

Effecten van Clean Light op paprikavoet

DLV Plant
Postbus 7001
6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65
6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78
F 0317 46 04 00

E info@dlvplant.nl
www.dlvplant.nl

In opdracht van:

Landelijke commissie Paprika van LTO Groeiservice
Postbus 1120
2280 CC Rijswijk

Gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Uitgevoerd door:

Jeroen Zwinkels
Helma Verberkt
Onderzoek DLV Plant
Postbus 7001
6700 CA Wageningen

De Clean Light apparatuur met UV-C straling is gedurende het onderzoek beschikbaar gesteld door Berg Product.

PT-Projectnummer: 13190

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding en doel	5
2 Materiaal en methode	7
2.1 Proefopzet	7
2.2 Waarnemingen en verwerking	8
3 Resultaten	10
3.1 Stralingsdosering	10
3.2 Kwaliteit van de vruchten en het gewas	12
3.3 Aangetaste planten	13
3.4 Afgestorven planten	14
3.5 Aangetaste en afgestorven planten	15
3.6 Productie	16
3.7 Resultaten onbehandeld	17
3.8 Resultaten handmatig blad verwijderen	18
3.9 Resultaten 4x per jaar met UV-C straling behandelen	19
3.10 Resultaten 2x per week behandelen met UV-C straling	21
3.11 Watergehalte in de mat	22
3.12 Lab-proef bij PPO Randwijk	23
4 Conclusies	24
Bijlage 1 Laboratoriumproef	25

Samenvatting

DLV Plant heeft in samenwerking met de landelijke paprika commissie van LTO Groeiservice een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van Clean Light (UV-C straling) op de paprikavoet. Het project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT). Het doel van het project was om door het onderste blad te verwijderen en het gebruik van de Clean Light het hele jaar vrij van *Fusarium* te blijven. Er zijn op het praktijkbedrijf met een aangetoonde *Fusarium* aantasting 4 proefbehandelingen aangelegd:

- A. Een controle behandeling, die volgens praktijknorm is geteeld.
- B. De onderste 120 cm van de plant is in 4x handmatig bladvrij gemaakt. Het handmatig bladvrij maken is in week 14, 20, 26 en 33 uitgevoerd. Per keer is er 30 cm blad verwijderd.
- C. De onderste 120 cm van de plant is door middel van UV-C straling / Clean Light geleidelijk in de teelt bladvrij gemaakt. Het bladvrij maken door middel van UV-C straling / Clean Light is gebeurd in dezelfde week als wanneer het blad handmatig is verwijderd. Per keer is er 30 cm blad verwijderd. De rijsnelheid van de Clean Light was 5 meter per minuut.
- D. Alleen de onderste 40 cm van de plant met UV-C straling / Clean Light behandelen. Twee keer per week is de onderste 40 cm van de plant met UV-C straling / Clean Light behandeld. De rijsnelheid van de Clean Light was 5 meter per minuut.

De proef is begin april van start gegaan. Omdat er niet bekend was wat het effect van UV-C straling op het paprikagewas zou zijn is er met een lage dosering UV-C straling gestart. De dosering is geleidelijk opgevoerd tot dat er een effect op het gewas zichtbaar was. Bij een dosering van 100 millijoules UV-C straling per cm^2 kwamen we er achter dat dit de juiste dosering was om het blad dat wordt behandeld met UV-C straling weg te branden. Vanaf dat moment zijn we door gegaan met een dosering van 100 millijoules per cm^2 om ook de *Fusarium* mee te bestrijden.

Uit de maandelijkse gewaswaarnemingen kwam naar voren dat er geen verschil in grofheid, vorm en kwaliteit van de vruchten in de verschillende behandelingen over het hele teeltseizoen zijn geconstateerd. Ook de groei­kracht en algemene indruk van het gewas en de productie lieten geen verschillen zien tussen de verschillende behandelingen. Het aantal door *Fusarium* aangetaste planten liet tot week 41 geen verschil zien tussen de verschillende behandelingen. In week 41 waren er bij de onbehandelde controle proefvelden significant meer aangetaste planten aanwezig dan bij de andere behandelingen. In week 45 waren er bij de handmatige behandeling duidelijk minder door *Fusarium* aangetaste planten aanwezig. Dit verschil was niet significant. Ook bij het aantal afgestorven planten waren de verschillen tussen de verschillende behandelingen tot week 41 klein. In week 41 was het aantal afgestorven planten bij de handmatig blad verwijderen behandeling significant lager dan bij de 2x per week en de 4x

per jaar behandelingen. In week 45 heeft de handmatig blad verwijderen behandeling significant minder afgestorven planten dan alle andere behandelingen. De controle behandeling heeft in week 45 significant meer afgestorven planten dan bij de andere behandelingen.

Uit laboratoriumproeven die zijn uitgevoerd kwam naar voren dat met een lage dosering UV-C straling van 50 millijoules per cm^2 met een interval van 1 behandeling per 48 uur, de groei van mycelium, de productie van microconidiën en de kieming van sporen van *Fusarium solani* en *Fusarium oxysporum* wordt geremd.

1 Inleiding en doel

In de teelt van paprika kunnen we in de tweede helft van de teelt onderin het gewas te maken hebben met een wat doodsklimaat. Dit wordt veroorzaakt doordat bij paprika al het blad aan de plant blijft zitten, dit in tegenstelling tot tomaat, waar wel een luchtig klimaat onderin het gewas is doordat het blad continu wordt verwijderd. Het gevolg van het mindere klimaat bij paprika is dat er problemen met *Fusarium* voor kunnen komen. De afgelopen jaren komt hierdoor in toenemende mate *Fusarium* voor, zowel in aantal aangetaste gewassen als in intensiteit van de aantasting.

Het handmatig verwijderen van het blad is bij paprika arbeidsintensief en kost dus veel geld. Daarbij moet om problemen met een doodsklimaat te voorkomen er met een minimum buis worden gewerkt. Het gebruik van een minimum buis zorgt voor extra energieverbruik. Met het huidige rendement in de paprikateelt moet er worden gestreefd naar een zo laag mogelijk energieverbruik; een minimum buis past daar niet bij.

Fusarium is een verwelkingsziekte. Door de schimmelgroei raken de vaatbundels verstopt. Deze verstoppingen blokkeren het opwaartse vocht en voedseltransport in de plant, met als gevolg dat de plant boven de *Fusarium* aantasting afsterft. De schimmel ontwikkelt zich optimaal bij een temperatuur van 28°C en infecteert de plant via wondjes. Deze wondjes kunnen worden veroorzaakt door oogsten of gewaswerkzaamheden, maar ook door het groeien en dikker worden van de stengel.

Er is onderzocht of door toepassing van UV-C straling de uitval door *Fusarium* kan worden verminderd in de teelt van paprika. De Clean Light is een apparaat dat UV-C straling afgeeft. Door het bewegen van de stralingsbron met UV-C straling langs de plant, of door de plant (of delen van de plant) te bewegen langs de stralingsbron, zal deze worden blootgesteld voor een bepaalde tijdsperiode aan UV-C. UV-C straling refereert aan ultraviolet straling met een golflengte tussen 240 en 260 nm. Gedurende dit tijdsinterval wordt de pathogene groei gereduceerd. Als gevolg hiervan neemt de hoeveelheid pathogene biomassa en de infectie door de pathogeen af, en geeft daarbij de plant gelegenheid om te herstellen van de schimmelaantasting. Daarnaast kan middels UV-C straling delen van planten, zoals bladeren, weg worden gebrand.

Doel van dit onderzoek is om na te gaan of door het onderste blad te verwijderen en de toepassing van UV-C het gewas paprika vrij van *Fusarium* kan blijven.



Foto 1. UV-C wagen

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet

In dit onderzoek is getoetst of het bladvrij maken van de onderste helft van het paprikagewas, al dan niet in combinatie met het doden van de aanwezige schimmels met behulp van UV-C straling (Clean Light) problemen met *Fusarium* kan verhelpen. De UV-stralen van de Clean Light doden schimmels en kunnen ook bladeren wegbranden.

Doordat de onderste helft van het paprikagewas bladvrij is, is er meer luchtstroming en kan er met minder energie een actief klimaat worden gerealiseerd. Bovendien dragen de onderste oude bladeren veelal niet meer bij aan de netto fotosynthese. Doordat de UV-straling tevens de schimmels dood, zullen er door de lagere infectiedruk ook minder problemen met *Fusarium* zijn.

De proef is uitgevoerd op een praktijkbedrijf, waar de afgelopen jaren problemen met *Fusarium* zijn opgetreden. Vorig jaar was aan het einde van de teelt 30-40% van de planten aangetast door *Fusarium*.

Bedrijf:

Jacco v/d Bosch
Hoekeindseweg 176
2665 KH Bleiswijk
tel.: 010-5220272
mob.: 06-54907925

Uitgangssituatie:

Zaaidatum: 5-11-2007
Plantdatum: 15-12-2007
Ras: Sopra
Kleur: Groen
Mat: Multigrow nieuwe steenwol 133x12,5x7,5 cm
Teeltsysteem: Traditioneel systeem 5 paden per 8 meter tralie,
Drie stengels per plant

Er zijn op het praktijkbedrijf met een aangetoonde *Fusarium* aantasting 4 proefbehandelingen aangelegd:

- A. Een controle behandeling, die volgens praktijknorm is geteeld.
- B. De onderste 120 cm van de plant is in 4x handmatig bladvrij gemaakt. Het handmatig bladvrij maken is in week 14, 20, 26 en 33 uitgevoerd. Per keer is er 30 cm blad verwijderd.
- C. De onderste 120 cm van de plant is door middel van UV-C straling / Clean Light geleidelijk in de teelt bladvrij gemaakt. Het bladvrij maken door middel van UV-C straling / Clean Light is gebeurd in dezelfde week als wanneer het blad handmatig is verwijderd. Per

keer is er 30 cm blad verwijderd. De rijsnelheid van de Clean Light was 5 meter per minuut.

- D. Alleen de onderste 40 cm van de plant met UV-C straling / Clean Light behandelen. Twee keer per week is de onderste 40 cm van de plant met UV-C straling / Clean Light behandeld. De rijsnelheid van de Clean Light was 5 meter per minuut.

De proef is als blokkenproef in 3 herhalingen uitgevoerd. Per blok zijn de behandelingen vrij geloot. Dat betekent dat er totaal 12 proefvelden waren (zie figuur 1). De grootte van een bruto proefveld bestond uit 3 paden. Totaal was de proef dus 36 paden groot. Een pad was 80 meter lang en 1,6 meter breed. De oppervlakte van een pad was dus 128 m². In de plattegrond is te zien waar de proefvelden zich bevonden.

Het middelste pad (= netto proefveld) van elk bruto proefveld is beoordeeld. In een pad stonden 300 planten. Tussen de proefvelden is een buffer van twee paden aangehouden, om onderlinge beïnvloeding te voorkomen.

Kap 15 blok 3 behandeling C	M I D D E N P A D
Kap 14 blok 3 behandeling A	
Kap 13 blok 3 behandeling D	
Kap 12 blok 3 behandeling B	
Kap 11 blok 2 behandeling A	
Kap 10 blok 2 behandeling B	
Kap 9 blok 2 behandeling D	
Kap 8 blok 2 behandeling C	
Kap 7 blok 1 behandeling D	
Kap 6 blok 1 behandeling B	
Kap 5 blok 1 behandeling C	
Kap 4 blok 1 behandeling A	

Figuur 1. Plattegrond proefvelden

2.2 Waarnemingen en verwerking

Het beoordelen van de proefvelden heeft plaatsgevonden door middel van 1x per maand het aantal aangetaste planten te tellen. Tevens is er 1x per maand vergeleken of de productie en de kwaliteit van het geogste product afwijkingen vertoont heeft. Door middel van de op het bedrijf aanwezige padregistratie is er per pad te zien wat de productie van het geogste product was. De kwaliteit, grofheid en vorm is 1x per maand visueel door DLV Plant bepaald. Aan de kwalitatieve beoordeling is een cijfer (1-5) gegeven.

Om er zeker van te zijn dat het om een aantasting van *Fusarium* gaat en om welke *Fusarium* het gaat is er in juli 2008 een monster met aangetaste planten door de Plantenziektkundige Dienst in Wageningen een monster

van aangetaste planten onderzocht. De uitslag van het monster met aangetaste planten was *Fusarium solani*.

Om te kijken of het verwijderen van de onderste bladeren invloed heeft op de verdamping, is begin oktober 2008 met een Grodan WGM het watergehalte in de mat gemeten.

De behandelingseffecten zijn met behulp van variantie-analyse (GenStat) getoetst. Er is getoetst met een onbetrouwbaarheid van 5% ($P \leq 0,05$).

Er is aanvullend bij PPO Randwijk een laboratorium proef uitgevoerd om te onderzoeken welke dosering UV-C straling er nodig is om *Fusarium solani* en *Fusarium oxysporum* te doden. Tevens is in deze labproef onderzocht met welke interval UV-C straling moet worden toegediend, om *Fusarium solani* en *Fusarium oxysporum* te bestrijden (zie bijlage 1).



Foto 2. UV-C wagen in bedrijf

3 Resultaten

3.1 Stralingsdosering

In week 14 2008 (3 april) is het onderzoek naar het effect van Clean Light op de paprikavoet van start gegaan. Omdat er nog geen ervaring met behandelen van planten met UV-C straling in paprika was, en het ook onbekend was hoe het paprikagewas op UV-C straling zou reageren, is in de proef gestart met een lage dosering UV-C straling.

Op 3 april is er 1 pad buiten het proefveld behandeld met 2 lampen van 50 Watt en een rijsnelheid van 5,5 meter per minuut. Na een week was er nog niets aan het paprikagewas te zien. Om blad weg te branden moest er dus meer straling gedoseerd worden. Om meer straling te doseren is toen besloten om langzamer te rijden. De snelheid waarmee de UV-C wagen door de paden is gaan rijden was 2 meter per minuut. Deze snelheid is 2,5x langzamer dan waarmee gestart is. De snelheid 2,5x vertragen betekent dat er 2,5x meer UV-C straling wordt gedoseerd. Na een week met deze snelheid gewerkt te hebben is er in de 2x per week behandeling nog steeds niets aan het paprikagewas te zien. Omdat de UV-C wagen niet langzamer kan rijden dan dat hij nu doet, wordt er besloten om per behandeling de wagen 2x heen en weer het pad in te laten rijden. De hoeveelheid UV-C straling wordt daarmee per behandeling verdubbeld. Er is nu eindelijk een klein beetje effect op het gewas te zien. Er is te zien dat het blad iets bruin verkleurt. Echter het was de bedoeling om het blad weg te branden, en dat was nog lang niet het geval.

De begeleidingscommissie heeft toen besloten om het aantal lampen en daarmee de intensiteit te vergroten van 2 naar 6 per kar. Er zijn vervolgens 6 lampen (3 lampen aan beide zijden van de kar) van 50 Watt op de UV-C wagen bevestigd. De hoeveelheid UV-C straling die nu wordt gedoseerd is weer verdrievoudigd ten opzichte van wat het was. Na een week is te zien dat de bladeren nu wel wat sneller verouderen. Uit onderzoeken in andere gewassen is inmiddels naar voren gekomen dat er ongeveer 100 millijoules UV-C straling per cm^2 gedoseerd moet worden om blad, schimmels en schimmelsporen te doden. Om na te gaan hoeveel millijoules UV-C straling er, na de aanpassingen, wordt gedoseerd, is er op 3 juni 2008 een meting uitgevoerd. Uit deze meting kwam naar voren dat op de plantvoet bij een rijsnelheid van 2 meter per minuut slechts 82 millijoules UV-C straling per cm^2 wordt gedoseerd. Deze dosering is te weinig om blad te verbranden en schimmels te bestrijden. Om aan de benodigde 100 millijoules per cm^2 te komen zijn er nog twee extra lampen van 50 Watt bijgeplaatst.

Er zijn vanaf dat moment 8 lampen (4 lampen aan beide zijden van de kar) van 50 Watt op de UV-C wagen bevestigd. De wagen rijdt met een snelheid van 2 meter per minuut en gaat per behandeling 2x achter elkaar het pad heen en terug in. Uit een nieuwe meting bleek dat er nu op de plantvoet 100 millijoules UV-C straling per cm^2 wordt gedoseerd. Op de

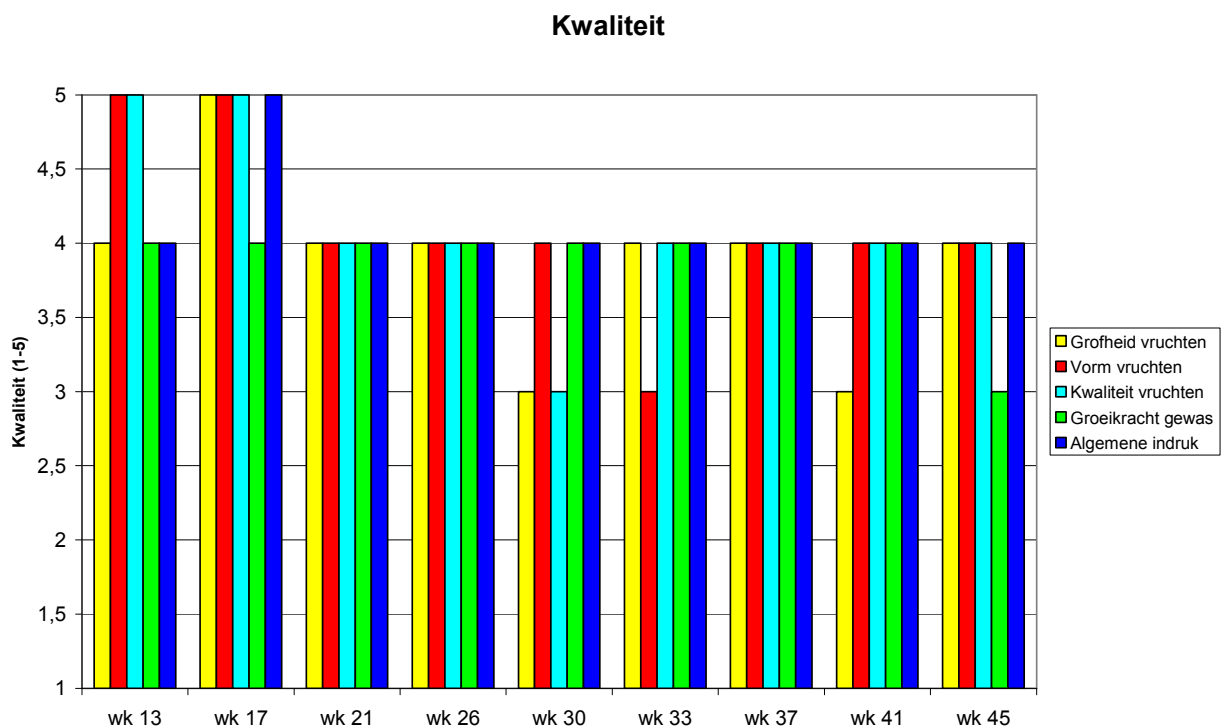
splitsing van de plant wordt zelfs 200 millijoules UV-C straling per cm² gedoseerd. De splitsing van een paprikaplant, is het punt waar de drie stengels samenkomen bij de onderstam.

Uit de resultaten tot nu toe blijkt dat vanaf half juni het gewenste niveau is bereikt van de hoeveelheid UV-C straling die nodig is om het blad weg te branden en om eventuele schimmels en schimmelsporen te doden. Na een week deze dosering te hebben gebruikt zien we in de 2x per week behandeling het blad snel afsterven. De dosering die uiteindelijk wordt gegeven is 20x zoveel dan de dosering waarmee gestart is in het project.

In de figuren 2 t/m 6 en tabellen 1 t/m 4 zijn de resultaten van de waarnemingen weergegeven.

3.2 Kwaliteit van de vruchten en het gewas

In figuur 2 is te zien dat de grofheid van de vruchten, vorm van de vruchten, kwaliteit van de vruchten, groeikracht van het gewas en algemene indruk van het gewas gedurende de gehele proefperiode geen verschil liet zijn tussen de verschillende behandelingen. De teler heeft ook geen bijzonderheden gezien aan de vruchten en aan het gewas van de verschillende proefbehandelingen. Aan de kwalitatieve beoordeling is een cijfer (1-5) gegeven. Een cijfer 1 is in dit geval slecht, en een cijfer 5 is goed.

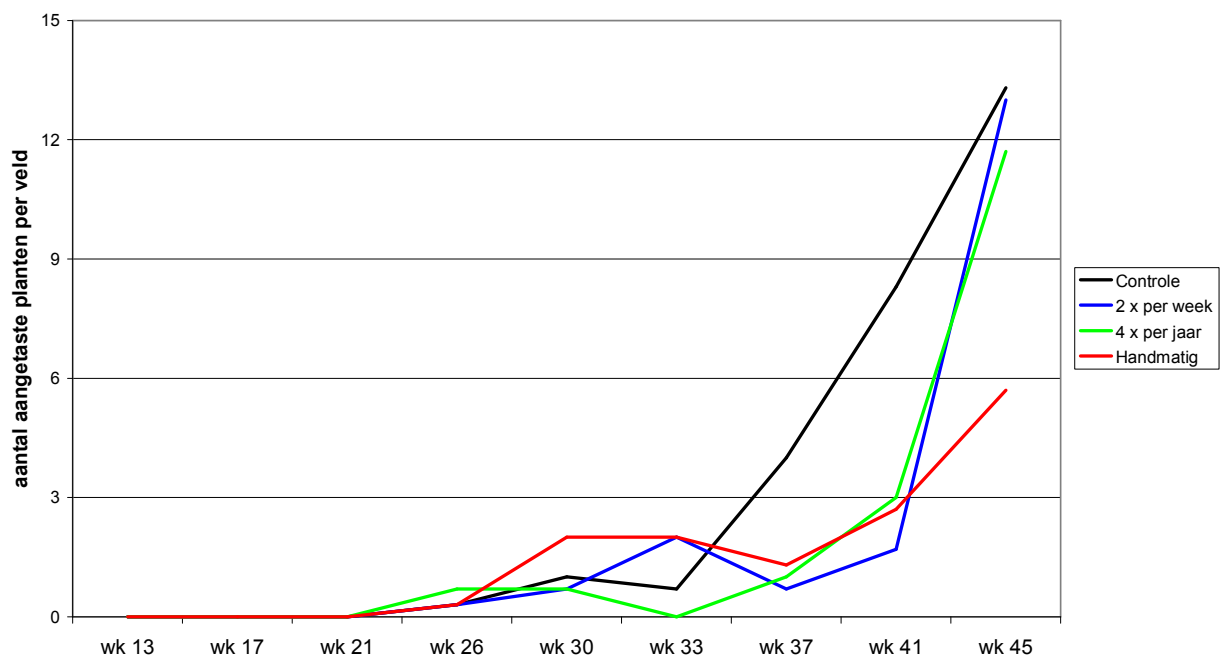


Figuur 2 Kwaliteit van de vruchten en het gewas

3.3 Aangetaste planten

In figuur 3 is het verloop van het aantal door *Fusarium* aangetaste planten in de verschillende behandelingen te zien. Tot en met de waarnemingen in week 33 lag het aantal aangetaste planten in de verschillende behandelingen dicht bij elkaar. Bij de waarnemingen in week 37 en 41 waren er bij de controle behandeling duidelijk meer aangetaste planten aanwezig dan bij de andere behandelingen. In tabel 1 is te zien dat er bij de waarnemingen in week 41 bij de controle behandeling significant meer aangetaste planten stonden dan bij de andere behandelingen. Bij de waarnemingen in week 45 waren er bij de behandeling handmatig blad verwijderen duidelijk minder aangetaste planten aanwezig. Dit verschil is echter niet significant.

Overzicht aangetaste planten



Figuur 3. Aantal door *Fusarium* aangetaste planten

Tabel 1 Statistische verwerking aantal aangetaste planten

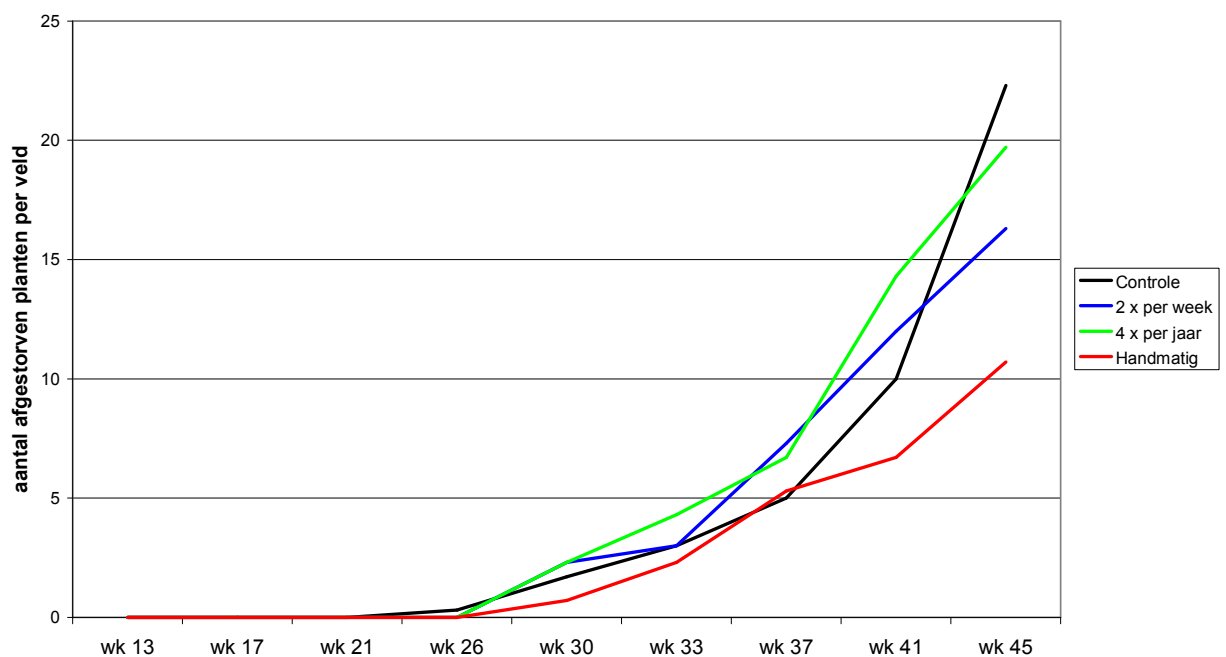
Aangetaste planten	wk 13	wk 17	wk 21	wk 26	wk 30	wk 33	wk 37	wk 41	wk 45
Controle	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,7	4,0	8,3	13,3
2 x per week	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	2,0	0,7	1,7	13,0
4 x per jaar	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	1,0	3,0	11,7
Handmatig	0,0	0,0	0,0	0,3	2,0	2,0	1,3	2,7	5,7
l.s.d.	-	-	-	-	-	-	-	3,90	-

3.4 Afgestorven planten

In figuur 4 is een overzicht gemaakt van het aantal door *Fusarium* afgestorven planten. Tot en met de waarnemingen in week 37 is het verschil in aantal afgestorven planten tussen de verschillende behandelingen klein. In week 41 en week 45 worden de verschillen tussen de verschillende behandelingen wat groter. Opvallend zijn het lage aantal afgestorven planten in week 41 en 45 bij de handmatig blad verwijderen behandeling. In week 45 is er bij de controle behandeling een enorme toename in afgestorven planten waargenomen.

In week 41 heeft de behandeling handmatig significant minder afgestorven planten dan de behandelingen 2x per week en 4x per jaar (zie tabel 2). In tabel 2 is ook te zien dat in week 45 bij de controle behandeling significant de meeste afgestorven planten werden aangetroffen, en dat bij de behandeling handmatig blad verwijderen significant de minste afgestorven planten stonden.

Overzicht afgestorven planten



Figuur 4 Aantal planten dat door *Fusarium* is afgestorven

Tabel 2 Statistische verwerking aantal afgestorven planten

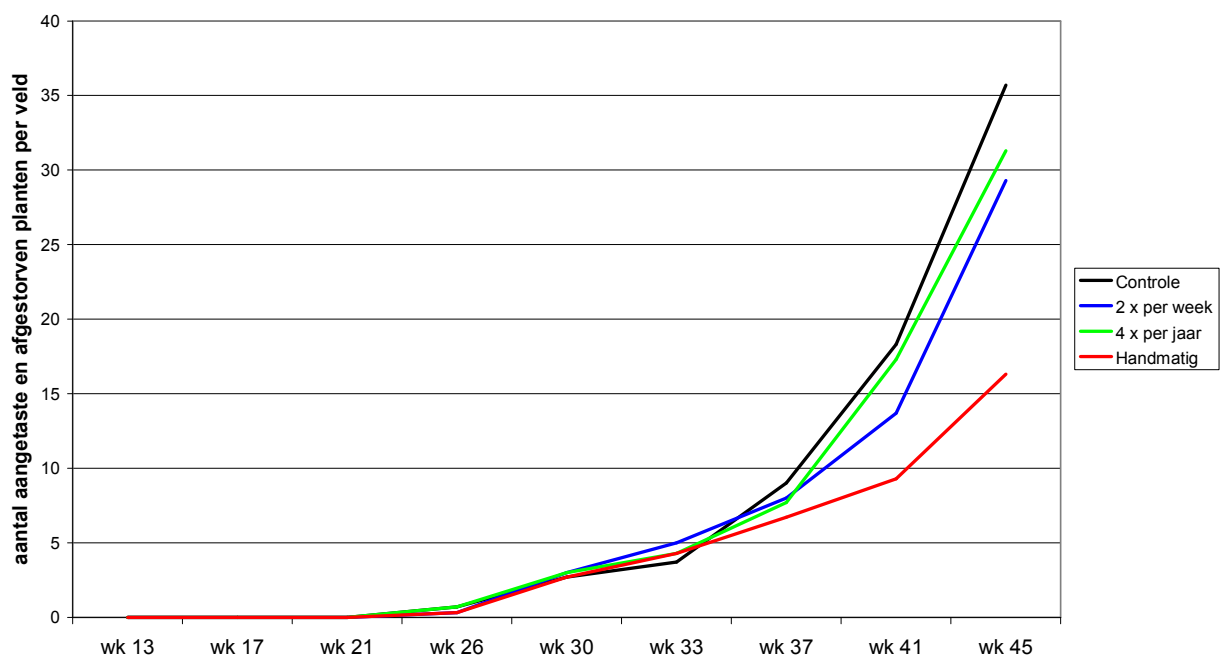
Afgestorven planten	wk 13	wk 17	wk 21	wk 26	wk 30	wk 33	wk 37	wk 41	wk 45
Controle	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	3,0	5,0	10,0	22,3
2 x per week	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	7,3	12,0	16,3
4 x per jaar	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	4,3	6,7	14,3	19,7
Handmatig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	5,3	6,7	10,7
l.s.d.	-	-	-	-	-	-	-	4,46	5,89

3.5 Aangetaste en afgestorven planten

In figuur 5 zijn het aantal aangetaste en afgestorven planten per behandeling samengevoegd. Bij het aantal aangetaste en afgestorven planten samen, zijn de verschillen tussen de verschillende behandelingen tot en met week 37 nog klein. Bij de waarnemingen in week 41 en week 45 zie je dat de verschillen groter worden. Opvallend is het lage aantal aangetaste en afgestorven planten bij de behandeling handmatig blad verwijderen bij de waarnemingen in week 41 en 45. Het aantal aangetaste en afgestorven planten samen is bij de controle behandeling in week 45 duidelijk het hoogst.

In tabel 3 is te zien dat in week 41 de behandeling handmatig blad verwijderen significant minder aangetaste en afgestorven planten dan de controle behandeling en de behandeling 4x per jaar. In week 45 heeft de behandeling handmatig blad verwijderen significant minder aangetaste en afgestorven planten dan alle andere behandelingen, is in tabel 3 te zien.

Overzicht aangetaste en afgestorven planten



Figuur 5 Aantal planten dat door Fusarium is aangetast en afgestorven samen

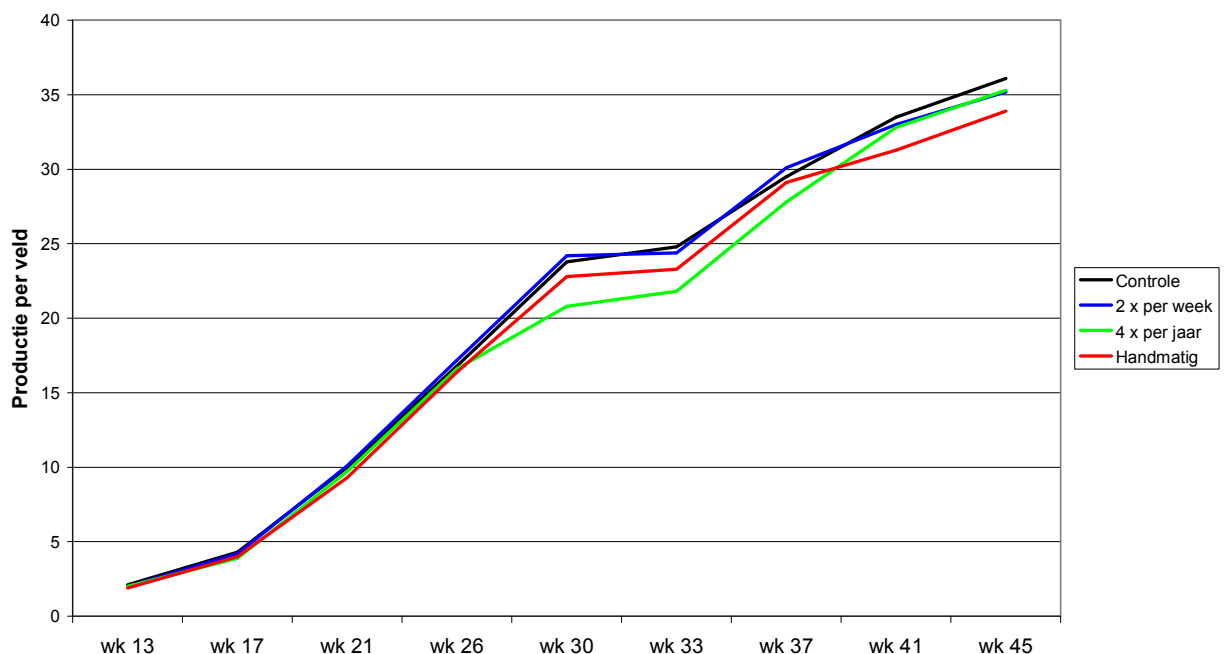
Tabel 3 Statistische verwerking aantal aangetaste en afgestorven planten

Aangetaste en afgestorven planten									
	wk 13	wk 17	wk 21	wk 26	wk 30	wk 33	wk 37	wk 41	wk 45
Controle	0,0	0,0	0,0	0,7	2,7	3,7	9,0	18,3	35,7
2 x per week	0,0	0,0	0,0	0,3	3,0	5,0	8,0	13,7	29,3
4 x per jaar	0,0	0,0	0,0	0,7	3,0	4,3	7,7	17,3	31,3
Handmatig	0,0	0,0	0,0	0,3	2,7	4,3	6,7	9,3	16,3
l.s.d.	-	-	-	-	-	-	-	5,91	10,04

3.6 Productie

In figuur 6 is een overzicht te zien van de cumulatieve productie van de verschillende behandelingen. De oogstgegevens zijn afkomstig uit de padregistratie van de teler. Het is opvallend om te zien dat ondanks dat er bij de controle behandeling de meeste aangetaste en afgestorven planten werden waargenomen, er toch de hoogste productie is gerealiseerd. Bij de behandeling handmatig blad verwijderen, waar de minste aangetaste en afgestorven planten werden waargenomen, is de productie het laagst van alle behandelingen. In tabel 4 is te zien dat de verschillen in productie zo klein zijn, dat de verschillen tussen de verschillende behandelingen niet significant zijn.

Overzicht cumulatieve productie



Figuur 6 Productie in kg per m²

Tabel 4 Statistische verwerking productie (cumulatief)

Productie (cumulatief)	wk 13	wk 17	wk 21	wk 26	wk 30	wk 33	wk 37	wk 41	wk 45
Controle	2,1	4,3	10,0	16,8	23,8	24,8	29,5	33,5	36,1
2 x per week	2,0	4,2	10,1	17,2	24,2	24,4	30,1	33,0	35,2
4 x per jaar	2,0	3,9	9,7	16,6	20,8	21,8	27,8	32,8	35,3
Handmatig	1,9	4,0	9,3	16,4	22,8	23,3	29,1	31,3	33,9
I.s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.7 Resultaten onbehandeld

Bij de onbehandelde proefvelden is het gewas behandeld zoals de rest van het bedrijf ook behandeld is. Er zijn in de onbehandelde proefvelden geen maatregelen genomen die *Fusarium* zouden kunnen voorkomen of bestrijden. De grofheid van de vruchten, vorm van de vruchten, kwaliteit van de vruchten, groeikracht van het gewas, algemene indruk van het gewas en de productie liepen in dezelfde lijn als de rest van het bedrijf (zie figuur 2 en 6 en tabel 4). De teler heeft ook geen bijzonderheden gezien aan de vruchten en aan het gewas van de onbehandelde proefvelden.

Het aantal door *Fusarium* aangetaste planten in de controle afdeling liep tot week 33 in de maat met de andere behandelingen. Vanaf de telling in week 37 nam het aantal aangetaste planten snel toe in vergelijking met de andere behandelingen (zie figuur 3). In week 44 was het aantal aangetaste planten zelfs significant hoger dan in de andere behandelingen. Bij de laatste telling in week 45 was het verschil met de behandelingen 2x per week en 4x per jaar weer iets kleiner, maar ook toen waren in de onbehandelde proefvelden de meeste aangetaste planten te vinden.

Het aantal planten dat afgestorven is door *Fusarium* zat tot en met de telling van week 41 rond het gemiddelde van alle behandelingen (zie figuur 4). Bij de telling van week 45 waren er plotseling heel veel afgestorven planten in de onbehandelde proefvelden bij gekomen. Dit verschil in week 45 is significant hoger ten opzichte van de andere behandelingen (zie tabel 2). Dat het aantal afgestorven planten flink toe zou nemen aan het einde van de teelt zagen we al aankomen aan de hand van de tellingen van aangetaste planten in week 37 en 41. Het aantal afgestorven planten aan het einde van de teelt was het hoogst in de onbehandelde controle veldjes. Ook het aantal aangetaste planten was het hoogst in de onbehandelde controle veldjes. Het zal dan ook geen verrassing zijn dat afgestorven planten en aangetaste planten bij elkaar opgeteld ook het hoogst was in de onbehandelde proefveldjes (zie figuur 5). In tabel 3 is te zien dat het verschil bij het aantal aangetaste en afgestorven planten samen in week 41 en week 45 significant meer is dan bij de behandeling handmatig blad verwijderen.



Foto 3 Proefveld onbehandeld

3.8 Resultaten handmatig blad verwijderen

Bij de proefvelden blad handmatig verwijderen is in week 14, 20, 26 en 33 30 cm van het blad handmatig verwijderd. Na 4 behandelingen was dus de onderste 1,20 meter van de plant bladvrij. In totaal heeft het handmatig blad plukken in 9 paden 27 uur aan arbeid gekost. Dit komt neer op 3 uur per pad van 128 m². Er vanuit gaande dat een productiemedewerker € 20,00 per uur kost, komen de kosten voor het handmatig blad verwijderen neer op $3 \times € 20,00 = € 60,00 / 128 \text{ m}^2 = € 0,47$ per m².

De grofheid van de vruchten, vorm van de vruchten, kwaliteit van de vruchten, groeikracht van het gewas, algemene indruk van het gewas en de productie liepen in dezelfde lijn als de rest van het bedrijf (zie figuur 2 en 6 en tabel 4). De teler heeft ook geen bijzonderheden gezien aan de vruchten en aan het gewas van de proefvelden waar handmatig blad is verwijderd. Het aantal door *Fusarium* aangetaste planten lag gedurende de gehele proef tot en met de telling in week 41 bij de behandeling handmatig blad verwijderen rond het aantal van de andere behandelingen. De ene telling was het aantal iets boven het gemiddelde, de andere telling was het iets onder het gemiddelde. Bij de telling in week 45 was het aantal door *Fusarium* aangetaste planten plotseling een flink stuk lager dan bij de andere behandelingen (zie figuur 3). In tabel 1 is te zien dat de verschillen niet significant zijn.

Het aantal planten dat afgestorven is door *Fusarium*, zat bij de proefvelden handmatig blad verwijderen gedurende de gehele proef onder het gemiddelde van alle proefvelden (zie figuur 4). Vooral de tellingen in week

41 en 45 lieten een fors aantal minder dode planten bij het handmatig blad verwijderen zien, dan bij de andere behandelingen. In tabel 2 is te zien dat in week 45 het verschil in afgestorven planten significant lager is dan bij de andere behandelingen. In week 41 is het verschil met de behandelingen 2x per week en 4x per jaar significant minder (zie tabel 2). Het aantal door *Fusarium* aangetaste planten en dode planten bij elkaar lag ook gedurende de gehele proef onder het gemiddelde, en bij de laatste tellingen zelfs een flink stuk lager dan bij de andere behandelingen (zie figuur 5). In week 41 was het aantal aangetaste en afgestorven planten bij elkaar significant lager dan bij de controle behandeling en bij de 4x per jaar behandeling (zie tabel 3). In tabel 3 is ook te zien dat in week 45 bij de handmatige behandeling significant minder aangetaste en afgestorven planten geconstateerd zijn dan in alle andere behandelingen.



Foto 4 Proefveld handmatig blad verwijderen

3.9 Resultaten 4x per jaar met UV-C straling behandelen

Bij de proefvelden 4x per jaar met UV-C straling behandelen, was het de bedoeling om in week 14, 20, 26 en 33 30 cm van het blad d.m.v. UV-C straling te verwijderen. Zodoende zou er net als bij de behandeling handmatig blad verwijderen in week 33 de onderste 1,20 meter van de plant bladvrij zijn. Echter vanwege de te lage doseringen UV-C straling die er aan het begin van de proef zijn gegeven, is er voor gekozen om 4x de onderste 40 cm van de plant met UV-C straling te behandelen. Hierdoor was niet de onderste 1,20 meter van de plant bladvrij, maar was ongeveer de onderste 90 cm van de plant bladvrij. Omdat er was afgesproken om 4x per jaar een behandeling uit te voeren, en het bereik niet groot genoeg was, is het niet gelukt om de volledige 120 cm bladvrij te krijgen.

De grofheid van de vruchten, vorm van de vruchten, kwaliteit van de vruchten, groeikracht van het gewas, algemene indruk van het gewas en de productie liepen in dezelfde lijn als de rest van het bedrijf (zie figuur 2 en 6 en tabel 4). De teler heeft ook geen bijzonderheden gezien aan de vruchten en aan het gewas van de proefvelden waar 4x per jaar een behandeling met UV-C straling is uitgevoerd.

Het aantal door *Fusarium* aangetaste planten lag gedurende de gehele proef bij de 4x per jaar behandeling rond het aantal van de andere behandelingen (zie figuur 3). De ene telling was het aantal iets boven het gemiddelde, de andere telling was het iets onder het gemiddelde. Het aantal planten dat als gevolg van *Fusarium* dood is gegaan was gedurende de gehele proef hoog ten opzichte van de andere behandelingen (zie figuur 4). Het aantal aangetaste planten was bij de 4x per jaar behandeling echter niet significant hoger dan bij de andere behandelingen (zie tabel 1).

Het aantal afgestorven planten was bij de 4x per jaar behandeling gedurende de gehele proef vrij hoog (zie figuur 4). In week 41 was het aantal afgestorven planten ook significant hoger dan bij de handmatige behandeling (zie tabel 2).

In figuur 5 is te zien dat het aantal dode planten en aangetaste planten bij elkaar opgeteld gedurende het eerste gedeelte van de proef vergelijkbaar was met de overige behandelingen. In week 41 en 45 waren er wel significant meer aangetaste en afgestorven planten samen dan bij de handmatige behandeling (zie tabel 3).



Foto 5 Proefveld 4x per jaar met UV-C behandelen

3.10 Resultaten 2x per week behandelen met UV-C straling

Bij de proefvelden 2x per week met UV-C straling behandelen is vanaf de start van de proef 2x per week de onderste 50 cm van de plant met UV-C straling behandeld. Het doel van deze behandeling was om het onderste blad weg te branden, waardoor er meer luchtcirculatie onderin het gewas plaats vindt. Tevens zou door de plantvoet 2x per week met UV-C straling te behandelen de *Fusarium* gedood moeten worden. Deze twee factoren zouden voor minder *Fusarium* aantasting moeten zorgen. Doordat gedurende de eerste helft van de proef moest worden onderzocht hoe paprika op het UV-C straling zou reageren, is het aantal planten dat is aangetast door *Fusarium* of is afgestorven als gevolg van *Fusarium*, hoger dan we van te voren hadden verwacht.

In figuur 3 is te zien dat het aantal door *Fusarium* aangetaste planten bij de behandeling 2x per week met UV-C straling behandelen gedurende de gehele proef vergelijkbaar is met het aantal aangetaste planten in de andere behandelingen. De ene telling was het aantal iets boven het gemiddelde, de andere telling was het iets onder het gemiddelde. Alleen in week 41 zijn er significant minder aangetaste planten dan bij de controle behandeling (zie tabel 1). De overige waarnemingen zijn er geen significante verschillen opgetreden.

Het aantal planten dat afgestorven is door een *Fusarium* aantasting lag rond het gemiddelde van alle behandelingen (zie figuur 4). In week 41 zijn er significant meer planten afgestorven in de 2x per week behandeling, dan in de behandeling handmatig blad verwijderen (zie tabel 2).

In figuur 5 is te zien dat het aantal afgestorven en aangetaste planten bij elkaar ten opzichte van de andere behandelingen lager is dan bij de controle velden en de 4x per jaar behandeling, maar hoger is dan bij het handmatig blad verwijderen. In tabel 3 is te zien dat in week 45 er significant meer planten zijn aangetast en afgestorven dan bij de behandeling handmatig blad verwijderen.

De grofheid van de vruchten, vorm van de vruchten, kwaliteit van de vruchten, groeikracht van het gewas, algemene indruk van het gewas en de productie liepen in dezelfde lijn als de rest van het bedrijf (zie figuur 2 en 6 en tabel 4). De teler heeft ook geen bijzonderheden gezien aan de vruchten en aan het gewas van de proefvelden waar 2x per week een behandeling met UV-C straling is uitgevoerd.



Foto 6. Proefveld 2x per week met UV-C behandelen

3.11 Watergehalte in de mat

Op 3 oktober 2008 is met behulp van een Grodan WGM het watergehalte in de mat gemeten. Het doel van het watergehalte meten, is om een indruk te krijgen of het verwijderen van het onderste blad effect heeft gehad op het watergehalte in de mat. Als de planten waar het blad is verwijderd, minder zouden verdampen, zou je verwachten dat het watergehalte in deze matten hoger zou zijn, dan wanneer het blad niet is verwijderd.

Het watergehalte is gemeten door per proefveld 10 matten te meten. In totaal zijn $4 \times 3 \times 10 = 120$ matten doorgemeten. Op de matten waarvan het watergehalte is gemeten stonden geen aangetaste of dode planten. Op de matten naast de mat waarvan het watergehalte is gemeten stonden ook geen aangetaste of dode planten. Het watergehalte is gemeten in het midden tussen twee steenwol potten. In tabel 5 is te zien dat er geen significant verschil in watergehalte zit tussen de verschillende behandelingen. Het verwijderen van de onderste bladeren lijkt dus weinig effect op de verdamping te hebben.

Tabel 5 Statistische verwerking watergehalte in de mat

Watergehalte		%
Controle		77,9
2x per week		78,2
4x per jaar		76,1
Handmatig		79,4
I.s.d.		-

3.12 Lab-proef bij PPO Randwijk

In november 2008 is er bij PPO randwijk door Marcel Wenneker een laboratoriumproef uitgevoerd. De belangrijkste bevindingen van dit onderzoek zijn:

- De macrosporen van *Fusarium oxysporum* worden bij een relatief lage UV-C doseringen (40 millijoules per cm²) gedood.
- De microsporen van *Fusarium solani* worden bij een relatief hoge UV-C doseringen (> 200 millijoules per cm²) gedood.
- Het effect van UV-C behandeling op de myceliumgroei is beperkt bij *Fusarium oxysporum*, omdat de schimmel sterk in de voedingsbodem groeit. Hierdoor is het mycelium niet bereikbaar voor UV-C straling.
- Bij *Fusarium solani* wordt de myceliumgroei op een voedingsbodem wel geremd door UV-C straling. Deze schimmel groeit minder sterk in de voedingsbodem.
- Bij zowel *Fusarium oxysporum* als *Fusarium solani* wordt de myceliumgroei op de voedingsbodem geremd wordt door UV-C straling.
- Bij *Fusarium oxysporum* wordt de hoeveelheid gevormde sporen sterk geremd bij een toenemende bestralingsfrequentie (3-4x per week) en UV-C dosering. Bij *Fusarium solani* kon dat niet worden aangetoond omdat er nog geen sporen werden gevormd.

De volledige resultaten zijn terug te vinden in bijlage 1.

4 Conclusies

- Met een dosering van 100 millijoules UV-C straling per cm² of meer is blad van paprika te verbranden.
- De paprikaplant ondervindt geen vruchtschade van behandelingen met UV-C straling onderin het gewas. Er zijn gedurende de gehele proefperiode geen verschillen gezien in vruchtkwaliteit, vruchtvorm en grofheid van de vruchten tussen behandelde en onbehandelde planten.
- De behandelingen met UV-C straling veroorzaken geen groeiremming bij de paprikaplant. Er zijn gedurende de gehele proefperiode geen verschillen gezien in groeikracht en algemene indruk van het gewas tussen behandelde en onbehandelde planten.
- Er is geen significant verschil in productie tussen de behandelingen geconstateerd.
- Het lijkt er op dat de onderste 120 cm aan bladeren van een volgroeid paprikagewas weinig actief zijn. Er is geen significant verschil in watergehalte in de matten gemeten bij de verschillende behandelingen.
- Om de myceliumgroei van *Fusarium solani* te remmen, is een lage dosering UV-C straling van minimaal 5 millijoules UV-C straling per cm² nodig. De interval tussen twee behandelingen mag niet langer zijn dan 2 dagen.
- Het remmen van de myceliumgroei bij *Fusarium oxysporum* gaf met UV-C straling geen resultaten. Dit komt doordat *Fusarium oxysporum* te veel in de voedingsbodem groeide.
- Om de productie van microconidiën van *Fusarium solani* en *Fusarium oxysporum* te remmen, is een dosering van minimaal 20 millijoules UV-C straling per cm² nodig. De interval tussen twee behandelingen mag niet langer zijn dan 2 dagen.
- Om de microconidiën van *Fusarium solani* te doden is een dosering van minimaal 200 millijoules UV-C straling per cm² nodig.
- Om de macroconidiën van *Fusarium oxysporum* te doden is een dosering van minimaal 40 millijoules UV-C straling per cm² nodig.

Bijlage 1 Laboratoriumproef