

11/12  
05

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente  
Vestiging Naaldwijk  
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel 0174-636700, fax 0174-636835

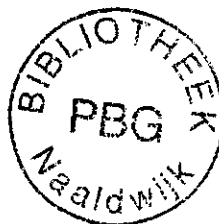
**EFFECTIVITEIT VAN LAVAFILTRATIE EN LANGZAME  
ZANDFILTRATIE TEGEN PLANTPATHOGENEN IN  
RECIRCULATIEWATER VAN GESLOTEN TEELTSYSTEMEN**

Proef 001-2804.06

**VERTROUWELIJK**

W.Th. Runia  
M. van der Sar

Naaldwijk, mei 1997



2204886

# INHOUD

<b>SAMENVATTING</b>	<b>5</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>7</b>
<b>2. MATERIAAL EN METHODEN</b>	<b>8</b>
2.1 Proefopzet	8
2.2 Ontsmettingsinstallaties	8
2.3 Pathogenen	9
<b>3. RESULTATEN</b>	<b>12</b>
3.1 Virusproeven	12
3.2 <i>Phytophthora</i> proeven	14
3.3 <i>Fusarium</i> proeven	17
<b>4. DISCUSSIE EN CONCLUSIE</b>	<b>19</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>20-21</b>

## SAMENVATTING

In 1996 zijn op het PBG twee lavafilters en een langzaam zandfilter getest op effectiviteit tegen bepaalde plantpathogenen in recirculatiewater van gesloten teeltsystemen.

Bij één van de lavafilters is continu Biowaterclean en Biocrop toegediend, terwijl het andere lavafilter werd getest zonder toevoeging van deze producten.

Het PBG hanteert de volgende norm voor de beoordeling van de effectiviteit van alle methodieken voor waterontsmetting: het reduceren van de uitgangskoncentratie van plantpathogenen in het water met minimaal 99,9%.

Uitgaande van deze norm wordt geconcludeerd dat de beide lavafilters en het langzame zandfilter onvoldoende effectief hebben gewerkt tegen het

tomaatmozaïekvirus en de schimmel *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

De methodieken waren wel voldoende effectief tegen *Phytophthora cinnamomi*.

Eenzelfde resultaat mag worden verwacht tegen *Pythium* omdat beide schimmels zeer nauw verwant zijn.

**Gezien de resultaten van dit onderzoek worden beide methodieken geschikt geacht voor teelten die uitsluitend bedreigd kunnen worden door *Phytophthora* en/of *Pythium*.**

De noodzaak tot het gebruik van Biowaterclean en Biocrop in lavafilters kwam in dit onderzoek onvoldoende naar voren. Alleen in de tweede proef met het tomaatmozaïekvirus werd een beter resultaat gerealiseerd bij toevoeging van deze producten. Bij de proeven met *Phytophthora* en *Fusarium* is geen verschil geconstateerd in effectiviteit tussen het lavafilter met Biowaterclean en Biocrop en die zonder toevoeging van deze producten.

Er zijn geen wiskundig betrouwbare verschillen in productie tussen de behandelingen met en zonder ontsmetting van recirculatiewater.

## 1. INLEIDING

Sinds de introductie van gesloten teeltsystemen is in het kader van het project 3402 "Ontsmetting van voedingswater" veel onderzoek verricht naar de mogelijkheden van het ontsmetten van de recirculerende voedingsoplossing. Het risico van verspreiding van ziekteverwekkers via het recirculatiewater in dit soort systemen moet zoveel mogelijk worden vermeden.

Ook regenwater, verzameld in waterbassins, en oppervlaktewater kunnen besmet zijn met ziekteverwekkers.

Aanvankelijk zijn systemen voor waterontsmetting op de markt gekomen, met een brede werking tegen plantpathogene schimmels, aaltjes, bacteriën en virussen. Deze ontsmettingsmethoden, op basis van verhitting, ozon en UV-bestraling zijn echter alleen op grote bedrijven rendabel.

In een later stadium zijn langzame zandfiltratie en lavafiltratie in de glastuinbouw naar voren gekomen. Deze beide methodieken zijn relatief goedkoop ten opzichte van de eerder genoemde systemen voor waterontsmetting.

De effectiviteit van langzame zandfiltratie is onderzocht op het Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG) in een gezamenlijk tweejarig project met de Proefstations voor de Boomkwekerij (PB) te Boskoop en het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente (PBG) te Naaldwijk en de Landbouwuniversiteit in Wageningen (LUW).

Het onderzoek naar de effectiviteit van lavafiltratie tegen plantpathogenen in recirculatiewater is uitgevoerd op het PBG. Naast twee lavafilters werd ook een langzaam zandfilter getest.

Dit verslag beschrijft de opzet, resultaten en conclusie van het PBG-onderzoek met lavafiltratie en langzame zandfiltratie.

## **2. MATERIAAL EN METHODEN**

### **2.1 PROEFOPZET**

Op het PBG zijn twee lavafilters geplaatst van Shieer Tec. BV (i.s.m. van Etten Techniek b.v.) in een kas met een gesloten teeltsysteem. De werking van het filtermedium lava kan volgens de leverancier van de filters worden verbeterd door het toevoegen van Bio-Waterclean (BWC), een plantenextract, dat bepaalde bacteriën kwantitatief en kwalitatief in het filterbed activeert. Om die reden is continu aan het recirculatiewater van één van de twee filters BWC toegediend, tezamen met Biocrop (BC), dat de teelt gunstig beïnvloedt. Door vergelijking van de effectiviteit van beide filters kan het effect van BWC worden vastgesteld.

In dezelfde kas is ook een langzaam zandfilter geïnstalleerd, door het IMAG.

In eerste instantie zijn in de kas paprika's (Mazurka) geteeld van 29 januari tot 30 mei 1996. Door een zware meeldauwaantasting, die onbeheersbaar bleek, was het gewas van dermate slechte kwaliteit, dat besloten werd tot ruimen en vervanging door een tomatenteelt.

De proeven met pathogenen zijn tijdens de tomatenteelt uitgevoerd. Op 12 juni 1996 zijn de tomaten "Solairo" geplant. De bemesting van de tomatenteelt is uitgevoerd in overleg met Shieer BV. Op elk filter waren 96 tomatenplanten aangesloten; 8 herhalingen van ieder 12 planten.

Productiegegevens van tomaat zijn verzameld over de periode 22 juli tot en met 21 november. Deze gegevens staan vermeld in **bijlage 2**.

Het drainwater van tomaat is bij de lavafilters opgevangen in bakken. In deze bakken werd het drainwater kunstmatig besmet met pathogenen. Bij het langzame zandfilter is, analoog aan de proeven op het IMAG met dit filter, eerst de waterkolom verwijderd waarna het testpathogeen is aangebracht, direct boven de zandlaag. Daarna is de waterkolom weer aangebracht. Na toevoeging van één van de testpathogenen werd de apparatuur in werking gesteld. Vervolgens werd de effectiviteit van de behandeling vastgesteld in een biotoets, met behulp van een specifieke voedingsbodem of met een combinatie van deze beide.

### **2.2 ONTSMETTINGSINSTALLATIES**

#### **2.2.1 Lavafilters**

Elk filter bestaat uit een silo, gevuld met lavadeeltjes met een grootte van 1-4 mm. Het filterbed heeft een oppervlakte van 0,2 m<sup>2</sup> en behandelt per uur 60-65 liter water. Dit komt overeen met een capaciteit van 300-350 liter per uur per m<sup>2</sup> filteroppervlak. De hoogte van het filterbed is circa 140 cm. In het filterbed is een keerpipensysteem aanwezig dat met behulp van lucht het lavabed continu van beneden naar boven omkeert. Op deze manier wordt door het gehele filtermedium een optimaal contact gerealiseerd tussen actieve bacteriën en het te behandelen water.

De behandeling van het besmette drainwater uit de opvangbakken duurde circa 3,5 uur. Tijdens dit proces is het besmette drainwater niet verdund met vers drainwater. Pas wanneer het niveau van besmet drainwater in de bak tot een minimum is gedaald, is het systeem weer op automatisch gezet en is het restant besmet drainwater weer regelmatig verdund met vers drainwater. Bij alle proeven is het besmette drainwater dus vanaf 3,5 uur na de start van de filtratie steeds meer verdund. De lavafilters werken op niveauschakelaars die de apparatuur in werking

stellen als er voldoende aanbod is van drainwater; m.a.w. ze werken discontinu. Naast de silo is een smalle cilinder aanwezig, waarin het behandelde water (effluent) terecht komt. Het effluent stroomde tijdens de teelt rechtstreeks naar de mengbak, van waaruit de planten werden gevoed. Gedurende de periode dat er proeven werden gedaan werd het effluent afgevoerd naar het riool.

### 2.2.2 langzaam zandfilter

Het langzaam zandfilter bestaat uit een cilinder met een diameter van 31,5 cm waarin van onderen naar boven de volgende lagen zijn aangebracht:

- drainagelaag; circa 35 cm grind met onderin een fractie van 7-12 mm en daarboven een fractie van 2-5 mm. Deze laag wordt gebruikt om het water uit het zandbed te laten stromen en te voorkómen dat er zand wegstroomt.
- filterbed; 70 cm zand. Aanvankelijk uitsluitend fijn zand met een zandfractie van 0,15-0,35 mm. Nadat dit zand verstopping veroorzaakte, is boven de grindlaag eerst een laag middel zand aangebracht met een zandfractie van 0,2-0,8 mm met daarboven de fijne zandlaag. De oppervlakte van het filterbed is 0,074 m<sup>2</sup>. De stroomsnelheid is bepaald op 7,4 liter per uur, overeenkomstig het praktijkadvies van 100 liter per uur per m<sup>2</sup> filteroppervlak.
- waterlaag; op het filterbed staat een waterlaag van circa 120 cm. Doel van de waterlaag is om via natuurlijke druk het water door het filterbed en de drainagelaag te laten stromen.

Het zandfilter was continu in bedrijf.

## 2.3 PATHOGENEN

### 2.3.1 Algemeen

Met alle drie testpathogenen zijn twee proeven uitgevoerd met de beide lavafilters en één proef met het langzame zandfilter. De pathogenen zijn kunstmatig aan het drainwater toegevoegd.

Bij de eerste *Fusarium*proef bleek het lavafilter, met BWC en BC in het drainwater, verstopt te zijn, zodat met dit filter maar één *Fusarium*proef is uitgevoerd.

De tijdstippen van bemonstering van het effluent worden vermeld bij de bespreking van de resultaten van de afzonderlijke proeven.

### 2.3.2 Tomaatmozaïekvirus

In deze proeven is gezuiverd tomaatmozaïekvirus (ToMV-stam SPS) toegevoegd aan het drainwater. Dit virus behoort tot de groep van tabaksmozaïekvirussen. Hiertoe behoren ook het komkommerbontvirus en het paprikamozaïekvirus. Het Odontoglossum-kringvlekkenvirus behoort ook tot deze zogenaamde TOBAMO-virussen. Zij zijn zeer infectieus en worden onder andere via water verspreid. Het resultaat van de virusproef geldt voor alle TOBAMO-virussen.

Bij de lavafilters is in de eerste proef per filter 25 ml virus en in de tweede proef 2,5 ml virus toegediend aan 250 liter drainwater van tomaat. Het is niet bekend in hoeverre dit besmette drainwater zich verdunt met het al aanwezige drainwater in de lavafilters.

Bij het zandfilter is 1 ml virus in 1 liter drainwater direct boven de zandlaag ingebracht. Daarna is de waterkolom weer aangebracht; in hoeverre deze verdunning geeft van het inoculum is niet bekend.

Het infectievermogen van het virus na de diverse behandelingen is vastgesteld in

een biotoets. Per behandeling zijn drie tabaksplanten (*Nicotiana tabacum*, 'Xanthi') geïnoculeerd met de al dan niet behandelde virussuspensies. Per plant zijn drie bladeren geïnoculeerd. Deze tabaksplanten reageren met lokale lesies op ToMV. Door tellingen van de lokale lesies en vergelijking met onbehandeld kan de effectiviteit van de behandelingen worden vastgesteld.

De eerste virusproef met de lavafilters is uitgevoerd op 9 juli 1996. De tweede proef is gestart op 5 augustus 1996. Het langzaam zandfilter is op 20 augustus besmet met ToMV.

### 2.3.3 *Phytophthora cinnamomi*

Deze bodemschimmel kan vele plantensoorten aantasten. De zoosporen van de schimmel zijn in het laboratorium geproduceerd en gebruikt als inoculum voor de proeven. In de eerste proef met de lavafilters is per lavafilter 250 liter drainwater geïnfecteerd met  $142 \cdot 10^6$  sporen, zodat de concentratie 567 *Phytophthora* sporen per ml drainwater bedroeg. In de tweede proef met de lavafilters bedroeg de concentratie aan sporen 1700 per ml drainwater.

Het zandfilter is besmet met 100 ml sporensuspensie in 1 liter drainwater van tomaat met daarin totaal  $170 \cdot 10^6$  sporen. Deze suspensie is direct boven de zandlaag ingebracht, waarna de waterkolom weer is aangebracht. Vervolgens is de apparatuur in werking gesteld.

De effectiviteit van de behandelingen is vastgesteld met behulp van bladponsjes van *Rhododendron*. Dit is een geschikte vangplant voor *Phytophthora cinnamomi*. Per behandeling hingen steeds 10 bladponsjes gedurende 2-3 dagen in het te onderzoeken water, waarna ze zijn uitgeplaat op een specifieke voedingsbodem voor *Phytophthora* ( $P_5$ VPH). Na 7 dagen zijn de petrischalen beoordeeld op uitgroei van *Phytophthora cinnamomi* door Fons van Kuik van het Proefstation voor de Boomkwekerij in Boskoop.

De eerste proef met de beide lavafilters is uitgevoerd op 9 juli en de tweede proef op 20 augustus 1996. Op deze laatste datum is ook de proef met het zandfilter uitgevoerd.

### 2.3.4 *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (fysio 1)

Deze vaatschimmel kan bij tal van bloemisterij- en groentegewassen verwelking veroorzaken. Deze schimmel is zeer moeilijk te doden en wordt om die reden altijd als testschimmel gebruikt in het onderzoek naar de effectiviteit van waterontsmettingsmethodieken.

In de *Fusarium*proeven zijn conidiën van deze schimmel toegevoegd aan het drainwater. Deze sporensuspensie is verkregen door de schimmel te kweken in een vloeibaar medium (Czapek Dox) bij kamertemperatuur. Na een week is het mycelium met kaasdoek afgefiltreerd en zijn de sporen in de suspensie geteld.

Vervolgens is de proef uitgevoerd. Per lavafilter is 250 liter drainwater besmet met  $250 \cdot 10^8$  sporen zodat de concentratie  $1 \cdot 10^5$  sporen per ml drainwater bedroeg. In het zandfilter is direct boven de zandlaag 2 liter sporensuspensie aangebracht met daarin  $5 \cdot 10^8$  sporen per ml; totaal  $100 \cdot 10^8$  sporen. Daarna is de waterkolom weer aangebracht. Vervolgens is de apparatuur in werking gesteld.

De effectiviteit is vastgesteld door alle behandelingen uit te platen op een *Fusarium*specifieke voedingsbodem (Komada). Vier petrischalen per behandeling en 0,5 ml per schaal. Na circa 5 dagen zijn de vitale *Fusarium*sporen uitgegroeid tot kolonies, die dan worden geteld.

De eerste proef met de lavafilters en met het langzame zandfilter is uitgevoerd op

30 september en de tweede proef met de lavafilters op 22 oktober 1996.



### 3. RESULTATEN

#### 3.1 Tomaatmozaïekvirus (ToMV)

In de eerste proef met de lavafilters is het effluent pas bemonsterd na circa 3,5 uur en vervolgens elke dag of om de twee dagen. In tabel 1 staat het resultaat vermeld van deze proef.

Tabel 1 - Effectiviteit van lavafiltratie tegen tomaatmozaïekvirus (proef 1)

BEHANDELING	LAVAFILTER + BWC + BC		LAVAFILTER - BWC - BC	
	aantal lesies	% doorgelaten ToMV	aantal lesies	% doorgelaten ToMV
onbehandeld drainwater + virus	3727	-	5319	-
3,5 uur	74	2,0	102	1,9
2 dagen	26	0,7	32	0,6
3 dagen	21	0,6	28	0,5
4 dagen	4	0,1	16	0,3
6 dagen	2	0,05	6	0,1
8 dagen	0	0	5	0,1
10 dagen	0	0	2	0,04

Na 3,5 uur is het hoogste percentage doorgelaten virus in het effluent teruggevonden; 2 % in het lavafilter met BWC en BC en 1,9 % in het lavafilter zonder toevoeging van BWC en BC. De gevonden percentages lopen geleidelijk terug; na 10 dagen (discontinue werking van de filters) is in het filter met BWC en BC geen virus meer aangetoond en in het filter zonder BWC en BC nog 0,04 % virus.

Omdat het hoogste percentage van het doorgelaten virus in het eerste monster werd geconstateerd, is besloten om in een tweede proef elk half uur het effluent te bemonsteren tot een totaal tijd van 10 uur werking van de beide lavafilters.

Tabel 2 geeft de resultaten weer van deze tweede proef.

Uit de tabel blijkt dat er het eerste uur nauwelijks virus is aangetoond in het effluent van beide filters. Dit is te verklaren door het feit dat eerst de inhoud van de lavafilters in het effluent komt, voordat het besmette drainwater het lavafilter passeert. Tussen 1 tot 3 uur na de start van de proef worden de hoogste percentages doorgelaten virus aangetoond; 1,5 % bij het lavafilter met BWC en BC en 8,5 % bij het filter zonder BWC en BC. Daarna wordt het besmette drainwater weer verdund met vers drainwater. Dit verdunningseffect is terug te zien in de grafiek. In deze proef is het resultaat van het filter met BWC en BC duidelijk beter dan van het filter zonder BWC en BC.

In bijlage 1 is het resultaat van proef 2 weergegeven in een grafiek.

Tabel 2 - Effectiviteit van lavafiltratie tegen tomaatmozaïekvirus (proef 2)

BEHANDELING	LAVAFILTER + BWC + BC		LAVAFILTER + BWC + BC	
	aantal lesies	% doorgelaten ToMV	aantal lesies	% doorgelaten ToMV
onbehandeld drainwater + virus	1506	-	976	-
0,5 uur	4	0,3	16	1,6
1	8	0,5	38	3,9
1,5	16	1,1	65	6,7
2	22	1,5	34	3,5
2,5	14	0,9	38	3,9
3	18	1,2	83	8,5
3,5	7	0,5	18	1,8
4	14	0,9	7	0,7
4,5	9	0,6	14	1,4
5	3	0,2	9	0,9
5,5	1	0,07	13	1,3
6	1	0,07	9	0,9
6,5	4	0,3	19	1,9
7	5	0,3	12	1,2
7,5	2	0,13	3	0,3
8	1	0,07	5	0,5
8,5	1	0,07	2	0,2
9	3	0,2	1	0,1
9,5	0	0	4	0,4
10	1	0,07	1	0,1

Bij de proef met het langzame zandfilter is het effluent steeds per drie dagen verzameld, waarna het watermonster is getoetst op infectievermogen. In tabel 3 staan de resultaten van deze proef. Uit de tabel blijkt dat alleen gedurende de eerste 3 dagen virus wordt aangetoond in het effluent.

Tabel 3 - Effectiviteit van langzame zandfiltratie tegen tomaatmozaïekvirus

BEHANDELING	AANTAL LESIES	AANTAL LITERS	AANTAL LESIES X LITERS	% DOORGELATEN VIRUS
onbehandeld drainwater + virus	98000	1	98000	-
dag 1-3	6	533	3198	3,3
dag 4-6	0	533	0	0
dag 7-9	0	533	0	0
dag 10-13	0	710	0	0
dag 14	0	178	0	0

### 3.2 *Phytophthora cinnamomi* (Pc)

In de eerste proef met de lavafilters is het effluent om de 2 dagen bemonsterd. De *Rhododendron*ponsjes hingen gedurende die tijd in het effluent en werden vervolgens eruit gehaald en uitgeplaat op een voedingsbodem. Daarna werden nieuwe ponsjes in het effluent gehangen. De totale proef duurde 10 dagen. In tabel 4 staat het resultaat van deze proef. In de tweede proef met de lavafilters is om de 3 dagen bemonsterd op dezelfde manier als in de eerste proef. Deze proef heeft 13 dagen geduurd. Tegelijkertijd is het langzaam zandfilter getest. De controles van de behandelingen met lavafiltratie dienden tevens als controle voor het langzaam zandfilter. De resultaten van deze tweede proef staan vermeld in tabel 5.

Uit beide tabellen blijkt dat gedurende de testperiode het infectievermogen van Pc bij de controles geleidelijk terugloopt.

Alle behandelingen zijn succesvol; er is geen *Phytophthora cinnamomi* aangetoond in het effluent van zowel de lavafilters (2 proeven) als in het effluent van het langzame zandfilter (1 proef).

Tabel 4 - Effectiviteit van lavafiltratie tegen *Phytophthora cinnamomi* (proef 1)

BEHANDELING	MATE VAN AANTASTING				TOTAAL AANTAL PONSJES MET PC
	0	+	++	+++	
onbehandeld drainwater + Pc; lavafilter + BWC + BC					
dag 1-2	0	0	0	10	10
dag 3-4	7	0	2	1	3
dag 5-6	10	0	0	0	0
dag 7-8	10	0	0	0	0
dag 9-10	10	0	0	0	0
onbehandeld drainwater + Pc; lavafilter - BWC - BC					
dag 1-2	0	0	0	10	10
dag 3-4	9	0	0	1	1
dag 5-6	8	0	1	1	2
dag 7-8	10	0	0	0	0
dag 9-10	10	0	0	0	0
lavafilter + BWC + BC					
dag 1-2	10	0	0	0	0
dag 3-4	10	0	0	0	0
dag 5-6	10	0	0	0	0
dag 7-8	10	0	0	0	0
dag 9-10	10	0	0	0	0
lavafilter - BWC - BC					
dag 1-2	10	0	0	0	0
dag 3-4	10	0	0	0	0
dag 5-6	10	0	0	0	0
dag 7-8	10	0	0	0	0
dag 9-10	10	0	0	0	0

0 = niet aangetaste *Rhododendron*ponsjes

+ = licht aangetast

++ = matig aangetast

+++ = ernstig aangetast

Tabel 5 - Effectiviteit van lavafiltratie tegen *Phytophthora cinnamomi* (proef2)

BEHANDELING	MATE VAN AANTASTING				TOTAAL AANTAL PONSJES MET PC
	0	+	++	+++	
onbehandeld drainwater + Pc; lavafilter + BWC + BC					
dag 1-3	1	0	6	3	9
dag 4-6	8	0	0	2	2
dag 7-9	5	3	1	1	5
dag 10-13	4	4	2	0	6
onbehandeld drainwater + Pc; lavafilter - BWC - BC					
dag 1-3	1	1	4	4	9
dag 4-6	5	1	2	2	5
dag 7-9	7	1	1	1	3
dag 10-13	0	0	0	0	0
lavafilter + BWC + BC					
dag 1-3	10	0	0	0	0
dag 4-6	10	0	0	0	0
dag 7-9	10	0	0	0	0
dag 10-13	10	0	0	0	0
lavafilter - BWC - BC					
dag 1-3	10	0	0	0	0
dag 4-6	10	0	0	0	0
dag 7-9	10	0	0	0	0
dag 10-13	10	0	0	0	0
langzaam zandfilter					
dag 1-3	10	0	0	0	0
dag 4-6	10	0	0	0	0
dag 7-9	10	0	0	0	0
dag 10-13	10	0	0	0	0

0 = niet aangetaste *Rhododendron*ponsjes  
 + = licht aangetast  
 ++ = matig aangetast  
 +++ = ernstig aangetast

### 3.3 *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (fysio 1)

In de eerste proef met *Fusarium* is alleen het lavafilter - BWC - BC getest omdat het andere lavafilter verstopt was. Het langzame zandfilter is ook in deze proef getest. In de tweede proef zijn de beide lavafilters getest. De resultaten van de proeven met de lavafilters worden vermeld in tabel 6. Tabel 7 geeft de resultaten weer van de proef met het langzame zandfilter.

tabel 6 - Effectiviteit van lavafiltratie tegen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol)

BEHANDELING	LAVAFILTER + BWC + BC		LAVAFILTER - BWC - BC	
	aantal kolonies per ml	% doorgelaten <i>Fusarium</i>	aantal kolonies per ml	% doorgelaten <i>Fusarium</i>
PROEF 1				
onbehandeld drainwater + Fol	x	x	38450	-
0 - 3,5 uur	x	x	446	1,2
3,5 uur - 1 dag	x	x	0	0
dag 2	x	x	0	0
dag 3	x	x	10	0,03
dag 4	x	x	3	0,008
dag 5-7	x	x	4	0,01
PROEF 2				
onbehandeld drainwater + Fol	16600	-	24800	-
0 - 3,5 uur	299	1,8	308	1,2
3,5 uur - 1 dag	8	0,05	0	0
dag 2	6	0,04	5	0,02
dag 3	3,5	0,02	2,5	0,01
dag 4-6	1,5	0,01	1,5	0,006
dag 7-9	1,5	0,01	7	0,03
dag 10-13	0,5	0,003	5	0,02
dag 14-20	0,5	0,003	10,5	0,04
dag 21-27	0,5	0,003	10	0,04

x = niet getest

Uit tabel 6 blijkt dat de meeste *Fusarium* (1,8% en 1,2%) wordt doorgelaten gedurende de eerste 3,5 uur dat de filters werken. De gevonden percentages zijn gemiddelden over die periode. Bij het lavafilter met BWC en BC loopt het percentage doorgelaten *Fusarium* gedurende de bemonsteringsperiode geleidelijk

terug van 1,8% tot 0,003%. Bij het lavafilter zonder toevoeging van BWC en BC loopt het percentage terug van 1,2 tot 0,01% in de eerste proef en van 1,2% tot 0,04% in de tweede proef. Bij beide filters blijft er *Fusarium* in het effluent aantoonbaar gedurende de gehele bemonsteringsperiode.

tabel 7 - Effectiviteit van langzame zandfiltratie tegen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol)

BEHANDELING	AANTAL KOLONIES PER ML	AANTAL LITERS	AANTAL KOLONIES	% DOORGE-LATEN FUSARIUM PER DAG
onbehandeld drainwater + Fol	1.052.1000	2	3004.10 <sup>6</sup>	-
0-4 uur	100	29.6	2,96.10 <sup>6</sup>	0,1
dag 1	1,5	178	0,27.10 <sup>6</sup>	0,009
dag 2	114	178	20,3.10 <sup>6</sup>	0,7
dag 3	145	178	25,8.10 <sup>6</sup>	0,9
dag 4	204,5	178	36,4.10 <sup>6</sup>	1,2
dag 5-7	0	533	0	0
dag 8-10	12,5	533	6,7.10 <sup>6</sup>	0,07
dag 11-14	5	710	3,6.10 <sup>6</sup>	0,03
dag 15-21	17,5	1243	21,8.10 <sup>6</sup>	0,1
dag 22-28	3,5	1243	4,4.10 <sup>6</sup>	0,02

Uit tabel 7 blijkt dat gedurende de gehele bemonsteringsperiode *Fusarium*sporen worden aangetoond in het effluent. Het hoogste percentage wordt op de vierde dag aangetroffen en is 1,2%.

## 4. DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Het PBG hanteert de volgende norm voor de beoordeling van de effectiviteit van alle methodieken voor waterontsmetting: het reduceren van de uitgangskoncentratie van plant pathogenen in het water met minimaal 99,9%. Uitgaande van deze norm wordt geconcludeerd dat de beide lavafilters en het langzame zandfilter onvoldoende effectief hebben gewerkt tegen het tomaatmozaïekvirus en de schimmel *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. De methodieken waren wel voldoende effectief tegen *Phytophthora cinnamomi*; deze plantpathogene schimmel werd in het effluent van de beide lavafilters en het langzame zandfilter niet meer teruggevonden. Eenzelfde resultaat mag worden verwacht tegen *Pythium* omdat beide schimmels zeer nauw verwant zijn. **Gezien de resultaten van dit onderzoek worden beide methodieken geschikt geacht voor teelten die uitsluitend bedreigd kunnen worden door *Phytophthora* en/of *Pythium*.**

De noodzaak tot het gebruik van Biowaterclean en Biocrop in lavafilters kwam in dit onderzoek onvoldoende naar voren. Alleen in de tweede proef met het tomaatmozaïekvirus werd een beter resultaat gerealiseerd bij toevoeging van deze producten. Bij de proeven met *Phytophthora* en *Fusarium* is geen verschil geconstateerd in effectiviteit tussen het lavafilter met Biowaterclean en Biocrop en die zonder toevoeging van deze producten.

In hoeverre lavafiltratatie en langzame zandfiltratie kwantitatief van elkaar verschillen in effectiviteit, kan niet worden beoordeeld aan de hand van de beperkte onderzoekgegevens. Bovendien waren er tijdens het onderzoek diverse verschillen tussen de beide methodieken:

De lavafilters werkten discontinu; de exacte hoeveelheid drainwater per dag is niet vastgesteld. De **hoeveelheid** aangetoonde plantpathogenen in het effluent kon om die reden niet worden vastgesteld, maar wel de **concentratie** ten opzichte van de uitgangskoncentratie.

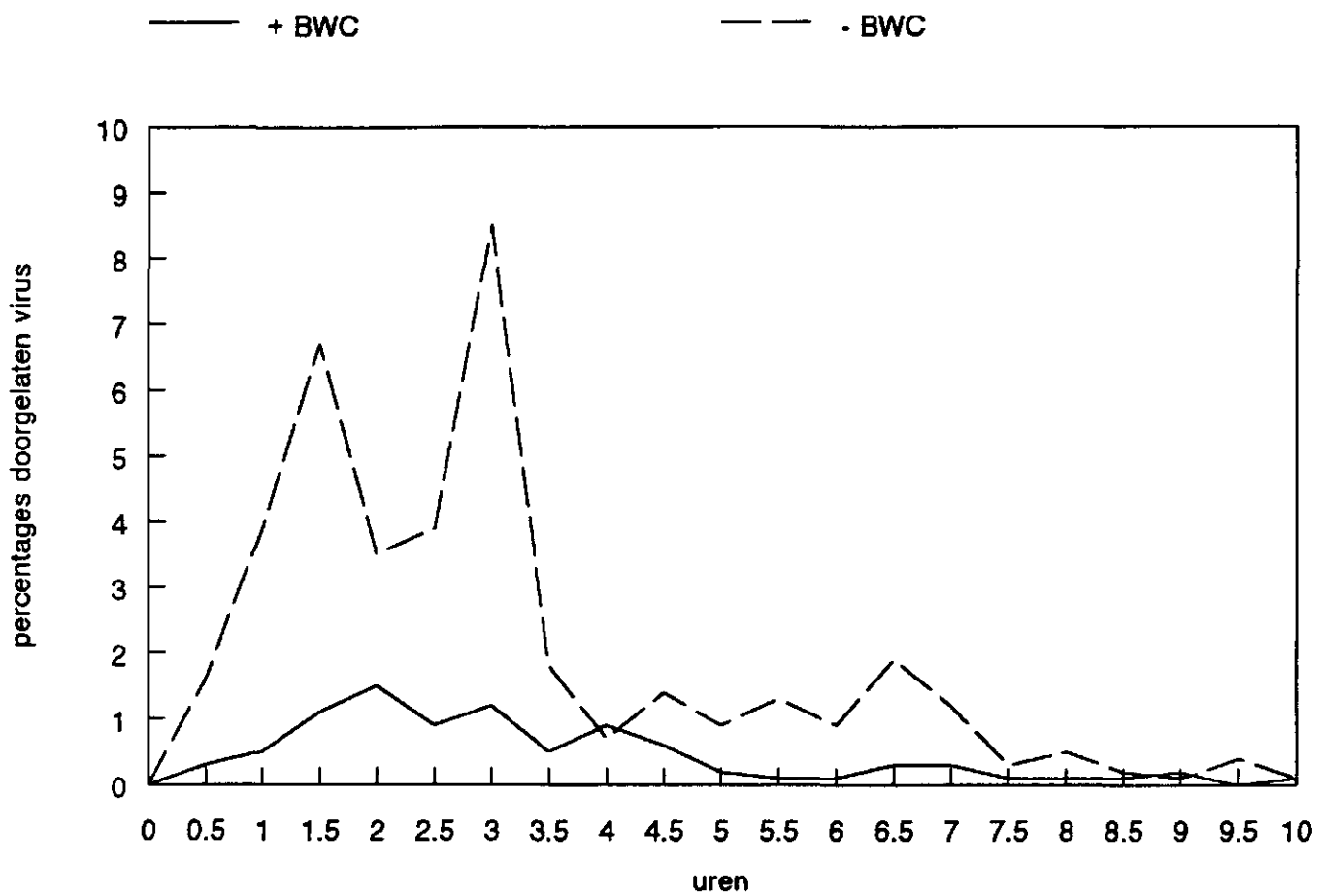
Ook de inoculatietechniek was verschillend ten opzichte van het langzame zandfilter. De **concentratie** inoculum per liter drainwater was bij de beide lavafilters lager maar de totale **hoeveelheid** gelijkwaardig of hoger.

Er zijn geen wiskundig betrouwbare verschillen in productie tussen de behandelingen met en zonder ontsmetting van recirculatiewater.



## BIJLAGE 1.

### effectiviteit lavafilters tegen ToMV



**BIJLAGE 2. Productiegegevens (kg) tomatenteelt over de  
periode 22 juli tot en met 21 november 1996**

BEHAN- DELING	LAVAFILTRATIE MET BWC+BC	LAVAFILTRATIE	LANGZAME ZANDFILTRATIE	ONBEHANDELD DRAINWATER*
<b>kwaliteit 1</b>				
veld 1	101.333	107.669	90.459	100.849
veld 2	98.323	104.901	106	89.129
veld 3	98.62	100.397	105.189	102.912
veld 4	107.004	104.254	103.279	102.476
veld 5	105.751	101.751	94.189	-
veld 6	99.962	103.335	94.423	-
veld 7	101.445	98.418	96.846	-
veld 8	107.07	100.458	96.67	-
gemiddeld	102.439	102.648	98.382	98.842
<b>kwaliteit 2</b>				
veld 1	3.557	3.291	4.193	4.834
veld 2	3.783	4.004	4.925	5.504
veld 3	3.587	5.231	4.157	5.431
veld 4	3.93	4.947	3.636	5.423
veld 5	5.036	4.942	3.171	-
veld 6	3.865	4.659	6.086	-
veld 7	3.36	4.645	4.203	-
veld 8	5.311	3.729	3.309	-
gemiddeld	4.054	4.431	4.21	5.298

\* = Deze behandeling bestond uit 4 x 12 = 48 planten, de overige behandelingen telden elk 8 x 12 = 96 planten.

**Er zijn geen wiskundig betrouwbare verschillen in productie tussen de proefobjecten**