

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax0174-636835

**EFFECTIVITEIT HOGEDRUK UV-ONTSMETTER TEGEN PLANT-
PATHOGENEN IN DRAINWATER BIJ TRANSMISSIEWAARDEN
VAN 4-14%**

Proefnummer 3402-07

VERTROUWELIJK



W. Th. Runia
M. van der Sar

Naaldwijk, februari 1997

2204902

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1 Proefopzet	9
2.2 Ontsmettingsunit	9
2.3 Pathogenen	11
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	12
3.1 Virusproef	12
3.2 <i>Fusarium</i> proef	14
4. CONCLUSIE	17
LITERATUUR	18
BIJLAGEN	19
1 Analyse drainwater virusproef	19
2 Analyse drainwater <i>Fusarium</i> proef	20
3 Figuur 1 ontsmettingsunit	21
4 Gegevens berekening doses virusproef	22
5 Gegevens berekening doses <i>Fusarium</i> proef	23
6-11 Virusproef	24
12-17 <i>Fusarium</i> proef	30

SAMENVATTING

In 1996 is op het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente te Naaldwijk onderzoek verricht naar de effectiviteit van een HD/UV ontsmetter bij transmissiewaarden van het drainwater van minder dan 20%.

Er zijn twee proeven uitgevoerd; één proef met het tomaatmozaïekvirus en één proef met de schimmel *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Deze pathogenen zijn aan het drainwater toegevoegd, waarna diverse UV-C doses zijn toegepast.

De UV-C dosis van 250 mJ/cm², die in de praktijk wordt geadviseerd om tenminste 99,9 % van de uitgangskoncentratie van virussen in het drainwater te doden, bleek bij de geteste transmissiewaarden van 12, 8 en 5% onvoldoende om het gewenste resultaat te bereiken.

Het praktijkadvies van 100 mJ/cm² UV-C dosis tegen plantpathogene schimmels bleek in de proef met *Fusarium* als toetsorganisme alleen bij een transmissiewaarde van 14% voldoende te zijn om een 99,9% reductie te bewerkstelligen van de uitgangskoncentratie. Bij de transmissiewaarden van 8 en 4% gaf deze dosis onvoldoende resultaat.

Verdunning van het drainwater met regenwater tot een minimale transmissiewaarde van 20% lijkt de beste optie om in de praktijk een betrouwbare ontsmetting te waarborgen.

Oriënterend is de afbraak van Fe-DTPA in het drainwater na diverse UV-C doses onderzocht.

1. INLEIDING

Historie

In het kader van het project 3402 'Ontsmetting van voedingswater' is door het PBG in 1991 onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van ultraviolette straling (UV) tegen plantpathogenen in recirculatiewater. Twee typen UV-lampen werden onderzocht; een hogedruk kwikdamplamp en een lagedruk kwikdamplamp. De transmissiewaarden (lichtdoorlatendheid) van het onbehandelde water varieerde bij de proeven met de hogedruklamp van 3% tot 45 % en bij de proeven met de lagedruklamp van 47% tot 70 %. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een praktijkadvies waarbij een UV-C dosis van 100 mJ/cm² tegen plantpathogene schimmels wordt geadviseerd en een UV-C dosis van 250 mJ/cm² voor een volledige ontsmetting (inclusief virussen) van het recirculatiewater (Runia, 1992 en 1994). Plantpathogenen worden bij deze doses minimaal met 99,9 % gereduceerd ten opzichte van de uitgangskoncentratie.

Transmissiewaarden

De transmissiewaarde van het te behandelen water wordt T10 genoemd. De T10 is het percentage UV-C licht dat nog over is nadat het licht een waterlaag is gepasseerd met een dikte van 10 mm. De T10 is van groot belang omdat deze waarde medebepalend is voor de berekening van de ontsmettingsdosis. Hoe lager de T10 des te meer energie er nodig is om de juiste UV-C dosis te realiseren. De T10 van drainwater van substraatteelten met steenwol ligt meestal tussen de 20 en 40%. Bij de teelt in organische substraten daalt de transmissiewaarde van het drainwater door de aanwezige humuszuren, die uit het substraat vrijkomen. Ook een verhoogd gehalte aan Fe-chelaat in het drainwater doet de T10 drastisch dalen. Dit geldt ook voor een hoge EC van het drainwater. Wanneer bestrijdingsmiddelen worden toegepast, die niet transparant zijn, dan zal de T10 ook worden verlaagd.

HD/UV ontsmetters

De huidige Vialux HD/UV ontsmetters zijn gedimensioneerd op een minimale T10 van 20 %. In de praktijk is gebleken dat de T10 toch regelmatig onder deze waarde daalt. Daardoor rees de vraag of bij transmissiewaarden lager dan 20 % de geadviseerde doses van 100 en 250 mJ/cm² wel voldoende hoog zijn om een 99,9 % effectiviteit tegen respectievelijk plantpathogene schimmels en virussen te realiseren.

Huidig onderzoek

Om die reden is dit onderzoek uitgevoerd waarbij drie verschillende T10 waarden van het drainwater zijn gerealiseerd; circa 5, 10 en 15 %. In de eerste proef is aan dit water tomaatmozaïekvirus toegevoegd, waarna diverse doses zijn toegepast. In een biotoets is vervolgens het effect van de behandeling vastgesteld. In de tweede proef is *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* als testschimmel toegevoegd aan het drainwater. Na de toepassing van diverse UV-C doses is de effectiviteit van de behandelingen vastgesteld met behulp van een selectieve voedingsbodem voor *Fusarium oxysporum*.

Daarnaast is de afbraak van Fe-DTPA in het drainwater vastgesteld bij de diverse UV-C doses om na te gaan of er een correlatie bestaat tussen deze beide. De afbraak van Fe-DTPA zou een niet-biologische indicator kunnen zijn voor het ontsmettingsresultaat. Deze waarnemingen moeten als oriënterend worden beschouwd in het kader van dit onderzoek.
Dit verslag beschrijft de opzet, resultaten en conclusie van beide proeven.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 PROEFOPZET

De beide proeven zijn uitgevoerd bij Priva Hortimation B.V. in De Lier. De eerste proef is uitgevoerd op 26 november 1996 en de tweede proef op 10 december 1996.

Er is gebruik gemaakt van drainwater afkomstig van een praktijkbedrijf (L.Voskamp, Zijlweg 7 te De Lier) met een tomatenteelt in de volle grond. Op dit bedrijf wordt het drainwater na onderbemaling opgevangen in een drainput. Vervolgens wordt de drain door een lavafilter geleid, het zo gefiltreerde en gereinigde drainwater wordt overgepompt in de drainopslagsilo. Het water is na filtratie over een 40 micron polypropyleen kaarsenfilter overgepompt in het voorraadvat van de ontsmettingsunit.

De verschillende transmissiewaarden (T10) van respectievelijk ca. 15, 10 en 5 % van het te behandelen drainwater zijn gerealiseerd door de toevoeging van het Fe-chelaat SOFER D.T.P.A. 7 % (poeder). De T10 waarden van het drainwater zijn vóór en na de UV-behandeling gemeten met een PRIVA UV-T10 spectrofotometer, geschikt voor het meten van de T10 bij 254 nm.

Met dezelfde meter kon ook de concentratie Fe-DTPA in het drainwater vóór en na de behandelingen worden vastgesteld, omdat er een verband bestaat tussen de T10 bij 254 nm en de concentratie Fe-DTPA in het drainwater volgens de formule: $\text{LOG}(1/T10) = \epsilon \times [\text{Fe-DTPA}] + \text{Konstante}$.

In de eerste proef is 1,5 m³ drainwater geïnfecteerd met 150 ml gezuiverd tomaatmozaïekvirus. In de tweede proef is 20 liter *Fusarium*suspensie toegevoegd aan 1800 liter drainwater. Dit resulteerde in een sporenconcentratie van 2,6.10⁴ sporen/ml drainwater. Na toevoeging van de pathogenen is het water door de UV-unit geleid. De diverse doses zijn gerealiseerd door het variëren van het lampvermogen en de stroomsnelheid. De effectiviteit van de behandelingen is vervolgens vastgesteld op het PBG.

De samenstelling van het drainwater is in beide proeven onderzocht op hoofd- en spoorelementen, pH en EC. De resultaten hiervan zijn weergegeven in respectievelijk de bijlagen 1 (eerste proef) en 2 (tweede proef).

Figuur 1 en de bijlagen 4-5, 7-11 en 13-17 zijn geleverd door S. Boonstra, Priva Hortimation B.V., De Lier.

2.2 ONTSMETTINGSUNIT

- Vialux ISA type P8185, het betreft een praktijkset met aanpassingen voor deze proeven.
- Deze unit is voorzien van een traploos regelbaar moduul (electronisch, bereik van 2,8 tot 8,5 kW) voor het genereren van het benodigde lampvermogen.
- De lamp is van het fabrikaat Heraeus, type EC 10000, lengte 75 cm, centraal in de UV-kamer geplaatst in een kwartsmantelbuis.

- De diameter van de kwartsmantelbuis is 46 mm, de dikte van de bestraalde waterlaag is 19 mm.

Het schema van de testopstelling is weergegeven in Figuur 1.

Als voorraadvat is een rechthoekige meststofbak (glasvezel versterkte kunststof) toegepast, met een bruto inhoud van ca. 2200 liter.

In het vat is een roestvrijstalen pomp geplaatst welke is verbonden met de zuigaansluiting van de Vialux systeempomp.

Het standaard toegepaste Vialux ISA zandfilter is niet gebruikt omdat het drainwater al gefiltreerd was met een kaarsenfilter; de toe- en afvoeraansluitingen van het zandfilter zijn daarom met elkaar doorverbonden.

De retour drainsilo aansluiting is verbonden met het voorraadvat.

De afvoer ontsmet water aansluiting is verbonden met een drietal opvangvaten met een totale bruto inhoud van ca. 2000 liter.

De toevoer schoon water is niet aangesloten.

Er is bij de opzet van de proeven voor gekozen om de UV-behandeling uit te voeren volgens de enkelvoudige doorloop werkwijze, d.w.z. dat de vereiste UV-dosis wordt toegediend gedurende één passage van het water door de UV-kamer.

In verband met de voorwaarde voor turbulent stromingsgedrag (Reynoldsgetal groter dan ca. 4000) is de minimale doorstroomsnelheid (behandelingscapaciteit) 1,5 m³/uur.

In verband met de voorwaarde van een minimale bestralingstijd van 1 seconde is de maximale doorstroomsnelheid 10,4 m³/uur.

De doorstroomsnelheid heeft tijdens de proeven gevarieerd tussen 1,5 en 4,5 m³/uur en wordt per proef afzonderlijk vermeld.

Het minimale lampvermogen van de toegepaste lamp bedraagt 2,8 kW. Bij een lager vermogen brandt de lamp niet gelijkmatig.

Het lampvermogen heeft tijdens de proeven gevarieerd tussen 2,8 en 5 kW en wordt per proef afzonderlijk vermeld.

De toegediende doses worden als volgt berekend:

$$D = \langle I \rangle \times \langle t \rangle$$

Hierbij is D de dosis, $\langle I \rangle$ de gemiddelde UV-C intensiteit van de lamp in de bestraalde waterlaag en $\langle t \rangle$ de gemiddelde bestralingstijd. De dosis wordt uitgedrukt in mJ/cm², de lampintensiteit in mW/cm² en de bestralingstijd in seconden.

De gemiddelde intensiteit van de lamp $\langle I \rangle$ is het product van de intensiteit op afstand 0 cm van de lamp $\langle I_0 \rangle$ en de gemiddelde relatieve intensiteit $\langle I_{rel} \rangle$. De $\langle I_{rel} \rangle$ wordt bepaald door de geometrie van de lamp en de T10 van het drainwater. De geometrie van de lamp ligt vast, de T10 waarden zijn gemeten bij 254 nm. De T10 van het drainwater is direct vóór en na de UV-behandeling gemeten. Voor de berekening van de $\langle I_{rel} \rangle$ wordt het gemiddelde van beide waarden gebruikt.

De gemiddelde bestralingstijd $\langle t \rangle$ volgt uit het volume van de UV-kamer dat wordt bestraald en de doorstroomsnelheid van het drainwater. Het bestraalde volume ligt vast, de doorstroomsnelheid is tijdens de proeven gemeten.

Alle gegevens benodigd voor de berekening van de gerealiseerde doses zijn weergegeven in de bijlagen 4 (virusproef) en 5 (*Fusarium*proef).

2.3 PATHOGENEN

In de virusproef is gezuiverd (zonder bladgroen en looizuren) tomaatmozaïekvirus (ToMV) 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. De virusproef is uitgevoerd op 26 november 1996. Het infectievermogen van het virus na de diverse behandelingen is vastgesteld in een biotoets.

Op 26 en 27 november zijn per behandeling 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 worden vastgesteld van de behandelingen. De tellingen zijn uitgevoerd op 3 en 4 december 1996.

In de *Fusarium*proef zijn conidiën van *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* fysio 1 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 afgefilterd en is de sporensuspensie geteld. Vervolgens is de proef uitgevoerd op 10 december 1996.

Alle behandelingen zijn één dag later uitgeplaat op een *Fusarium*specifieke voedingsbodem (Komada). Per behandeling zijn 2 verdunningen gemaakt en bij de controles onbehandeld 4 verdunningen, zodat van elke behandeling tenminste 1 verdunning goed te tellen is. Elke verdunning is op 4 petrischalen uitgeplaat; 0,5 ml te testen water per schaal. Na 5-6 dagen zijn de uitgegroeide *Fusarium*kolonies geteld.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 VIRUSPROEF

In bijlage 6 is het aantal lokale lesies per blad en de totale hoeveelheid lesies per behandeling weergegeven.

In tabel 1 staat de virusdoding vermeld in relatie tot de toegediende UV-C doses.

Tabel 1 - UV-C doses in relatie tot de virusdoding bij diverse transmissiewaarden

Dosis (mJ/cm ²)	totaal aantal lokale lesies	% virusdoding
T10 drainwater vóór UV-behandeling 12 %		
0	4882	0
461	1	99,98
257	34	99,3
90	1362	72,1
59	3984	18,4
T10 drainwater vóór UV-behandeling 8 %		
0	4595	0
330	129	97,2
267	565	87,7
167	2124	53,8
77	2946	35,9
T10 drainwater vóór UV-behandeling 5 %		
0	3458	0
291	682	80,3
218	450	87,0
136	1427	58,7
64	1659	52,0

De geadviseerde dosis van 250 mJ/cm² geeft bij geen van de drie geteste transmissiewaarden de gewenste 99,9% doding. Hoe lager de transmissiewaarde, des te slechter is het ontsmettingsresultaat bij een dosis van 250 mJ/cm² of hoger. Het ontsmettingsresultaat is bij doses < 250 mJ/cm² veel onregelmatiger. De gerealiseerde virusreducties, logaritmisches uitgedrukt, in relatie tot de geteste UV-doses, staan vermeld in de bijlagen 7 (T10 = 12%), 8 (T10 = 8%) en 9 (T10 = 5%). In deze bijlagen staan tevens de bijbehorende regressielijnen vermeld. De correlatie tussen de dosis en het ontsmettingsresultaat neemt duidelijk af naarmate de transmissiewaarde afneemt; R² = 0,977 (T10 = 12%), 0,829 (T10 = 8%) en 0,541 (T10 = 5%). In bijlage 10 zijn de regressielijnen weergegeven

van een 0 tot een drie decimale virusreductie, in relatie tot de benodigde doses. De doses, die nodig zijn om een virusdoding te realiseren van respectievelijk 90, 99 en 99,9% bij diverse transmissiewaarden zijn samengevat in tabel 2. Alleen bij T10 = 12% is de correlatie voldoende betrouwbaar.

Tabel 2 - UV-C doses benodigd voor een 90, 99 en 99,9 % virusdoding bij diverse transmissiewaarden

T10 drainwater vóór UV (%)	90 % virusdoding	99 % virusdoding	99,9 % virusdoding
12	126	251	377
8	258	518	777
5	330	658	986

De afbraak van Fe-DTPA in het behandelde drainwater in relatie tot de toegediende UV-C doses in deze proef met tomaatmozaïekvirus staat vermeld in tabel 3.

Tabel 3 - UV-C doses in relatie tot de afbraak van Fe-DTPA bij diverse transmissiewaarden

Dosis (mJ/cm²)	% afbraak Fe-DTPA
T10 drainwater vóór UV-behandeling 12 % (Fe-DTPA = 85 µmol/l)	
461	37
257	22
90	8
59	4
T10 drainwater vóór UV-behandeling 8 % (Fe-DTPA = 103 µmol/l)	
330	5
267	25
167	25
77	10
T10 drainwater vóór UV-behandeling 5 % (Fe-DTPA = 125 µmol/l)	
291	12
218	17
136	17
64	7

Bij een transmissiewaarde van 12% van het drainwater is er een sterke correlatie ($R^2 = 0,997$) tussen de UV-C doses en de afbraak van Fe-DTPA. Bij een T10 van 12% zou de afbraak van Fe-DTPA in deze virusproef bij een dosis van 100 mJ/cm²

10% zijn geweest en bij een dosis van 250 mJ/cm² 22%.

Bij de lagere transmissiewaarden is het resultaat veel onregelmatiger en de correlatie veel minder betrouwbaar; bij een T10 van 8 % en 5 % is $R^2 = 0,619$. In bijlage 11 is de afbraak van Fe-DTPA ten opzichte van de virusreductie uitgezet bij diverse UV-C doses bij een T10 van 12%.

3.2 FUSARIUMPROEF

In bijlage 12 is het aantal *Fusarium*kolonies per schaal en totaal per behandeling weergegeven.

In tabel 4 staat de *Fusarium*doding vermeld in relatie tot de toegediende UV-C doses.

Tabel 4 - UV-C doses in relatie tot de *Fusarium*doding bij diverse transmissiewaarden.

Dosis (mJ/cm ²)	aantal kolonies per ml	% <i>Fusarium</i> doding
T10 drainwater vóór UV-behandeling 14 %		
0	10900	0
173	1,5	99,99
108	3	99,97
79	60	99,4
52	405	96,3
T10 drainwater vóór UV-behandeling 8 %		
0	8350	0
191	0,5	99,99
146	0,5	99,99
110	7,5	99,91
66	250	97,0
44	685	91,8
T10 drainwater vóór UV-behandeling 4 %		
0	5150	0
174	6	99,88
153	10	99,81
112	65	98,7
53	1065	79,3
35	2010	61,0

De geadviseerde dosis van 100 mJ/cm² tegen schimmelziekten geeft bij een transmissiewaarde van 12% de gewenste 99,9% doding; alle doses > 100 mJ/cm² voldoen aan de norm. Bij de T10 = 8% wordt bij circa 110 mJ/cm² het gewenste

resultaat bereikt. Bij de transmissiewaarde van 4% is het ontsmettingsresultaat onvoldoende, zelfs bij een dosis van 174 mJ/cm².

De gerealiseerde *Fusarium*reducties, logaritmisch uitgedrukt, in relatie tot de geteste UV-doses, staan vermeld in de bijlagen 13 (T10 = 12%), 14 (T10 = 8%) en 15 (T10 = 4%). In deze bijlagen staan tevens de bijbehorende regressielijnen vermeld. De correlatie tussen de UV-doses en het ontsmettingsresultaat is in alle drie testen hoog; $R^2 = 0,951$ (T10 = 12%), $0,977$ (T10 = 8%) en $0,982$ (T10 = 4%). Bij de twee hoogste transmissiewaarden valt de hoogste dosering buiten de regressielijn omdat het aantal sporen per ml te laag geweest is voor een ongeveer vier decimale *Fusarium*reductie.

In bijlage 16 zijn de regressielijnen weergegeven van een 0 tot een drie decimale *Fusarium*reductie, in relatie tot de benodigde doses.

De doses, die nodig zijn om een *Fusarium*doding te realiseren van respectievelijk 90, 99 en 99,9% bij de diverse transmissiewaarden zijn samengevat in tabel 5.

De correlatie is bij alle drie T10 waarden betrouwbaar.

Tabel 5 - UV-C doses benodigd voor een 90, 99 en 99,9% *Fusarium*doding bij diverse transmissiewaarden

T10 drainwater vóór UV (%)	90 % doding	99 % doding	99,9 % doding
12	32	65	97
8	36	72	108
4	59	119	178

De afbraak van Fe-DTPA in het behandelde drainwater in relatie tot de toegediende UV-C doses in deze proef met *Fusarium* staat vermeld in tabel 6. Uit de tabel blijkt dat bij een T10 van het drainwater van 14 % de afbraak van Fe-DTPA lager is bij de diverse doses dan bij de T10 waarden van 8 en 4 %. Deze beide laagste T10 waarden geven een identiek resultaat. De correlatie is bij de T10 van 14 % het hoogst ($R^2 = 0,963$). Bij de T10 van 8 % is $R^2 0,888$ en bij een T10 van 4 % is $R^2 0,904$.

Bij een T10 van het drainwater variërend van 4 tot 14 % zou in deze proef met *Fusarium* een dosis van 100 mJ/cm² een afbraak van Fe-DTPA geven van 13 tot 24 %. Bij een dosis van 250 mJ/cm² zou de afbraak van Fe-DTPA 40 tot 50% zijn geweest.

In bijlage 17 is de Fe-DTPA afbraak in grafiek weergegeven in relatie tot de UV-C doses.

Tabel 6 - UV-C doses in relatie tot de afbraak van Fe-DTPA bij diverse transmissiewaarden

Dosis (mJ/cm²)	% afbraak Fe-DTPA
T10 drainwater vóór UV-behandeling 14 % (Fe-DTPA = 79 µmol/l)	
173	26
108	18
79	8
52	0
T10 drainwater vóór UV-behandeling 8 % (Fe-DTPA = 105 µmol/l)	
191	35
146	33
110	27
66	18
44	14
T10 drainwater vóór UV-behandeling 4 % (Fe-DTPA = 137 µmol/l)	
174	37
153	34
112	27
53	19
35	14

4. CONCLUSIE

De geadviseerde dosis van 250 mJ/cm² tegen plantpathogene virussen geeft bij geen van de geteste transmissiewaarden van het drainwater (T10 = 12, 8 of 5%) de gewenste doding van 99,9% van het toegediende tomaatmozaïekvirus. Bij een T10 van het drainwater van 12% dient de dosis 1,5 maal 250 mJ/cm² te zijn, bij een T10 van 8% ruim 3 maal en bij een T10 van 5% bijna 4 maal de geadviseerde dosis. Deze waarden zijn praktisch gezien niet erg realistisch. Verdunning van het drainwater, bijvoorbeeld met regenwater, tot een minimale T10 van 20 % ligt meer voor de hand.

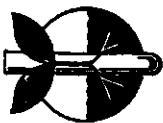
De geadviseerde dosis van 100 mJ/cm² tegen plantpathogene schimmels geeft bij de T10 van het drainwater van 14% de gewenste 99,9% doding van de toegevoegde sporen van *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Bij de T10 van 8% blijkt een dosis van 110 mJ/cm² noodzakelijk te zijn voor de gewenste doding en bij een T10 van 4 % is een dosis van meer dan 174 mJ/cm² nodig. Zowel verdunning van het drainwater met regenwater teneinde de T10 te verhogen, als het opvoeren van de dosis zijn in deze situatie opties om het resultaat te optimaliseren.

Uit beide proeven is gebleken dat het dimensioneren van de HD/UV ontsmetters op een minimale T10 van het drainwater van 20 % een juiste keuze is geweest. Lagere transmissiewaarden kunnen een onvoldoende ontsmettingsresultaat geven.

De relatie tussen de toegediende UV-C doses en de afbraak van Fe-DTPA in het drainwater na UV-behandeling is alleen betrouwbaar gecorreleerd bij een T10 van het drainwater van minimaal 12-14%. Bij de lagere transmissiewaarden is het percentage afbraak van Fe-DTPA in de *Fusarium*proef veel hoger dan in de virusproef bij vergelijkbare T10 waarden. Het vaststellen van de correlatie tussen UV-C doses en afbraak van FE-DTPA viel buiten de doelstelling van dit onderzoek. De waarnemingen omtrent de afbraak van Fe-DTPA dienen dan ook als oriënterend te worden beschouwd.

LITERATUUR

- Runia, W.Th., 1992. Hogedruk UV-unit pakt schimmel en virus aan. *Groenten + Fruit* nr. 5, p. 56-57.
- Runia, W.Th., 1994. Elimination of root-infecting pathogens in recirculation water from closed cultivation systems by ultra-violet radiation. *Acta Horticulturae* 361, p. 361- 371.



NAALDWIJK

BEDRIJFSLABORATORIUM VOOR GROND- EN GEWASONDERZOEK

28-11-1996

133

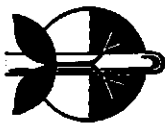
Klantnummer : 1999990 Object code : 84925
 Onderzoeknummer : 584.925 Monsteraanduiding : HDUV
 Ordernummer : 584.925 Monstername : door BLGG
 Datum monstername : 26-11-96
 Datum ontvangst : 27-11-96
 Code onderzoek : 51

Bestatingsonderzoek Glastuinbouw
 Voedingsoplossing

mg/cm	pH	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	NOO1	P	K	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo			
2.1	7.8	0.1	0.7	3.2	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.1	7.8	0.1	0.7	3.2	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

analyseresultaten

Bij deze doen wij u de analyseresultaten toekomen.



NAALDWIJK

BEDRIJFSLABORATORIUM VOOR GROND- EN GEWASONDERZOEK

13-12-1996

23

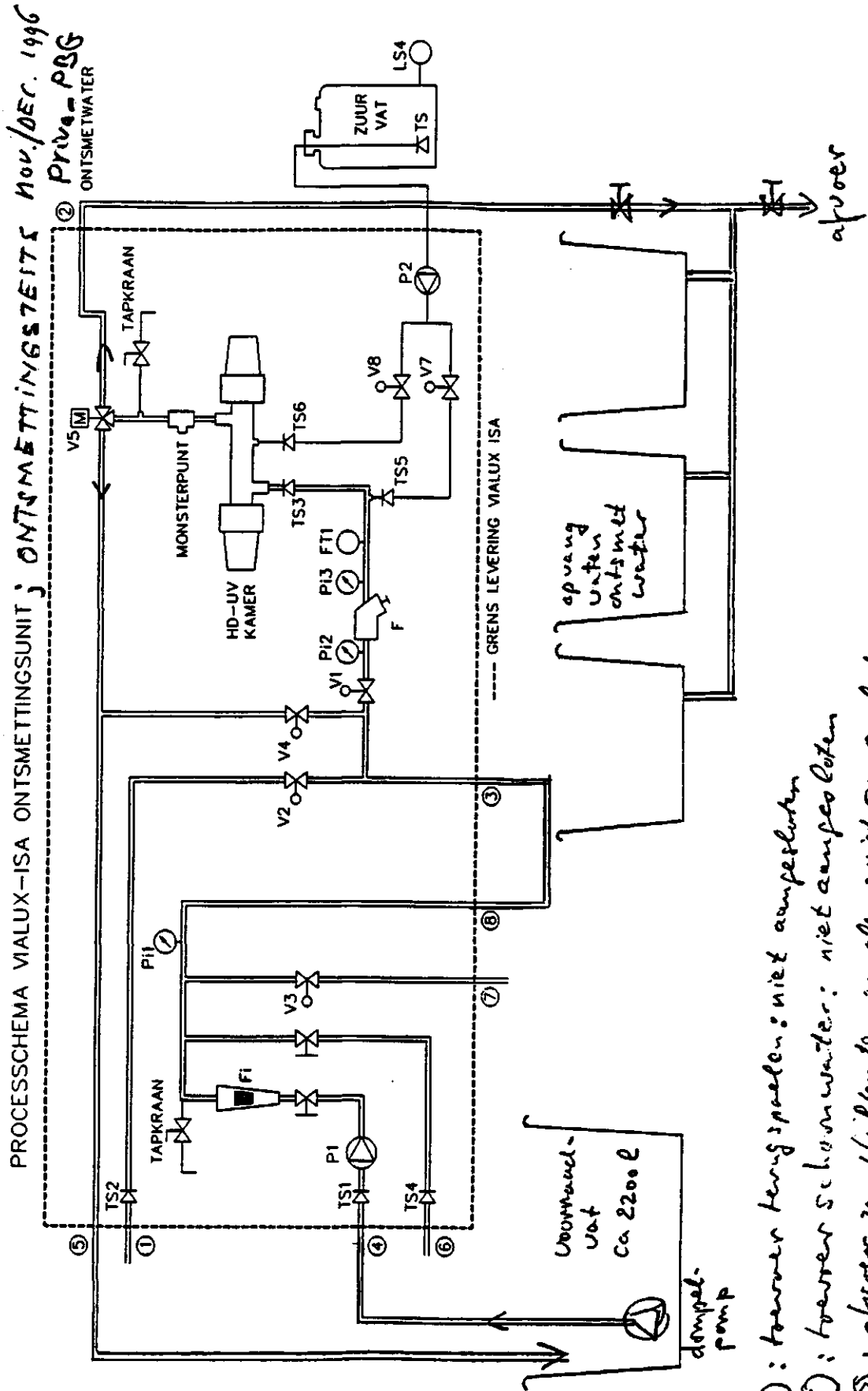
Klantnummer : 199990 Object code : 09061 PBG Maaldryk
 Onderzoeknummer : 585.861 Monsteraanduiding : 1 Postbus 8
 Ordernummer : 585.861 Monstername : door BLCG 2670 AA NAALDWYK
 Datum monstername : 12-12-96
 Datum ontvangen : 13-12-96 Bemestingsonderzoek Glastuinbouw
 Code onderzoek : 51 Voedingsoplossing

Na	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

analyseresultaten

Bij deze doen wij u de analyseresultaten toekomen.

BIJLAGE 3 Figuur 1 - Ontsmettingsunit



BIJLAGE 4 Gegevens voor berekening doses in virusproef

Inhoud UV-kamer: 2,91 liter

Lampverouderingsfactor: 0.85

T10 drainwater (%)			P lamp (kW)	Flow (m ³ /h)	<t> (s)	I0 (mW/ cm ²)	<lrel>	Dosis (mWs/ cm ²)
vóór UV	na UV	gemid- deld						
12	24	18.0	5.080	1.500	6.98	315.7	0.2089	461
12	18	15.0	5.080	2.460	4.26	315.7	0.1910	257
12	14	13.0	3.088	3.000	3.49	143.5	0.1788	90
12	13	12.5	3.088	4.500	2.33	143.5	0.1757	59
8	9	8.5	5.080	1.500	6.98	315.7	0.1497	330
8	14	11.0	5.080	2.060	5.09	315.7	0.1662	267
8	14	11.0	3.088	1.500	6.98	143.5	0.1662	167
8	10	9.0	3.088	3.000	3.49	143.5	0.1531	77
5	7	6.0	5.080	1.500	6.98	315.7	0.1318	291
5	8	7.5	5.080	2.060	5.09	315.7	0.1355	218
5	8	7.5	3.088	1.500	6.98	143.5	0.1355	136
5	6	5.5	3.088	3.000	3.49	143.5	0.1279	64

T10 : transmissiewaarde

P lamp : vermogen lamp

Flow : doorstroomsnelheid

<t> : gemiddelde bestralingstijd

I0 : intensiteit lamp op afstand 0 cm

<lrel> : gemiddelde relatieve intensiteit lamp

dosis : mWs/cm² = mJ/cm²

BIJLAGE 5 Gegevens voor berekening doses in *Fusarium*proef

Inhoud UV-kamer: 2,91 liter

Lampverouderingsfactor: 0.85

T10 drainwater (%)			P lamp (kW)	Flow (m ³ /h)	<t> (s)	I0 (mW/ cm ²)	<Irel>	Dosis mWs/ cm ²)
vóór UV	na UV	gemid- deld						
14	22	18.0	2.8	1.500	6.98	118.7	0.2089	173
14	19	16.5	2.8	2.295	4.56	118.7	0.2000	108
14	16	15.0	2.8	3.000	3.49	118.7	0.1910	79
14	14	14.0	2.8	4.380	2.39	118.7	0.1849	52
8	18	13.0	3.2	1.500	6.98	153.2	0.1788	191
8	17	12.5	2.8	1.500	6.98	118.7	0.1757	146
8	15	11.5	2.8	1.920	5.46	118.7	0.1694	110
8	12	10.0	2.8	3.000	3.49	118.7	0.1597	66
8	11	9.5	2.8	4.380	2.39	118.7	0.1564	44
4	12	8.0	3.4	1.500	6.98	170.4	0.1463	174
4	11	7.5	3.2	1.500	6.98	153.2	0.1427	153
4	9	6.5	2.8	1.500	6.98	118.7	0.1355	112
4	7	5.5	2.8	3.000	3.49	118.7	0.1279	53
4	6	5.0	2.8	4.380	2.39	118.7	0.1239	35

T10 : transmissiewaarde
 P lamp : vermogen lamp
 Flow : doorstroomsnelheid
 <t> : gemiddelde bestralingstijd
 I0 : intensiteit lamp op afstand 0 cm
 <Irel> : gemiddelde relatieve intensiteit lamp
 dosis : mWs/cm² = mJ/cm²

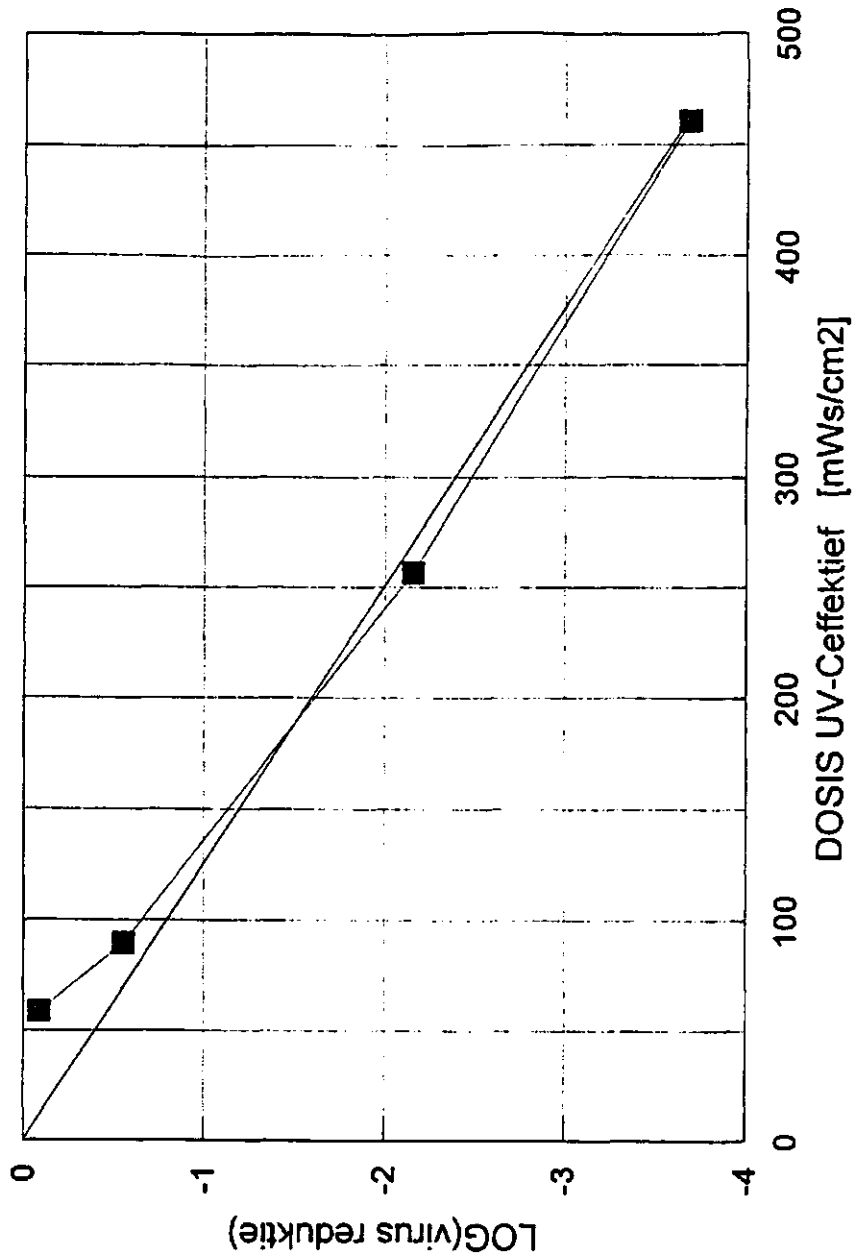
BIJLAGE 6 Virusproef - aantal lokale lesies per blad en totaal

Dosis (mJ/cm ²)	blad 1	blad 2	blad 3	blad 4	blad 5	blad 6	blad 7	blad 8	blad 9	Totaal
T10 drainwater vóór UV-behandeling 12 %										
0	311	487	389	763	531	835	319	536	711	4882
461	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
257	7	5	0	7	5	3	1	3	3	34
90	342	128	76	119	203	22	263	139	70	1362
57	897	555	228	364	700	307	171	306	456	3984
T10 drainwater vóór UV-behandeling 8 %										
0	398	189	908	417	408	347	696	740	492	4595
330	13	3	7	5	25	4	15	32	25	129
267	30	53	144	72	14	54	80	34	84	565
167	236	155	312	295	337	205	381	23	180	2124
77	449	328	295	238	305	203	382	229	517	2946
T10 drainwater vóór UV-behandeling 5 %										
0	359	218	933	253	474	351	667	155	48	3458
291	7	108	102	53	121	26	72	142	51	682
218	23	57	45	35	24	93	62	80	31	450
136	144	140	90	99	71	7	223	310	343	1427
64	100	264	68	259	216	104	159	26	463	1659

BIJLAGE 7

VIRUSTESTS PRIVA-PBG 26 november 1996

Virusreduktie in afhankelijkheid van de UV dosis

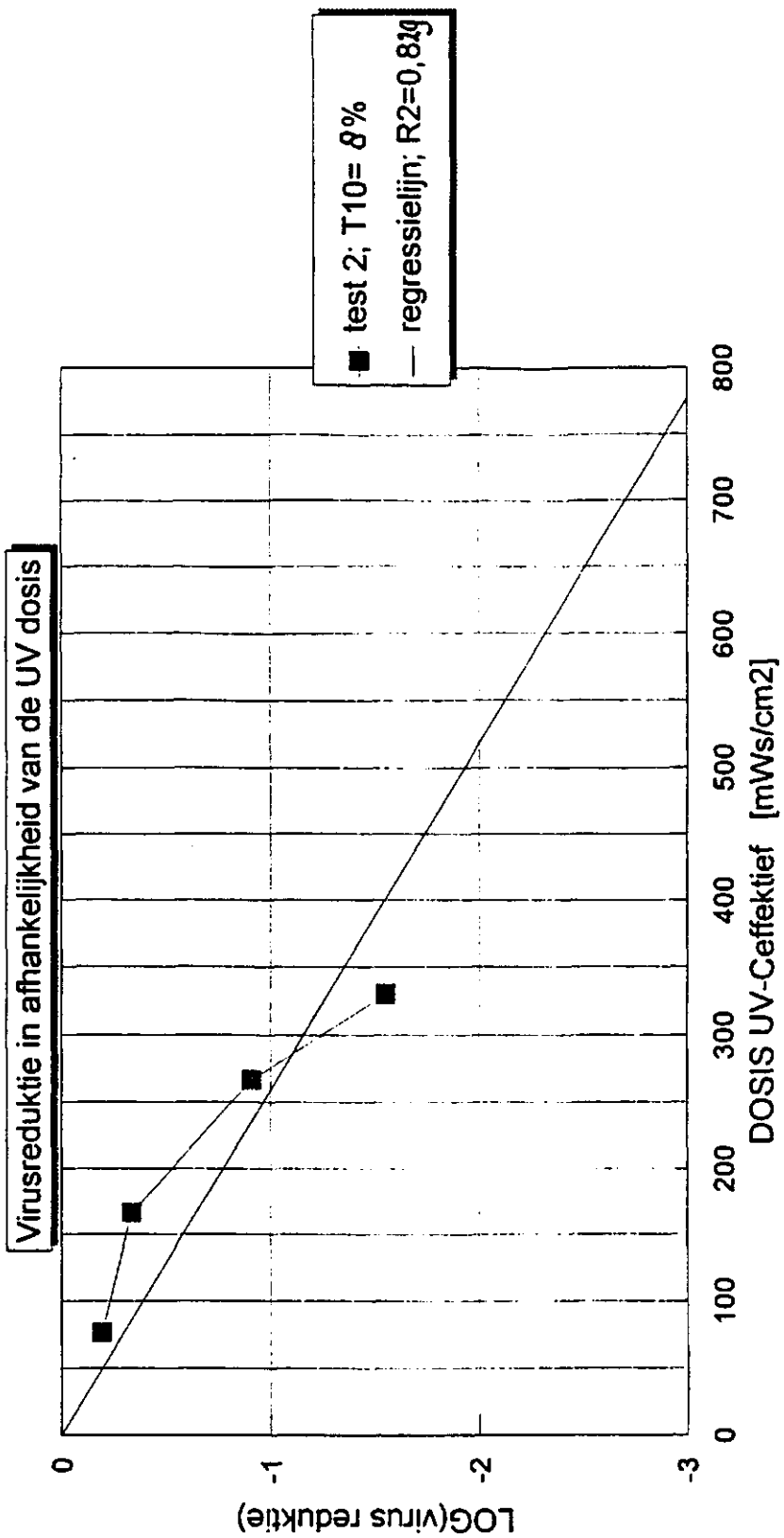


■ test 1; T10=12%
— regressielijn; R2=0,977

drainwater tomaat (volle grond); pH 7,8

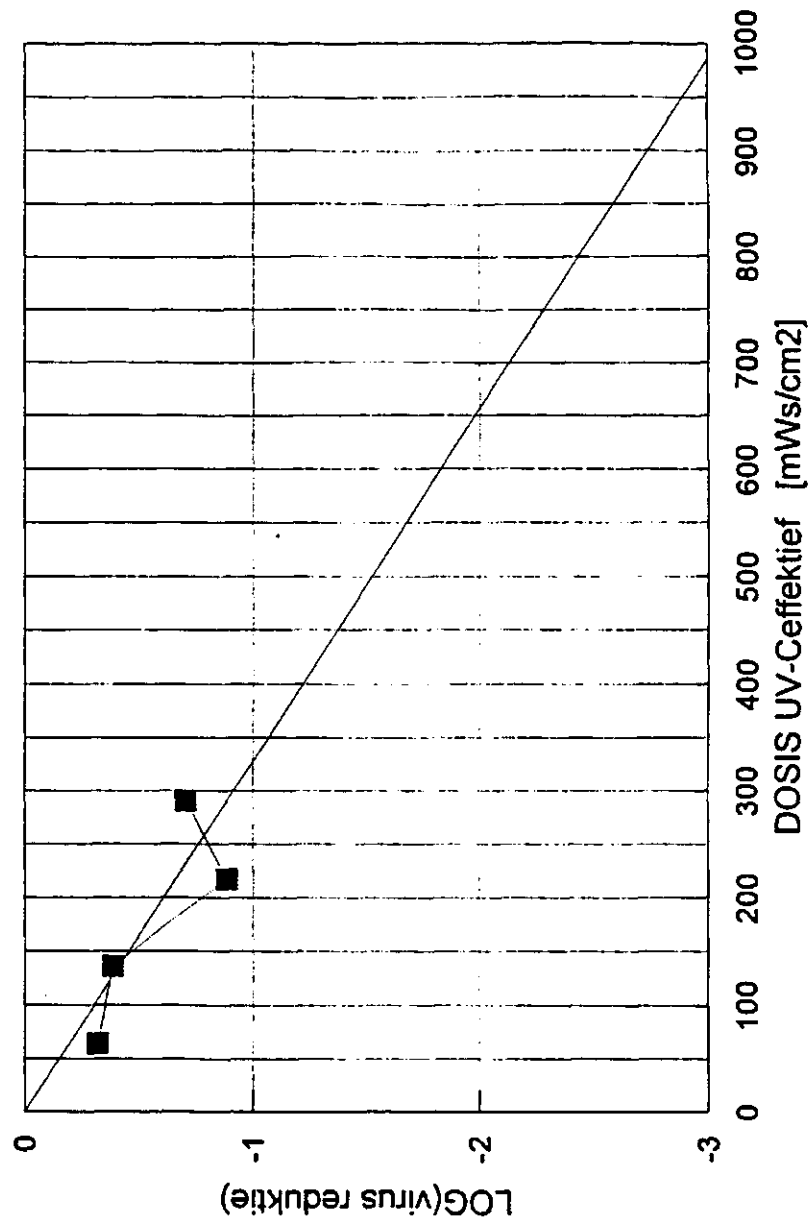
BIJLAGE 8

VIRUSTESTS PRIVA-PBG 26 november 1996



drainwater tomaat (volle grond); pH 7,8

Virusreduktie in afhankelijkheid van de UV dosis

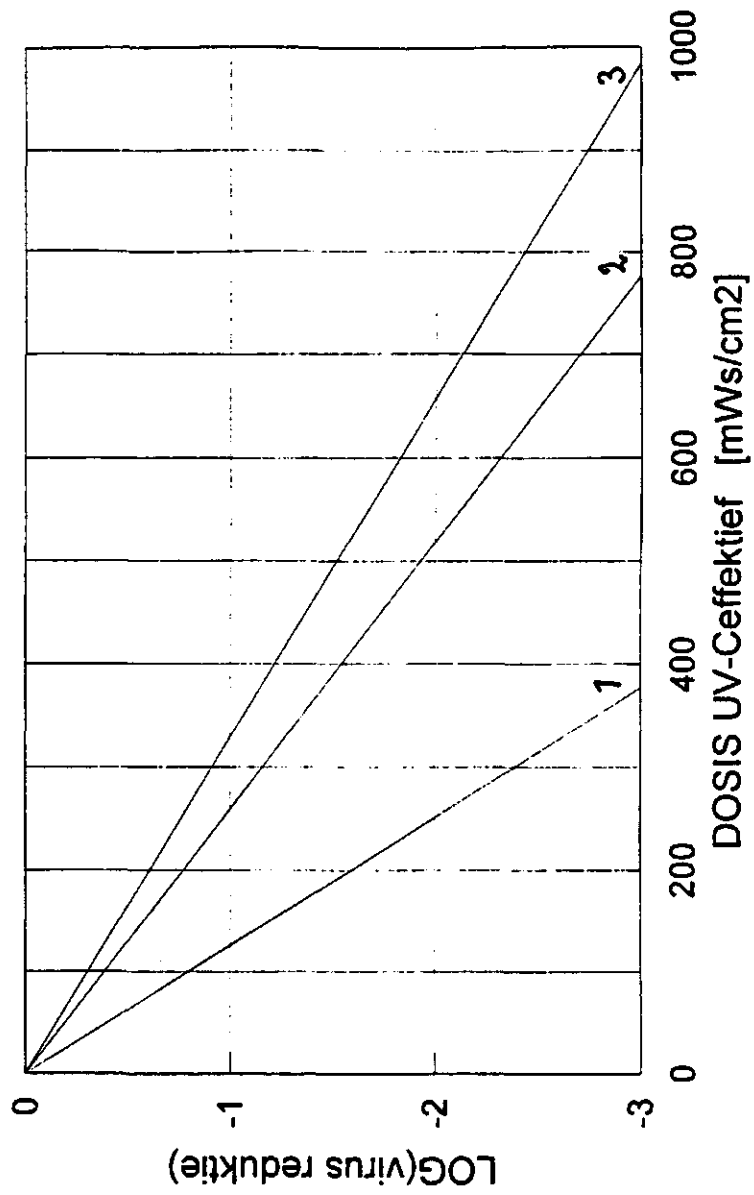


■ test 3; T10=5%
— regressielijn; R2=0,541

drainwater tomaat (volle grond); pH 7,8

VIRUSTESTS PRIVA-PBG 26 november 1996

Regressielijnen
Virusreductie in afhankelijkheid van de UV dosis

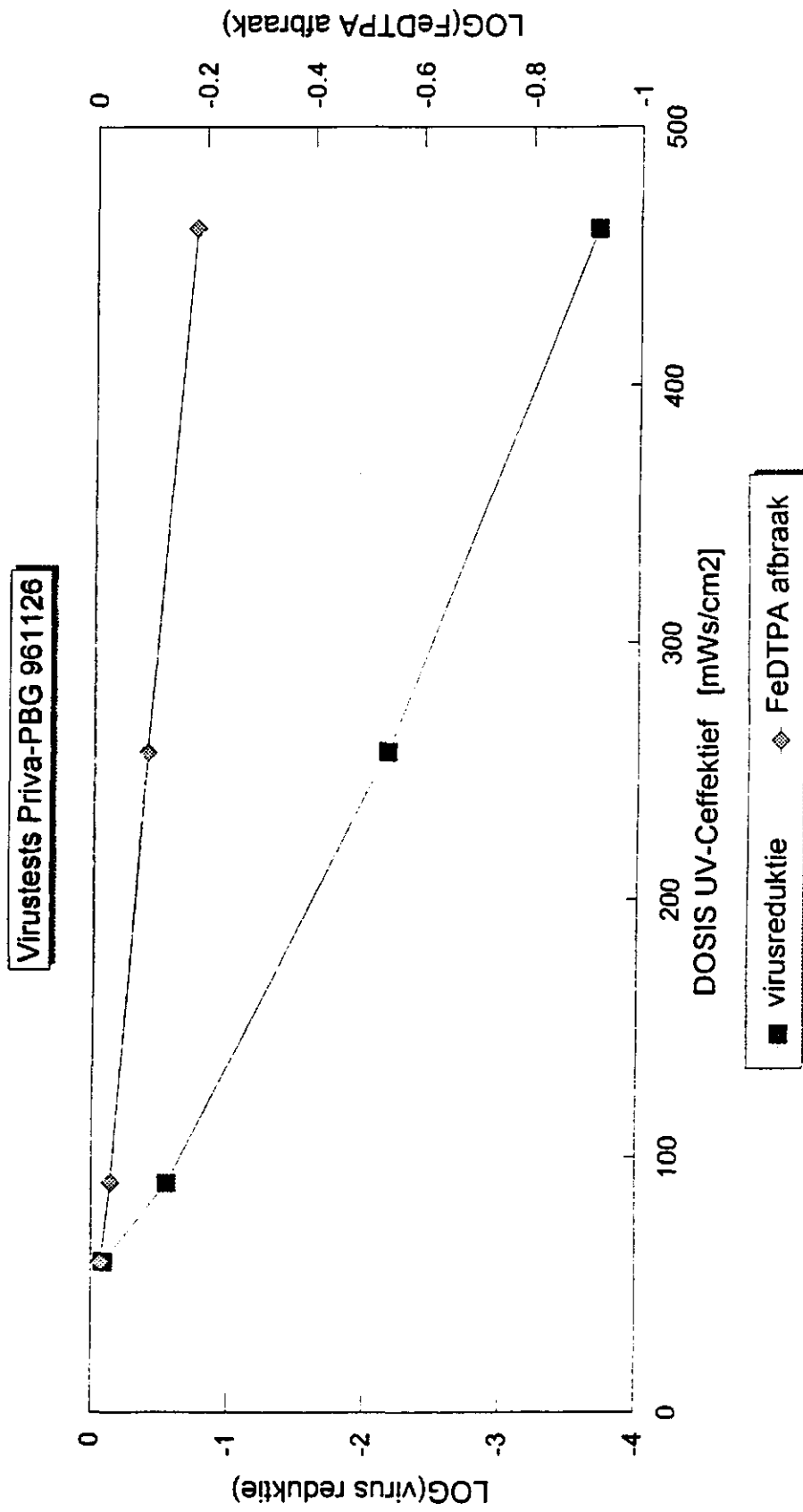


1 T10=12%; R2=0,977
 2 T10= 8%; R2=0,829
 3 T10=5%; R2=0,541

drainwater tomaat (volle grond); pH 7,8

VIRUSTESTS PRIVA-PBG 26 november 1996

BIJLAGE 11



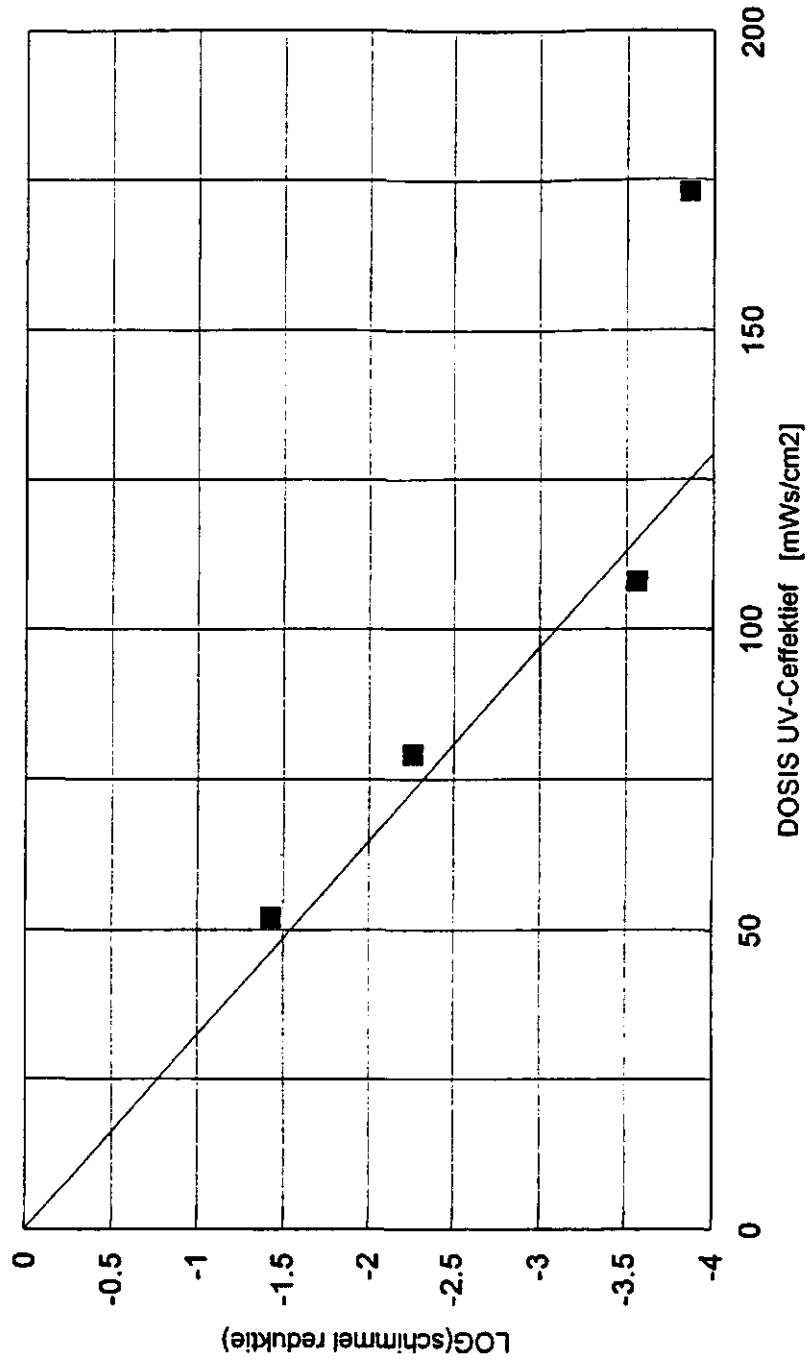
BIJLAGE 12 *Fusarium*proef - aantal kolonies in 0,5 ml per schaal en totaal

Dosis (mJ/cm ²)	verdunning	schaal 1	schaal 2	schaal 3	schaal 4	gemiddeld	onverdund
T10 drainwater vóór UV-behandeling 14 %							
0	1:100	54	48	60	56	54,5	5450
173	1:1	0	1	2	0	0,75	0,75
108	1:1	1	3	0	2	1,5	1,5
79	1:10	5	2	2	3	3	30
52	1:10	23	19	14	25	20,25	202,5
T10 drainwater vóór UV-behandeling 8 %							
0	1:100	39	33	58	37	41,75	4175
191	1:1	1	0	0	0	0,25	0,25
146	1:1	0	0	1	0	0,25	0,25
110	1:1	2	4	4	5	3,75	3,75
66	1:10	14	11	13	12	12,5	125
44	1:10	39	30	32	36	34,25	342,5
T10 drainwater vóór UV-behandeling 4 %							
0	1:100	25	34	31	13	25,75	2575
174	1:1	3	3	3	3	3	3
153	1:1	5	5	6	4	5	5
112	1:10	2	5	1	5	3,25	32,5
53	1:10	44	58	63	48	53,25	532,5
35	1:10	100	96	98	108	100,5	1005

BIJLAGE 13

SCHIMMELTESTS PRIVA-PBG 10 december 1996

Fusariumreduktie in afhankelijkheid van de UV dosis



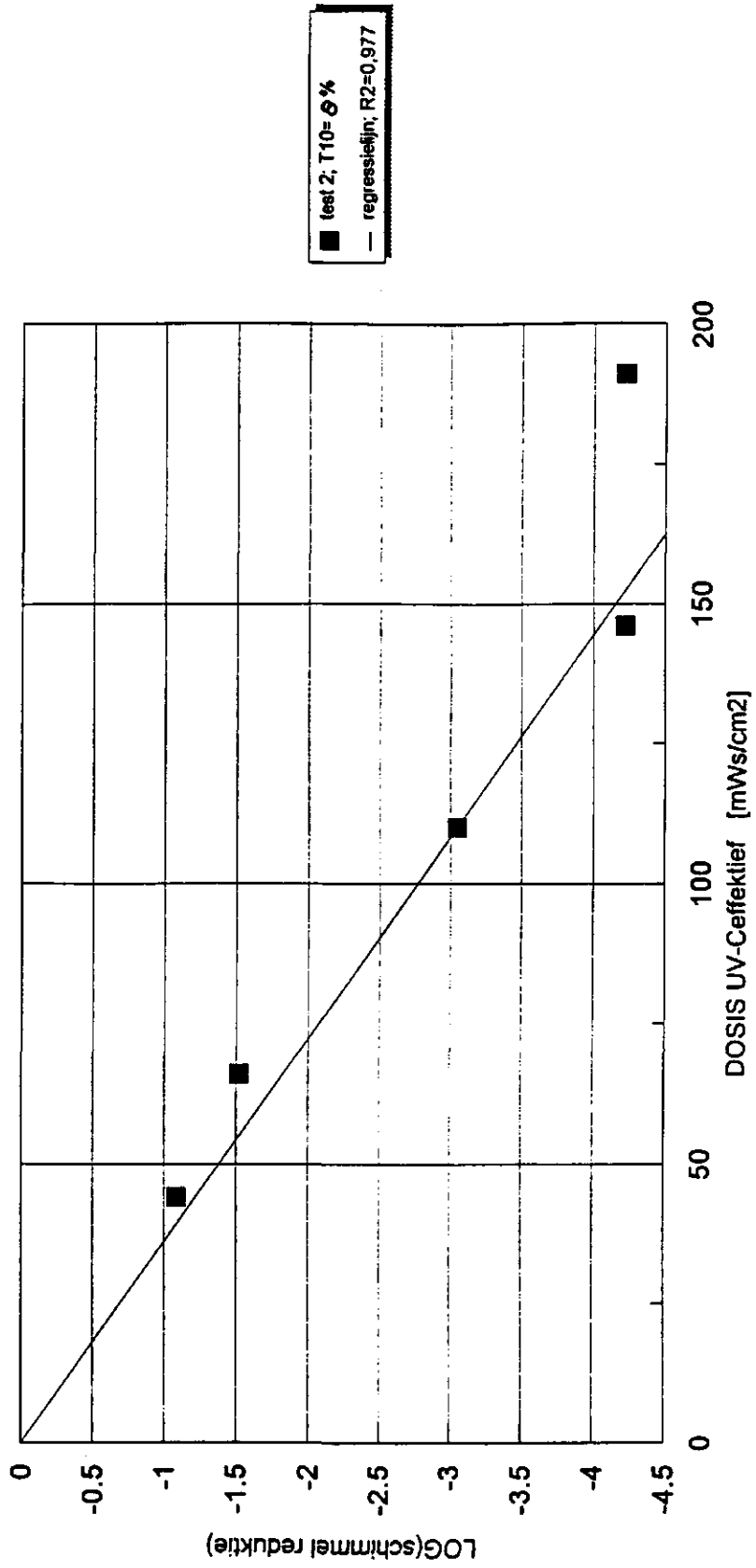
test 1; T10= 11%
— regressielijn; R2=0,951

drainwater tomaat (volle grond); pH 6,5
Vialux HD/UV behandeling van Fusarium oxysporum schimmel

20 december 1996

SCHIMMELTESTS PRIVA-PBG 10 december 1996

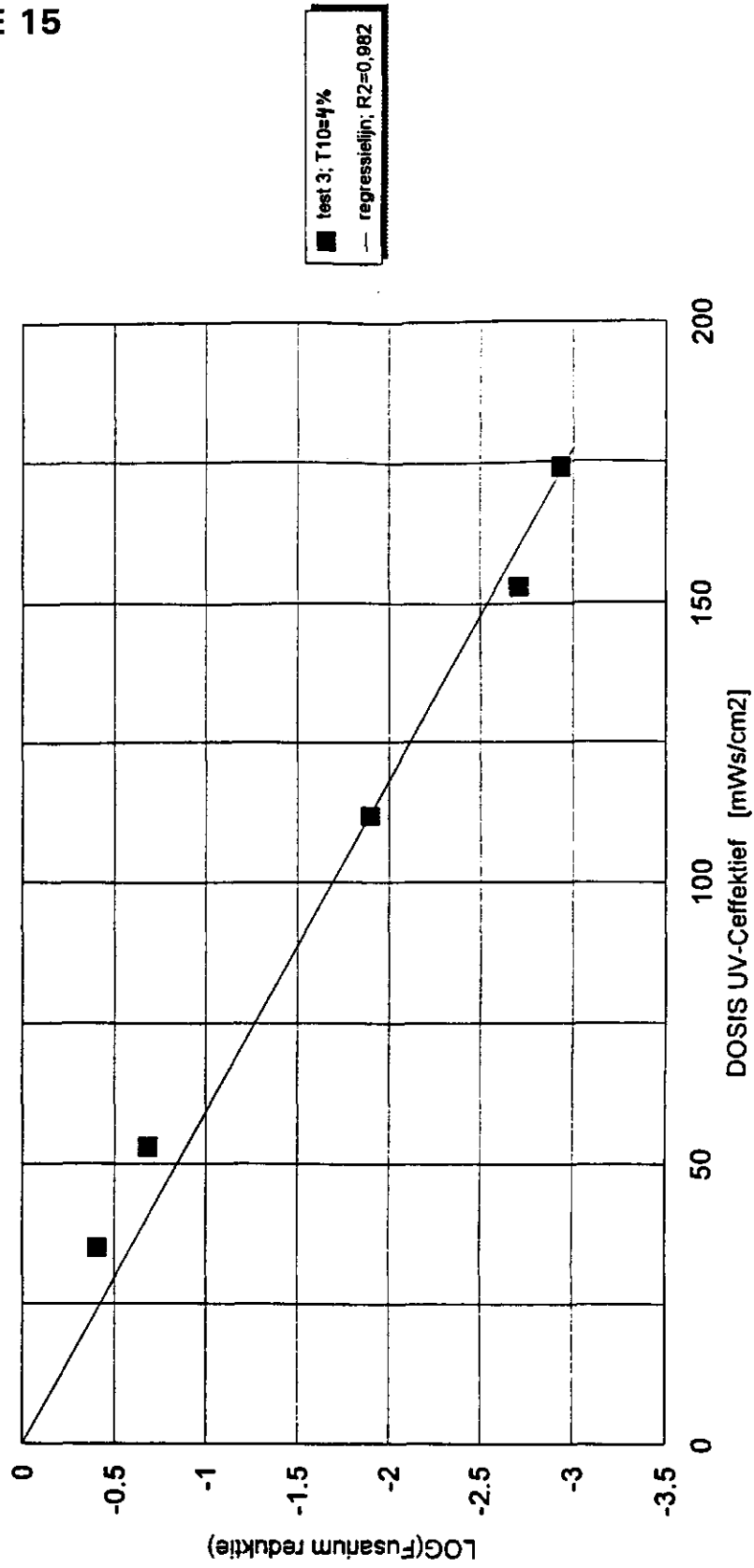
Fusariumreduktie in afhankelijkheid van de UV dosis



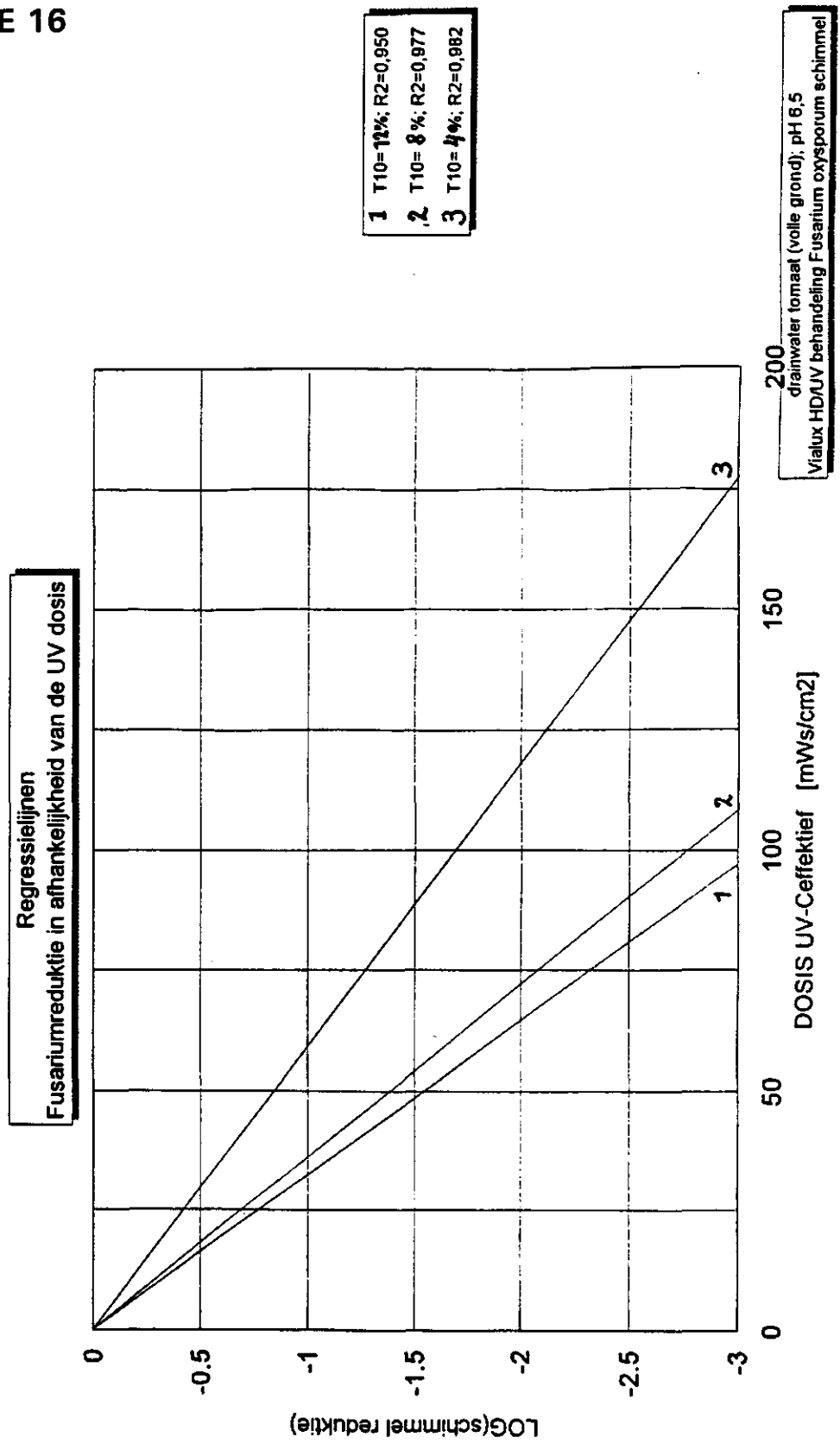
drainwater tomaat (volle grond) pH 6,5
 Viabux HD/UV behandeling Fusarium oxysporum schimmel

BIJLAGE 15

Fusariumreduktie in afhankelijkheid van de UV dosis



drainwater tomaat (volle grond); pH 6,5
Vialux HD/UV behandeling Fusarium oxysporium schimmel



BIJLAGE 17

FeDTPA afbraak in afhankelijkheid van de UV dosis

