

UV-C tegen ziekten

Rapportage veldproef UV-C tegen meeldauw en zomerschurft in 2009

Bart Heijne, Jacinta Balkhoven, Ron Anbergen

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapportnummer 2010-09; € 15,-

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.



Projectnummer: 3261071700

PT-nummer: 13067

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk

: Postbus 200, 6670 AE Zetten

Tel. : 0488 - 47 37 02

Fax : 0488 - 47 37 17

E-mail : infofruit.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 Beschrijving UV-licht.....	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
2.1 Proefopzet en behandelingen.....	9
2.2 Proefveld	11
2.3 Uitvoering	11
2.4 Waarnemingen.....	12
2.5 Wiskundige analyse.....	13
3 RESULTATEN	15
3.1 Primaire meeldauwaantasting	15
3.2 Uitbreiding van secundaire meeldauw	15
3.3 Schurftaantasting.....	18
3.4 Fytotoxiciteit.....	18
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	19
4.1 Discussie	19
4.2 Conclusies	20

Samenvatting

In vervolg op onderzoek in 2008, werd in 2009 een veldproef uitgevoerd, waarbij het effect van UV-C tegen meeldauw en zomerschurft op appel werd onderzocht. Vanaf roze knop stadium tot 23 juli werden in totaal 47 belichtingen uitgevoerd met een prototype belichtingsunit in een Munckhof tunnelspuit. De UV-C belichtingen werden uitgevoerd met twee frequenties, namelijk om de vier dagen en om de dag, en in verschillende doseringen variërend van 17,7 tot 99,1 mJoule/cm². Sommige UV-C schema's werden aangevuld met een schema van fungiciden in een halve praktijkdosering.

Uit dit onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- Er is onder praktijkomstandigheden aangetoond dat UV-C een bestrijdend effect heeft op meeldauw in appel.
- Het bestrijdend effect van UV-C op meeldauw bleek echter gering.
- Verhoging van de dosering gaf een verbetering van de meeldauwbestrijding door UV-C.
- Verhoging van de frequentie van toepassing van UV-C gaf geen verbetering van de meeldauwbestrijding.
- De hoeveelheid UV-C die nodig was voor het bestrijdend effect te verkrijgen, lijkt zo hoog dat een praktische toepassing op dit moment niet voor de hand ligt.
- Er zijn nog vele vragen die beantwoord moeten worden, voordat toepassing in de praktijk mogelijk is.
- Er was geen effect aantoonbaar op zomerschurft.
- Er werden geen symptomen van schade aan het gewas waargenomen.

Er wordt aanbevolen om geen vervolg onderzoek te starten, tenzij de belichtingsmachine meer UV-C kan leveren bij een realistische rijsnelheid, of een gerobotiseerd systeem haalbaar lijkt.

1 Inleiding

Meeldauw en schurft zijn twee schimmelziekten die in de fruitteelt veel bespuitingen met chemische middelen vereisen voor een goede bestrijding. Vooral tegen schurft zijn veel bespuitingen nodig, tegen meeldauw minder. Er zijn aanwijzingen dat UV-licht inzetbaar is tegen meeldauw (persoonlijke mededeling Clean Light) en misschien schurft. In de eerste fase van dit onderzoekproject is in 2008 het effect van UV-licht onderzocht tegen meeldauw met een prototype belichtingsunit. Daaruit leek een tendens naar enige werking van UV-C tegen meeldauw op appel. In de vervolgfase is in 2009 het effect van UV-licht onderzocht tegen meeldauw op appel, met een nieuw prototype belichtingsunit. Deze bestond uit een omgebouwde tunnelspuit.

Meeldauw op appel wordt veroorzaakt door de schimmel *Podophthora leucotricha*, die hoofdzakelijk buiten op de bladeren groeit. Dat maakt dat meeldauw goed bereikbaar is voor de UV-C belichting. Uit mondelinge mededeling van Clean Light blijkt dat in andere teelten, zoals die van komkommer en tomaat onder glas of de teelt van uien al is aangetoond dat er met UV-licht een bestrijdingseffect gerealiseerd kan worden op schimmels die zich vooral buitenop de plant bevinden. In dit deel van het project worden de mogelijkheden van UV-C onderzocht om meeldauw en zomerschurft op appel te bestrijden. In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek besproken.

1.1 Beschrijving UV-licht

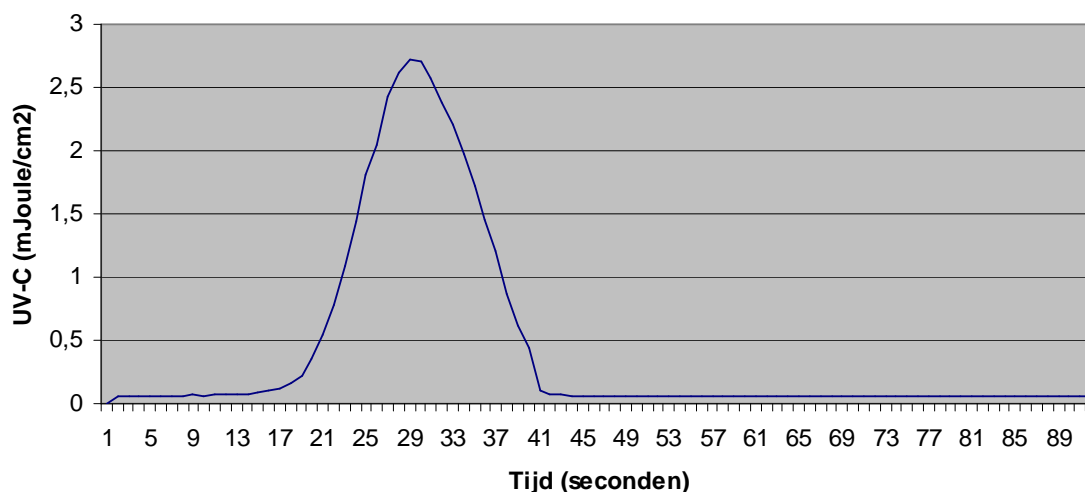
Zonlicht bestaat uit verschillende golflengten. De golflengte van zichtbaar licht zit tussen de 380 en 780 nanometer (nm). Bij 780 nm is het licht rood en bij 380 nm violet. Wordt de golflengte korter dan 380 nm dan kunnen we het niet meer zien en spreken we van ultraviolet (UV) licht. De golflengte van UV-licht is 1 tot 400 nanometer. In verband met de effecten van UV-licht op mens en milieu wordt onderscheid gemaakt tussen UV-A, UV-B en UV-C. UV-A is ultraviolet licht met een golflengte tussen ca. 315 en 400 nm ("lange golven"). UV-B licht heeft een golflengte tussen ca. 280 en 315 nm; en UV-C licht heeft een golflengte van minder dan 280 nm ("korte golven"). UV-C licht wordt vrijwel volledig door de atmosfeer gefilterd. UV-licht kan biologische processen beïnvloeden en organische moleculen beschadigen. Omdat UV-licht een onderdeel is van zonlicht heeft het leven op aarde zich tegen het schadelijk effect van UV-licht beschermd, zoals de mens dat doet door bruin te worden. Maar het ene organisme is beter beschermd dan het andere. En of er schade aan een organisme optreedt, hangt onder andere af van de dosering van het licht en of het organisme geraakt wordt. In de schaduw van een parasol wordt een mens niet bruin.

In het in dit rapport beschreven onderzoek is gebruik gemaakt van UV-C. Voor het UV-C licht wordt in de tekst alleen de term UV gebruikt.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet en behandelingen

De proef werd opgezet als een volledige gewarde blokkenproef met 9 behandelingen in 6 herhalingen met 12 bomen per veldje, waarvan 4 waarnemingsbomen en 8 bufferbomen (figuur 2). Veldjes met uniforme primaire aantasting van meeldauw werden belicht met UV-C. De belichting werd uitgevoerd door langs de bomen te rijden met een tunnelspuit, waarbij lampen aan de binnenkant van de tunnel gemonteerd waren. De belichtingen werden uitgevoerd met twee doseringen, die gebaseerd was op expertise van Clean Light. Gedurende de proef werd besloten om de dosering te verhogen om effecten beter zichtbaar te maken. De eerste belichting werd op 22 april uitgevoerd met geplande doseringen van 10 en 60 mJoule/cm². De gemeten rijsnelheden waren respectievelijk 2,7 en 0,7 km/uur en de werkelijk gemeten hoeveelheid UV-C bleek respectievelijk 17,7 en 63,1 mJoule/cm² (tabel 2). De belichting werd bij de stam van de boom gemeten op 150 cm van de grond met een UV sensor (Groebel RM 21 UV-C) terwijl de belichtingsmachine langs de fruitbomen reed. Elke seconde werd de gemeten hoeveelheid licht vastgelegd en de totale dosering is de sommatie van alle metingen tijdens het passeren van de belichtingsunit (figuur 1). Op 6 mei is de rijsnelheid aangepast om de belichtingsintensiteit te verhogen. De geplande lage dosering werd 30 mJoule/cm² en de hoge dosering 90 mJoule/cm². De exacte metingen (tabel 2) gaven aan dat gemiddeld de lage dosering 40,1 mJoule per cm² was en de hoge dosering gemiddeld 85,8 mJoule per cm². Op 11 juni werd de behandeling van 90 mJoule/cm² verder verhoogd naar 120 mJoule/cm² bij een rijsnelheid van 293 m/uur. De exacte meting gaf aan dat bij deze hoeveelheid in werkelijkheid gemiddeld 99,1 mJoule/cm² werd toegediend. In deze rapportage worden steeds de doseringen genoemd: laag voor 10 - 30 mJoule/cm² en hoog voor 60 - 90 - 120 mJoule per cm².



Figuur 1. Een voorbeeld van de gemeten dosering UV-C tijdens een eenmalige en eenzijdige passage van de belichtingsmachine langs de fruitbomen.

De behandelingen 1 t/m 3 waren controle behandelingen (tabel 1). De UV-C behandelingen werden uitgevoerd in twee frequenties, namelijk eens per 4 dagen (lage frequentie) en om de dag (hoge frequentie) en met verschillende doseringen, waarvan de een laag was en de ander hoog. Een hoge frequentie zou efficiënter de hergroei van de schimmel afdoden, met een beter bestrijdingsresultaat als gevolg. In behandeling 4 werd de lage dosering (eerst gepland 10 en later 30 mJoule/cm²) van UV eens per 4 dagen gegeven. In behandeling 5 werd met dezelfde frequentie om de 4 dagen gewerkt, maar met een hogere dosering (eerst gepland 60 en later verhoogd naar 90 en tenslotte 120 mJoule per cm²). Bij behandelingen 6 en 7 werd om de dag UV-licht gegeven.

Bij behandeling 6 met een lage dosering en bij behandeling 7 met de hoge dosering. Bij behandeling 8 werd de lage dosering van UV-licht om de 4 dagen gegeven en gecombineerd met een verlaagde chemische behandeling (tabel 3). In behandeling 9 werd de hoge dosering van UV om de dag ingezet en net als bij behandeling 8 gecombineerd met een verlaagde chemische bestrijding. Deze chemische behandeling bestond uit diverse bespuitingen met het schurftmiddel captan gecombineerd met het meeldauwmiddel Nimrod of met het meeldauwmiddel Exact. In de controle behandeling 1 werd meeldauw helemaal niet bestreden. Meeldauw werd verlaagd chemisch bestreden (helpt van praktijkdosering) in behandeling 2 of standaard chemisch bestreden in behandeling 3. In tabel 3 is te zien dat in alle behandelingen preventief tegen schurft werd gespoten met captan. Het effect op de uitbreiding van meeldauw werd geteld. Voor de helderheid van dit verslag zijn de behandelingen verkort weergegeven volgens het schema in tabel 4.

Tabel 1. De geplande behandelingen in de meeldauwproef 2009. Bij de UV behandelingen staat de eerste keer "laag" of "hoog" voor de frequentie, en de tweede keer "laag" of "hoog" voor de dosering.

nummer	omschrijving	frequentie UV	geplande	frequentie	dosering
			dosering UV mJoule/cm ²	chemisch	chemisch
1	controle 1 ("onbehandeld")	–	–	–	–
2	controle 2 (verlaagd chemisch)	–	–	wekelijks	verlaagd
3	controle 3 (standaard chemisch)	–	–	wekelijks	standaard
4	UV laag laag	eens per 4 dagen	30	–	–
5	UV laag hoog	eens per 4 dagen	90	–	–
6	UV hoog laag	om de dag	30	–	–
7	UV hoog hoog	om de dag	90	–	–
8	UV laag laag + laag chemisch	eens per 4 dagen	30	wekelijks	verlaagd
9	UV hoog hoog + laag chemisch	om de dag	90	wekelijks	verlaagd

Tabel 2. De gemeten dosering UV op 22 april, 20 mei en 8 oktober 2009 bij de verschillende behandelingen; gemeten met een UV sensor (Groebel RM 21 UV-C) terwijl de belichtingsmachine langs de fruitbomen reed.

	geplande dosering	gemeten dosering UV-C			gemiddeld
22 april 2009	10 mJoule/cm ²	14,5	19,9	18,6	17,7
	60 mJoule/cm ²	61,3	64,9		63,1
20 mei 2009	60 mJoule/cm ²	67,4	65,9	63,8	65,7
8 oktober 2009	30 mJoule/cm ²	40,3	39,8		40,1
	90 mJoule/cm ²	88,9	84,9	83,5	85,8
	120 mJoule/cm ²	93,5	105,4	98,4	99,1

Tabel 3. Schema van wekelijkse fungicide bespuitingen vanaf roze knop.

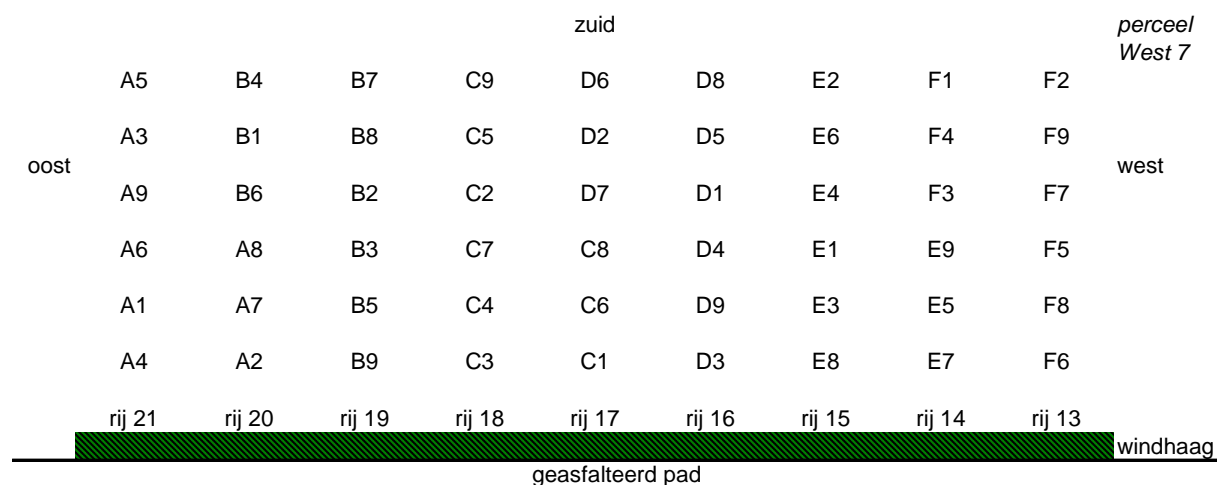
objecten	tijd van het jaar	aantal weken	middel	dosering
1, 4, 5, 6, 7	vanaf roze knop	6 x	Captan	1,2 kg/ha
	daarna	tot einde proef	onbehandeld	
2, 8, 9	vanaf roze knop	6 x	Captan + Nimrod	1,2 kg/ha + 0,25 l/ha
	daarna	tot einde proef	onbehandeld	
3	vanaf roze knop	3 x	Captan + Exact	1,2 kg/ha + 0,5 l/ha
	3 weken na roze knop	3 x	Captan + Nimrod	1,2 kg/ha + 0,5 l/ha
	daarna	tot einde proef		1,2 kg/ha

Tabel 4. Verkorte weergave van de behandelingen, waarbij de eerste aanduiding de frequentie is, waarbij om de 4 dagen als “laag” is en om de dag als “hoog”, en als tweede de geplande dosering waarbij de 10 en 30 mJoule/cm² als “laag”, en 60, 90 en 120 mJoule/cm² als “hoog” werd aangeduid.

nr.	verkorte aanduiding	behandeling
1	onbehandeld	-
2	laag chemisch	halve dosering fungiciden
3	standaard chemisch	volle dosering fungiciden
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		
4	UV laag laag	frequentie laag, dosering laag
5	UV laag hoog	frequentie laag, dosering hoog
6	UV hoog laag	frequentie hoog, dosering laag
7	UV hoog hoog	frequentie hoog, dosering hoog
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		
8	laag chemisch + UV laag laag	halve dosering fungiciden + UV frequentie laag, dosering laag
9	laag chemisch + UV hoog hoog	halve dosering fungiciden + UV frequentie hoog, dosering hoog

2.2 Proefveld

De proef werd uitgevoerd op perceel West 7 van de proeftuin van PPO-fruit te Randwijk. Dit proefveld (figuur 2) bestond uit een enkel rijstelsel van het ras Jonagold op M.9 geplant in 2006 met een plantafstand van 3 x 0,93 m. Het proefveld werd biologisch beheerd in de jaren voorafgaand aan deze proef.



Figuur 2. De indeling van het proefveld, waarbij de hoofdletters A t/m F de herhaling aangeven en het cijfer 1 t/m 9 erachter de behandeling.

2.3 Uitvoering

Een prototype tunnel belichtingsunit van de firma Van den Munckhof werd gebruikt om de proef uit te voeren. Bij het afregelen van het prototype werd een markering aangebracht op de tunnel om de breedte te markeren. Bij elke belichting werd deze vaste breedte toegepast.

De belichtingsunit bestond uit armaturen met 1 lamp van 75 Watt (model HH0510, serie 200901, www.uvsource.eu, patent 06-757-850.0). De geïmitteerde golflengte van het licht van deze lampen is 254 nm. Deze armaturen zijn gebouwd op de binnenwand van een standaard tunnelspuit.

Er zitten 40 armaturen aan elke kant van de tunnelwand (gegroepeerd in 10, 20 en 10 armaturen), dus in totaal waren er 80 armaturen met elk 1 lamp.

De belichting werd dus tweezijdig uitgevoerd. De uitvoering startte vanaf het roze knop stadium, 22 april 2009. De laatste belichting werd uitgevoerd op 23 juli 2009. Naast de dosering van de belichtingen werd ook de frequentie van de belichtingen in twee schema's uitgevoerd, namelijk om de dag en om de vier dagen (tabel 1). Bij de belichtingen om de dag is in totaal 47 keer belicht.

Belichtingen werden uitgevoerd terwijl de ventilator aanstond, zodat de bladeren bewogen in de luchtstroom en ze daardoor van meer kanten belicht werden. Alle belichtingen zijn uitgevoerd terwijl het blad droog was. Het proefveld was uniform aangetast door meeldauw. Dit is nagegaan door een telling van de aantasting van primaire, overwinterende meeldauw op 1 mei 2009 aan alle proefbomen van elk veldje (tabel 5).

De rijnsnelheid is gemeten door met een meetlint 50 m uit te zetten. Met een stopwatch is gemeten hoe lang de trekker er over deed om deze 50 meter af te leggen. Uiteraard in de versnelling waarmee ook de meeldauwbelichtingen zijn uitgevoerd, en bij 540 toeren van de motor.



Foto 1. De machine waarmee de proef is uitgevoerd.

2.4 Waarnemingen

Of het proefveld uniform was aangetast door meeldauw werd vastgesteld door van overwinterende meeldauw in zogenaamde primaire infecties te tellen. Deze zijn op 1 mei geteld. Hierbij werd het aantal scheuten met primaire aantasting per veldje geteld. Vervolgens werd de uitbreiding van meeldauw geteld na ongeveer een maand UV belichtingen door op 19-20 mei bij 25 scheuten per veldje de nieuwe aantasting (secundaire meeldauw) te bepalen. Per scheut werd gekeken of verse meeldauw aanwezig was op het jongste volledig ontwikkelde blad en de 4 bladeren daaronder. Per scheut werden dus de 5 jongste bladeren bekeken. Genoteerd werd of elk blad wel of geen verse aantasting had. Op 25-29 mei 2009 is een tweede telling aan secundaire meeldauwaantasting gedaan. Op deze data werden alleen de herhalingen A, B en C geteld. Een derde meeldauwtelling is gedaan op 23-26 juli 2009.

De mate van aantasting door meeldauw werd genoteerd op een schaal van 0 tot en met 3, volgens het schema hierna:

- 0 = geen aantasting
- 1 = < 10 % oppervlak blad met meeldauw
- 2 = 10-20 % oppervlak van het blad aangetast
- 3 = > 20 % oppervlak blad aangetast

Via de volgende formule is de index voor meeldauw aantasting van alle tellingen berekend:

$$\text{index} = ((n_0 * 1) + (n_1 * 3) + (n_2 * 5) + (n_3 * 7)) / n_t$$

waarbij: n_0 = aantal bladeren in klasse 0, n_1 = aantal bladeren in klasse 1, n_2 = aantal bladeren in klasse 2, n_3 = aantal bladeren in klasse 3, n_t = totaal aantal bladeren geteld. Een hogere index voor meeldauw kwam overeen met meer aantasting.

Na de bespuitingen en belichtingen werd gekeken naar het voorkomen van fytotoxische reacties van het blad. Als deze voorkwamen, is de fytotoxiciteit beschreven in woorden en beoordeeld volgens de schaal 0 (geen), 1 (weinig), 2 (matig) en 3 (ernstig).

De schurftaantasting werd (eind mei) vastgelegd door aan 20 langloten per veldje de aantasting te bepalen. Van elk blad van deze langloten werd genoteerd of er wel of geen schurft aanwezig was. Half juli werd deze waarneming aan de schurftaantasting herhaald. Half juli werden drie jonge volledig ontwikkelde bladeren van 40 langloten bekeken (120 bladeren per veldje) en genoteerd of de bladeren wel of niet waren aangetast.

2.5 Wiskundige analyse

Alle getallen werden geanalyseerd met variatieanalyse met behulp van Genstat Release 10.2 (Lawes Agricultural Trust, Rothamstat Research, UK). Als significante effecten werden aangetoond met de F-test ($P < 0.05$) dan werden paarsgewijze vergelijkingen gemaakt op grond van de Least Significant Differences (LSD)-test waarbij de $LSD_{0.05}$ gebruikt is.

3 Resultaten

3.1 Primaire meeldauwaantasting

Op 1 mei 2009 werd het aantal scheuten per veldje geteld met primaire aantasting van meeldauw (tabel 5). Bij alle proefbehandelingen was een primaire aantasting aanwezig. Bij behandeling 6 lijkt de beginaantasting hoger, maar de verschillen waren niet significant.

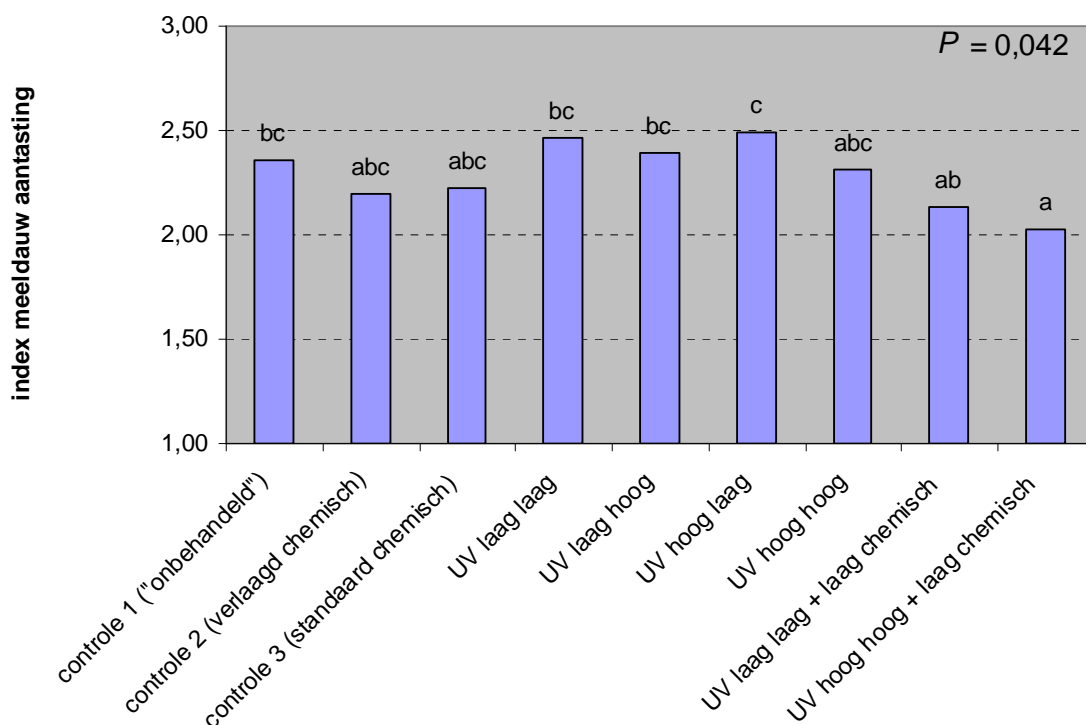
Tabel 5. Het aantal scheuten per veldje met primaire aantasting van meeldauw op 1 mei 2009. Er waren geen significante verschillen.

nr.	behandeling	aantal scheuten met meeldauw
1	onbehandeld	18
2	laag chemisch	21
3	standaard chemisch	18
4	UV laag laag	25
5	UV laag hoog	18
6	UV hoog laag	34
7	UV hoog hoog	22
8	laag chemisch + UV laag laag	28
9	laag chemisch + UV hoog hoog	23

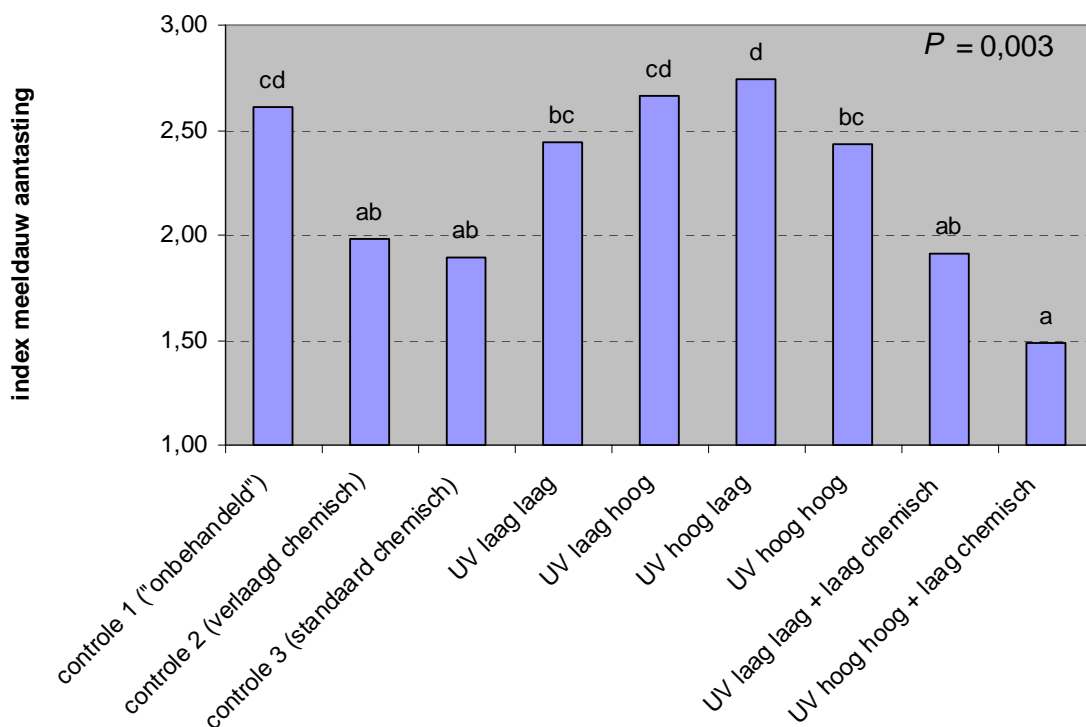
3.2 Uitbreiding van secundaire meeldauw

Op 19 en 20 mei 2009 werd de eerste meeldauwtelling uitgevoerd aan de secundaire aantasting. Telkens zijn de 5 jongste bladeren beoordeeld volgens de schaal 0, 1, 2 en 3 en werd de index voor meeldauw berekend. In figuur 3 staan de resultaten van de eerste telling (zie ook bijlage 2). Verschillen tussen de behandelingen waren klein. Alleen de behandeling met de hoge frequentie UV in de hoge dosering plus laag chemisch (behandeling 9) had significant minder meeldauwaantasting dan onbehandeld (behandeling 1) en behandeling UV in hoge frequentie in lage dosering (6). De behandeling 6 was alleen significant hoger dan de behandelingen UV laag laag of hoog hoog plus laag chemisch (8 en 9). Deze behandelingen waren vergelijkbaar met verlaagd chemisch zonder UV-belichting. De behandelingen die alleen UV kregen, zonder chemische toevoegingen verschilden niet van onbehandeld en verschilden ook niet van elkaar. UV laag laag en UV hoog hoog gaven half mei geen verschil in meeldauwaantasting.

De tweede telling is uitgevoerd van 25-29 mei 2009 en de derde telling van 23-26 juni 2009. Hierbij is de uitbreiding van secundaire meeldauw bepaald op de langloten (figuur 4). De verschillen tussen de behandelingen waren groter en sterk significant verschillend ($P=0,003$). Behandeling UV hoog hoog met laag chemisch (9) had weer de minste aantasting, maar verschilde niet van behandelingen met chemische bespuitingen wel of niet in combinatie met UV (behandeling 2, 3 en 8). De behandelingen die alleen UV kregen (behandeling 4, 5, 6, 7), zonder chemische toevoegingen verschilden niet van onbehandeld, maar verschilden wel onderling. UV hoog laag (behandeling 6) had de hoogste index voor meeldauwaantasting, maar verschilde niet van UV laag hoog (behandeling 5) en gaf méér aantasting dan UV laag laag (behandeling 4) en UV hoog hoog (behandeling 7).



Figuur 3. Het resultaat van meeldauwtelling 1 op 19 en 20 mei 2009 uitgedrukt als de index voor uitbreiding van meeldauw op scheuttoppen. Hoe hoger het getal des te meer meeldauwaantasting was er. P = overschrijdingskans.



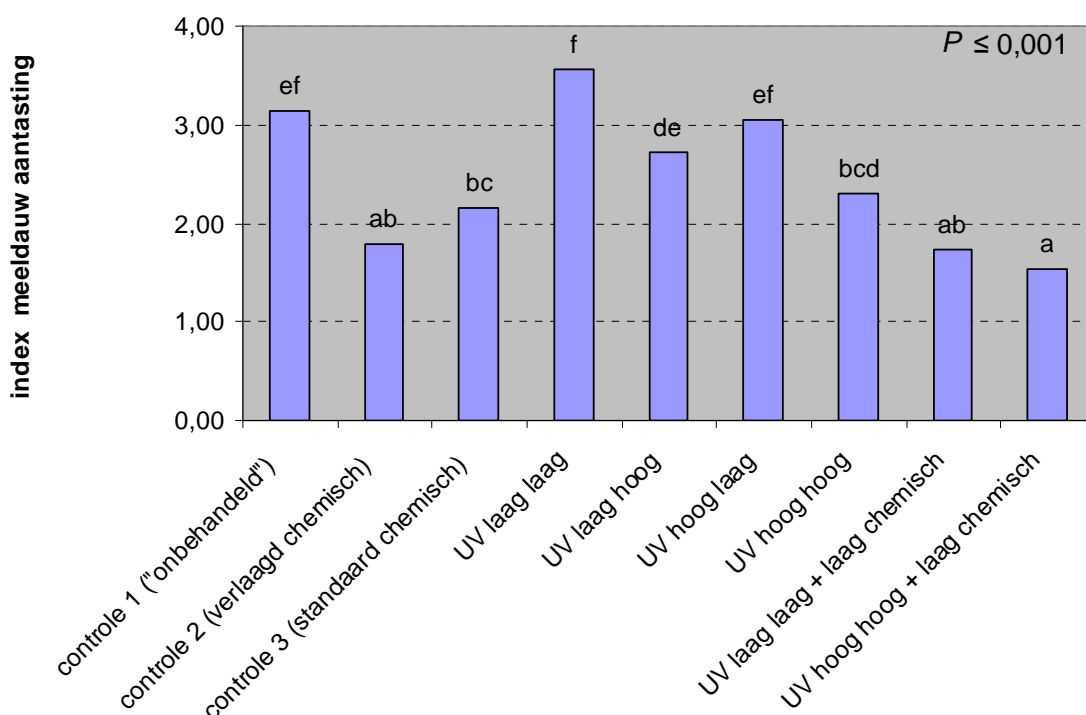
Figuur 4. De index voor de uitbreiding van meeldauw op bladeren van langloten op 25-29 mei 2009. Hoe hoger het getal des te meer meeldauwaantasting was er. P = overschrijdingskans.

De index voor de uitbreiding van secundaire meeldauw op bladeren van langloten op 23-26 juni 2009 is weergegeven in figuur 5. Hoe hoger het getal des te meer meeldauwaantasting was er. Er waren opnieuw sterk significante verschillen tussen de behandelingen ($P < 0,001$). De UV-belichting in hoge frequentie en hoge dosering (hoog hoog) gaf een gelijk effect op meeldauw als de standaard chemische behandeling. De UV-belichting in lage frequentie en hoge dosering (laag hoog) gaf een significant gelijk effect als UV in hoge frequentie en hoge dosering (hoog hoog) en standaard chemisch.

UV-belichting in hoge frequentie en lage dosering (hoog laag) had meer meeldauw dan UV-belichting in hoge frequentie en hoge dosering (hoog hoog) en evenveel meeldauw als UV-belichting in lage frequentie en hoge dosering (laag hoog) en UV-belichting in lage frequentie en lage dosering (laag laag). UV-belichting in lage frequentie en hoge dosering (laag hoog) verschilde niet van onbehandeld in meeldauwaantasting.

Vergelijking onderling van behandelingen zonder toevoeging van fungiciden laat zien dat verhoging van de dosering UV significant minder meeldauw gaf; vergelijk UV laag laag met UV laag hoog en ook UV hoog laag met UV hoog hoog. Omgekeerd was het verhogen van de frequentie niet significant; vergelijk UV laag laag met UV hoog laag en UV laag hoog met UV hoog hoog.

De UV-belichtingen gaven geen verbetering van de laag chemische bespuitingen. Zonder de toevoeging van de verlaagde chemische bespuitingen was er enig effect op de meeldauw bestrijding van de UV-C in hoge frequentie en hoge dosering, maar minder dan de laag chemische bespuitingen alleen. In een lage frequentie en in lage dosering werkte UV-C helemaal niet. Een combinatie van de UV-C hoog hoog met de toevoeging van laag chemische werkte niet beter tegen meeldauw dan laag chemisch alleen.



Figuur 5. Het effect van UV-C op meeldauw op 23-26 juni 2009 (telling 3) in vergelijking met de standaard chemische behandelingen en onbehandeld. $P =$ overschrijdingskans.

3.3 Schurftaantasting

In juni en juli werd de schurftaantasting op de bladeren vastgelegd (tabel 6). Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de behandelingen. Zie ook Bijlage 4 en 5.

Tabel 6. Schurftbeoordeling op 18 juni en 22 juli 2009. ns = niet significant; P = overschrijdingskans.

nr.	behandeling	% bladeren met schurft			
		schurfttelling 18 juni		schurfttelling 22 juli	
1	controle 1 ("onbehandeld")	3,02	ns	30,0	ns
2	controle 2 (verlaagd chemisch)	1,72	ns	20,4	ns
3	controle 3 (standaard chemisch)	2,28	ns	21,3	ns
4	UV laag laag	1,99	ns	28,1	ns
5	UV laag hoog	1,30	ns	28,7	ns
6	UV hoog laag	1,77	ns	30,4	ns
7	UV hoog hoog	1,07	ns	18,7	ns
8	UV laag laag + laag chemisch	2,45	ns	17,4	ns
9	UV hoog hoog + laag chemisch	1,16	ns	23,6	ns
		$P = 0,742$		$P = 0,094$	

3.4 Fytotoxiciteit

Er is verschillende malen gezocht naar mogelijke schade aan het gewas, maar er werd geen schade aan het gewas waargenomen.

4 Discussie en conclusies

4.1 Discussie

In 2008 was er net geen significant effect ($P = 0,088$) van UV op meeldauw met het toenmalige prototype (Heijne, B, Wenneker, M, Joosten, N, Anbergen, R. 2008. UV tegen ziekten; Tussenrapportage – “proof of principle” UV-C tegen schurft, meeldauw en bewaarrot; PPO-rapport 2008-30). In de proef van dit jaar (2009) werd een significant effect van UV op meeldauw vastgesteld ($P < 0,001$). Dit was slechts aantoonbaar in de behandeling waar de hoogste frequentie (om de dag) was gecombineerd met de hoogste dosering UV-C. In de andere behandelingen kon onder de omstandigheden van deze proef geen effect worden aangetoond.

In een proef onder laboratoriumomstandigheden van onderzoekers Stein van Laer en Piet Creemers, PCF te St Truiden, België kon eveneens aangetoond worden dat er een significant effect van UV-C meetbaar was op vermindering van meeldauw op appel en zelfs in lagere doseringen UV-C. De vraag dringt zich op waarom in de praktijk zoveel hogere doseringen pas enig effect gaven. Een mogelijke verklaring daarvoor kan zijn dat de bladeren in allerlei posities aan de boom hingen en voor een deel in de schaduw van andere bladeren. Hierdoor zou onvoldoende UV-C op sommige bladeren terecht komen voor een afdoende beheersing van meeldauw.

Opgemerkt moet worden dat de aantasting van meeldauw in het proefperceel zeer zwaar was. Het zou theoretisch mogelijk kunnen zijn dat in een perceel met een lagere meeldauwdruk de effectiviteit van UV-C groter is.

In de combinatie van een schema van UV-C belichtingen met een verlaagd fungiciden schema waren de effecten op meeldauw vergelijkbaar met een standaard fungicidenschema. Daarbij moet worden opgemerkt dat de meeldauwaantasting in het standaard fungicidenschema niet verschilde van de aantasting in het schema waar halve doseringen fungiciden werden toegepast. In deze vergelijking kon geen meerwaarde worden aangetoond van de UV-C belichtingen bovenop het fungicidenschema.

Interessant is wel dat verhoging van de dosering in afwezigheid van fungiciden een significante verbetering gaf van de meeldauw beheersing. Maar bij verhoging van de frequentie van om de vier dagen naar om de dag kon geen verbetering van de meeldauwbeheersing worden aangetoond. Dit laatste was in tegenspraak met theoretische overwegingen. Het idee was dat het uitwendig deel van meeldauw telkens wordt gedood door het UV-C en dan van binnenuit weer moet uitgroeien. Bij een hogere frequentie zou de schimmel uitputten en er een betere effect van UV-C op meeldauw zijn. Deze theorie bleek in deze proef niet aantoonbaar.

Om de gebruikte hoeveelheid licht te doseren, moest met het prototype belichtingsunit erg langzaam gereden worden (293 m/uur). Wil deze techniek toepasbaar zijn voor de praktijk dan zal de gebruikte hoeveelheid UV-C bij een meer praktische rijsnelheid toegediend moeten worden. Het vermogen aan UV-C lampen neemt dan flink toe. Het is de vraag of een dergelijk groot vermogen praktisch realiseerbaar is onder de huidige praktijkomstandigheden. Mogelijk dat onder gerobotiseerde omstandigheden in de toekomst iets dergelijks wel mogelijk is.

Zelfs als er mogelijkheden komen om hogere doseringen UV-C toe te passen onder praktische omstandigheden, zal nog onderzoek nodig zijn naar allerlei neveneffecten van UV-C in het boomgaardsysteem. Zo zal onderzocht moeten worden welk effect UV-C heeft op nuttige micro-organismen die op de bladeren en vruchten leven. Ook bijvoorbeeld mutagene effecten van UV-C op micro-organismen zou onderzocht moeten worden. Daarnaast zou UV-C mogelijk andere bestrijdingsmiddelen kunnen afbreken, die bedoeld waren voor andere ziekten of plagen.

4.2 Conclusies

Hieronder worden de belangrijkste conclusies samengevat.

- Er is onder praktijkomstandigheden aangetoond dat UV-C een bestrijdend effect heeft op meeldauw in appel.
- Het bestrijdend effect van UV-C op meeldauw bleek echter gering.
- Verhoging van de dosering gaf een verbetering van de meeldauwbestrijding door UV-C.
- Verhoging van de frequentie van toepassing van UV-C gaf geen verbetering van de meeldauwbestrijding.
- De hoeveelheid UV-C die nodig was voor het bestrijdend effect te verkrijgen, lijkt zo hoog dat een praktische toepassing op dit moment niet voor de hand ligt.
- Er zijn nog vele vragen die beantwoord moeten worden, voordat toepassing in de praktijk mogelijk is.
- Er was geen effect aantoonbaar op zomerschurft
- Er werden geen symptomen van schade aan het gewas waargenomen.

Er wordt aanbevolen om geen vervolg onderzoek te starten, tenzij de belichtingsmachine meer UV-C kan leveren bij een realistische rijsnelheid, of een gerobotiseerd systeem haalbaar lijkt.