (in ppm) in gift en drain op praktijkbedrijf 1.*

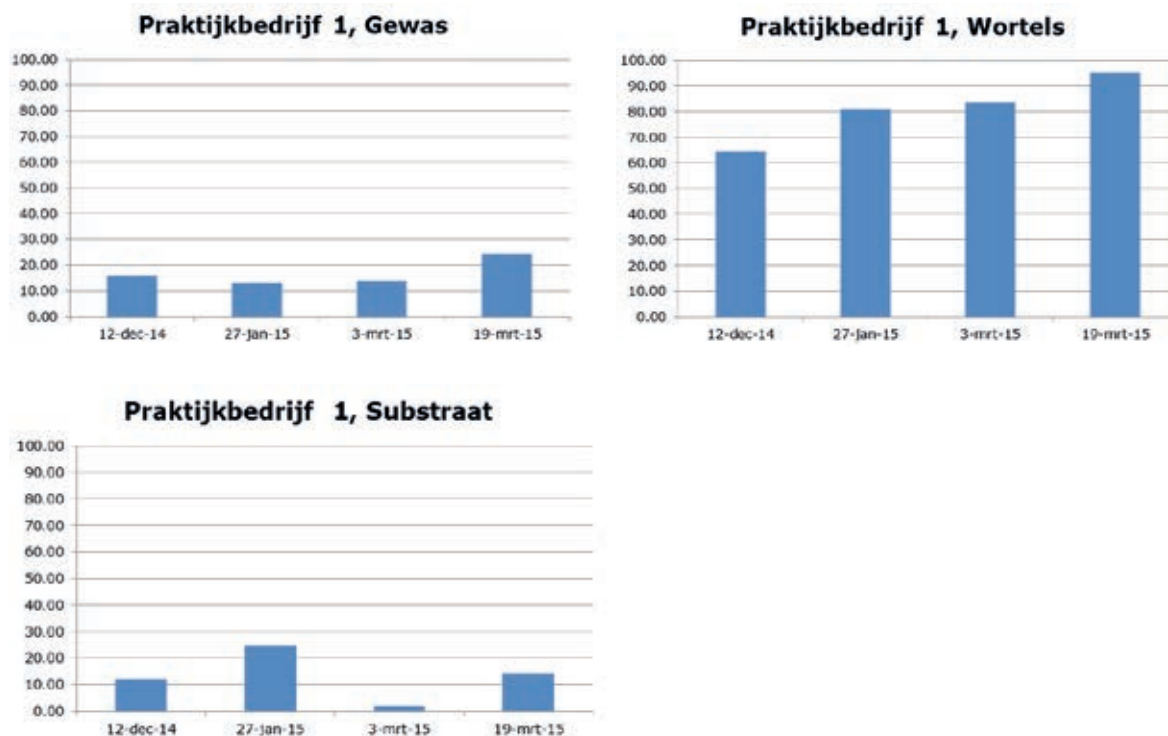
	Praktijkbedrijf 1	
	gift (in ppm)	drain (in ppm)
12-dec-14	1.58	0.42
27-jan-15	1.54	1.33
3-mrt-15	1.75	1.06
19-mrt-15	1.96	1.17

Uit de analyse cijfers bleek dat in de winterperiode ongeveer de helft van de gedoseerde koper-ionen (3 ppm) bij de planten terecht komt (gift). Daarna loopt de hoeveelheid langzaam op. De analyse cijfers van de drain laten een grillig beeld te zien. Het lijkt als of slechts weinig koper bij de planten blijft hangen. De analyse cijfers van het gewas, de wortels en het substraat lieten echter een ander beeld zien.

Tabel 7

Hoeveelheid koper (gemiddeld, in ppm) in gewas, wortels en substraat op praktijkbedrijf 1.

	Praktijkbedrijf 1			
	12-dec-14	27-jan-15	3-mrt-15	19-mrt-15
Gewas	15.78	13.24	13.65	24.35
Wortels	64.48	80.90	83.53	95.09
Substraat	11.99	24.77	1.83	14.03



De getallen op de y-as van de verschillende grafieken is gelijk gehouden. Daardoor is duidelijk te zien dat in/aan de wortels de hoeveelheid koper veel groter was dan in de plant en het substraat. Bij de wortels was ook goed te zien dat in de loop van de tijd de hoeveelheid koper toenam van bijna 65 ppm tot 95 ppm.

In het gewas werd een lichte toename van koper geconstateerd aan het eind van de proef. In het substraat schommelde de hoeveelheid van ongeveer 2 ppm tot 25 ppm. Het was niet duidelijk waardoor dit werd veroorzaakt.

### 3.3.2 Praktijkbedrijf 2

Deze teler past al enige tijd koper-ionen toe op zijn bedrijf in een dosering van 3 ppm (ingesteld op de apparatuur). Verdeeld over een periode van vier maanden zijn ook hier op vier momenten tijdens de teelt monsters genomen van de gift en drain en van het gewas. De resultaten van de gift en drain staan in de Tabel 8 en van de andere monsters in Tabel 9 voor de pot - en Tabel 10 voor de tray-planten en in de grafieken direct onder de tabellen. De planten worden geteeld in een mengsel dat bestaat uit 35% kokospeat, 40% minibark en 25% kokosvezel (dit mengsel wordt in de tabellen en grafieken aangeduid als substraat). In dit mengsel werd geen koper aangetoond.

Bij de start waren de planten voor onderzoek nog niet in aanraking geweest met koper-ionen. Op dit bedrijf zijn monster voor analyse genomen van zowel grote planten (pot) als kleine planten (tray).

Tabel 8

Hoeveelheid koper (in ppm) in gift en drain op praktijkbedrijf 2.

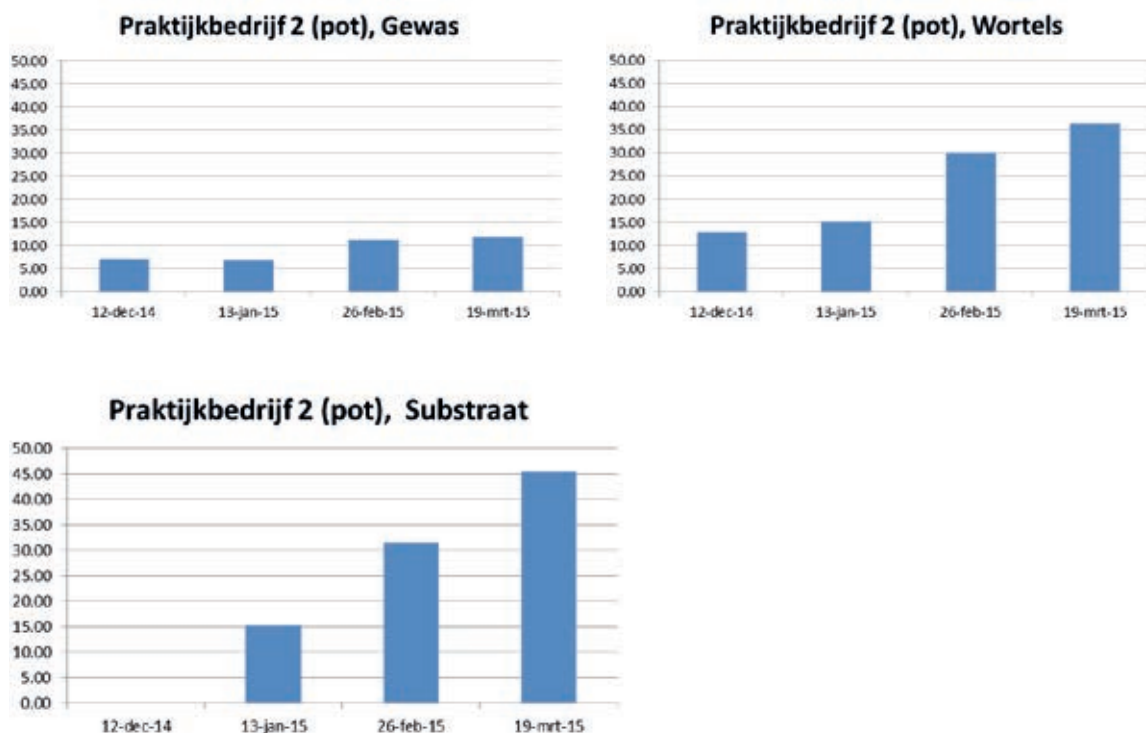
	Praktijbedrijf 2			
	gift (in ppm)		drain (in ppm)	
	pot	pot	tray	tray
12-dec-14	2.49	1.64		
27-jan-15		0.81		1.28
3-mrt-15	3.58	0.81	3.58	1.52
19-mrt-15	3.66	0.82	3.66	2.15

Uit de analyse cijfers bleek dat op dit bedrijf daadwerkelijk circa 3 ppm koper-ionen bij de planten terecht komt. De hoeveelheid koper in de drain bij de grotere planten (pot) was constant en laag. Het lijkt erop dat veel koper in de pot blijft hangen. Bij de kleinere planten (tray) is de variatie in hoeveelheden koper in de drain groter en ook het aantal ppm's is hoger dan bij de grote planten.

Tabel 9

Hoeveelheid koper in pot (gemiddeld, in ppm) in gewas, wortels en substraat op praktijkbedrijf 2.

	Praktijkbedrijf 2 (pot)			
	12-dec-14	13-jan-15	26-feb-15	19-mrt-15
Gewas	7.11	6.96	11.22	11.87
Wortels	12.83	15.32	30.16	36.41
Substraat		15.35	31.52	45.44



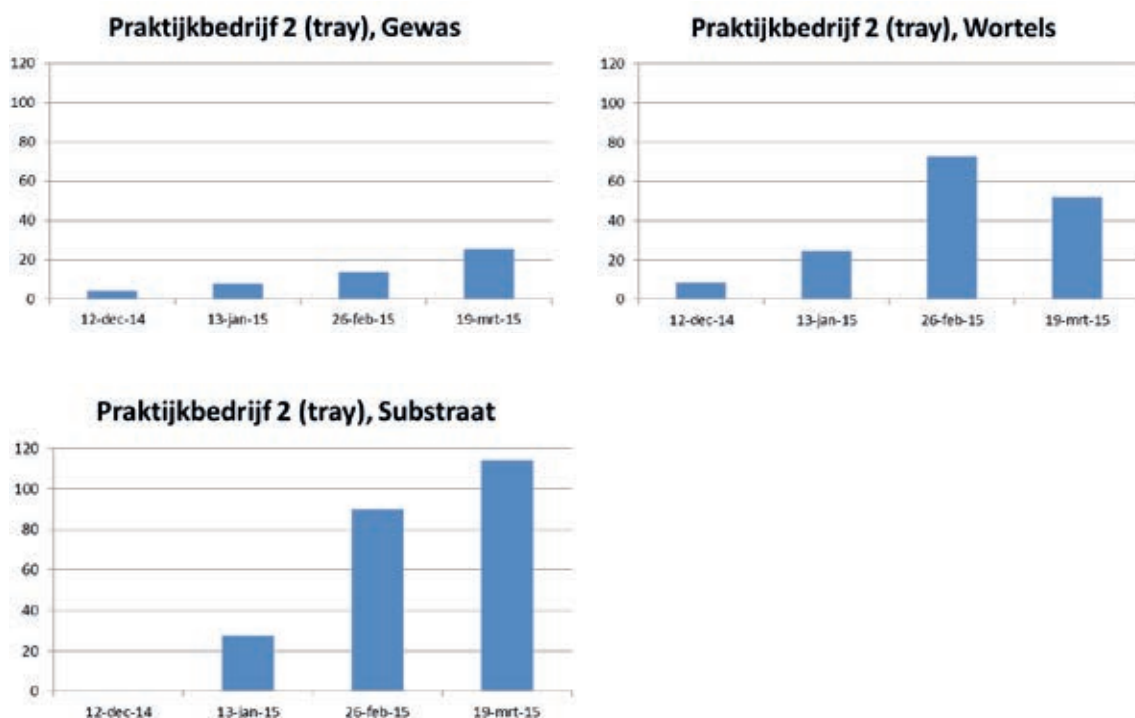
De getallen op de y-as van de verschillende grafieken is gelijk gehouden. Daardoor zijn de verschillen in hoeveelheden koper tussen gewas, wortels en substraat duidelijk zichtbaar.

In alle grafieken met de resultaten van de planten in pot is te zien dat in de loop van de tijd de hoeveelheid koper in gewas, wortels en substraat toenam. Bij het gewas was de hoeveelheid koper laag en de toename gering. In zowel wortels als het substraat lagen de hoeveelheden aanzienlijk hoger.

Tabel 10

Hoeveelheid koper in tray (gemiddeld, in ppm) in gewas, wortels en substraat op praktijkbedrijf 2.

	Praktijkbedrijf 2 (tray)			
	12-dec-14	13-jan-15	26-feb-15	19-mrt-15
Gewas	4.05	8.19	13.67	25.29
Wortels	8.57	24.26	72.56	51.75
Substraat		27.24	89.87	114.17



Ook in de grafieken voor de planten in de tray zijn de getallen op de y-as gelijk gehouden. Daardoor zijn de verschillen in hoeveelheden koper tussen gewas, wortels en substraat duidelijk zichtbaar.

Ook hier was een toename in hoeveelheid koper te zien in de loop van de tijd. Deze was het sterkste in het substraat.

Ten opzichte van de planten in pot (grote planten) waren de hoeveelheden koper bij de planten in de tray hoger. Jonge planten nemen meer koper op dan oudere planten.

### 3.3.3 Praktijkbedrijf 3

Deze teler past al enige tijd koper-ionen toe op zijn bedrijf in een dosering van 3 ppm (ingesteld op de apparatuur). De planten worden geteeld in een mengsel dat bestaat uit 85% bark fractie 2 en 15% kokosvezels (in de tabellen en grafieken aangeduid als substraat). In de schone bark werd 9.21 ppm koper aangetoond en in de schone kokos 8.83 ppm koper.

Op dit bedrijf zijn de planten voor aanvang van het onderzoek al zes-maal behandeld met koper-ionen. De resultaten van de gift en drain staan in de Tabel 11 en van de andere monsters in Tabel 12 en in de grafieken direct onder de tabel.

Tabel 11

Hoeveelheid koper (in ppm) in gift en drain op praktijkbedrijf 3.

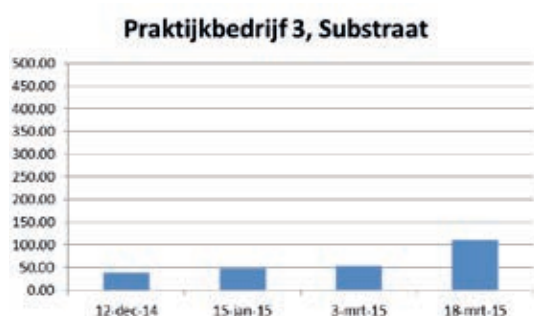
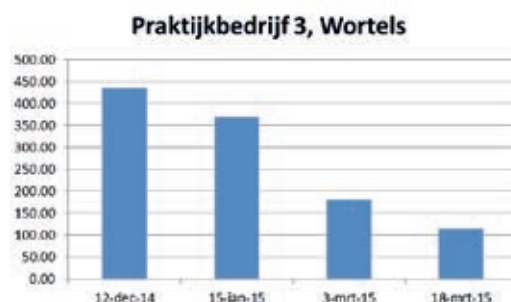
	Praktijkbedrijf 3	
	gift (in ppm)	drain (in ppm)
12-dec-14	1.75	1.60
15-jan-15	2.03	1.21
3-mrt-15	2.14	1.52
18-mrt-15	2.06	1.18

Ondanks dat 3 ppm koper-ionen werd gedoseerd kwam ongeveer 2 ppm bij de planten terecht. De analysecijfers laten zien dat meer dan 1 ppm via de drain de potten weer verlaat.

Tabel 12

Hoeveelheid koper (gemiddeld, in ppm) in gewas, wortels en substraat op praktijkbedrijf 3.

	Praktijkbedrijf 3			
	12-dec-14	15-jan-15	3-mrt-15	18-mrt-15
Gewas	67.44	73.66	21.40	27.51
Wortels	435.42	368.71	179.51	113.68
Substraat	38.76	48.20	52.83	110.33



Ook in deze grafieken zijn de getallen op de y-as gelijk gehouden. De hoeveelheden koper in gewas, wortels en substraat waren duidelijk groter dan in gewas, wortels en substraat van de andere twee bedrijven doordat in het schone substraat koper werd gevonden en de planten al voor aanvang van het onderzoek waren behandeld met koper-ionen.

Opvallend is dat op dit bedrijf alleen een toename van koper te zien was in het substraat gedurende het onderzoek. In het gewas en in de wortels nam de hoeveelheid koper in de loop van de tijd juist af ondanks dat men koper-ionen is blijven toepassen.

Eenmalig (3 maart) is ook de bulb afzonderlijk van het blad op koper geanalyseerd. In de bulb werd 34.22 ppm koper gevonden. In blad en bulb samen zou dat in totaal 55.62 ppm zijn. De afname van koper in het gewas loopt van januari tot en met maart van 73.66 ppm naar 55.62 ppm naar uiteindelijk 27.52 ppm.

Bij de wortels was de afname het duidelijkst.

Waardoor deze afname werd veroorzaakt is niet duidelijk. Bij de beide andere telers werd wel, zoals verwacht, accumulatie van koper in het gewas en de wortels geconstateerd.

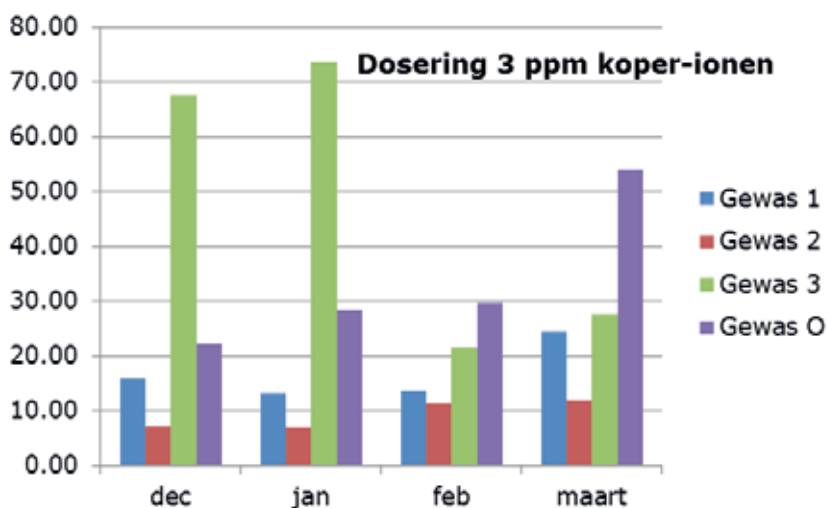
### 3.4 Vaststellen mogelijke schade koperdoseringen aan wortels en planten

Na vier maanden wekelijks te zijn behandeld met koper-ionen werden de planten van de verschillende doseringen beoordeeld. De planten werden in een willekeurig volgorde van doseringen naast elkaar gelegd. De beoordelaars wisten niet welke plant met welke dosering was behandeld. Een teeltadviseur, een gewasonderzoeker en de vertegenwoordiger van Aqua-Hort gaven aan geen verschillen tussen de planten te zien. De deelnemende telers uit het onderzoek gaven onafhankelijk van elkaar aan dat de onbehandeld planten, gewas en wortels, er iets beter uitzagen dan de rest, maar dat de verschillen erg klein waren. Men vond de wortelgroei bij alle behandelingen enigszins geremd in vergelijking met de wortels van de onbehandelde planten. De volgorde van de telers was van goed naar iets minder goed:

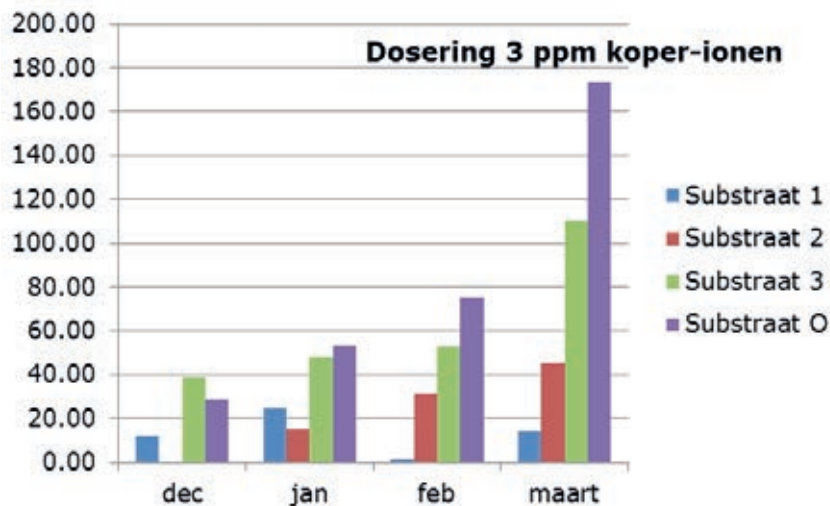
- 6 ppm.
- 9 ppm.
- 1.5 ppm.
- 3 ppm.
- 0.5 ppm.

### 3.5 Vergelijking resultaten dosering 3 ppm koper-ionen

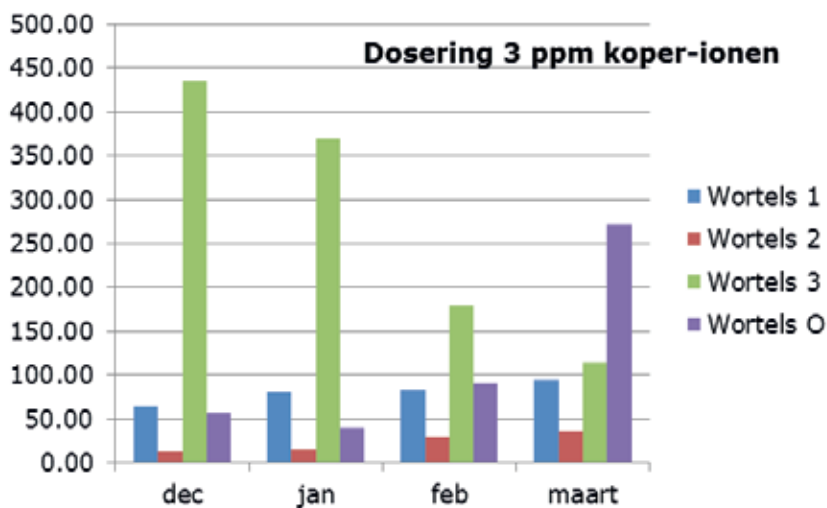
Op de drie praktijkbedrijven werd 3 ppm koper-ionen gedoseerd. Ook bij Wageningen UR Glastuinbouw was 3 ppm een van de doseringen. De verschillen en overeenkomsten tussen de praktijkbedrijven 1, 2, 3 en Wageningen UR Glastuinbouw (O) staan vermeld in de grafieken Gewas, Substraat en Wortels.



**Grafiek Gewas** Resultaten analyse gewas op koper bij dosering 3 ppm per bedrijf (in ppm).



**Grafiek substraat** Resultaten analyse substraat op koper bij dosering 3 ppm per bedrijf (in ppm).



**Grafiek Wortels** Resultaten analyse wortels op koper bij dosering 3 ppm per bedrijf (in ppm).

Ondanks dat op de drie praktijkbedrijven 3 ppm koper-ionen werd gedoseerd. Waren de resultaten op alle bedrijven anders. Allerlei factoren spelen hierbij een rol: de substraatmengsels, de ouderdom van de planten, watergeefstrategieën, belichting en klimaat, enz.

Toch zijn er ook overeenkomsten. Duidelijk is dat overal in het gewas de laagste hoeveelheden koper, tot 30 ppm, worden aangetroffen. Uitzonderingen zijn de eerste twee monster van bedrijf 3.

Daarna volgen de hoeveelheden in het substraat tot 50 ppm, waarbij ook nu bedrijf 3 op het einde van het onderzoek weer een uitschieter heeft.

In de wortels worden de grootste hoeveelheden gemeten met als uitschieters 435 ppm en 369 ppm bij de start van het onderzoek in december 2014 en in januari 2015 op bedrijf 3. Dit was in planten die al 6-maal voor aanvang van de proef met koper-ionen waren behandeld.

Ook zijn duidelijk verschillen tussen de bedrijven geconstateerd.

Bedrijf 3 wijkt af vanwege het feit dat daar al koper was gedoseerd voordat de proef begon daardoor werd overal meer koper teruggevonden dan bij de andere bedrijven. Met uitschieters bij het gewas en de wortels in de eerste twee maanden van het onderzoek.

Bijzonder is dat dit het enige bedrijf is waar een afname van de hoeveelheid koper werd geconstateerd bij het gewas en de wortels. Op de andere bedrijven was alleen een toename te zien.

Aan het einde van het onderzoek werden in het gewas, het substraat en de wortels uit de proef bij Wageningen UR Glastuinbouw de grootste hoeveelheden koper gemeten.

Koper-ionen hechten aan organisch materiaal. Dat kan overal voorkomen. Naarmate de afstand van de doseerinrichting tot de plant groter wordt zal de kans dat koper-ionen met organisch materiaal in aanraking komen groter worden en de hoeveelheid die de plant uiteindelijk bereikt lager worden.

De afstand tussen apparaat en planten bij Wageningen UR Glastuinbouw was slechts een paar meter. Mogelijk daardoor liggen de hoeveelheden koper in gewas, substraat en wortels bij Wageningen UR Glastuinbouw hoger dan op de praktijkbedrijven.



## 4 Conclusies

Het doel van het onderzoek was nagaan welk effect het doseren van koper-ionen heeft op glimslakken (*Zonitoides aboreus*) en het effect op potorchidee (Oncidium). Hiervoor werden de glimslakken en de potorchideeën behandeld met vijf doseringen koper-ionen (0.5, 1.5, 3, 6, 9 ppm) in vergelijking met onbehandeld.

- De glimslakken en het voedsel werden direct bespoten (onder laboratorium condities in petrischalen) met koper-ionen. Dit werd een aantal weken herhaald.  
Geen van de koper doseringen bleek een zichtbaar effect te hebben op de glimslakken na directe bespuitingen. Alle glimslakken bleven leven.
- Het voedsel van de glimslakken werd behandeld met koper-ionen waarna de glimslakken de keuze kregen tussen behandeld en niet-behandeld voedsel (onder laboratorium condities in petrischalen).  
De glimslakken vertoonden geen voorkeur voor onbehandeld voedsel.
- Potorchideeën geïnfecteerd met glimslakken werden gedurende drie maanden behandeld met de verschillende doseringen koper-ionen.  
Aan het einde van de proef werd de slakken terug verzameld uit de potten. Vrijwel alle glimslakken werden teruggevonden en alle slakken leefden nog.
- Verschillen in groei en ontwikkeling van de wortels van de potorchideeën, nadat deze planten vier maanden met de verschillende doseringen koper-ionen waren behandeld, werd niet geconstateerd. Ten opzichte van de onbehandelde planten vond men dat de wortelgroei bij alle behandeld planten licht was geremd.

Op drie praktijkbedrijven en uit het onderzoek met de verschillende doseringen werden eenmaal per maand monsters genomen uit partijen potorchideeën die van december tot eind maart werden behandeld met koper-ionen. Het gewas, de wortels en het substraat werden geanalyseerd op koper. Ook het gietwater (gift) en de drain werden op koper geanalyseerd.

In vrijwel alle gevallen vond accumulatie van koper plaats. Vooral in de wortels was de toename duidelijk zichtbaar. De toename van koper was in jonge planten (tray) grote dan in de oudere planten (pot).  
Op geen enkel bedrijf werd bij herhaald doseren van 3 ppm schade aan het gewas geconstateerd.



# Literatuur

Broekhoven, G., and H. Savenije. 2012.

*Moving forward with forest governance, ETFRN news; issue no. 53.* Wageningen: Tropenbos International.

De Graaf, L. 2012.

"Communication about medications for better patient transition. Needed: Format for switching."

*Pharmaceutisch Weekblad* no. 147 (8):14-15.

Fernandes, Alvaro A. A., Alasdair J. G. Gray, and Khalid Belhajjame. 2011.

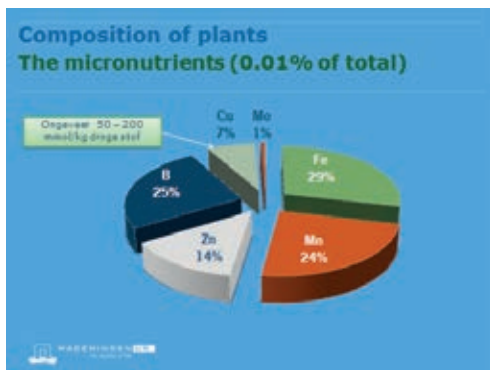
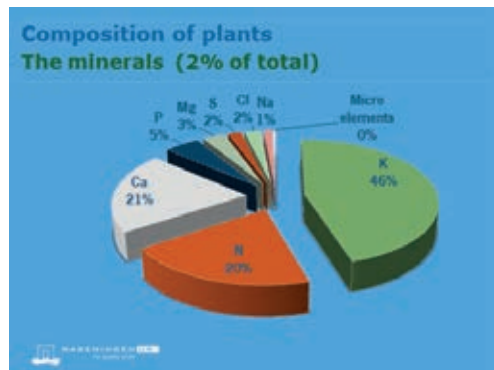
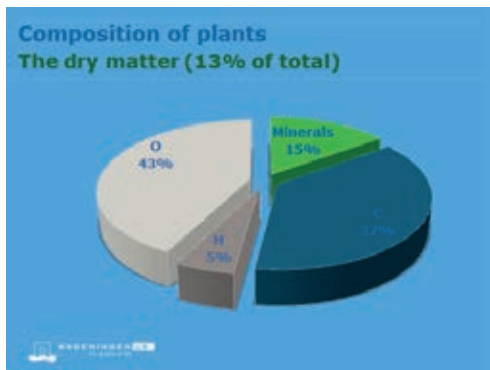
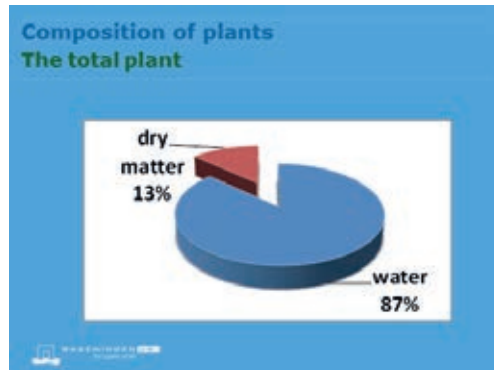
*Advances in Databases : 28th British National Conference on Databases, BNCOD 28, Manchester, UK, July 12-14, 2011, Revised Selected Papers.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.



# Bijlage I Presentatie koper 9 april 2015

## Koper (Cu) Functie, gebrek - overmaat

In het licht van Cu als ontzmetting  
Wim Voogt WUR glastuinbouw



## Cu = Koper

- Enzymen:
  - voor lignine synthese
  - Storing hormoonhuishouding, generatieve ontwikkeling
- Opname als  $Cu^{2+}$  of als Cu-complex
- Immobil in de plant
- Gebrek: bladvervorming
- Overmaat: dode wortels, bladranden

## Cu gebrek

Chlorose achter wortelstelsel  
Fysie postuur verandering  
Doornknoppen boven of  
Blowdelen trakken  
Blad randen droge in  
Dachverging oud blad



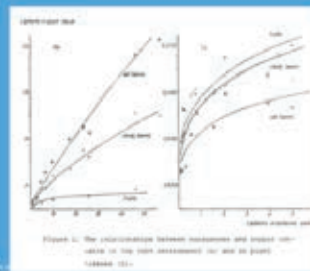
## Koper (Cu) overmaat

Komt normaal niet voor, behalve:

- Koperen constructiedelen
- Ontsmetting met koper
- Water van warmtewisselaars van koper

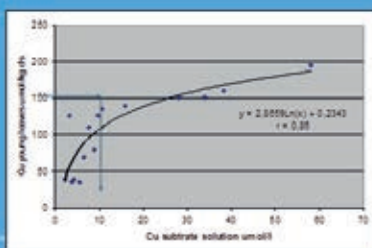


## Opname effecten (Sonneveld and de Boer, 1994)



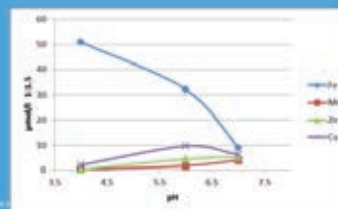
## Koper vastlegging door substraat

De Krog, et al., 1993



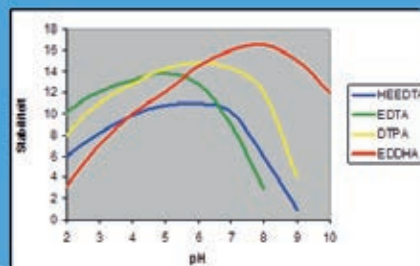
## Adsorption Cu and Fe in relation to pH

Effect of addition of 95  $\mu\text{mol/l}$  Fe and 55  $\mu\text{mol/l}$  Cu to peat substrate in relation to pH (De Krog, 1996)

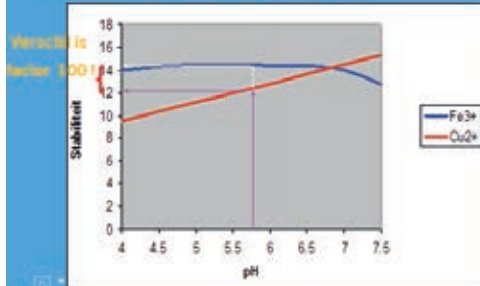


## Effect van chelaten

## Stabiliteit = pH afhankelijk



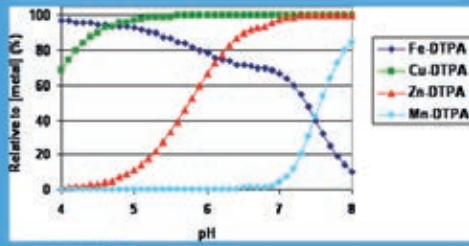
## Heeft bijvoorbeeld Cu-EDTA zin?



## Gevolg



## Wat gebeurt er in een gemiddelde voedingsoplossing ?

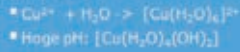


WAGeningen UR

## Gedrag van koper



complexatie:



- Met organisch materiaal
- Complexe verbindingen
- Adsorptie

WAGeningen UR

## Koper in waterbehandeling

- Gebaseerd op Cu vergiftiging van micro organismen
- Verhindert eiwit synthese = cel metabolisme
- Fungicide, algicide werking
- Koper ionen (electrolyse) / Kopersulfaat
- Commerciële producten (organische complexen)
- Literatuur : (doding microorganismen) 2 - 4 ppm = 30 - 60  $\mu\text{mol/l}$
- Zheng (Canada) 1 ppm ( 15  $\mu\text{mol/l}$  )

WAGeningen UR

## Phytotoxiciteit

Literatuur

- Yaro: schade vanaf 1,25  $\mu\text{mol/l}$  in hydroponics (Hill et al 2000) tot
- Houtachtige gewassen, 60  $\mu\text{mol/l}$  in zand (Kuhns, Sidor, 1976)
- Zheng (2005): schade vanaf:  
 Chrysant 5  
 Potroos 2.4  
 Geranium 8  
 paprika zaailing 2.9  
 Volwassen 15  $\mu\text{mol/l}$



WAGeningen UR

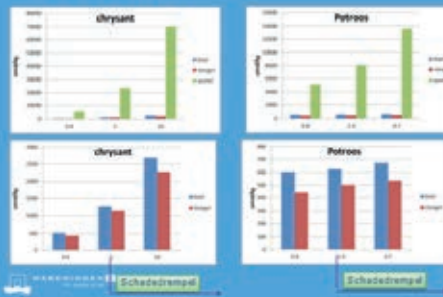
## Copper (Cu) toxicity



WAGeningen UR

From: Yoder, Zheng University Guelph, Canada.

## Resultaten Zheng



WAGeningen UR

## Eigen ervaringen

- Eind '80-er jaren, grote problemen bij aardbei in NFT (teler Breda) met aquasol complete afsterving wortels Cu 15 - 20  $\mu\text{mol/l}$
- In '90-er jaren, rozenteiler, wortelsterfte, gewasgroei problemen Aquasol, Cu 15  $\mu\text{mol/l}$

WAGeningen UR

## Voorzichtige conclusie

- $\text{Cu}^{2+}$  is onmisbaar voor plant, maar ook toxic bij concentraties boven 10  $\mu\text{mol/l}$  af te raden
- Gedrag  $\text{Cu}^{2+}$  als ion tamelijk onduidelijk, door complexatie
- Bij gebruik van bepaalde chelaten is effectiviteit minder (?)
- Bij gebruik van chelaten is toxiciteit minder ?
- Prakticiers: potroosteiler, erg hoog in drain / gift vrij hoog in plant zeer hoog in wortels schade grens ?

WAGeningen UR





# **Aqua-Hort®**

**Elektronische bemesting tegen micro  
elementen voor planten.**

**Cu, Fe, Zn en Al.**

**DOODT**

**Pythium - Phytophthora**

**Ramorum - Clavibacteria**

**Xanthomonas - Agrobacteria**

**Ralstonia - Erwinia**

**Chalara - Listeria**

**Niet agressief**

**Verstoort de ongedierte  
bestrijding niet**

**Mooie sterke witte wortels/  
gezond gewas**

**Meer opbrengst per m<sup>2</sup>**

**Goed voor het milieu**

**Lagere kosten**



## Waarom Aqua-Hort®

Aqua-Hort® zorgt voor een gecontroleerde toevoeging van koper-ionen en een electromagnetische waterbehandeling met vloeibare kunstmest.

Het is reeds lange tijd bekend dat een gecontroleerd niveau van koper-ionen in het water aanzienlijk kan bijdragen aan de preventie van schimmel aanvallen. Voornamelijk van Pythium and Phytophthora. Deze kunnen beiden zeer schadelijk zijn wanneer zij toeslaan. Deze twee schimmels vormen sporen welke worden verspreid in een natte omgeving. Laboratoriumtesten laten zien dat de sporen worden gedood wanneer zij in aanraking komen met water dat behandeld is met de Aqua-Hort®.

Een gecontroleerde toevoeging van koper-ionen was in het verleden moeilijk omdat koper makkelijk bindt voordat het in actie komt. Met Aqua-Hort® wordt een gecontroleerde toevoeging van koper-ionen bereikt op het moment van watergeven. De toegevoegde hoeveelheid is binnen de normale kunstmeststandaards.

De ionen in het water zijn geladen deeltjes met hydraterende lagen rondom hen. Door de electromagnetische waterbehandeling met de dynamische elektromagnetische pulsen worden de hydraterende lagen verwijderd en de ionen zullen daardoor makkelijk toegang verkrijgen naar de planten.

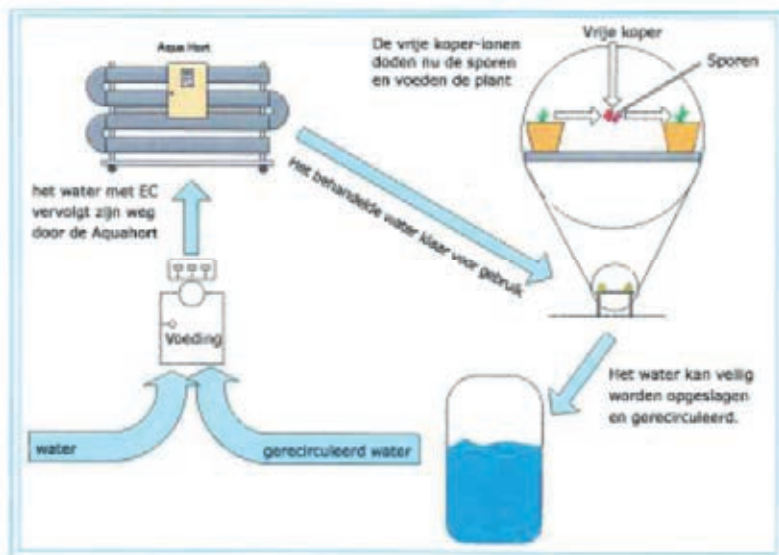
De Aqua-Hort® vermindert het gebruik van schimmelbestrijdende chemicaliën met positieve financiële consequenties en om punten te verkrijgen in het MPS systeem.

## Wat is Aqua-Hort® technisch gesproken?

Het Aqua-Hort® systeem bestaat uit: een Bedieningspaneel standaard 25 amp., een elektromagnetische behandelingsbuis en 4 sets van elektroden om de koper-ionen vrij te laten. Een flowmeter is een onderdeel van het systeem om de variatie in de stroming automatisch aan te passen. De behandeling wordt toegepast tijdens het water geven. Aqua-Hort® wordt geïnstalleerd na de kunstmestbak. Het gevoede water wordt geleid door de elektrode pijpen, vervolgens door de elektromagnetische buizen en uiteindelijk naar de planten. Het bedieningspaneel ontvangt een start signaal van de flowmeter. Deze werkt op 1 x 110-230 Volt. 50/60 Hz. Het hele systeem is gebouwd op een standaard van roestvrij staal.

De optionele Doser bestaat uit een elektronische membraan pomp en een extra flowmeter om de hoeveelheid van chemicaliën te controleren. Er kunnen 8 pompen worden geïnstalleerd met een capaciteit van 0 tot 300 liter per uur, maximum druk 7 bar. De toegevoegde hoeveelheid wordt gecontroleerd vanuit de hoofd Aqua-Hort® display.

Functioneel diagram Aqua-Hort®

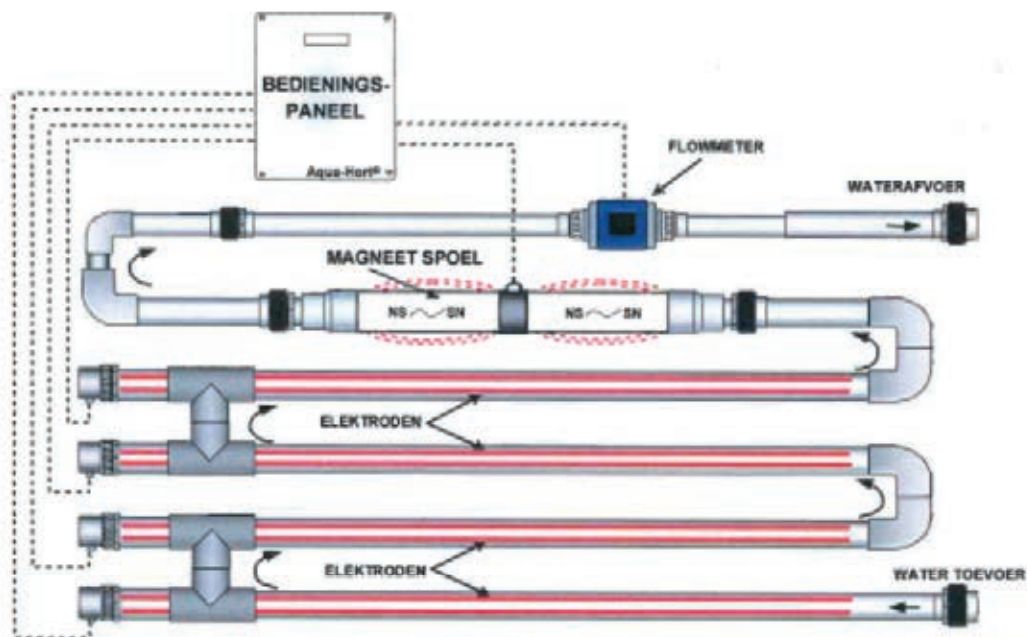


## Aqua-Hort® modellen

Type	Pipes	Afmeting	m <sup>3</sup> /h	Amp.
Aqua-Hort® Mini	75 mm	120*110*60	14	33
Aqua-Hort® Standard	90 mm	170*140*60	30	33-65
Aqua-Hort® tank	400 mm	60x130x60	10-200	33-200
Aqua-Hort® boat	325 mm	270*200*60	10-300	33-200

### Technische aspecten

- Automatische start
- Nauwkeurige Cu dosering
- Regeling voor flow en EC
- Vervangbare koperstaven
- Dynamische magnetische puls
- Testset voor meting vrije koper-ionen



#### Aqua-Hort Netherlands

Dennis Serieese  
 + 31 615 060 880  
 dserieese@tele2.nl  
 www.aqua-hort.dk

Er wordt 1 jaar garantie op de machine verleend. Aqua-Hort® heeft internationaal patentrecht.

Productie:  
**Aqua-Hort®**  
 Engdalsvej 28  
 DK 8220 Brabrand

Phone: +45-702 26 611  
 E-mail: aksef@aqua-hort.dk

**Aqua-Hort®**  
 www.aqua-hort.dk



# Bijlage III Analyse data koper van de praktijkbedrijven

<b>Praktijkbedrijf 1</b>		<b>12-dec-14</b>	<b>27-jan-15</b>	<b>3-mrt-15</b>	<b>19-mrt-15</b>
	$\mu\text{mol} / \text{L}$	$\mu\text{mol} / \text{L}$	$\mu\text{mol} / \text{L}$	$\mu\text{mol} / \text{L}$	$\mu\text{mol} / \text{L}$
Gift	24.9	24.2	Gift	Gift	30.9
Drain	6.6	21	Drain	Drain	18.5
	$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$	$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$			$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$
Gewas	194	180	Gewas	Gewas	353
Wortels	319	1369	Wortels	Wortels	1179
Substraat	38.6	423	Substraat	Substraat	211
Gewas	$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$	$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$	Gewas	Gewas	$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$
Wortels	303	237	Wortels	Wortels	414
Substraat	1712	1179	Substraat	Substraat	1816
	339	357			231
Achtergrond monster					
	$\mu\text{mol} / \text{kg ds}$				
Substraat	0.2				







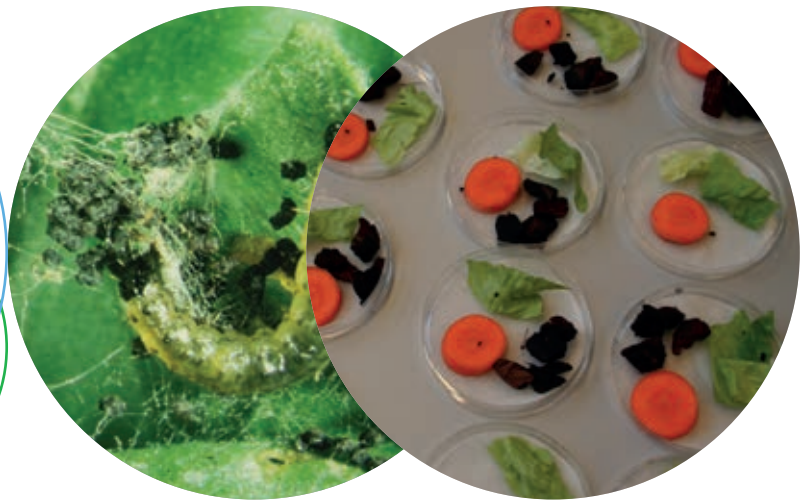








To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wageningenur.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenur.nl/glastuinbouw)

Glastuinbouw Rapport GTB-1367

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.