

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente  
Vestiging Naaldwijk  
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

ISSN 1385 - 3015

## **WORTELVERDIKKING KOMKOMMER, ONDERZOEK 1E HELFT 1999**

*Chemische en biologische middelen, bacterie-isolaten, antibiotica, substraten en  
bewaren en verdunnen verdachte voedingsoplossing*

Project 1405

R.-J.Pittens-v.d.Heijden  
P.Paternotte  
D.Klinkspoor

Naaldwijk, november 1999

Rapport 230  
Prijs f 30,00

Rapport 230 wordt u toegestuurd na storting van f 30,00 op  
banknummer 300 177 976 ten name van Proefstation Naaldwijk onder vermelding  
van 'Rapport 230, Wortelverdikking komkommer, onderzoek 1e helft 1999'.

# **INHOUDSOPGAVE**

<b>SAMENVATTING</b>	<b>2</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>3</b>
<b>2. CHEMISCHE EN BIOLOGISCHE MIDDELEN</b>	<b>4</b>
<b>3. REINIGINGSMIDDEL</b>	<b>17</b>
<b>4. BACTERIE-ISOLATEN</b>	<b>21</b>
<b>5. ANTIBIOTICA</b>	<b>26</b>
<b>6. BEWAARDE VOEDINGSOPLOSSING</b>	<b>29</b>
<b>7. SUBSTRATEN</b>	<b>33</b>
<b>8. TEELTMAATREGELEN AANGETASTE PLANTEN</b>	<b>35</b>
<b>9. AANTASTING VOOR EN NA VERDUNNEN</b>	<b>36</b>
<b>10. DISCUSSIE</b>	<b>37</b>
<b>11. CONCLUSIES</b>	<b>38</b>
<b>LITERATUUR</b>	<b>38</b>

## **SAMENVATTING**

In dit rapport worden de proeven beschreven die zijn uitgevoerd op het PBG in de periode januari - juni 1999. Met besmette voedingsoplossing uit het modelsysteem zijn verschillende proeven uitgevoerd. Een fungicide, verschillende biologische bestrijders en plantversterkers en een bactericide zijn getest op hun vermogen om de aantasting met wortelverdikking tijdens de opkweek te verminderen. Enkele middelen gaven een duidelijke vermindering van de aantasting. Een reinigingsmiddel is in verschillende concentraties getest in zowel de opkweek als de teelt om de aantasting met wortelverdikking te verminderen en/of te voorkomen. De resultaten van deze proeven waren zo wisselend dat toepassing in de praktijk niet is aan te bevelen. Isolaten die zes maanden waren opgeslagen en bacterie-isolaten geïsoleerd uit verdachte voedingsoplossing gaven geen wortelverdikking. Bewaarde verdachte voedingsoplossing gaf onverdund geen aantasting. Na verdunning soms wel, maar soms ook niet. Uit een proef met drie verschillende substraten bleek in één substraat geen aantasting voor te komen. In een teeltproef met aangetaste planten bleek wel of niet recirculeren van de voedingsoplossing en wel of geen fungicide toedienen geen verschil in aantasting met wortelverdikking te geven. Verdunnen van verdachte voedingsoplossing geeft een zelfde of zwaardere aantasting als niet verdunnen. De periode die na verdunnen effect gaf is erg verschillend.

## 1. INLEIDING

In een teeltproef met aangetaste planten zijn het effect van recirculeren van de voedingsoplossing en het toedienen van een fungicide aan de voedingsoplossing op de mate van het optreden van wortelverdikking onderzocht. Voor de overige proeven was de verdachte voedingsoplossing uit het modelsysteem nog steeds het uitgangspunt (Pittens - Van der Heijden *et al.*, 1998). Om het agens dat wortelverdikking veroorzaakt verder te karakteriseren zijn fungicide, biologische bestrijders, plantversterkers en bactericide getoetst op hun vermogen om wortelverdikking te bestrijden.

Naar aanleiding van ervaringen uit de praktijk met een reinigingsmiddel zijn proeven uitgevoerd met het middel in de opkweek en teelt. Met oude en nieuwe bacterie-isolaten is geprobeerd wortelverdikking op te roepen. Bewaarde verdachte voedingsoplossing is getoetst op het vermogen om onverdund en verdund wortelverdikking te veroorzaken. Verder zijn drie substraten getoetst op hun gevoeligheid voor wortelverdikking. Vanaf eind 1998 werd de verdachte voedingsoplossing in de kelders van het modelsysteem één keer in de vier weken 1000x verdund. Na enkele maanden bleek ook nu weer fluctuatie in aantasting op te treden. Om te bepalen hoe vaak er verdund dient te worden is in een proef onderzocht hoe de aantasting voor en na verdunnen is en hoelang het effect van het verdunnen aanhoudt.

Tijdens de in dit verslag beschreven periode heeft TNO Leiden diverse malen voedingsoplossing uit de verschillende afdelingen bemonsterd voor hun proeven.

## **2. CHEMISCHE EN BIOLOGISCHE MIDDELEN**

### **2.1 PROEF 1**

#### **2.1.1 INLEIDING**

Resultaten uit voorgaand onderzoek wijzen erop dat de veroorzaker van wortelverdikking één of meerdere micro-organismen is/zijn. Wortelverdikking zou daarom mogelijk kunnen worden bestreden met fungiciden, plantversterkers, biologische bestrijders en/of bactericiden. Doel van deze proef was om een middel te vinden dat wortelverdikking bestrijdt. Tevens kunnen we de veroorzaker verder karakteriseren.

#### **2.1.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 2.1)**

proefnummer	99.03
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 4 en 6
zaaidatum	18 januari (hydrocultuur), 25 januari (steenwol)
zaaimedium	vermiculiet en steenwolpotten
opkweek	hydrocultuur en steenwolpotten
start proef	25 januari
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
watergift	ongeveer 750 ml in hydrocultuur, voor het natmaken van de steenwolpotten is ongeveer 6 l per behandeling nodig. Voor een vloedbeurt is 3 l nodig
grootte proef	5 middelen * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 2 planten = 40 planten; 6 middelen * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 4 planten = 96 planten; controle * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 1 plant = 4 planten; controle * 3 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 4 planten = 24 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 8 februari (hydrocultuur) en 22 februari (steenwol)
onderzoekers	Riek-Jan Pittens, Pim Paternotte, Dick Klinkspoor

**Tabel 2.1 -** Overzicht van de behandelingen, waarbij H het aantal herhalingen, n het aantal planten per herhaling, N het totaal aantal planten per behandeling, Ca de gebruikte concentratie in ppm actieve stof en Cp de gebruikte concentratie in ppm geformuleerd produkt in hydrocultuur (2 l) en steenwol (6 l) is.

nr	middel	opkweek	voedingsoplossing	vloedbeurt met	H	n	N	Ca	Cp
1	fungicide A	hydrocultuur	onverdacht		2	2	4	240	300
2	biologische bestrijder A	hydrocultuur	onverdacht		2	1	2		500
3	biologische bestrijder B	hydrocultuur	onverdacht		2	2	4		1000
4	plantversterker A	hydrocultuur	onverdacht		2	2	4	10	
5	plantversterker B	hydrocultuur	onverdacht		2	2	4	500	
6	controle	hydrocultuur	onverdacht		2	1	2		
7	fungicide A	hydrocultuur	verdacht		2	2	4	240	300
8	biologische bestrijder A	hydrocultuur	verdacht		2	1	2		500
9	biologische bestrijder B	hydrocultuur	verdacht		2	2	4		1000
10	plantversterker A	hydrocultuur	verdacht		2	2	4	10	
11	plantversterker B	hydrocultuur	verdacht		2	2	4	500	
12	controle	hydrocultuur	verdacht		2	1	2		
13	fungicide A	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8	240	300
14	biologische bestrijder A	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8		500
15	biologische bestrijder B	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8		1000
16	plantversterker A	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8	10	
17	bactericide A	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8	10	2500
18	plantversterker B	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8	500	
19	controle	steenwol	onverdacht	verdacht	2	4	8		
20	controle	steenwol	onverdacht	onverdacht	2	4	8		
21	fungicide A	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8	240	300
22	biologische bestrijder A	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8		500
23	biologische bestrijder B	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8		1000
24	plantversterker A	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8	10	
25	bactericide A	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8	10	2500
26	plantversterker B	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8	500	
27	controle	steenwol	verdacht	verdacht	2	4	8		

### 2.1.3 RESULTATEN (Tabel 2.2)

Tabel 2.2 - Het effect van de verschillende behandelingen op aantasting met wortelverdikking in hydrocultuur (21 DNZ) en steenwol (28 DNZ) waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr middel	opkweek	voedingsoplossing	met WVD	opmerkingen
1 fungicide A	hydrocultuur	onverdacht		0.0
2 biologische bestrijder A	hydrocultuur	onverdacht		0.0
3 biologische bestrijder B	hydrocultuur	onverdacht		0.0
4 plantversterker A	hydrocultuur	onverdacht		0.0
5 plantversterker B	hydrocultuur	onverdacht		0.0
6 controle	hydrocultuur	onverdacht		0.0
7 fungicide A	hydrocultuur	verdacht		0.0
8 biologische bestrijder A	hydrocultuur	verdacht		3.0
9 biologische bestrijder B	hydrocultuur	verdacht		3.0
10 plantversterker A	hydrocultuur	verdacht		1.0
11 plantversterker B	hydrocultuur	verdacht		1.5
12 controle	hydrocultuur	verdacht		1.5
13 fungicide A	steenwol	onverdacht	verdacht	1.0
14 biologische bestrijder A	steenwol	onverdacht	verdacht	2.0
15 biologische bestrijder B	steenwol	onverdacht	verdacht	2.0
16 plantversterker A	steenwol	onverdacht	verdacht	1.5
17 bactericide A	steenwol	onverdacht	verdacht	0.5
				bruine, slechte en weinig wortels
18 plantversterker B	steenwol	onverdacht	verdacht	1.0
19 controle	steenwol	onverdacht	verdacht	2.0
20 controle	steenwol	onverdacht	onverdacht	0.0
21 fungicide A	steenwol	verdacht	verdacht	1.5
22 biologische bestrijder A	steenwol	verdacht	verdacht	1.0
				bruine wortels, kringeling
23 biologische bestrijder B	steenwol	verdacht	verdacht	1.0
				kringeling
24 plantversterker A	steenwol	verdacht	verdacht	1.0
25 bactericide A	steenwol	verdacht	verdacht	0.5
26 plantversterker B	steenwol	verdacht	verdacht	1.0
27 controle	steenwol	verdacht	verdacht	1.0
p				***
LSD 5%				0.9

- Alle getoetste middelen geven in hydrocultuur met onverdachte voedingsoplossing geen aantasting (beh. 1-6).
- Fungicide A in verdachte voedingsoplossing geeft, in hydrocultuur, geen aantasting; in steenwol wel (beh. 7, 13, 21).
- De biologische bestrijders en de plantversterkers geven met verdachte voedingsoplossing zowel in hydrocultuur als in steenwol aantasting (beh. 8-11, 14-16, 18, 22-24, 26).
- Bactericide A in verdachte voedingsoplossing geeft in steenwol aantasting; in hydrocultuur niet getest (beh. 17, 25)

## **2.2 PROEF 2**

### **2.2.1 INLEIDING**

In deze proef werd het gedeelte in hydrocultuur van proef 99.03 (Hoofdstuk 2) herhaald, werden er twee middelen toegevoegd en werd één middel in alcohol opgelost. Doel van deze proef was het verifiëren van de resultaten uit proef 99.03 en extra middelen toetsen.

### **2.2.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 2.3)**

proefnummer	99.04
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 4 en 6
zaaidatum	11 februari
zaaimedium	vermiculiet
opkweek	hydrocultuur
start proef	18 februari
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
watergift	ongeveer 750 ml
grootte proef	8 middelen * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 2 planten = 64 planten; controle * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 2 planten = 8 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 8 maart
onderzoekers	Pim Paternotte, Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor



**Tabel 2.3 -** Overzicht van de behandelingen, waarbij H het aantal herhalingen, n het aantal planten per herhaling, N het totaal aantal planten per behandeling, Ca de gebruikte concentratie in ppm actieve stof en Cp de gebruikte concentratie in ppm geformuleerd produkt in hydrocultuur (2 l) is.

nr	middel	voedingsoplossing	H	n	N	Ca	Cp
1	fungicide A	onverdacht	2	2	4	240	300
2	biologische bestrijder A	onverdacht	2	2	4		500
3	biologische bestrijder B	onverdacht	2	2	4		1000
4	plantversterker A	onverdacht	2	2	4	10	
5	biologische bestrijder C	onverdacht	2	2	4		500
6	plantversterker A in alcohol opgelost	onverdacht	2	2	4	10	
7	plantversterker B	onverdacht	2	2	4	500	
8	bactericide A	onverdacht	2	2	4	10	2500
9	controle	onverdacht	2	2	4		
10	fungicide A	verdacht	2	2	4	240	300
11	biologische bestrijder A	verdacht	2	2	4		500
12	biologische bestrijder B	verdacht	2	2	4		1000
13	biologische bestrijder C	verdacht	2	2	4		500
14	plantversterker A	verdacht	2	2	4	10	
15	plantversterker A in alcohol opgelost	verdacht	2	2	4	10	
16	plantversterker B	verdacht	2	2	4	500	
17	bactericide A	verdacht	2	2	4	10	2500
18	controle	verdacht	2	2	4		

## 2.2.3 RESULTATEN (Tabel 2.4)

Tabel 2.4 - Het effect van de verschillende behandelingen op aantasting met wortelverdikking in hydrocultuur (25 DNZ) waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	middel	voedingsoplossing	WVD	opmerkingen
1	fungicide A	onverdacht	0.0	extreme remming wortel-, spruitgroei
2	biologische bestrijder A	onverdacht	0.0	klein wortelstelsel, wortel- spruitgroei geremd
3	biologische bestrijder B	onverdacht	0.0	bruine wortels
4	biologische bestrijder C	onverdacht	0.0	redelijk wortelstelsel, wel wat remming
5	plantversterker A	onverdacht	0.0	
6	plantversterker A in alcohol opgelost	onverdacht	0.0	wortel- spruitgroei geremd
7	plantversterker B	onverdacht	0.0	
8	bactericide A	onverdacht	0.0	spruitgroei geremd, bladrandjes
9	controle	onverdacht	0.0	
10	fungicide A	verdacht	0.0	extreme remming wortel- spruitgroei
11	biologische bestrijder A	verdacht	3.0	wortel- spruitgroei geremd
12	biologische bestrijder B	verdacht	0.0	wortel- spruitgroei geremd, bruine wortels
13	biologische bestrijder C	verdacht	0.0	redelijk wortelstelsel, wel wat remming
14	plantversterker A	verdacht	0.0	
15	plantversterker B	verdacht	1.5	
16	plantversterker A in alcohol opgelost	verdacht	0.0	wortel- spruitgroei geremd
17	bactericide A	verdacht	0.0	zijwortelgroei wordt belemmerd
18	controle	verdacht	1.0	
	p		***	
	LSD 5%		0.35	

- Alle getoetste middelen geven in onverdachte voedingsoplossing geen aantasting.
- Fungicide A, biologische bestrijders A en C, plantversterker A (ook opgelost in alcohol) en bactericide A in verdachte voedingsoplossing geven geen aantasting.
- Biologische bestrijder A in verdachte voedingsoplossing geeft een zware aantasting.
- Plantversterker B in verdachte voedingsoplossing geeft een lichte tot matige aantasting.
- Alle middelen, behalve de plantversterkers, geven groeiremming.

## **2.3 PROEF 3**

### **2.3.1 INLEIDING**

In deze proef werden de middelen die in proef 99.03 en 99.04 (resp. Hoofdstuk 2.1 en 2.2) een vermindering van de aantasting gaven opnieuw getoetst. Fungicide A, biologische bestrijder C en bactericide A werden in twee concentraties toegediend. Doel van deze proef was het toetsen van bovengenoemde middelen in verschillende concentraties in hydrocultuur en steenwol.

### **2.3.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 2.5)**

proefnummer	99.14
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304-5
zaaidatum	3 juni (hydrocultuur), 10 juni (steenwol)
zaaimedium	vermiculiet en steenwolpotten
opkweek	hydrocultuur en steenwolpotten
start proef	10 juni
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
watergift	2 liter in hydrocultuur, voor het natmaken van de steenwolpotten is ongeveer 6 l per behandeling nodig. Voor een vloedbeurt is 3 l nodig
grootte proef	3 middelen * 2 concentraties * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 6 planten = 144 planten; controle * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 6 planten = 24 planten 14 behandelingen x 2 herhalingen x 4 planten = 112 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 21 juni (hydrocultuur) en 1 juli (steenwol)
onderzoekers	Pim Paternotte, Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor

**Tabel 2.5 -** Overzicht van de behandelingen, waarbij H het aantal herhalingen, n het aantal planten per herhaling, N het totaal aantal planten per behandeling, Ca de gebruikte concentratie in ppm actieve stof en Cp de gebruikte concentratie in ppm geformuleerd produkt in hydrocultuur (4 l) en steenwol (6 l) is.

nr	middel	voedingsoplossing	H	n hydrocultuur	N	n steenwol	N	Ca	Cp
1	fungicide A	onverdacht	2	2	4	4	8	80	100
2	fungicide A	onverdacht	2	2	4	4	8	16	20
3	biologische bestrijder C	onverdacht	2	2	4	4	8		100
4	biologische bestrijder C	onverdacht	2	2	4	4	8		20
5	bactericide A	onverdacht	2	2	4	4	8	10	2500
6	bactericide A	onverdacht	2	2	4	4	8	5	1250
7	controle	onverdacht	2	2	4	4	8		
8	fungicide A	verdacht	2	2	4	4	8	80	100
9	fungicide A	verdacht	2	2	4	4	8	16	20
10	biologische bestrijder C	verdacht	2	2	4	4	8		100
11	biologische bestrijder C	verdacht	2	2	4	4	8		20
12	bactericide A	verdacht	2	2	4	4	8	10	2500
13	bactericide A	verdacht	2	2	4	4	8	5	1250
14	controle	verdacht	2	2	4	4	8		

### 2.3.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE (Tabel 2.6)

Tabel 2.6 - Het effect van de verschillende behandelingen op aantasting met wortelverdikking in hydrocultuur (18 DNZ) en steenwol (21 DNZ) waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	middel	concentratie	voedingsopl	hydrocultuur	steenwol	opmerkingen
1	fungicide A	hoog	onverdacht	0.0	0.0	
2	fungicide A	laag	onverdacht	0.0	0.0	
3	biologische bestrijder C	hoog	onverdacht	1.0	0.0	
4	biologische bestrijder C	laag	onverdacht	0.5	0.0	
5	bactericide A	hoog	onverdacht	0.0	0.0	wortels onder pot dood, groeiremming
6	bactericide A	laag	onverdacht	0 <sup>1</sup>	0.0	geen groeiremming, wel veel slechte wortels
7	controle		onverdacht	1.5 <sup>2</sup>	1.5 <sup>2</sup>	
8	fungicide A	hoog	verdacht	0.0	0.0	
9	fungicide A	laag	verdacht	0.0	0.0	
10	biologische bestrijder C	hoog	verdacht	0.5	1.0 <sup>3</sup>	
11	biologische bestrijder C	laag	verdacht	1.0	0.0	groeiremming
12	bactericide A	hoog	verdacht	0 <sup>1</sup>	0.0	
13	bactericide A	laag	verdacht	0.0	0.0	
14	controle		verdacht	1.0	0.0	
	p			NS	NS	

1: één herhaling; 2: vier planten WVD 0 en vier planten WVD 3, 3: één herhaling WVD 0 en één herhaling WVD 2

- De controle met onverdachte voedingsoplossing geeft in twee herhalingen zware aantasting en in twee herhalingen geen aantasting.
- De controle met verdachte voedingsoplossing geeft in hydrocultuur lichte en in steenwol geen aantasting.

### 2.3.4 CONCLUSIE

- In de controle met onverdachte voedingsoplossing werd aantasting gevonden. Mogelijk is dit veroorzaakt door besmetting met verdachte voedingsoplossing. De proef zal moeten worden overgedaan.

## 2.4 PROEF 4

### 2.4.1 INLEIDING

Vanwege aantasting in de onverdachte controle in proef 99.14 (Hoofdstuk 2.3) werd de proef herhaald.

### 2.4.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 2.7)

proefnummer	99.17
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304-5
zaaidatum	24 juni (hydrocultuur), 30 juni (steenwol)
zaaimedium	vermiculiet en steenwolpotten
opkweek	hydrocultuur en steenwolpotten
start proef	30 juni
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
watergift	2 liter in hydrocultuur, voor het natmaken van de steenwolpotten is ongeveer 6 l per behandeling nodig. Voor een vloedbeurt is 3 l nodig
grootte proef	3 middelen * 2 concentraties * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 6 planten = 144 planten; controle * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 6 planten = 24 planten 14 behandelingen x 2 herhalingen x 4 planten = 112 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 12 juli (hydrocultuur) en 19 juli (steenwol)
onderzoekers	Pim Paternotte, Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor

*Tabel 2.7 -* Overzicht van de behandelingen, waarbij H het aantal herhalingen, n het aantal planten per herhaling, N het totaal aantal planten per behandeling, Ca de gebruikte concentratie in ppm actieve stof en Cp de gebruikte concentratie in ppm geformuleerd produkt in hydrocultuur (4 l) en steenwol (6 l) is.

nr	middel	voedingsoplossing	H	n hydrocultuur	N	n steenwol	N	Ca	Cp
1	fungicide A	onverdacht	2	2	4	4	8	80	100
2	fungicide A	onverdacht	2	2	4	4	8	16	20
3	biologische bestrijder C	onverdacht	2	2	4	4	8		100
4	biologische bestrijder C	onverdacht	2	2	4	4	8		20
5	bactericide A	onverdacht	2	2	4	4	8	10	2500
6	bactericide A	onverdacht	2	2	4	4	8	5	1250
7	controle	onverdacht	2	2	4	4	8		
8	fungicide A	verdacht	2	2	4	4	8	80	100
9	fungicide A	verdacht	2	2	4	4	8	16	20
10	biologische bestrijder C	verdacht	2	2	4	4	8		100
11	biologische bestrijder C	verdacht	2	2	4	4	8		20
12	bactericide A	verdacht	2	2	4	4	8	10	2500
13	bactericide A	verdacht	2	2	4	4	8	5	1250
14	controle	verdacht	2	2	4	4	8		

### 2.4.3 RESULTATEN (Tabel 2.8)

Tabel 2.8 - Het effect van de behandelingen op aantasting met wortelverdikking in hydrocultuur (18 DNZ) en steenwol (19 DNZ) waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	middel	concentratie	voedingsopl	hydrocultuur	steenwol	opmerkingen
1	fungicide A	hoog	onverdacht	0.0	0.0	
2	fungicide A	laag	onverdacht	0.0	0.0	
3	biologische bestrijder C	hoog	onverdacht	0.0	0.0	
4	biologische bestrijder C	laag	onverdacht	0.0	0.0	
5	bactericide A	hoog	onverdacht	0.0	0.0	gele blaadjes, groeiremming
6	bactericide A	laag	onverdacht	0.0	0.0	gele blaadjes, groeiremming
7	controle		onverdacht	0.0	0.0	
8	fungicide A	hoog	verdacht	1.0 <sup>1</sup>	0.0	
9	fungicide A	laag	verdacht	3.0	0.0	groeiremming
10	biologische bestrijder C	hoog	verdacht	3.0	0.0	groeistop
11	biologische bestrijder C	laag	verdacht	3.0	0.0	groeistop, plantjes bijna dood
12	bactericide A	hoog	verdacht	1.0	0.0	iets gele blaadjes, groeiremming
13	bactericide A	laag	verdacht	1.0	0.0	
14	controle		verdacht	3.0	1.0	groeiremming
	p			***	NS	
	LSD 5%			0.75		

1: één plant WVD 2, drie planten WVD 0

- De getoetste middelen geven in onverdachte voedingsoplossing geen aantasting.
- Er zijn geen betrouwbare verschillen in aantasting in steenwol.
- Fungicide A (beh. 8) en bactericide A (beh. 12, 13) in verdachte voedingsoplossing geven in hydrocultuur een lichte aantasting.
- Fungicide A (beh. 9) en biologische bestrijder C (beh. 10 en 11) in verdachte voedingsoplossing geven in hydrocultuur zware aantasting.

In deze proeven zijn de middelen zowel in hydrocultuur als steenwol getest omdat uit eerdere proeven bleek dat de resultaten nog wel eens verschilden tussen de twee opkweekmedia. In hydrocultuur kun je snel en gemakkelijk proeven doen terwijl steenwol de praktijksituatie vertegenwoordigt.

**Hydrocultuur** - De verdeling van het middel is in hydrocultuur gelijkmatiger. Zo komen alle wortels in contact met het middel in de voedingsoplossing. Om de veroorzaker van wortelverdikking te karakteriseren wordt opkweek in hydrocultuur meegenomen in de proeven.

**Steenwol** - In de praktijk worden de meeste komkommerplanten in steenwol opgekweekt, daarom zijn de verschillende middelen ook getest in dit medium. De opkweek in steenwol verschilt nogal met die in hydrocultuur. De belangrijkste verschillen zijn dat in steenwol bij een vloedbeurt nieuwe micro organismen worden aangevoerd en dat de verdeling van voedingsoplossing en middel ongelijker is dan in hydrocultuur. Ook zullen misschien niet alle wortels in contact komen met het middel. Middelen die in hydrocultuur wortelverdikking kunnen bestrijden moeten daarom ook in steenwol getest worden.

**Karakterisering** - Fungicide A induceert resistentie tegen pathogenen. In een hoge concentratie, proef 99.03 en 99.04 (resp. Hoofdstuk 2.1 en 2.2), had het middel afdoende effect. Plantversterker A heeft hetzelfde werkingsmechanisme als fungicide A. Dit middel gaf in één proef ook een vermindering van aantasting. In de juiste concentratie kan dit middel dus ook werken. Bactericide A gaf in de proeven een duidelijke vermindering van de aantasting. In proef 99.17 (Hoofdstuk 2.4) was de aantasting in de controle zwaar. Bij de behandeling met bactericide A werd een lichte aantasting gevonden. Vermoedelijk zijn dus één of een combinatie van verschillende bacteriën betrokken bij de inductie van wortelverdikking. Enkele biologische middelen (gebaseerd op micro-organismen) versterkten de aantasting, maar induceerde geen wortelverdikkings symptomen wanneer ze aan onverdachte voedingsoplossing werden toegediend. Het mechanisme achter dit effect waarbij bepaalde micro-organismen wortelverdikking versterken maar niet zelf kunnen veroorzaken is niet bekend.

**Meer onderzoek** - Er is meer onderzoek nodig om middelen die in hydrocultuur wortelverdikking bestrijden ook succesvol toe te passen in steenwol. Het is nog niet bekend bij welke concentratie de middelen zowel geen aantasting als geen schade aan de plant geven.



#### 2.4.5

#### CONCLUSIES

- Voor karakterisering van het agens is opkweek in hydrocultuur goed bruikbaar.
- De werking van de middelen fungicide A, biologische bestrijder C en bactericide A verschilt bij toepassing in hydrocultuur en steenwol.
- Fungicide A dat resistentie induceert en bactericide A verminderen de aantasting, maar biologische bestrijder A in hydrocultuur geeft meer aantasting dan de verdachte controles.
- Hoogstwaarschijnlijk zijn een aantal micro-organismen, waaronder één of meerdere bacteriën betrokken bij de inductie van wortelverdikking.
- Fungicide A en bactericide A bieden perspectief om aantasting tegen te gaan maar voor toepassing in steenwol is meer onderzoek nodig.
- In deze proeven trad in hydrocultuur in zijn algemeenheid een zwaardere aantasting op dan in steenwol.
- Meer onderzoek is nodig om vast te stellen welke micro-organismen wortelverdikking induceren.

### 3. REINIGINGSMIDDEL A

#### 3.1 OPKWEK

##### 3.1.1 INLEIDING

In de praktijk werden goede resultaten gemeld met het toevoegen van een bepaald reinigingsmiddel aan de voedingsoplossing. Dit middel werd gebruikt bij de opkweek en bij aangetaste planten in de teelt. In deze proef zijn verschillende concentraties van dit reinigingsmiddel A getoetst op hun vermogen om de aantasting met wortelverdikking tijdens de opkweek te verminderen.

##### 3.1.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 3.1)

proefnummer	99.06
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 4 en 6 (1 herhaling in 4 en 1 herhaling in 6)
zaaidatum	2 planten van de volgende data: 8, 17, 27 febr. en 5 maart
zaaimedium	steenwolpotten
start proef	5 maart
planten	eerste drie zaaidata van de teeltvloer (afd.4), de laatste datum is gezaaid en in de plantenkwekersbak bij de andere data gezet
factoren	verschillende concentraties reinigingsmiddel A
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
natmaken	verdachte voedingsoplossing uit afd. 4
watgift	indien nodig
grootte proef	3 concentraties * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 4 zaaidata * 2 planten = 96 planten; 1 controle * 2 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 4 zaaidata * 2 planten = 32 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 15, 22, 31 maart en 7 april
onderzoekers	Pim Paternotte, Riek-Jan Pittens en Dick Klinkspoor

*Tabel 3.1 -* Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	behandelingen	vloedbeurt met	H	n	N
1	onbehandeld	verdacht	2	8	16
2	60 ppm werkzame stof	verdacht	2	8	16
3	30 ppm werkzame stof	verdacht	2	8	16
4	15 ppm werkzame stof	verdacht	2	8	16
5	onbehandeld	onverdacht	2	8	16
6	60 ppm werkzame stof	onverdacht	2	8	16
7	30 ppm werkzame stof	onverdacht	2	8	16
8	15 ppm werkzame stof	onverdacht	2	8	16

### 3.1.3 RESULTATEN (Tabel 3.2)

Tabel 3.2 - Het effect van de verschillende behandelingen op aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	behandelingen	vloedbeurt met	15 mrt	22 mrt	31 mrt	7 april
1	onbehandeld	verdacht	2.0	1.5	1.5	1.5
2	60 ppm werkzame stof	verdacht	2.0	0.5	0.5	1.5
3	30 ppm werkzame stof	verdacht	2.5	0.0	2.0	3.0
4	15 ppm werkzame stof	verdacht	3.0	1.0	2.0	2.5
5	onbehandeld	onverdacht	2.5	2.0	2.0	2.5
6	60 ppm werkzame stof	onverdacht	2.0	0.0	0.0	1.0
7	30 ppm werkzame stof	onverdacht	2.0	0.0	1.0	2.0
8	15 ppm werkzame stof	onverdacht	2.0	0.0	1.0	2.0
	p		NS	**	NS	NS
	LSD 5%			0.90		

- Er zijn geen betrouwbare verschillen in aantasting op 15, 31 maart en 7 april.
- De behandelingen reageren bij de verschillende zaaidata niet hetzelfde.
- Op 22 maart geeft behandeling 1 een lichte tot matige aantasting.
- Op 22 maart geeft behandeling 2 geen tot lichte aantasting.
- Op 22 maart geeft behandeling 3 geen aantasting.
- Op 22 maart geeft behandeling 4 een lichte aantasting.
- Op 22 maart geeft behandeling 5 een matige aantasting.
- Op 22 maart geven behandeling 6, 7 en 8 geen aantasting.

### 3.1.4 DISCUSSIE

Het reinigingsmiddel gaf één keer een betrouwbare vermindering van de aantasting met wortelverdikking. Meestal gaf het middel geen vermindering. Verschillende oorzaken zouden hieraan ten grondslag kunnen liggen. Allereerst is het werkingsmechanisme van het middel niet bekend. Bestrijdt het middel de veroorzaker van wortelverdikking, induceert het bijvoorbeeld resistentie of heeft het een nog andere werking. Om dan te bepalen of het middel werkelijk wortelverdikking bestrijdt, op welke manier dan ook, heeft het de voorkeur om de proef eerst in hydrocultuur uit te voeren. Aan de hand van die resultaten kan dan worden beslist of een proef in steenwol zinvol is. Een ander punt is dat het besmettingsniveau van de verdachte voedingsoplossing niet bekend is. Hierdoor kan de juiste concentratie niet worden bepaald.

### 3.1.5 CONCLUSIES

- Door de sterk wisselende resultaten lijkt het middel voor de opkweek in de praktijk geen mogelijkheden te bieden.

## 3.2 TEELT

### 3.2.1 INLEIDING

In deze proef werden verschillende concentraties van een reinigingsmiddel getoetst op hun vermogen om de aantasting met wortelverdikking tijdens de teelt te verminderen. Hiervoor zijn aangetaste planten uit afdeling 304-4, 5 en 6 op schone matten in afdeling 103-14 geplant. De voedingsoplossing waarmee de planten water kregen was verdund met verdachte voedingsoplossing. Om een zo zwaar mogelijke aantasting te krijgen was de temperatuur waarbij werd gelucht verhoogd om een zo ongunstig mogelijk klimaat te creëren. Van de planten buiten de proef werden er enkele bekeken om de aantasting te beoordelen. Wanneer deze planten flink aangetast waren is met de proef gestart.

### 3.2.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 3.3)

proefnummer	99.09
ras	Odessa
locatie	103-14
zaaidatum	verschillende zaaidata
opkweek	304-4,5,6
zaaimedium	steenwolpotten
start proef	19 maart
factoren	verschillende concentraties reinigingsmiddel, toegediend op 27 april, 3 en 11 mei
water	onverdachte voedingsoplossing verdund met verdachte voedingsoplossing
recirculeren	de voedingsoplossing wordt gedurende de gehele proef gerecirculeerd
grootte proef	3 concentraties * 10 herhalingen * 8 planten = 240 planten; 2 herhalingen buiten de proef
waarnemingen	aantasting dikke wortels
onderzoekers	Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor en Pim Paternotte

*Tabel 3.3* - Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N. Genoemde concentratie is in bovenbak.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	H	n	N
1	0 ppm produkt	onverdacht verdund met verdacht	4	8	32
2	50 ppm produkt	onverdacht verdund met verdacht	4	8	32
3	150 ppm produkt	onverdacht verdund met verdacht	4	8	32
4	0 ppm produkt	onverdacht verdund met verdacht	4	8	32
5	50 ppm produkt	onverdacht verdund met verdacht	4	8	32
6	150 ppm produkt	onverdacht verdund met verdacht	4	8	32

### **3.2.3**

## **RESULTATEN EN DISCUSSIE**

Alle potten waren zwaar aangetast. Het middel heeft dus blijkbaar geen effect op reeds aangetaste planten. In alle behandelingen was echter wel herstel opgetreden; bij behandeling 1, waarbij geen reinigingsmiddel aan de verdachte voedingsoplossing werd toegediend, het meest. Sommige herstellende wortels vertoonden wel al weer de eerste symptomen van wortelverdikking. Bij alle behandelingen werd een infectie met *Pythium* geconstateerd.

### **3.3.4**

## **CONCLUSIE**

- Het getoetste reinigingsmiddel lijkt in deze concentraties niet geschikt om tijdens de komkommerteelt wortelverdikking te bestrijden.

## **4. BACTERIE-ISOLATEN**

### **4.1 PROEF 1**

#### **4.1.1 INLEIDING**

Uit proeven uitgevoerd in 1998 (Pittens - Van der Heijden *et al.*, 1999) bleek dat enkele bacterie-isolaten soms wel en soms geen wortelverdikking veroorzaakten. In deze proef zijn de bacterie-isolaten uit bovengenoemde proeven, die wortelverdikking veroorzaakten, nogmaals getoetst. Om eventuele antagonistische werking van de reeds aanwezige bacteriën te kunnen onderzoeken werden de isolaten in verschillende voedingsoplossingen toegediend. Hierbij werd er van uitgegaan dat de verschillende voedingsoplossingen verschillende bacteriepopulaties hebben. Het doel van deze proef was het toetsen van bacterie-isolaten op hun vermogen om wortelverdikking te veroorzaken en of eventuele antagonisten een effect hebben.

#### **4.1.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 4.1)**

proefnummer	99.07
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 4 en 6
zaaimedium	vermiculiet
opkweek	hydrocultuur
start proef	16 maart
factoren	bacterie-isolaten, voedingsoplossingen
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
watergift	indien nodig.
grootte proef	5 bacterie-isolaten * 3 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 2 planten = 60 planten; controle * 3 voedingsoplossingen * 2 herhalingen * 2 planten = 12 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels
onderzoekers	Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor en Pim Paternotte

**Tabel 4.1 -** Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	H	n	N
1	controle	niet steriele onverdacht	2	2	4
2	bacterie-isolaat 4	niet steriele onverdacht	2	2	4
3	bacterie-isolaat 7	niet steriele onverdacht	2	2	4
4	bacterie-isolaat 8	niet steriele onverdacht	2	2	4
5	bacterie-isolaat 10	niet steriele onverdacht	2	2	4
6	bacterie-isolaat 14	niet steriele onverdacht	2	2	4
7	controle	steriel onverdacht	2	2	4
8	bacterie-isolaat 4	steriel onverdacht	2	2	4
9	bacterie-isolaat 7	steriel onverdacht	2	2	4
10	bacterie-isolaat 8	steriel onverdacht	2	2	4
11	bacterie-isolaat 10	steriel onverdacht	2	2	4
12	bacterie-isolaat 14	steriel onverdacht	2	2	4
13	controle	verdacht	2	2	4
14	bacterie-isolaat 4	verdacht	2	2	4
15	bacterie-isolaat 7	verdacht	2	2	4
16	bacterie-isolaat 8	verdacht	2	2	4
17	bacterie-isolaat 10	verdacht	2	2	4
18	bacterie-isolaat 14	verdacht	2	2	4

#### 4.1.3 RESULTATEN (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 - Effect van de behandelingen op de aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	afd.4	afd.6
1	controle	niet steriele onverdacht	0	0
2	bacterie-isolaat 4	niet steriele onverdacht	0	0
3	bacterie-isolaat 7	niet steriele onverdacht	0	0
4	bacterie-isolaat 8	niet steriele onverdacht	0	0
5	bacterie-isolaat 10	niet steriele onverdacht	0	0
6	bacterie-isolaat 14	niet steriele onverdacht	0	0
7	controle	steriel onverdacht	0	0
8	bacterie-isolaat 4	steriel onverdacht	0	0
9	bacterie-isolaat 7	steriel onverdacht	0	0
10	bacterie-isolaat 8	steriel onverdacht	0	0
11	bacterie-isolaat 10	steriel onverdacht	0	0
12	bacterie-isolaat 14	steriel onverdacht	0	0
13	controle	verdacht	3	0
14	bacterie-isolaat 4	verdacht	0	0
15	bacterie-isolaat 7	verdacht	3	2
16	bacterie-isolaat 8	verdacht	0	2
17	bacterie-isolaat 10	verdacht	0	2
18	bacterie-isolaat 14	verdacht	3	3

- Geen van de isolaten geven in niet steriele onverdachte en steriele onverdachte voedingsoplossing wortelverdikking.
- Verdachte voedingsoplossing geeft in afdeling 4 wel aantasting; in afdeling 6 niet.
- Isolaat 4 in verdachte voedingsoplossing geeft geen aantasting.
- Isolaat 7 en 14 in verdachte voedingsoplossing geven wortelverdikking.
- Isolaat 8 en 10 in verdachte voedingsoplossing geven wortelverdikking in afdeling 6; afdeling 4 niet.

#### 4.1.4 CONCLUSIES

- De isolaten 4, 7, 8, 10 en 14 kunnen alleen geen wortelverdikking induceren.



## 4.2 PROEF 2

### 4.2.1 INLEIDING

Met bacteriën die in eerder onderzoek uit verdachte voedingsoplossing waren geïsoleerd kon geen wortelverdikking worden geïnduceerd. In deze proef werden uit verdachte voedingsoplossing nieuwe bacteriën geïsoleerd en toegediend aan planten in hydrocultuur en steenwol. Doel was het toetsen van bacterie-isolaten op hun vermogen om wortelverdikking te veroorzaken.

### 4.2.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 4.3)

proefnummer	99.10
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 4
zaaidatum	29 april (hydrocultuur); 26 april en 6 mei (2 planten steenwol)
zaaimedium	vermiculiet en steenwol
opkweek	hydrocultuur en steenwolpotten
start proef	21 april
factoren	verdachte voedingsoplossing uit afdeling 4 en 5
natmaken	onverdacht water uit kuip 36
isoleren	bacteriën isoleren uit verdachte voedingsoplossing uit afdeling 4 en 5
inöculeren	tijdens inzetten proef en nog een keer na één week
watergift	indien
grootte proef	51 bacteriën * 4 planten steenwol en 2 planten hydrocultuur = 306 planten; controle * 3 behandelingen * 3 herhalingen * 6 planten = 54 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels
onderzoekers	Riek-Jan Pittens, Dirk-Jan v.d. Gaag, Gerben Messelink, Dick Klinkspoor, Pim Paternotte

*Tabel 4.3 -* Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	H	n	N
1-51	bacterie-isolaten	onverdacht	1	6	6
52	controle	verdacht afdeling 4	3	6	18
53	controle	verdacht afdeling 5	3	6	18
54	controle	onverdacht kuip 36	3	6	18

#### 4.2.3 RESULTATEN (Tabel 4.4)

*Tabel 4.4 -* Effect van het toedienen van bacterie-isolaten op de aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	WVD
1-51	bacterie-isolaten	onverdacht	0
52	controle	verdacht afdeling 4	1.3
53	controle	verdacht afdeling 5	2.3
54	controle	onverdacht kuip 36	0.0

- De isolaten geven geen aantasting
- De behandelingen met verdachte voedingsoplossing geven aantasting
- De controle met onverdachte voedingsoplossing geeft geen aantasting

#### 4.2.4 DISCUSSIE

De gebruikte verdachte voedingsoplossing gaf wel aantasting. Tussen de verdachte voedingsoplossing waaruit de bacteriën zijn geïsoleerd en de verdachte voedingsoplossing waarmee de controles zijn opgekweekt zat minimaal één week verschil. Aangezien er verschil in aantasting in de tijd zit is het mogelijk dat de verdachte voedingsoplossing waaruit de bacteriën zijn geïsoleerd niet zo besmettelijk was als de voedingsoplossing waarmee de controles zijn opgekweekt.

De geïsoleerde bacteriën konden geen wortelverdikking veroorzaken. Het zou echter kunnen dat er meerdere bacteriën nodig zijn om wortelverdikking te veroorzaken. In vervolgonderzoek zouden dan ook combinaties van isolaten en een mix van alle isolaten moeten worden getoetst op hun vermogen om wortelverdikking te induceren.

#### 4.2.5 CONCLUSIES

- Geen van de 51 bacteriën geïsoleerd uit verdachte voedingsoplossing kon wortelverdikking veroorzaken.

## 5. ANTIBIOTICA

### 5.1 INLEIDING

Uit eerder gedane proeven door GAC met antibiotica werd geconcludeerd dat wortelverdikking mogelijk wordt veroorzaakt door een gramnegatieve bacterie. In deze proef zijn opnieuw antibiotica getoetst op hun vermogen wortelverdikking tegen te gaan. Zowel breedwerkende als meer specifieke antibiotica werden getoetst.

### 5.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 5.1-5.3)

proefnummer	99.15
ras	Odessa
locatie	304-4,5
zaaidatum	1 juli
start proef	5 juli
substraat	hydrocultuur (ijsbakken), plastic folie op bovenkant en langs zijkant.
factoren	verschillende antibiotica in twee concentraties. De eigenschappen van de antibiotica worden weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 - Eigenschappen antibiotica.

antibioticum	werking tegen gram +/- bacterie	fytotoxisch?	stabiliteit
Chloramphenicol	+ en -	ja	ok, lichtgevoelig
Ampicilline	+, sommige -	?	ok ±
Rifampicine	+, minder tegen -	ja	Instabiel
Vancomycine	+, minder tegen -	nee	ok
Streptomycine	-, minder tegen +	ja	ok, 4 weken
Cefotaximenatrium	-, minder tegen +	nee	ok?

antibiotica stockoplossingen werden gemaakt en ingevroren in epjes bij -20°C. De richtlijnen voor het maken van stockoplossingen zijn weergegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2 - Richtlijnen voor het maken van stockoplossingen.

antibioticum	dosering voor stockoplossing	te maken stockoplossing	# epjes	inhoud epje (ml)	code epje
Chloramphenicol	100mg/ml	500 mg voor 5 ml	5	1.00	1
Ampicilline	100mg/ml	2.00 g voor 20 ml	20	1.00	2
Rifampicine*	10mg/ml	180 mg voor 18 ml	9	2.00	3
Vancomycine	100mg/ml	2.00 g voor 20 ml	20	1.00	4
Streptomycine	100mg/ml	300 mg voor 3 ml	5	0.60	5
Cefotaximenatrium	100mg/ml	2.00 g voor 20 ml	20	1.00	6

\* = oplossen in 50% ethanol i.p.v. demiwater

water	verdachte voedingsoplossing uit afdeling 4 en 5 en controle kuip 36, 1000 keer verdund
toediening	direct na verdunning en één nacht laten incuberen
planten	planten na één nacht in de voedingsoplossing hangen
invriezen	van behandeling 3 (ampicilline 10 ppm) zijn van afdeling 4 en 5 epjes met 1.5 ml voedingsoplossing met antibioticum gecentrifugeerd voor 15 minuten bij 15 g (10.000 rpm). Daarna is van de 1.5 ml 1.2 ml afgepipeteerd. De overige 0.3 ml in steriele vriesvaste epjes gedaan en opgelost in 1ml 15% glycerol + TSB.
grootte proef	11 behandelingen x 3 voedingsoplossingen x 2 herhalingen x 2 planten = 144 planten
waarnemingen	aantasting dikke wortels

**Tabel 5.3 -** Overzicht van de behandelingen. Genoemde concentraties zijn in de voedingsoplossing. Aantal ijsbakken per voedingsoplossing (2 planten/ijsbak).

nr	antibioticum	behandeling		voedingsoplossing		
		aantal ml uit stockoplossing per ijsbak	concentraties ( $\mu\text{g/ml} = \text{ppm}$ )	afd.4	afd.5	controle
1	Chloramphenicol	0.10	5	2	2	2
2	Chloramphenicol	0.20	10	2	2	2
3	Ampicilline	0.20	10	2	2	2
4	Ampicilline	1.00	50	2	2	2
5	Rifampicine	1.00	5	2	2	2
6	Rifampicine	2.00	10	2	2	2
7	Vancomycine	0.20	10	2	2	2
8	Vancomycine	1.00	50	2	2	2
9	Streptomycine	0.10	5	2	2	2
10	Cefotaximenatrium	0.20	10	2	2	2
11	Cefotaximenatrium	1.00	50	2	2	2
12	Geen antibioticum	n.v.t.	n.v.t.	3	3	3

### 5.3 RESULTATEN (Tabel 5.4)

Tabel 5.4 - Effect van het toedienen van antibiotica aan verdachte en onverdachte voedingsoplossing op de aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	behandeling		voedingsoplossing		
	antibioticum	concentraties (ppm)	afd.4	afd.5	controle
1	Chloramphenicol	5	0.0	0.0	0.0
2	Chloramphenicol	10	0.0	0.0	0.0
3	Ampicilline	10	0.0	0.0	0.0
4	Ampicilline	50	0.0	0.0	0.0
5	Rifampicine	5	0.0	0.0	0.0
6	Rifampicine	10	0.0	0.0	0.0
7	Vancomycine	10	0.0	0.0	0.0
8	Vancomycine	50	0.0	0.0	0.0
9	Streptomycine	5	0.0	0.0	0.0
10	Cefotaximenatrium	10	0.0	0.0	0.0
11	Cefotaximenatrium	50	0.0	0.0	0.0
12	Geen antibioticum	n.v.t.	3.0	0.0	0.0

- Bij de voedingsoplossing van afdeling 4 wordt alleen bij de onbehandelde voedingsoplossing wortelverdikking waargenomen. Elk getoetste antibioticum blijkt in staat te zijn wortelverdikking te voorkomen.
- De verdachte voedingsoplossing van afdeling 5 geeft in deze proef geen wortelverdikking.
- De controle met onverdachte voedingsoplossing geeft geen wortelverdikking.
- Plantjes die in voedingsoplossing met chloramphenicol hangen vertonen een sterke groeireductie en chlorose. Bij andere antibioticumbehandelingen worden géén fytotoxische reacties waargenomen.

### 5.4 DISCUSSIE

Elk getoetst antibioticum bleek in staat te zijn het ontstaan van wortelverdikking tegen te gaan. Deze resultaten wijzen erop dat wortelverdikking mogelijk door een groep van verschillende bacteriesoorten wordt veroorzaakt.

### 5.5 CONCLUSIE

- Het lijkt erop dat wortelverdikking wordt veroorzaakt door een complex van micro-organismen met zowel grampositieve als gramnegatieve bacteriën.
- Proef herhalen om resultaten te bevestigen.

## 6. BEWAARDE VOEDINGSOPLOSSING

### 6.1 PROEF 1

#### 6.1.1 INLEIDING

Tijdens de voorbereidingen van andere proeven leek het erop dat als verdachte voedingsoplossing langere tijd in een jerrycan bleef staan (zonder contact met wortels) er geen aantasting meer met wortelverdikking optrad. Wanneer verdachte voedingsoplossing wordt verdund is de aantasting meestal heftiger dan voor verdunning (Bert van Tol, Groen Agro Control, pers. meded.).

Het doel van deze proef was het toetsen of verdachte voedingsoplossing na ongeveer één week in een jerrycan te hebben gestaan nog aantasting geeft. Tevens werd gekeken of verdunning bij bewaarde voedingsoplossing zwaardere aantasting gaf.

#### 6.1.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 6.1)

proefnummer	99.11
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 5
zaaidatum	3 mei
zaaimedium	steenwol
start proef	22 april
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
factoren	bewaarde voedingsoplossing en verdunnen
watrigift	3 keer per week (water in de bakken laten staan)
grootte proef	3 verdunningen * 3 voedingsoplossingen * 4 planten = 36 planten; controle * 3 voedingsoplossingen * 4 planten = 12 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 26 mei
onderzoekers	Riek-Jan Pittens en Dick Klinkspoor

Tabel 6.1 - Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	H	n	N
1	1 week bewaard	onverdacht kuip 36	1	4	4
2	1 week bewaard verdund 100 x	onverdacht kuip 36	1	4	4
3	1 week bewaard verdund 1000 x	onverdacht kuip 36	1	4	4
4	vers	onverdacht kuip 36	1	4	4
5	1 week bewaard	verdacht afdeling 4	1	4	4
6	1 week bewaard verdund 100 x	verdacht afdeling 4	1	4	4
7	1 week bewaard verdund 1000 x	verdacht afdeling 4	1	4	4
8	vers	verdacht afdeling 4	1	4	4
9	1 week bewaard	verdacht afdeling 5	1	4	4
10	1 week bewaard verdund 100 x	verdacht afdeling 5	1	4	4
11	1 week bewaard verdund 1000 x	verdacht afdeling 5	1	4	4
12	vers	verdacht afdeling 5	1	4	4

### 6.1.3 RESULTATEN (Tabel 6.2)

Tabel 6.2 - Effect van de behandelingen op de aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	WVD
1	1 week bewaard	onverdacht kuip 36	0
2	1 week bewaard verdund 100 x	onverdacht kuip 36	0 <sup>1</sup>
3	1 week bewaard verdund 1000 x	onverdacht kuip 36	0
4	vers	onverdacht kuip 36	0
5	1 week bewaard	verdacht afdeling 4	0
6	1 week bewaard verdund 100 x	verdacht afdeling 4	0 <sup>1</sup>
7	1 week bewaard verdund 1000 x	verdacht afdeling 4	1 <sup>2</sup>
8	vers	verdacht afdeling 4	0
9	1 week bewaard	verdacht afdeling 5	0
10	1 week bewaard verdund 100 x	verdacht afdeling 5	2
11	1 week bewaard verdund 1000 x	verdacht afdeling 5	0
12	vers	verdacht afdeling 5	0 <sup>1</sup>

1: één plant WVD 1 en drie planten WVD 0, 2: twee planten WVD 2 en twee planten WVD 1

- De behandelingen met onverdachte voedingsoplossing geven geen aantasting.
- Bewaarde verdachte voedingsoplossing (afdeling 4) onverdund en 100x verdund geven geen aantasting.
- Bewaarde verdachte voedingsoplossing (afdeling 4) 1000 keer verdund geeft een lichte aantasting.
- Verse verdachte voedingsoplossing (afdeling 4) geeft geen aantasting.
- Bewaarde verdachte voedingsoplossing (afdeling 5) onverdund en 1000x verdund geven geen aantasting.
- Bewaarde verdachte voedingsoplossing (afdeling 5) 100 keer verdund geeft een matige aantasting.
- Verse verdachte voedingsoplossing (afdeling 5) geeft geen aantasting.

### 6.1.4 DISCUSSIE

In deze proef gaf verse verdachte voedingsoplossing geen wortelverdikking. Deze voedingsoplossing was afkomstig uit de kelders van de afdelingen 4 en 5. Vanaf december 1998 zijn de verschillende voedingsoplossingen om de vier weken 1000x verdund. Sinds die tijd is er altijd voldoende aantasting geweest. Bewaarde onverdunde verdachte voedingsoplossing gaf geen aantasting. De voedingsoplossing verloor dus haar vermogen om wortelverdikking te veroorzaken. Verdunnen van een bewaarde voedingsoplossing gaf soms wel en soms geen aantasting. Het agens is dus nog wel aanwezig in de verdachte voedingsoplossing maar het geeft niet altijd wortelverdikking. De reden hiervoor is tot nog toe onbekend.

### 6.1.5 CONCLUSIES

- Bij verdachte voedingsoplossing is na één week zonder wortelcontact, verdunning nodig om aantasting te kunnen veroorzaken.
- De verdachte voedingsoplossing zal vaker verdund moeten worden.
- Proef herhalen om resultaten te bevestigen.

## 6.2 PROEF 2

### 6.2.1 INLEIDING

Uit resultaten van de vorige proef (Hoofdstuk 6.1) bleek dat wanneer verdachte voedingsoplossing één week in een jerrycan bleef staan (zonder contact met wortels) er geen aantasting met wortelverdikking optrad. Wanneer verdachte voedingsoplossing wordt verdund treedt er soms wel en soms geen aantasting op. Om de resultaten uit de vorige proef te bevestigen werd deze proef herhaald.

### 6.2.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 6.3)

proefnummer	99.12
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 5
zaaidatum	27 mei
zaaimedium	steenwol
start proef	21 mei
water	onverdachte en verdachte voedingsoplossing
factoren	bewaarde voedingsoplossing en verdunnen
watergift	3 keer per week (water in de bakken laten staan)
grootte proef	3 verdunningen * 3 voedingsoplossingen * 4 planten = 36 planten; controle * 3 voedingsoplossingen * 4 planten = 12 planten
beoordeling	aantasting dikke wortels op 18 juni
onderzoekers	Riek-Jan Pittens en Dick Klinkspoor

Tabel 6.3 - Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	H	n	N
1	1 week bewaard	onverdacht	1	4	4
2	1 week bewaard verdund 1:100	onverdacht	1	4	4
3	1 week bewaard verdund 1:1000	onverdacht	1	4	4
4	vers	onverdacht	1	4	4
5	1 week bewaard	verdacht	1	4	4
6	1 week bewaard verdund 1:100	verdacht	1	4	4
7	1 week bewaard verdund 1:1000	verdacht	1	4	4
8	vers	verdacht	1	4	4
9	1 week bewaard	verdacht	1	4	4
10	1 week bewaard verdund 1:100	verdacht	1	4	4
11	1 week bewaard verdund 1:1000	verdacht	1	4	4
12	vers	verdacht	1	4	4



### 6.2.3 RESULTATEN (Tabel 6.4)

Tabel 6.4 - Effect van de behandelingen op de aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	behandelingen	voedingsoplossing	WVD
1	1 week bewaard	onverdacht	0 <sup>1</sup>
2	1 week bewaard verdund 1:100	onverdacht	0
3	1 week bewaard verdund 1:1000	onverdacht	0
4	vers	onverdacht	0
5	1 week bewaard	verdacht afdeling 4	0
6	1 week bewaard verdund 1:100	verdacht afdeling 4	0 <sup>1</sup>
7	1 week bewaard verdund 1:1000	verdacht afdeling 4	0
8	vers	verdacht afdeling 4	2
9	1 week bewaard	verdacht afdeling 5	0
10	1 week bewaard verdund 1:100	verdacht afdeling 5	0 <sup>2</sup>
11	1 week bewaard verdund 1:1000	verdacht afdeling 5	0 <sup>2</sup>
12	vers	verdacht afdeling 5	2

1: één plant WVD 1 en drie planten WVD 0, 2: één plant WVD 1 en twee planten WVD 0

- Verse verdachte voedingsoplossing (afdeling 4 en 5) geeft een matige aantasting.
- Bewaarde verdachte voedingsoplossing (afdeling 4 en 5), onverdund en verdund, geven geen aantasting.

### 6.2.4 DISCUSSIE

Bewaren gaf weliswaar in beide proeven geen aantasting maar in proef 99.11 trad wel wat aantasting op na verdunnen van de bewaarde voedingsoplossing. Om voldoende voedingsoplossing te hebben zal in de praktijk altijd worden verdund. Langer bewaren van de verdachte voedingsoplossing zou misschien wel een mogelijkheid zijn. Hier is dan meer onderzoek voor nodig. Omdat niet met zekerheid te zeggen is dat er na bewaring van verdachte voedingsoplossing zonder contact met wortels geen aantasting optreedt is deze methode geen oplossing voor de praktijk om van het wortelverdikkingsprobleem af te komen.

Bewaarde verdachte voedingsoplossing, onverdund en verdund gaf in deze proef geen aantasting; verse verdachte voedingsoplossing wel. Hiermee wijken de resultaten af met die van proef 99.11 (Hoofdstuk 6.1). De verdachte voedingsoplossing die bewaard was, is dezelfde voedingsoplossing als de verse verdachte voedingsoplossing die in proef 99.11 gebruikt werd. In die proef veroorzaakte de verse verdachte voedingsoplossing geen wortelverdikking (Tabel 6.2). Tussen de twee proeven werd de voedingsoplossing in de kelders wel verdund, waardoor de verse verdachte voedingsoplossing nu wel aantasting gaf.

### 6.2.5 CONCLUSIES

- Verdachte voedingsoplossing bewaren zonder contact met wortels is geen oplossing voor de praktijk om van het wortelverdikkingsprobleem af te komen omdat verdunnen van bewaarde verdachte voedingsoplossing weer aantasting kan geven.

## 7. SUBSTRATEN

### 7.1 INLEIDING

Uit de praktijk kwamen berichten dat wortelverdikking minder voor zou komen in potten van organisch materiaal.

Doel van deze proef was het vergelijken van twee potten van twee soorten organisch materiaal (A en B) met steenwol. Het organische materiaal werd door Holland Potgrond geleverd zodat het uitgangsmateriaal voor alle behandelingen gelijk was.

In het productieproces van deze pottypen worden stoffen toegevoegd en wordt het materiaal verhit. Om inzicht te krijgen in de eventuele invloed van deze factoren is voor beide organische materialen ook het losse, onbehandelde basisproduct als behandeling opgenomen.

### 7.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 7.1)

proefnummer	99.05
ras	Odessa
locatie	PBG opkweekkas 304 in 4 en 6
zaaidatum	3 maart
zaaimedium	het betreffende substraat
factoren	substraat A, substraat B en steenwol
water	verdachte voedingsoplossing
natmaken	verdachte voedingsoplossing
watergift	indien nodig. De planten kregen naar behoefte water.
grootte proef	7 behandelingen * 2 herhalingen * 4 planten = 56 planten
waarnemingen	aantasting dikke wortels op 29 maart en 7 april
onderzoekers	Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor en Pim Paternotte

*Tabel 7.1 -* Overzicht van de behandelingen Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	substraat	bewerking	H	n	N
2	A	opgeschuimd	2	4	8
3	A	los	2	4	8
4	B	fiberneth	2	4	8
5	B	opgeschuimd	2	4	8
6	B	los	2	4	8
7	steenwol	-	2	4	8

### 7.3 RESULTATEN (Tabel 7.2)

Tabel 7.2 - Effect van de behandelingen op de aantasting met wortelverdikking op 26 DNZ en 35 DNZ waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

nr	substraat	bewerking	26 DNZ	35 DNZ	opmerkingen
2	A	opgeschuimd	0.0	0.0	
3	A	los	0.0	0.0	
4	B	fiberneth	0.5	2.5	aantasting buitenkant pot
5	B	opgeschuimd	2.0	1.5	hoofdwortel is twijfelachtig
6	B	los	0.0	1.5	fijnere wortels
7	steenwol		1.0	2.5	
	p		**	**	
	LSD 5%		0.7	0.9	

- In substraat A treedt zowel in opgeschuimde als losse vorm geen aantasting op.
- In substraat B en steenwol treedt aantasting op.

### 7.4 DISCUSSIE

Substraat A gaf in beide bewerkingen geen aantasting tijdens de opkweek, maar hoe het zich tijdens de teelt gedraagt is niet bekend. Ook is niet bekend hoe het agens reageert wanneer tijdens de opkweek voor langere tijd gebruik wordt gemaakt van dit substraat. Omdat dit substraat zo schaars is is dit niet verder onderzocht.

Het vermoeden bestaat dat een antagonistische microflora een rol speelt. Substraat A heeft naar verwachting de hoogste microbiele activiteit, substraat B minder en steenwol heeft de laagste microbiele activiteit (Pim Paternotte, PBG, pers. meded.). Bij substraat A had het opschuimen van het substraat geen invloed op de aantasting. Bij substraat B gaf de fibernethpot 35 dagen na zaai meer aantasting.

### 7.5 CONCLUSIE

- Substraat A onderdrukt wortelverdikking.

## 8. TEELTMAATREGELEN AANGETASTE PLANTEN

### 8.1 INLEIDING

Uit eerdere proeven bleek (Pittens - Van der Heijden *et al.*, 1999; proef 98.15) dat niet recirculeren van voedingsoplossing dezelfde aantasting gaf als recirculeren, of zelfs een zwaardere aantasting dan bij recirculeren.

In de praktijk worden verschillende methodes gehanteerd wanneer met aangetaste planten wordt gestart. Eén ervan is Previcure meedruppelen. In deze proef werd niet recirculeren en recirculeren en wel of geen Previcure toevoegen vergeleken.

### 8.2 MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 8.1)

proefnummer	99.08
ras	Armada
locatie	103-14
zaaimedium	steenwol
opkweek	G.N.M.Grootscholten
start proef	14 januari
factoren	recirculeren en Previcure
water	onverdachte voedingsoplossing, behandeling 3 eerste 4 dagen water zonder voedingsoplossing
grootte proef	3 behandelingen * 5 herhalingen * 8 planten = 240 planten
waarnemingen	aantasting dikke wortels op 22 februari
onderzoekers	Riek-Jan Pittens, Dick Klinkspoor en Pim Paternotte

*Tabel 8.1* - Overzicht van de behandelingen. Aantal herhalingen H, aantal planten per herhaling n, totaal aantal planten N.

nr	behandelingen	H	n	N
1	onbehandeld, niet recirculeren	5	8	40
2	onbehandeld, recirculeren	5	8	40
3	behandeld met Previcure, recirculeren	5	8	40

### 8.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Alle planten waren na 39 dagen teelt licht aangetast. Er zat geen verschil tussen de behandelingen. Planten zijn zonder problemen weggegroeid. In deze proef geeft wel of niet recirculeren en wel of geen Previcure toevoegen geen verschil in aantasting

### 8.4 CONCLUSIE

- Omdat er geen aantasting optrad kan er geen conclusie worden getrokken.

## 9. AANTASTING VOOR EN NA VERDUNNEN

### 9.1 INLEIDING

Uit onderzoek uitgevoerd door Groen Agro Control is gebleken dat verdunnen van verdachte voedingsoplossing de kans op aantasting vergroot. Het is voor elk onderzoek naar de oorzaak van wortelverdikking van belang om te weten op welk tijdstip het water het meest besmet is. Dus wanneer en hoe vaak moet worden verdund. Met deze proef toetsten we het effect van verdunnen.

### 9.2 MATERIAAL EN METHODEN

proefnummer	99.1x
ras	Odessa
locatie	PBG opweekkas 304 in afd. 4, 5 en 6
zaaidatum	verschillende data
zaaimedium	vermiculiet
opkweek	hydrocultuur
factoren	verdunnen 1000x
water	verdunde verdachte voedingsoplossing
watergift	indien nodig
grootte proef waarnemingen	voor en na verdunnen worden er twee planten in hydrocultuur gezet aantasting dikke wortels tot maximaal 6 dagen na verdunnen
onderzoekers	Riek-Jan Pittens en Dick Klinkspoor

### 9.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE (Tabel 9.1)

*Tabel 9.1 -* Effect van de behandelingen op de aantasting met wortelverdikking waarbij 0 = geen, 1 = lichte, 2 = matige en 3 = zware aantasting.

datum	afdeling	voor verdunnen na verdunnen							
			dag 1	dag 2	dag 3	dag 4	dag 5	dag 6	
08-06	4	3	3	3	0	x	x	x	
29-06	4	3	3	3	x	x	1	x	
09-07	4	x	0	3	3	2	2	1	
29-06	5	3	3	3	x	x	x	x	
07-07	5	0	3	3	0	0	3	x	
29-06	6	0	3	3	x	x	x	x	
07-07	6	0	0	0	0	0	1	x	

x: geen planten ingezet

Verdunnen geeft een zwaardere of dezelfde aantasting. Het effect trad na één of meerdere dagen op. De periode dat het verdunnen effect had was bij alle proefjes verschillend. Uit deze resultaten is niet vast te stellen na hoeveel dagen er verdund dient te worden. Het verdunningseffect zal verder moeten worden onderzocht.

### 9.4 CONCLUSIE

- Het verdunningseffect zal verder onderzocht moeten worden.

## 10. DISCUSSIE

**Bacterie-isolaten** - Eerder onderzoek had aangetoond dat na verhitting van verdachte voedingsoplossing tot 60°C geen wortelverdikking meer optrad en dat wortelverdikking kon worden voorkomen door het antibioticum streptomycine aan de voedingsoplossing toe te voegen. Deze resultaten inclusief het resultaat dat het wortelverdikkingsagens achterblijft op een bacteriefilter (poriegrootte: 0,22 µm) had tot de hypothese geleid dat een of meerdere bacteriën wortelverdikking veroorzaken. In het onderzoek beschreven in dit verslag is geprobeerd het wortelverdikkingsagens te isoleren. Ruim 50 isolaten werden individueel getoetst op hun vermogen wortelverdikking te induceren zonder succes. Mogelijk moeten twee of zelfs meer bacteriën gezamenlijk voorkomen om wortelverdikking te induceren. Het is ook mogelijk dat de bacterie of bacteriën betrokken bij wortelverdikking in zeer lage concentraties voorkomen in de voedingsoplossing en daarom lastig zijn te isoleren of dat het om niet-cultiveerbare bacteriën gaat die dus helemaal niet op een voedingsbodem zijn te kweken.

**Antibiotica** - Het resultaat dat zowel antibiotica met een werking tegen grampositieve als gramnegatieve bacteriën wortelverdikking onderdrukten wijst erop dat het hier gaat om meer dan één bacterie die betrokken is bij de inductie van wortelverdikking. De resultaten van deze proef met antibiotica komen echter niet overeen met die van eerdere experimenten uitgevoerd door Groen Agro Control die bijvoorbeeld wel wortelverdikking vonden na toevoeging van vancomycine terwijl wij dat niet hebben gevonden. Het experiment zal dan ook zeker herhaald moeten worden om definitieve conclusies te kunnen trekken.

**Substraten** - In substraat A werd geen wortelverdikking waargenomen. Substraat A staat bekend als een substraat dat microbieel leven stimuleert. Het mechanisme achter de onderdrukking van wortelverdikking in substraat A zou dus antagonisme kunnen zijn door micro-organismen. De fysische-chemische eigenschappen van substraat A verschillen echter ook met dat van steenwol en een fysische-chemische factor die wortelverdikking onderdrukt valt dus niet uit te sluiten.

**Chemische en biologische middelen** - Biologische bestrijder A versterkte wortelverdikking in verdachte voedingsoplossing maar kon wortelverdikking niet induceren in een onverdachte oplossing. Blijkbaar kunnen antibiotica wortelverdikking versterken. Hoe dit werkt is onbekend: misschien door het creëren van invalspoorten voor het wortelverdikkingsagens of door competitie met micro-organismen die juist een antagonistische werking hebben tegen het wortelverdikkingsagens. Met fungicide A en bactericide A kon wortelverdikking (gedeeltelijk) worden bestreden. Meer onderzoek is echter nodig om te bepalen of deze middelen onder praktijkomstandigheden wortelverdikking in voldoende mate kunnen voorkomen. Omdat het nog steeds niet bekend is wat wortelverdikking veroorzaakt is het niet te voorspellen of bepaalde teeltmaatregelen en / of middelen wortelverdikking onder alle omstandigheden zullen kunnen bestrijden of voorkomen. Daarom zal het onderzoek zich vooral moeten gaan richten op de identificatie van de veroorzakers van wortelverdikking zowel via klassieke uitplaatmethoden als via moleculaire methoden (DGGE).

## 11. CONCLUSIES

- Voor karakterisering van het wortelverdikkingsagens is opkweek in hydrocultuur goed bruikbaar.
- De werking van de middelen fungicide A, biologische bestrijder C en bactericide A verschilt bij toepassing in hydrocultuur en steenwol.
- Fungicide A en bactericide A verminderen de aantasting, maar biologische bestrijder A in hydrocultuur geeft meer aantasting dan de besmette controles.
- Voor toepassing van middelen die wortelverdikking in steenwol bestrijden is meer onderzoek nodig.
- Reinigingsmiddel A lijkt in de getoetste concentraties niet geschikt om tijdens de komkommeropkweek en -teelt wortelverdikking te bestrijden.
- Waarschijnlijk zijn één of meerdere bacteriën betrokken bij de inductie van wortelverdikking.
- Het lijkt erop dat wortelverdikking wordt veroorzaakt door een complex van micro-organismen met zowel grampositieve als gramnegatieve bacteriën.
- Meer onderzoek is nodig om het agens dat wortelverdikking veroorzaakt te identificeren.
- Substraat A onderdrukt wortelverdikking.
- Verdachte voedingsoplossing één week bewaren zonder contact met wortels is geen oplossing voor de praktijk om van het wortelverdikkingsprobleem af te komen omdat verdunnen van bewaarde verdachte voedingsoplossing weer aantasting kan geven.
- Het verdunningseffect (verdunnen van verdachte voedingsoplossing zodat daarna zwaardere aantasting optreedt) zal verder onderzocht moeten worden.

## LITERATUUR

Pittens – van der Heijden, R-J., W.Verkerke & P.Paternotte – Wortelverdikking komkommer, onderzoek 1<sup>o</sup> helft 1998. PBG rapport 153 (oktober 1998).

Pittens – van der Heijden, R-J., P.Paternotte & D.Klinkspoor – Wortelverdikking komkommer, onderzoek 2<sup>o</sup> helft 1998. PBG rapport 189 (mei 1999).