

Beheersing valse meeldauw (*Peronospora destructor*) in uien

Proefjaar 2010

Bert Evenhuis¹, Joanneke Spruijt¹, Corina Topper¹, Marjon Krijger² & Geert Kessel²

© 2011 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 (sector AGV),

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

In opdracht van:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Projectnummer: 3252039500

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	4
2	WARM WATER BEHANDELINGEN PLANTUITJES	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Proefopzet	5
2.3	Resultaten en bespreking	7
2.4	Conclusies	9
3	WARME LUCHT BEHANDELINGEN PLANTUITJES	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Proefopzet	10
3.3	Resultaten en bespreking	11
3.4	Conclusies	14
4	ALTERNATIEVEN WARMWATERBEHANDELING	15
4.1	Inleiding	15
4.2	Proefopzet	15
4.3	Resultaten en bespreking	18
4.4	Conclusies	21
5	VELDPROEF EERSTEJAARS PLANTUIEN	22
5.1	Inleiding	22
5.2	Proefopzet	22
5.3	Resultaten en bespreking	23
5.4	Conclusies	27
6	MOLECULAIRE DETECTIE PERONOSPORA DESTRUCTOR IN PLANTUITJES	28
6.1	Inleiding	28
6.2	Proefopzet	28
6.3	Resultaten en bespreking	29
6.4	Conclusies	31
7	LOOFBRANDEN	32
7.1	Inleiding	32
7.2	Proefopzet	32
7.3	Resultaten en bespreking	34
7.4	Conclusies	40
8	SPORENVERSPREIDINGSMODEL	42
8.1	Inleiding	42
8.2	Opzet	42
8.3	Resultaat.....	42
8.3.1	Terminale valsnelheid <i>P. destructor</i> sporen	42
8.3.2	UV-gevoeligheid	43
8.3.3	Epidemiologisch model	44
8.4	Conclusies	44
	BIJLAGE 1: OUTPUT 2010.....	45
	BIJLAGE 2: TEMPERATUURVERLOOP WARM WATERBEHANDELINGEN	46

1 Inleiding

Afgelopen jaren was valse meeldauw (*Peronospora destructor*) in uien een terugkerend probleem. In 2010 werd op beperkte schaal valse meeldauw gevonden in uienpercelen. Bij vroege aantasting en onvoldoende bestrijding leidt valse meeldauw tot nagenoeg volledig oogstverlies. In de praktijk komt het meestal niet zover, maar de schade kan toch aanzienlijk zijn als geen passende maatregelen worden genomen. Beheersing van valse meeldauw is gericht op het voorkomen van het ontstaan van (initiële) bronnen, zoals systemische besmetting van plantuien en aangetaste uienpercelen.

Het is niet bekend of de besmetting van de uienbol ook in het strijk stadium aan het eind van de teelt kan plaatsvinden en onder welke omstandigheden dit dan gebeurt. Methoden om geïnfecteerd plantgoed vrij te maken van valse meeldauw zijn in ontwikkeling en moeten nog verder geoptimaliseerd worden.

In hoeverre oösporen een rol spelen bij de start van de valse meeldauw epidemie is niet bekend.

De schimmel verspreidt zich bij gunstige weersomstandigheden met sporen door de lucht en breidt zich explosief uit. Zo is grotendeels onduidelijk onder welke omstandigheden valse meeldauw sporen zich over langere afstanden kunnen verspreiden en eventueel infectie kunnen veroorzaken in andere uienpercelen.

In 2004 is in opdracht van het Productschap Akkerbouw (PA) onderzoek gestart om uiteindelijk tot een praktische beheersstrategie voor valse meeldauw in de teelt van uien te komen.

In dit verslag worden de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in 2010 gepresenteerd. Het onderzoek is gefinancierd door Productschap Akkerbouw.

Hoofddoelstellingen in het onderzoek zijn:

- (A) Verminderen van het optreden van valse meeldauw (*Peronospora destructor*) in ui door het terugdringen van initiële infectiebronnen.
- (B) Toetsen van de praktische haalbaarheid van de bestrijdingsstrategieën en -methodieken in de teelt van uien.

Hierbij worden de volgende zwaartepunten in het onderzoek onderscheiden:

- Ontwikkeling van een prototype moleculaire detectietoets van valse meeldauw.
- Gedetailleerd onderzoek naar de effectiviteit van een warmtebehandeling (water, lucht, water & lucht) van besmet plantmateriaal.
- Onderzoek naar het effect van terugdrogen van plantuien na een warm waterbehandeling op de kieming en opkomst van plantuien.
- Op welke wijze en onder welke omstandigheden komt bolbesmetting tot stand.
- Aanpassing van het verspreidingsmodel van *Phytophthora infestans* voor de verspreiding van valse meeldauw sporen. Dit moet een beeld opleveren onder welke omstandigheden er risico is op verspreiding (mate en afstand) van valse meeldauw sporen. Het model zal gemaakt worden en later gevalideerd worden.
- Onderzoek naar de relatie tussen de branden (intensiteit & frequentie) op sporulatie en de epidemie van valse meeldauw.
- Onderzoek naar aanwezigheid van oösporen van valse meeldauw en de overleving van het pathogeen in gewasresten, met daaraan gekoppeld het doorontwikkelen van inoculatie methodieken.

Daarnaast zijn in 2010 in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie oriënterende proeven onder laboratorium omstandigheden uitgevoerd waarbij de effecten van diverse alternatieve warmtebehandelingen zijn onderzocht. Het betrof behandeling met infrarood en magnetron, stoombehandelingen door Ruvoma en Thermoseed behandelingen door Incotec. Deze proeven sluiten aan op de proeven met warmtebehandelingen in opdracht van het Productschap Akkerbouw en zijn daarom integraal in dit rapport opgenomen.

2 Warm water behandelingen plantuitjes

2.1 Inleiding

Warm waterbehandeling is een methode om 1^e jaarsplantuinen besmet met *P. destructor* te “ontsmetten”.

2.2 Proefopzet

Op 2 praktijklocaties (ST en HE) zijn in februari 2010 warm waterbehandelingen (wwb) uitgevoerd bij verschillende temperaturen. De proefobjecten bestonden uit netzakjes met 400 plantuitjes van 2 verschillende herkomsten (A en D) die in het veld aangetast waren. De verschillende behandelingen werden beoordeeld op kieming en aantasting in een biotoets in de kas en in het veld. Na de warm waterbehandelingen op 39,5 graden bij ST zijn ook verschillende terugdroogmethoden bij PPO onderzocht (niet, langzaam en snel terugdrogen), maar deze objecten zijn alleen in de kas uitgeplant.



Foto 1: Stookketel bij ST



Foto 2: Warm water bakken bij HE

In Tabel 1 worden de data van de verschillende objecten in de proef weergegeven.

Tabel 1: **Proefdata van de verschillende objecten in de warm waterbehandeling proef**

wwb	herkomst plantuitjes	herhalingen	wwb locatie	datum wwb	omliggend materiaal wwb	terugdrogen	plantdatum bintoets kas	plantdatum bintoets veld
Onbehandeld	A	2	–	–	–	–	23 febr.	25 mrt
Onbehandeld	D	2	–	–	–	–	23 febr.	25 mrt
39,5 graden	A	2	ST	16 febr.	grote uien	ST	23 febr.	25 mrt
39,5 graden	D	2	ST	16 febr.	grote uien	ST	23 febr.	25 mrt
39,5 graden	A	2	ST	16 febr.	grote uien	niet	16 febr.	–
39,5 graden	D	2	ST	16 febr.	grote uien	niet	16 febr.	–
39,5 graden	A	2	ST	16 febr.	grote uien	PPO - snel	23 febr.	–
39,5 graden	D	2	ST	16 febr.	grote uien	PPO - snel	23 febr.	–
39,5 graden	A	2	ST	16 febr.	grote uien	PPO - langzaam	23 febr.	–
39,5 graden	D	2	ST	16 febr.	grote uien	PPO - langzaam	23 febr.	–
40 graden	A	2	ST	16 febr.	grote uien	ST	23 febr.	25 mrt
40 graden	D	2	ST	16 febr.	grote uien	ST	23 febr.	25 mrt
43 graden	A	2	ST	16 febr.	plantuitjes	ST	23 febr.	25 mrt
43 graden	D	2	ST	16 febr.	plantuitjes	ST	23 febr.	25 mrt
43,5 graden	A	4	HE	25 febr.	pioenrozen	PPO	2 mrt.	25 mrt
43,5 graden	D	4	HE	25 febr.	pioenrozen	PPO	2 mrt.	25 mrt

2.3 Resultaten en bespreking

Het temperatuurverloop van de verschillende behandelingen wordt in de bijlage 2 in grafieken weergegeven. In tabel 2 wordt de gemiddelde gemeten temperatuur weergegeven gedurende het uur van de behandeling. Hieruit blijkt dat de gemiddelde gemeten temperatuur bij ST iets hoger en bij HE iets lager was dan de beoogde temperatuur. De variatie tussen de meetpunten binnen 1 behandeling bleef beperkt tot 0.2°C

tabel 2: **gemiddelde gemeten temperatuur gedurende het behandelingsuur**

wwb	wwb locatie	gem. gemeten temperatuur
39,5 graden	ST	39,8
40 graden	ST	40,4
43 graden	ST	43,6
43,5 graden	HE	43,2

De plantuitjes die niet teruggedroogd zijn, zijn op dezelfde dag als de warm water behandeling geplant. Deze uitjes waren nog erg vochtig en lijken minder goed te kiemen, zie tabel 3. Snel terugdrogen gaf iets meer gewichtsverlies dan langzaam terugdrogen, maar had geen negatief effect op de kieming. Behandelingen uitgevoerd bij 43°C, gedurende 1 uur hadden geen negatief effect op de kieming van de plantuinen in de biotoets. Bij 43.5°C nam de kieming van een van de partijen af tot 85%, de andere partij bleef vrijwel op niveau. Dit geeft aan dat met 43°C een kritische grens lijkt te zijn bereikt.

tabel 3: **gewichtsverlies en percentage kieming (KAS 733)**

wwb	herkomst plantuitjes	wwb locatie	terugdrogen	gewichtsverlies (%)	kieming in de kas op 19 mrt. (%)	
Onbehandeld	A	–	–	–	96 ¹	cd
Onbehandeld	D	–	–	–	97	d
39,5 graden	A	ST	ST	1,3	97	d
39,5 graden	D	ST	ST	0,7	98	d
39,5 graden	A	ST	niet	–	81	a
39,5 graden	D	ST	niet	–	81	a
39,5 graden	A	ST	PPO - snel	2,2	97	d
39,5 graden	D	ST	PPO - snel	1,6	98	d
39,5 graden	A	ST	PPO – langz.	1,4	98	d
39,5 graden	D	ST	PPO – langz.	0,8	96	cd
40 graden	A	ST	ST	1,4	97	d
40 graden	D	ST	ST	0,8	97	d
43 graden	A	ST	ST	1,1	95	cd
43 graden	D	ST	ST	0,5	96	cd
43,5 graden	A	HE	PPO	0,6	94	c
43,5 graden	D	HE	PPO	0,7	86	b

Om een hoge luchtvochtigheid in de kas te creëren is 's nachts het mistapparaat aangezet, zie foto 3. Met een ventilator werd de mist gelijkmatig over de kas verdeeld. Wanneer ook de vloer werd natgemaakt, werd een RV van minimaal 98 % behaald. Van 12 t/m 26 maart werden er af en toe sporulerende plantjes waargenomen, zie foto 4. Na die tijd nam de valse meeldauw in de kas sterk toe als gevolg van secundaire infectie en zijn de waarnemingen niet verder meegenomen als primaire infectie vanuit de bol.

¹ Uitkomsten met een verschillende letteraanduiding zijn significant verschillend van elkaar

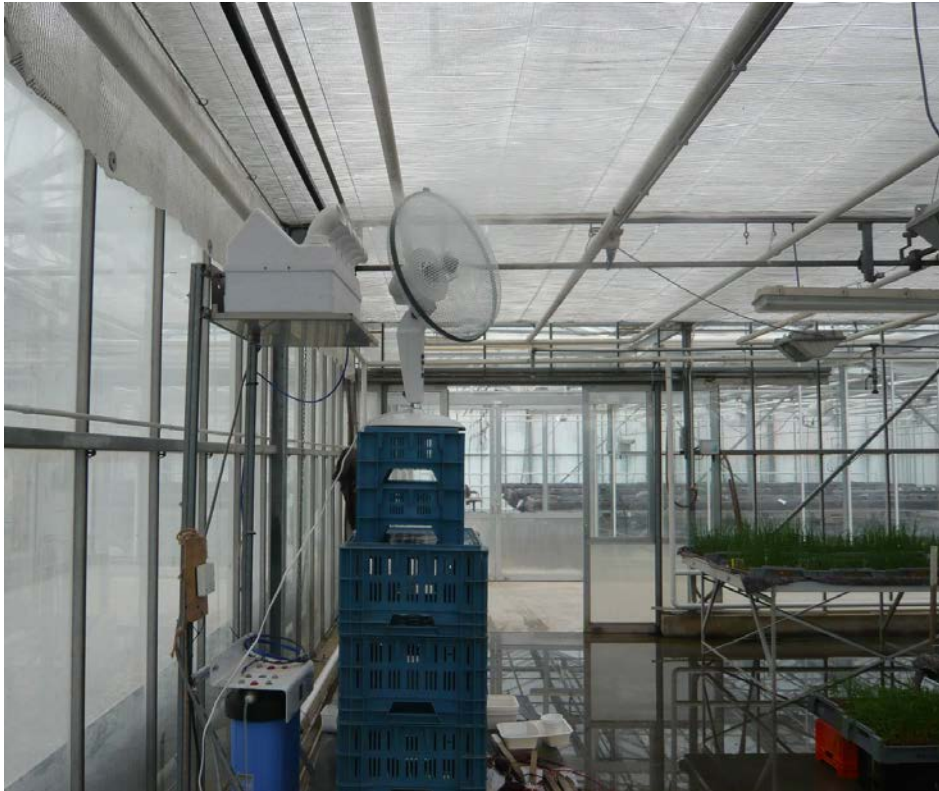


foto 3: 's nachts werd bij de biotoets in de kas een luchtvochtigheid van 98% of meer bereikt met een mistapparaat, ventilator en een natte vloer

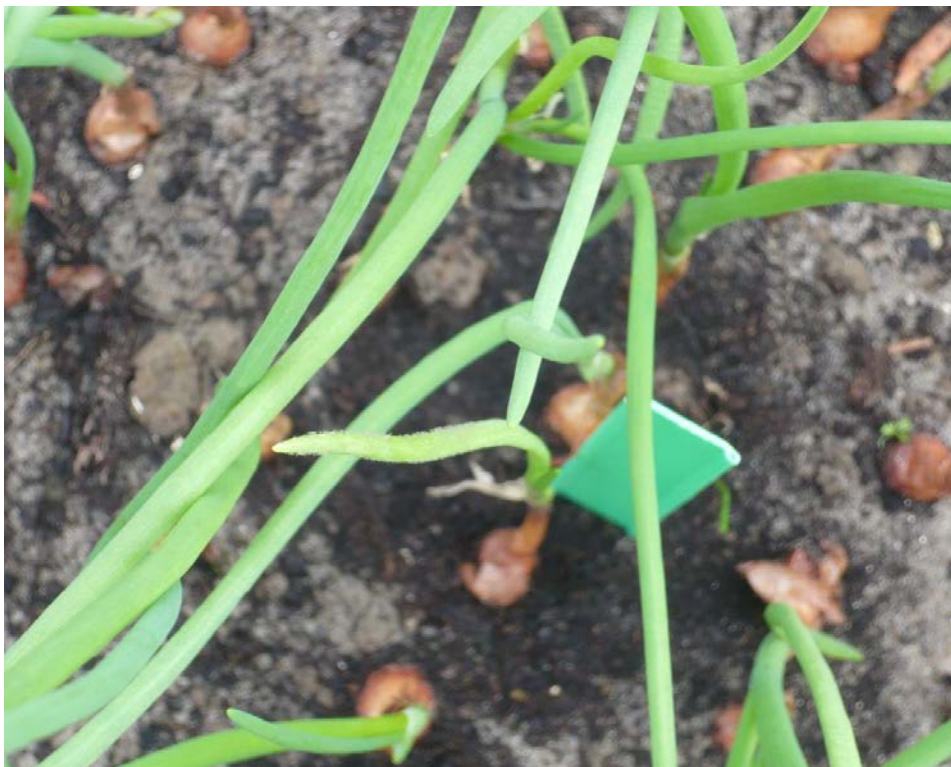


foto 4: sporulerend plantje in de biotoets in de kas

In tabel 4 wordt het percentage sporulerende planten voor de verschillende behandelingen in de kas en in het veld weergegeven. Bij de onbehandelde uitjes werd valse meeldauw geconstateerd als gevolg van

systemische infectie. Ook bij één van de behandelingen op 39,5 graden kwam toch valse meeldauw voor. In het veld werd alleen in de onbehandelde uitjes systemische infectie waargenomen op 25 mei. Daarna zijn er nog meerdere nachten met een zeer hoge RV geweest, maar werd er geen nieuwe systemische infectie waargenomen. Op 11 juni werd secundaire infectie waargenomen.

tabel 4: **percentage sporulerende planten (KAS 733)**

wwb	herkomst plantuitjes	wwb locatie	terugdrogen	sporulerend in de kas t/m 26 mrt. (%)	sporulerend in het veld (%) a.g.v. systemische infectie
Onbehandeld	A	–	–	0,3	0,3
Onbehandeld	D	–	–	0,4	0,8
39,5 graden	A	ST	ST	0	0
39,5 graden	D	ST	ST	0	0
39,5 graden	A	ST	niet	0	0
39,5 graden	D	ST	niet	0	0
39,5 graden	A	ST	PPO - snel	0	–
39,5 graden	D	ST	PPO - snel	0,1	–
39,5 graden	A	ST	PPO - langzaam	0	–
39,5 graden	D	ST	PPO - langzaam	0	–
40 graden	A	ST	ST	0	0
40 graden	D	ST	ST	0	0
43 graden	A	ST	ST	0	0
43 graden	D	ST	ST	0	0
43,5 graden	A	HE	PPO	0	0
43,5 graden	D	HE	PPO	0	0

2.4 Conclusies

- Bij warm waterbehandeling van 1e jaarsplantuinen is het halen van een temperatuur van 40 °C van cruciaal belang. In het midden van een kuubskist kan het een half uur tot een uur duren, voordat de gewenste temperatuur is bereikt.
- Pas vanaf het moment dat een temperatuur van 40°C bereikt is kan de eigenlijke warm water behandeling gedurende 1 uur 40 °C beginnen.
- Na warm waterbehandeling is terugdrogen noodzakelijke om geen kiemverlies te krijgen.
- Snel of langzaam terugdrogen had geen effect op het kiempercentage. Zonder terugdrogen neemt het kiempercentage echter met ongeveer 15 % af.
- Bij een temperatuur van 43,5°C nam het kiempercentage van partij D af, terwijl het kiempercentage van partij A nog acceptabel was. Enerzijds geeft dit aan dat de kritische behandeltemperatuur rond 43°C ligt. Anderzijds geeft dit aan dat er verschillen zijn tussen partijen qua vitaliteit.
- Warm water behandeling bij 43°C had geen negatief effect op kieming.
- De mate van valse meeldauw aantasting was laag. Valse meeldauw kwam zowel in de biotoets als in het veld tot expressie. Dit geeft aan dat een besmettingsgraad van 0,5 % epidemiologisch gezien nog erg hoog is vanwege het grote aantal 2^e jaarsplantuinen dat er per hectare wordt uitgeplant.
- Alle warm waterbehandelingen waren effectief tegen valse meeldauw, met uitzondering van een behandeling bij 39,5 °C. Dit geeft aan dat een temperatuur van 40°C als minimum kan worden beschouwd.

3 Warme lucht behandelingen plantuitjes

3.1 Inleiding

Warm waterbehandeling is een methode om 1^e jaarsplantuien die besmet zijn met *P. destructor*, te "ontsmetten". De methode heeft echter als nadeel dat de uien gedompeld worden. Dat betekent dat de uien na afloop teruggedroogd moeten worden. Daarnaast is bekend dat bij dompelen van plantmateriaal er een risico op verspreiding van ziekten is. Hoewel er geen concrete aanwijzingen voor zijn, zou bijvoorbeeld Fusarium zich mogelijk op deze manier kunnen verspreiden. Om deze nadelen te ondervangen is gekeken of een warme lucht behandeling (wlb) een alternatief kan zijn voor warm waterbehandelingen. In het voorjaar 2010 is een soortgelijke proef als in het najaar 2009 herhaald. Eerstejaars plantuitjes van verschillende herkomst (A, B en D) die in het veld door valse meeldauw waren aangetast hebben verschillende warme lucht behandelingen ondergaan.

3.2 Proefopzet

De warme lucht behandelingen zijn uitgevoerd in een droogstoof. Om het uitdrogen van de uitjes te beperken zijn de zakjes plantuitjes geplaatst tussen twee bufferzakken met grote uien. In elk zakje plantuitjes en op de plank in de stoof is een voeler, aangesloten op een datalogger, geplaatst om het temperatuurverloop te volgen en te registreren. De stoof met bulkuien werd een weekend lang voorverwarmd. De tijdsduur van een behandeling startte telkens ca. 7 uur nadat de plantuitjes tussen de voorverwarmde bufferuien in de stoof waren geplaatst en duurde vervolgens 1, 2 of 4 dagen. In tabel 5 zijn de proefdata weergegeven. De behandeling op 45 graden is ook herhaald met bakjes water onderin de stoof om de luchtvochtigheid te verhogen. Bij het uithalen van de uitjes is ook de eindtemperatuur van de uitjes zelf bepaald met een prikthermometer, zie foto 5.

Tabel 5: Proefdata van de verschillende objecten in de warme lucht behandeling proef

Behandeling	data behandeling	plantdatum kas
4 dagen 40°C	1 t/m 5 febr.	2 mrt.
1 dag 50°C	8 t/m 9 febr.	2 mrt.
2 dagen 50°C	8 t/m 10 febr.	2 mrt.
4 dagen 50°C	8 t/m 12 febr.	2 mrt.
1 dag 55°C	15 t/m 16 febr.	2 mrt.
1 dag 45°C	22 t/m 23 febr.	2 mrt.
2 dagen 45°C	22 t/m 24 febr.	2 mrt.
4 dagen 45°C	22 t/m 26 febr.	2 mrt.
1 dag 45°C + bakjes water	1 t/m 2 mrt.	8 mrt.
2 dagen 45°C + bakjes water	1 t/m 3 mrt.	8 mrt.
4 dagen 45°C + bakjes water	1 t/m 5 mrt.	8 mrt.
Onbehandeld	—	2 mrt.



foto 5: meting eindtemperatuur ui

3.3 Resultaten en bespreking

Het opwarmen van de plantuitjes tussen bufferuien gaat heel traag. De stoof werd tijdelijk 5 tot 10 graden hoger ingesteld om de gewenste temperaturen in de proefzakjes te behalen. In de praktijk betekent dit dat de uien aan de buitenkant van de kist teveel opgewarmd worden.

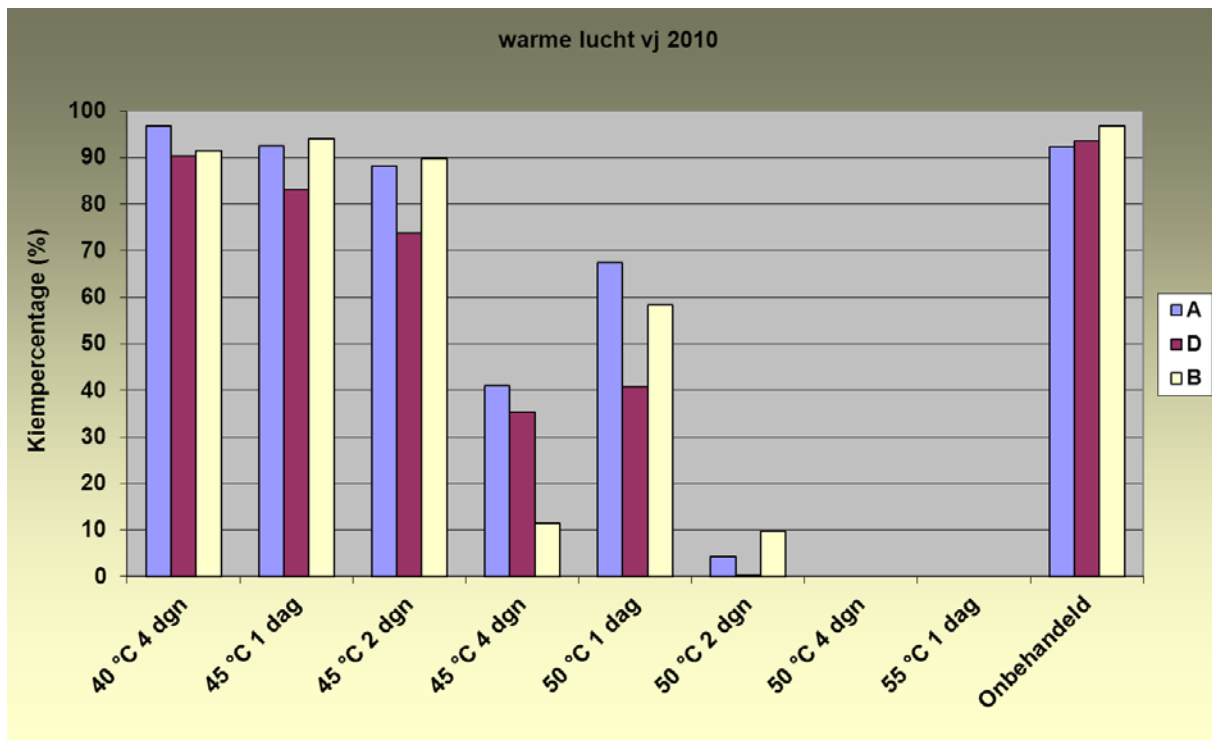
Temperaturen boven de 40-45 graden bleken moeilijk of pas na 4 dagen haalbaar. Het gewichtsverlies is vrij groot vergeleken met warm waterbehandelingen, vergelijk tabel 3 en 6. Vooral bij een behandelingsduur van 4 dagen is er veel vochtverlies. Door het plaatsen van bakjes water onderin de stoof werd bij de 45°C behandelingen een luchtvochtigheid van 13 % behaald, dit was slechts 4 % hoger dan bij dezelfde behandelingen zonder water en had geen duidelijke invloed op het vochtverlies in de uitjes en het kiemingspercentage, zie tabel 6.

Bij een warme lucht behandeling van 40°C gedurende 4 dagen is de kieming nog goed. Bij behandelingen boven de 40 graden begint de kieming vanaf 1 dag behandeling al af te nemen, zie tabel 6 en figuur 1. In vergelijking met een behandeling in het najaar is een behandeling in het voorjaar schadelijker als het gaat om de mate van kieming (zie verslag 2009; blz 12).

tabel 6: **gemiddelde gemeten temperatuur, luchtvochtigheid, gewichtsverlies en percentage kieming (KAS 734)**

Behandeling	herkomst	gem. temp. (°C)	eind temp. (°C)	RV (%)	Gewichtsverlies (%)	kieming (%)	Gem. kieming ² (%)
4 dagen 40°C	A	40,7	38,4	-	7	97	
	B	40,5	38,3	-	5	92	
	D	38,8	36,6	-	7	90	93 f
1 dag 45°C	A	41,7	41,5	-	4	93	
	B	42,2	42,3	-	3	94	
	D	41,1	40,0	-	4	83	90 ef
2 dagen 45°C	A	42,3	42,4	\	6	89	
	B	43,3	42,0	8,6	5	90	
	D	41,4	41,4	/	5	74	84 e
4 dagen 45°C	A	44,8	43,3	\	11	41	
	B	44,8	43,0	8,9	10	11	
	D	43,6	42,5	/	12	35	29 c
1 dag 45°C + bakjes water	A	40,0	40,0	\	4	90	
	B	42,6	42,2	13,2	3	87	
	D	44,0	41,5	/	3	81	86 e
2 dagen 45°C + bakjes water	A	40,0	41,8	\	5	90	
	B	41,0	40,0	13,1	5	89	
	D	43,4	41,3	/	5	72	84 e
4 dagen 45°C + bakjes water	A	43,1	43,3	\	11	37	
	B	44,8	43,7	13,1	9	15	
	D	44,8	41,5	/	10	6	19 c
1 dag 50°C	A	45,0	46,3	-	-	68	
	B	46,4	46,4	-	-	58	
	D	46,7	45,9	-	-	41	56 d
2 dagen 50°C	A	45,7	46,1	-	-	4	
	B	47,5	45,5	-	-	10	
	D	47,5	45,9	-	-	0	5 b
4 dagen 50°C	A	47,4	47,8	-	-	0	
	B	47,7	47,9	-	-	0	
	D	50,0	47,8	-	-	0	0 a
1 dag 55°C	A	52,6	54,4	-	8	0	
	B	52,8	56,5	-	6	0	
	D	53,5	52,5	-	7	0	0 a
Onbehandeld	A	-	-	-	-	93	
	B	-	-	-	-	97	
	D	-	-	-	-	94	94 f

² Uitkomsten met een verschillende letteraanduiding zijn significant verschillend van elkaar



Figuur 1: Effect van warme luchtbehandeling op kieming van plantuien van drie verschillende herkomsten.

De behandelde plantuitjes zijn in de kas in bakken uitgeplant, waar 's nachts m.b.v. het mistapparaat een hoge luchtvochtigheid werd behaald (zoals omschreven bij de warm water behandelingen).

In onbehandelde uitjes van herkomst D en A werd sporenvorming van valse meeldauw door systemische aantasting geconstateerd. In partij B werd geen sporulatie waargenomen. De plantjes van met warme lucht behandelde uitjes lieten geen sporenvorming zien. Dit geeft aan dat het met lucht verwarmen van plantuien op zich valse meeldauw kan doden. Warme luchtbehandeling biedt waarschijnlijk perspectief als de relatieve luchtvochtigheid beter gereguleerd kan worden (zie hoofdstuk 4).

tabel 7: **percentage sporulerende planten bij de warme lucht behandelingen (KAS 734)**

Behandeling	herkomst	sporulerend (%)
4 dagen 40°C	A	0
	B	0
	D	0
1 dag 50°C	A	0
	B	0
	D	0
1 dag 45°C	A	0
	B	0
	D	0
2 dagen 45°C	A	0
	B	0
	D	0
Onbehandeld	A	0,8
	B	0
	D	1

3.4 Conclusies

- Het opwarmen van plantuien met warme lucht verloopt traag.
- Om de gewenste temperatuur te bereiken moet de temperatuur enkele graden hoger ingesteld worden, wat mogelijk schadelijk is voor de plantuien die aan de buitenkant van de kist liggen.
- Planten die behandeld waren met warme lucht gaven geen valse meeldauw te zien in de biotoets.
- Bij een warme lucht behandeling van 40°C gedurende 4 dagen is de kieming nog goed. Bij behandelingen boven de 40 graden begint de kieming vanaf 1 dag behandeling al af te nemen.
- Voor verdere ontwikkeling van de warme luchtbehandeling zal ook de relatieve luchtvochtigheid gereguleerd moeten kunnen worden.

4 Alternatieven warmwaterbehandeling

4.1 Inleiding

Warm waterbehandeling is effectief om valse meeldauw in plantuinen te bestrijden (zie hoofdstuk 2). Echter het dompelen van plantuinen heeft ook nadelen, zoals het moeten terugdrogen en de mogelijke verspreiding van ziektes. Wordt niet teruggedroogd, dan leidt dat tot verlies aan kieming (zie hoofdstuk 2). Warme luchtbehandelingen bleken meestal te leiden tot uitdroging en een te groot verlies aan kiemkracht. In 2010 zijn in opdracht van LNV oriënterende proeven onder laboratorium omstandigheden uitgevoerd waarbij de effecten van diverse alternatieve warmtebehandelingen zijn onderzocht. Het betrof infrarood en magnetron behandelingen en stoombehandelingen door Ruvoma en Thermoseed behandelingen door Incotec. In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken en vergeleken met proefresultaten met warm waterbehandelingen in opdracht van het Productschap Akkerbouw.

4.2 Proefopzet

Foto 6 geeft een beeld van de wijze waarop de magnetron behandeling is uitgevoerd. Foto 7 laat de opstelling zien voor de infrarood behandeling.



foto 6: magnetron behandeling



foto 7: infra rood behandeling

De verschillende warmtebehandelingen zijn afhankelijk van de mogelijkheden op uiteenlopende tijdstippen uitgevoerd. De resultaten kunnen worden vergeleken met de standaard warm water behandeling op 40 graden. De proefdata zijn weergegeven in tabel 8. De behandelde plantuitjes zijn in de kas uitgeplant. Als controle zijn er op verschillende momenten onbehandelde uitjes uitgeplant. Om een hoge luchtvochtigheid in de kas te creëren is gedurende een aantal nachten het mistapparaat aangezet, zie foto 3. Met een ventilator werd de mist gelijkmatig over de kas verdeeld. Wanneer ook de vloer werd natgemaakt, werd een RV van minimaal 98 % behaald, waardoor er sporulatie als gevolg van systemische aantasting optrad.

Tabel 8: Proefdata van de verschillende warmtebehandelingen

behandeling	herkomst plantuitjes	herhalingen	locatie behandeling	datum behandeling	plantdatum biotoets	periode hoge RV
warm waterbehandeling	(KAS 733)					
onbehandeld	A	2	-	-	23 febr.	12-26 mrt.
onbehandeld	D	2	-	-	23 febr.	12-26 mrt.
1 uur 40 graden	A	2	ST	16 febr.	23 febr.	12-26 mrt.
1 uur 40 graden	D	2	ST	16 febr.	23 febr.	12-26 mrt.
stomen Ruvoma	(KAS 735)					
1 dag 45°C 80 % RV	A	2	Ruvoma	30 jan.	23 febr.	12-26 mrt.
1 dag 45°C 80 % RV	D	2	Ruvoma	30 jan.	23 febr.	12-26 mrt.
2 dagen 45°C 80 % RV	A	2	Ruvoma	30-31 jan.	23 febr.	12-26 mrt.
2 dagen 45°C 80 % RV	D	2	Ruvoma	30-31 jan.	23 febr.	12-26 mrt.
Magnetron (KAS 735)						
350 kW 10 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
350 kW 30 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
350 kW 60 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
350 kW 120 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
350 kW 240 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	-
560 kW 10 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
560 kW 30 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
560 kW 60 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
560 kW 120 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
560 kW 240 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	-
700 kW 10 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
700 kW 30 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
700 kW 60 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
700 kW 120 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	12-23 mrt.
700 kW 240 sec	D	2	PPO Lelystad	12 en 17 febr.	23 febr.	-
Infrarood (KAS 735)						
Onbehandeld	D	2	-	-	8 mrt.	6-13 apr.
1 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	6-13 apr.
1,5 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	6-13 apr.
2 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	6-13 apr.
2,5 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	6-13 apr.
3 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	6-13 apr.
3,5 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	6-13 apr.
4 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	-
4,5 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	-
5 min.	D	2	PPO Lelystad	4 mrt.	8 mrt.	-
Thermoseed (KAS 735)						
onbehandeld	D	4	Incotec	11 mrt.	15 mrt.	13-26 april
Treat 1	D	4	Incotec	11 mrt.	15 mrt.	13-26 april
Treat 2	D	4	Incotec	11 mrt.	15 mrt.	13-26 april

4.3 Resultaten en bespreking

Door de uitjes voor en na de behandeling te wegen is het gewichtsverlies als gevolg van de behandeling bepaald. Direct na afloop van de behandeling is met een prikthermometer de eindtemperatuur in het uitje gemeten (zie foto 5). Van de in bakken in de kas geplante uitjes is het percentage kieming en het percentage plantjes met sporulatie als gevolg van systemische infectie vastgesteld (zie foto 4). De resultaten van de proeven zijn gecombineerd weergegeven in tabel 9. (Vanwege de variatie in aantal herhalingen, behandelings-, plant- en mistijdstippen is er geen statistische analyse uitgevoerd over deze verzameling van data.)

tabel 9: **Gemiddelde eindtemperatuur, percentage gewichtsverlies, kieming en sporulatie bij de verschillende behandelingen**

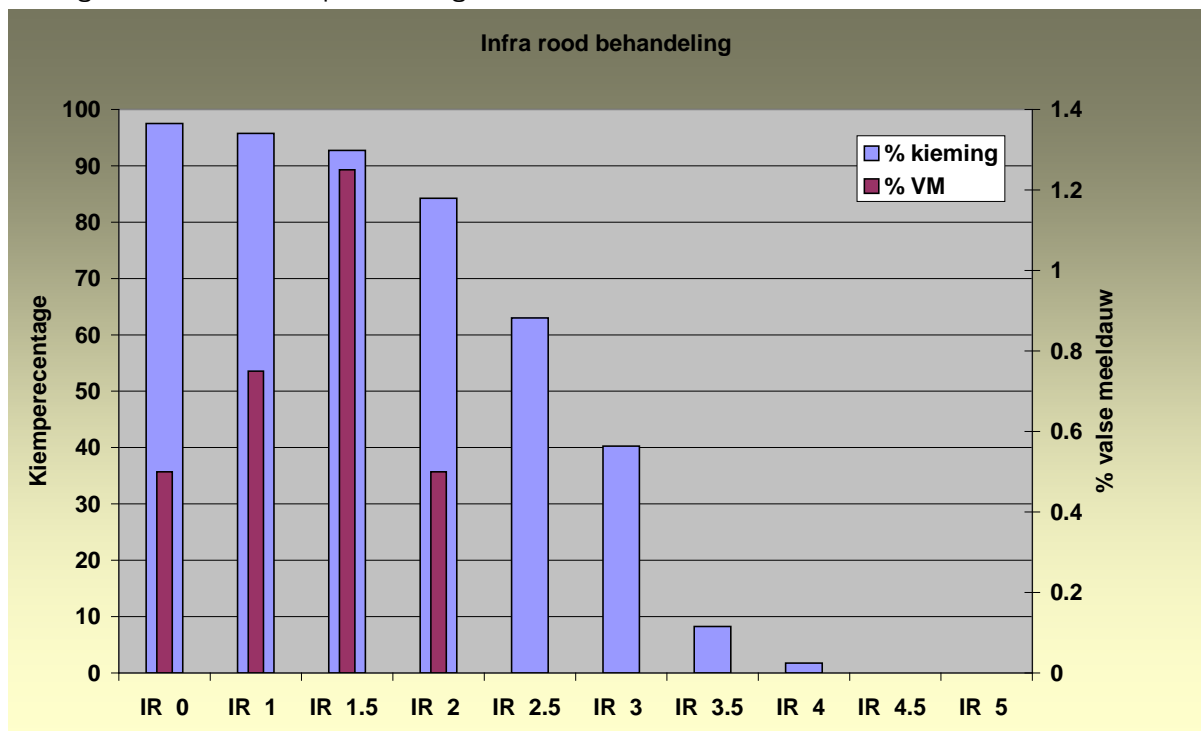
behandeling	herkomst plantuitjes	gem. eindtemp. uitjes (°C)	gewichtsverlies (%)	kieming (%)	sporulerend (%)
warm waterbehandeling (KAS 733)					
onbehandeld	A	-	-	96	0.3
onbehandeld	D	-	-	97	0.4
1 uur 40 graden	A	-	1	97	0
1 uur 40 graden	D	-	1	98	0
stomen Ruvoma (KAS 735)					
1 dag 45°C 80 % RV	A	-	-	81	0
1 dag 45°C 80 % RV	D	-	-	67	0
2 dagen 45°C 80 % RV	A	-	-	83	0
2 dagen 45°C 80 % RV	D	-	-	81	0
Magnetron (KAS 735)					
350 kW 10 sec	D	13.0	0	98	2.3
350 kW 30 sec	D	16.2	0	97	0.8
350 kW 60 sec	D	19.3	0	97	1.0
350 kW 120 sec	D	36.0	0	95	1.3
350 kW 240 sec	D	48.4	1	31	-
560 kW 10 sec	D	14.2	0	98	0.5
560 kW 30 sec	D	16.2	0	97	1.3
560 kW 60 sec	D	21.8	0	97	1.3
560 kW 120 sec	D	31.7	0	75	0.3
560 kW 240 sec	D	57.1	2	3	-
700 kW 10 sec	D	14.1	0	97	1.0
700 kW 30 sec	D	18.1	0	95	0.5
700 kW 60 sec	D	36.6	0	93	0.8
700 kW 120 sec	D	33.7 en > 65	0	42	0.3
700 kW 240 sec	D	> 65	3	2	-
Infrarood (KAS 735)					
Onbehandeld	D	-	-	98	0.5
1 min.	D	25.9	0	96	0.8
1,5 min.	D	31.9	0	93	1.3
2 min.	D	37.3	1	84	0.5
2,5 min.	D	38.0	1	63	0
3 min.	D	46.1	1	40	0
3,5 min.	D	47.4	1	8	0
4 min.	D	52.7	1	2	-
4,5 min.	D	58.7	1	0	-
5 min.	D	61.5	2	0	-
Thermoseed (KAS 735)					
onbehandeld	D	-	-	98	1.5
Behandelingswijze 1	D	-	-	67	0
Behandelingswijze 2	D	-	-	82	0.5

Uit tabel 9 blijkt dat de warm waterbehandelingen op 40 graden een goed kiemingspercentage geven en dat er geen sporulatie optreedt. Ook bij de stoombehandelingen van Ruvoma is geen systemische aantasting geconstateerd, maar het kiemingspercentage is wel lager dan bij de warm waterbehandelingen.

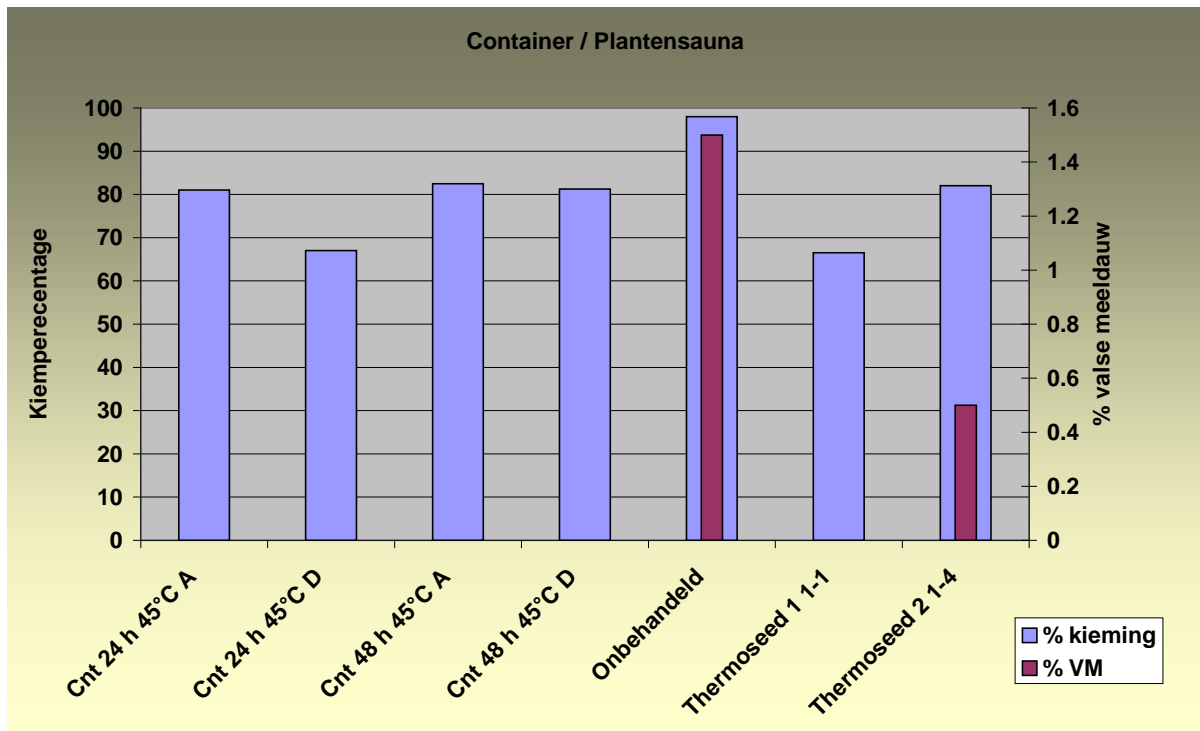
De behandeling is uitgevoerd bij 45°C, wat mogelijk boven de kritische drempel is voor plantuien. In 2011 wordt getoetst of een verlaging van de behandeltemperatuur de valse meeldauw kan doden, zonder verlies van kiemkracht.

Bij thermoseed behandeling 2 werd sporulatie door *Peronospora destructor* waargenomen. Bij thermoseed behandeling 1 werd geen sporulatie waargenomen, maar deze behandeling resulteerde in een laag kiemingspercentage in de biotoets.

Uit de resultaten blijkt dat de temperatuur in de bol snel oploopt als de magnetronmethode of infra rood wordt gebruikt als de behandelingen langer wordt voortgezet. In het geval van de magnetron gaat het om een kwestie van 10-tal seconden en bij Infra rood behandeling om halve minuten. Dit geeft aan dat de tijdsduur waarbij de uien nog veilig blootgesteld kunnen worden aan de behandeling beperkt is. Hoewel niet getoetst mag aangenomen worden dat de kwaliteit van de partij plantuien en de sortering bepalend zijn voor de mate waarin deze de behandeling goed kan doorstaan. Zowel bij de magnetron methode als bij de Infra rood behandeling wordt in de biotoets sporulatie van *P. destructor* waargenomen bij behandelwijzen die al een negatief effect hebben op de kieming.



Figuur 2. Effect van infrarood op kieming en aantasting van valse meeldauw van plantuien, waargenomen in een biotoets.



Figuur 3. Effect van warmte / vochtbehandelingen op kieming en valse meeldauw bij plantuien waargenomen in een biotoets.

4.4 Conclusies

- Met de behandeling van de plantuien met infrarood kan valse meeldauw afgedood worden. Bij korte belichtingsduur wordt valse meeldauw expressie gestimuleerd. Volledige doding van de valse meeldauw gebeurt in een traject waarbij de kieming van de plantuien negatief beïnvloed wordt.
- Behandelingen van plantuien in de magnetron die nog een redelijke kieming gaven, waren niet vrij van valse meeldauw.
- Deze eerste oriëntatie geeft aan dat er weinig aanknopingspunten zijn om één van deze technieken (infrarood of magnetronmethode) verder te ontwikkelen ter bestrijding van valse meeldauw in plantuien.
- De plantuien zijn behandeld in een plantensauna volgens een mild en een zwaarder regime. In het milde regime werd de valse meeldauw niet volledig gedood. Bij het zwaardere regime werd de valse meeldauw volledig gedood, dit ging echter wel ten koste van de kiemkracht. Desalniettemin lijkt er nog voldoende ruimte voor verbetering van dit procedé om dit verder te ontwikkelen.
- Daarnaast zijn de 1e jaars plantuien in containers behandeld. Valse meeldauw werd in de biotoetsen niet gevonden, na de behandeling. De kieming bleef licht achter. Naar verwachting kan de methode verder aangepast worden.

5 Veldproef eerstejaars plantuien

5.1 Inleiding

Gewasbespuitingen hebben effect op het percentage plantuitjes dat aangetast is. In 2009 bleek dat eerder stoppen met gewasbespuiting over het algemeen leidde tot meer aantasting. Ook middelenkeus had effect op de mate van aantasting. In de biologische teelt worden de uien gebrand om besmetting van de bol te voorkomen.

5.2 Proefopzet

In deze proef zijn verschillende middelen met een spuitinterval van een week toegepast tot drie weken vóór de oogst en tot 1 week vóór de oogst. Tevens is gekeken naar het effect van loofbranden op de mate van bolbesmetting. Bij branden 3 weken voor het eind van de teelt was het gewas al bijna volledig gestreken. Er is toen op 30 cm hoogte gebrand, bij een rijsnelheid van 2,5 km per uur. Bij branden op het latere tijdstip zijn dezelfde instellingen aangehouden. In Tabel 10 zijn de verschillende objecten weergegeven.

Tabel 10: Proefdata van de verschillende objecten in de veldproef eerstejaars plantuien

Object	Behandeling	Timing behandelingen	behandelingsdata
A	Tridex DG 2,75 kg/ha	spuiten tot eind teelt	24-6, 1-7, 9-7, 19-7, 26-7, 2-8, 9-8
B	Tridex DG 2,75 kg/ha	2 weken eerder stoppen	24-6, 1-7, 9-7, 19-7, 26-7
C	Acrobat DF 2,5 kg/ha	spuiten tot eind teelt	24-6, 1-7, 9-7, 19-7, 26-7, 2-8, 9-8
D	Acrobat DF 2,5 kg/ha	2 weken eerder stoppen	24-6, 1-7, 9-7, 19-7, 26-7
E	Middel X	spuiten tot eind teelt	24-6, 1-7, 9-7, 19-7, 26-7, 2-8, 9-8
F	Middel X	2 weken eerder stoppen	24-6, 1-7, 9-7, 19-7, 26-7
G	branden	2 weken voor eind teelt	2-8
H	branden	3 weken voor eind teelt	26-7
O	onbehandeld		



foto 8: branden van de eerstejaars plantuitjes op 26 juli

5.3 Resultaten en bespreking

Begin juli was er lichte valse meeldauwaantasting in herhaling 1 van de proef, deze kwam vanuit de infectierij met (systemisch aangetaste) plantuitjes die alleen naast de eerste herhaling lag. Deze aantasting zette niet verder door.



foto 9: valse meeldauw aantasting in eerstejaars plantuitjes begin juli

Op 5 en 13 juli is de proef volvelds geïnoculeerd. De incubatietijd is ongeveer 10-14 dagen. Eind juli, toen het gewas vrijwel volledig gestreken was, werd er in diverse objecten veel valse meeldauw aantasting waargenomen, zie tabel 11.

Tabel 11: **Percentage valse meeldauw, Botrytis score en percentage afgestorven planten**

Object	Behandeling	percentage VM	Botrytis (0-5)	percentage dood
		29 juli	5 aug	5 aug
A	Tridex tot eind teelt	1,5 b ³	4,8	38 b
B	Tridex 2 wkn eerder stoppen	1,0 b	4,8	65 c
C	Acrobat tot eind teelt	1,1 b	4,3	71 cd
D	Acrobat 2 wkn eerder stoppen	0,8 ab	5,1	77 cde
E	middel X tot eind teelt	0,0 a	3,8	0 a
F	middel X 2 wkn eerder stoppen	0,0 a	3,7	0 a
G	branden 2 wkn voor eind teelt	12,0 c	5,1	89 de
H	branden 3 wkn voor eind teelt	2,3 b	4,4	95 e
O	onbehandeld	9,3 c	5,1	95 e

Middel X heeft het beste bestrijdingseffect op valse meeldauw en het gewas blijft veel langer vitaal. Tot 29 juli werd geen valse meeldauw waargenomen in objecten gespoten met middel X. Een goede kwantitatieve

³ binnen een kolom geldt dat waarden die met verschillende letters zijn aangeduid significant verschillend van elkaar zijn

waarneming op 5 augustus bleek niet mogelijk. Wel werd ook aantasting waargenomen in de velden behandeld met middel X.

De Botrytis score lijkt ook wat lager bij behandeling van het gewas met middel X, maar het verschil met de andere objecten is niet significant. De andere middelen en branden 3 weken voor het einde van de teelt hebben ook een significant bestrijdingseffect.

Bij het branden is in 1 herhaling een temperatuurmeting met temperatuurstrips gemaakt. Ter hoogte van het gestreken gewas, op ca. 4 cm boven de grond werd het 60°C. Branden 1 week voor het einde van de teelt is pas na de laatste beoordeling op valse meeldauw gebeurd.



foto 10: gebrande eerstejaars plantuitjes

Op 17 augustus zijn de veldjes handmatig gerooid en vervolgens gesorteerd en gewogen. Uit tabel 12 blijkt dat spuiten met middel X tot het einde van de teelt de hoogste opbrengst gaf en dat deze opbrengst significant hoger was dan de gebrande en onbehandelde objecten.

Tabel 12: **Opbrengst tot 22 mm in ton per ha**

Object	Behandeling	opbrengst tot 22 mm in ton per ha
A	Tridex tot eind teelt	46,7 ab ⁴
B	Tridex 2 wkn eerder stoppen	44,2 ab
C	Acrobat tot eind teelt	44,0 ab
D	Acrobat 2 wkn eerder stoppen	46,0 ab
E	middel X tot eind teelt	51,0 .b
F	middel X 2 wkn eerder stoppen	48,0 ab
G	branden 2 wkn voor eind teelt	41,2 a.
H	branden 3 wkn voor eind teelt	41,3 a.
O	onbehandeld	42,6 a.

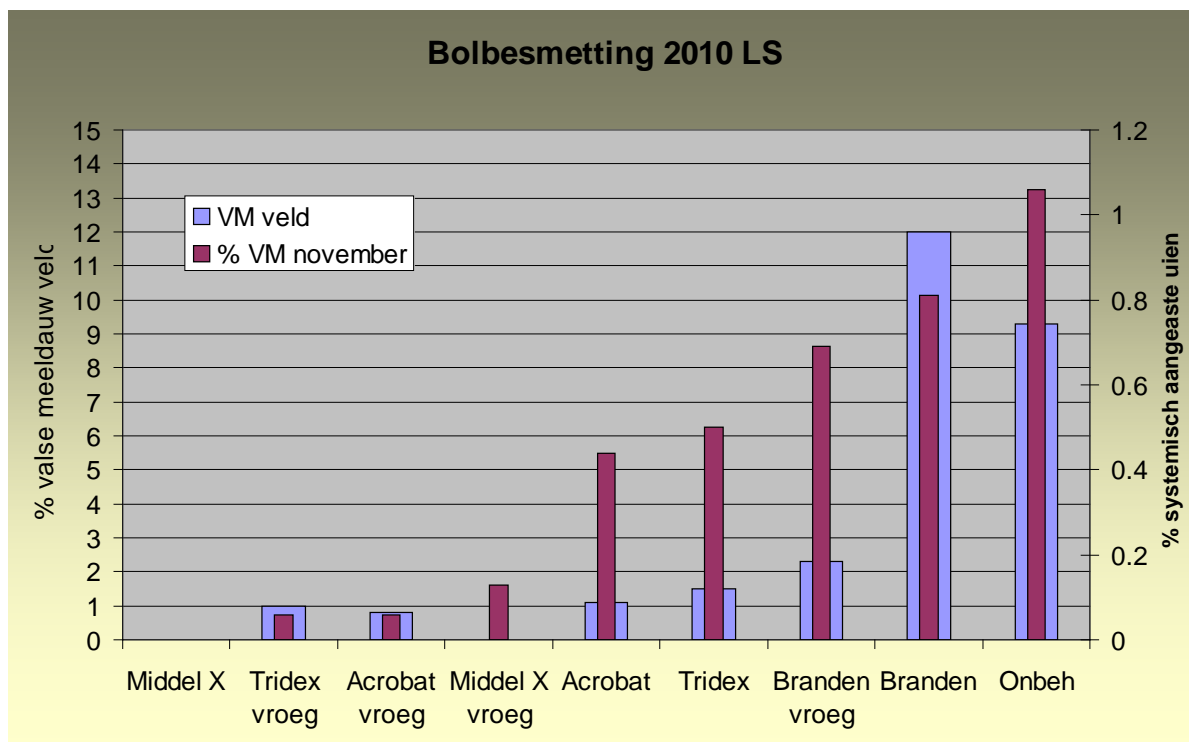
Met de geogste plantuitjes is in november 2010 een biotoets in de kas uitgevoerd, de resultaten staan vermeld in tabel 13. In 2009 is een soortgelijke proef uitgevoerd als in 2010. In de biotoets van de oogst van 2009 kwam geen systemische aantasting voor. In het voorjaar 2010 is de biotoets met de oogst van 2009 herhaald, waarbij wel aantasting werd gevonden, deze resultaten staan ook in tabel 13.

⁴ waarden die met verschillende letters zijn aangeduid zijn significant verschillend van elkaar

Tabel 13: Percentage systemisch aangetaste plantuitjes oogstjaar 2010 en 2009

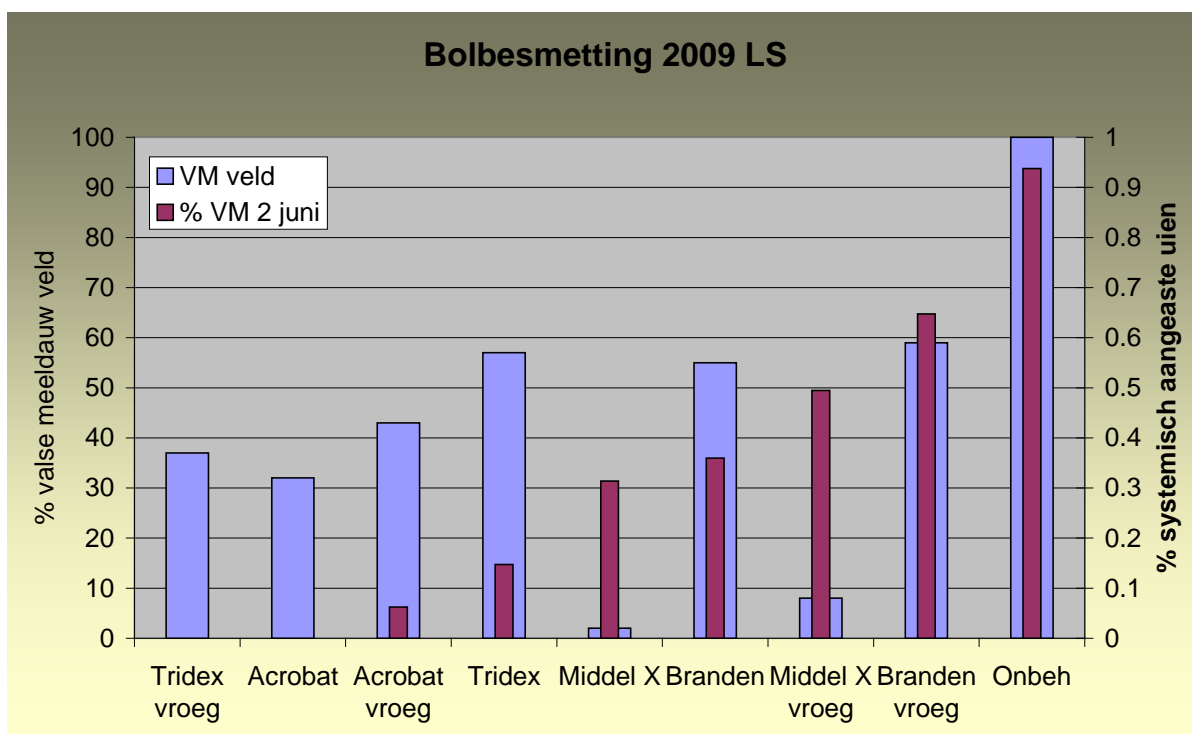
Object	Behandeling	biotoets november 2010 (oogst 2010)	biotoets juni 2010 (oogst 2009)
A	Tridex	0.50 a b c ⁵	0.15 ab.
B	Tridex vroeg stoppen	0.06 a b .	0.00 a..
C	Acrobat	0.44 . b c	0.00 a..
D	Acrobat vroeg stoppen	0.06 a b .	0.06 a..
E	middel X	0.00 a . .	0.31 ab.
F	middel X vroeg stoppen	0.13 a b .	0.49 abc
G	branden	0.81 . . c	0.36 ab.
H	branden vroeg stoppen	0.69 . . c	0.65 .bc
O	onbehandeld	1.06 . . c	0.94 ..c

In 2010 leverde alleen de behandeling waarbij met middel X tot het eind van de teelt werd doorgespoten geen systemisch aangetaste plantuitjes op, zie ook Figuur 4. In 2009 was in dit object wel wat systemisch aantasting te zien. In 2010 werden de objecten A, C, E en G langer doorbehandeld dan in 2009. In 2009 werd bij Acrobat (lang doorspuiten) en Tridex (vroeg stoppen) geen systemische aantasting gevonden, zie Figuur 5. Loofbranden kon in geen van beide jaren het optreden van systemische aantasting voorkomen.



Figuur 4: De mate van loofaantasting door valse meeldauw in het veld (2010) en de symptoomexpressie in de biotoets in het daarop volgende najaar.

⁵ waarden die met verschillende letters zijn aangeduid zijn significant verschillend van elkaar



Figuur 5: De mate van loofaantasting door valse meeldauw in het veld (2009) en de symptoomexpressie in de biotoets in het daarop volgende voorjaar. In het najaar (2009) was geen systemische aantasting waargenomen.

De biotoets met de oogst van 2010 wordt in het voorjaar van 2011 herhaald. Uit eerder onderzoek was onduidelijk of biotoetsen in het najaar het tot expressie komen van valse meeldauw negatief beïnvloeden, of dat dit veroorzaakt werd door de gebruikte methode. Uit de resultaten van najaar 2010 blijkt dat als de omstandigheden gunstig zijn, valse meeldauw ook in het najaar tot expressie kan komen.

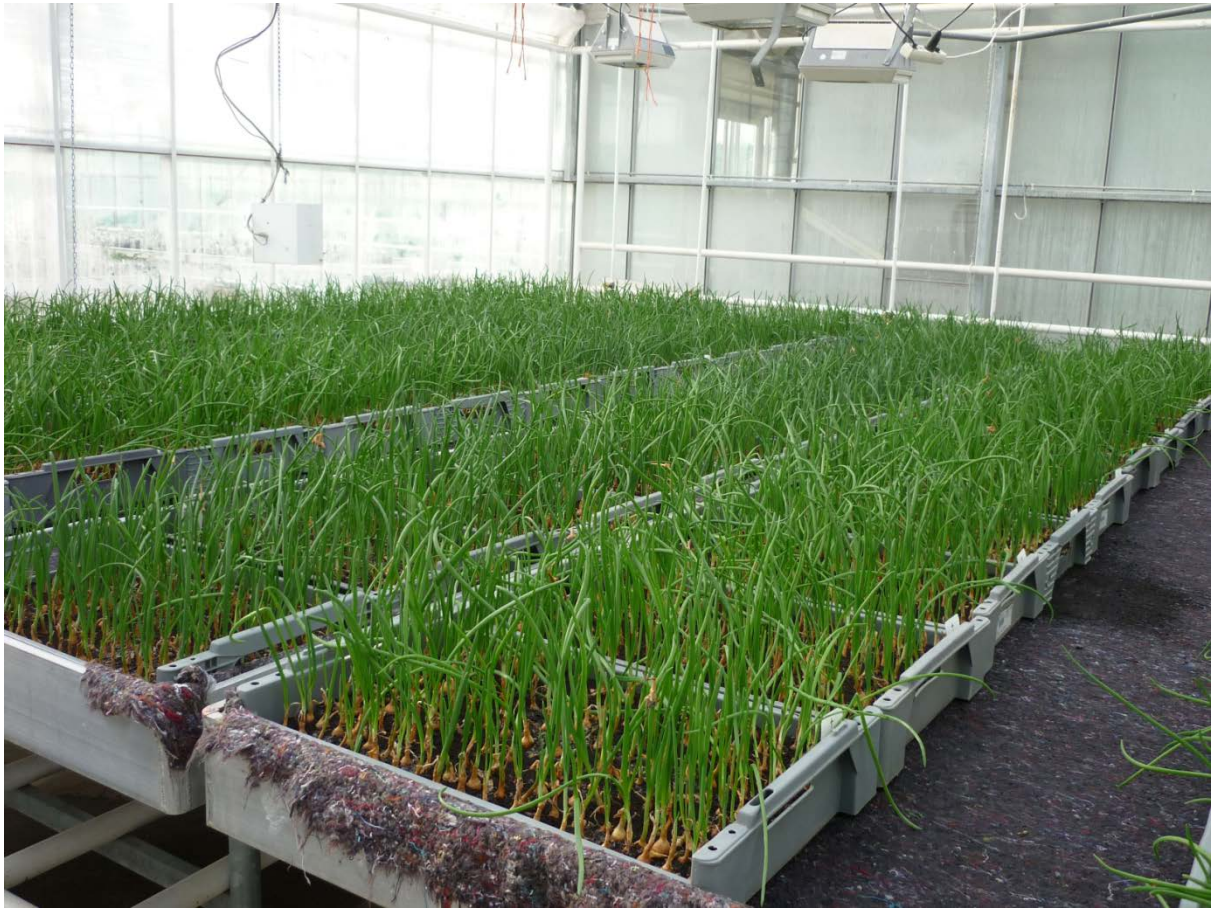


foto 11: biotoets in de kas waarbij 's nachts gemist wordt, najaar 2010

5.4 Conclusies

2010

- Bij middel X is geen valse meeldauw in het veld waargenomen tot 29 juli. Op 5 augustus werd wel aantasting waargenomen.
- Middel X houdt het gewas langer groen, wat leidde tot een hogere opbrengst dan de onbehandelde controle en de brandobjecten.
- Alleen bij doorspuiten met middel X tot het eind van de teelt werd in de biotoets geen systemische aantasting gevonden.
- 2 weken eerder stoppen met middel X, de andere fungicidenbehandelingen en branden konden systemische aantasting niet voorkomen.

2009

- Bij alle behandelingen werd valse meeldauw in het veld waargenomen.
- Alleen bij Acrobat (lang doorspuiten) en Tridex (vroeg stoppen) werd in de biotoets geen systemische aantasting gevonden.
- De andere fungicidenbehandelingen en branden konden systemische aantasting niet voorkomen.

6 Moleculaire detectie *Peronospora destructor* in plantuitjes

6.1 Inleiding

De ontwikkeling van een moleculaire toets voor het aantonen van valse meeldauw in plantuien geeft de mogelijkheid voor een snelle detectie van de ziekteverwekker in bijvoorbeeld 1e jaars plantuien. Voorwaarden voor een goede toets zijn dat deze specifiek is voor de detectie van de ziekteverwekker van valse meeldauw *Peronospora destructor*. Daarnaast is het belangrijk om vast te stellen wat de detectiegrens van de PCR is om zeker te zijn dat een negatieve uitslag in de PCR inderdaad betekend dat de getoetste uien daadwerkelijk vrij zijn van valse meeldauw.

De resultaten van de biotoets en de PCR methode worden met elkaar vergeleken om te zien of de resultaten overeenkomen en er sprake is van een betrouwbare toets. Deze vergelijking gebeurt op basis van individuele uitjes. Dit brengt voor de PCR – methode echter nog veel werk met zich mee, omdat dan nog 100-en uitjes individueel getoetst moeten worden. Een manier om de efficiëntie te verhogen is het maken van mengmonsters, bestaande uit meerdere uitjes en deze vervolgens te toetsen op de aanwezigheid van *P. destructor*. Door meerdere uitjes te gebruiken wordt het zieke materiaal als het ware verdund. Het is daarom van belang om na te gaan hoe groot de mengmonsters kunnen worden, zonder dat er een verkeerde conclusie getrokken wordt.

Uit eerder onderzoek was gebleken dat valse meeldauw zich bevindt in de groeiplaat van de ui. Een verdere verhoging van de efficiëntie zou kunnen zijn om alleen de groeiplaat te gebruiken bij de PCR-toets.

Om een idee te krijgen van de detectiegrens is een sporensuspensie van verschillende dichtheden getoetst in de PCR. Daarnaast zijn oösporen-achtige structuren uit geïnfecteerd bladmateriaal opgezuiverd en getoetst in de PCR.

6.2 Proefopzet

Plantuien

Uit een pre-screening (Rapport 2009) was gebleken dat plantuitjes van herkomst D de hoogste mate van besmetting vertoonden. Uitgebreide experimenten zijn uitgevoerd met dit materiaal. Daarnaast is van herkomst A alleen gewerkt met mengmonsters.

Van herkomst D zijn 100 individuele uitjes getoetst. Daarnaast zijn mengmonsters gemaakt van 10, 20, 50 en 100 uitjes. Van elke monstergrootte zijn 4 herhalingen gemaakt. Dezelfde opzet is gebruikt voor toetsing van de groeiplaten. Hierbij werd de bovenkant van de ui weggesneden, zodanig dat alleen de groeiplaat en omringend weefsel behouden werd voor de analyses.

Sporendichtheidreeks

Er is een verdunningsreeks van sporen van *Peronospora* gemaakt om de detectiegrens te bepalen voor deze PCR-methode:

monster 1 = 0 sporen/ml
monster 2 = 10 sporen/ml
monster 3 = 1 sporen/ml
monster 4 = $1.0 \cdot 10^2$ sporen/ml
monster 5 = $1.0 \cdot 10^3$ sporen/ml
monster 6 = $1.0 \cdot 10^4$ sporen/ml
monster 7 = $1.0 \cdot 10^5$ sporen/ml
monster 8 = $2.5 \cdot 10^5$ sporen/ml

Oösporen

Aangetast bladmateriaal bleek oösporen-achtige structuren te bevatten. Een eerste toets in 2009 met de

PCR leverde geen positief signaal op. Uit 12 bladeren zijn de oösporen-achtige structuren opgezuiverd. Deze monsters in 50 ml buizen met daarin oösporen/grond/pellet zijn vervolgens geconcentreerd, waarna het overblijvende materiaal gevriesdroogd is en getoetst in de PCR.

6.3 Resultaten en bespreking

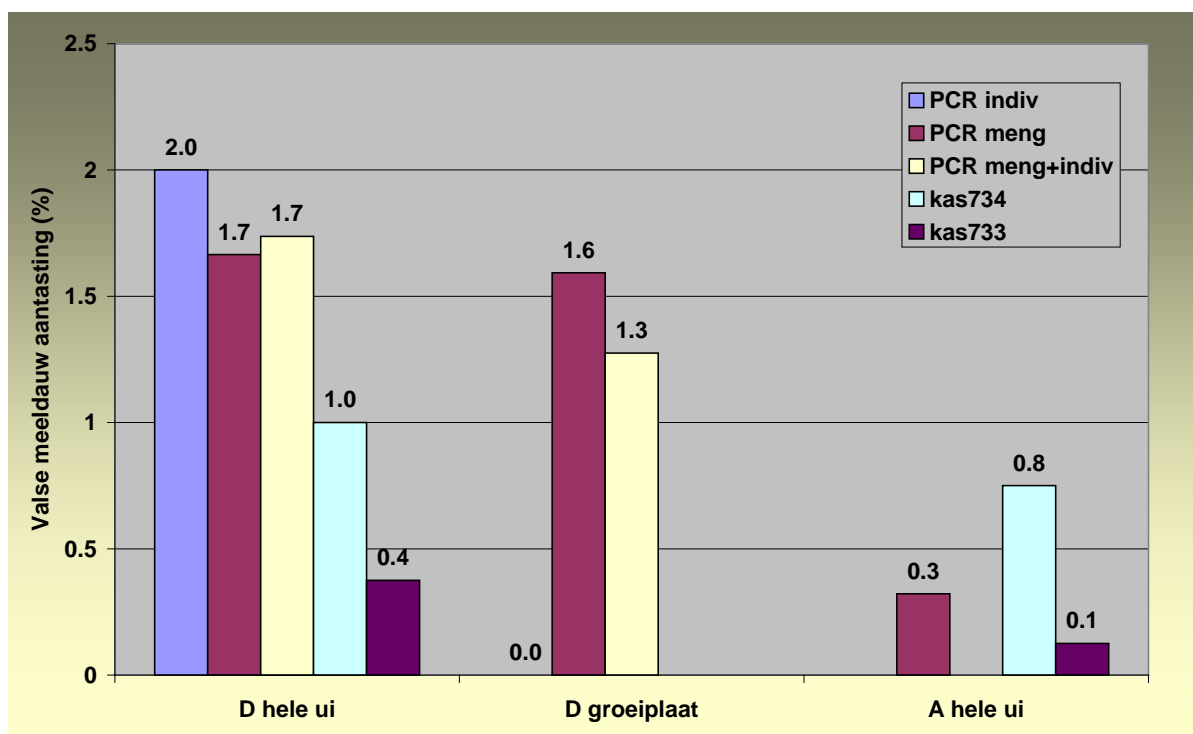
Zowel in herkomst A als in herkomst D werden positieve signalen gevonden met de PCR (tabel 14), wat duidt op de aanwezigheid van valse meeldauw in de beide partijen 1^e jaars plantuien. Opvallend was dat het individueel monsteren van de groeiplaat geen valse meeldauw opleverde. Dit duidt erop dat valse meeldauw niet noodzakelijkerwijs alleen in de groeiplaat aanwezig hoeft te zijn. In meerdere mengmonsters van de groeiplaten werd wel valse meeldauw aangetoond.

Tabel 14: **Getoetste 1^e jaars plantuien en het aantal positieve monsters, bij de verschillende herkomsten en monstergroottes.**

herkomst	monsterdeel	# monsters	# uitjes / monster	# monsters positief
D - A	hele ui	100	1	2
D - B	hele ui	4	10	0
D - C	hele ui	4	20	2
D - D	hele ui	4	50	1
D - E	hele ui	4	100	4
D - F	groeiplaat	100	1	0
D - G	groeiplaat	4	10	0
D - H	groeiplaat	4	20	1
D - I	groeiplaat	4	50	3
D - J	groeiplaat	4	100	3
A - A	hele ui	4	10	0
A - B	hele ui	4	20	1
A - C	hele ui	4	50	0

Op basis van de waarnemingen kan een schatting gemaakt worden van de mate van aantasting. Bij partij D werd op basis van individuele uitjes een besmettingsgraad gevonden van 2% met de PCR (100 analyses). Op basis van alleen de mengmonsters was dat iets lager 1.7% (Figuur 6). Om tot deze schatting te komen werden slechts 16 analyses gemaakt. De methode van mengmonsters lijkt daarmee efficiënter, doordat met minder werk toch een behoorlijk goede schatting van de mate van aantasting kon worden gegeven. Bij beoordeling van individuele groeiplaten werd geen valse meeldauw gevonden. Dit kan berusten op toeval, immers de mate van aantasting van de partij was laag. In de mengmonsters werd wel valse meeldauw aangetroffen, maar de berekende mate van aantasting was niet hoger dan bij toetsing van hele uien. Toetsing van groeiplanten leidde niet tot een hogere efficiëntie van de methode.

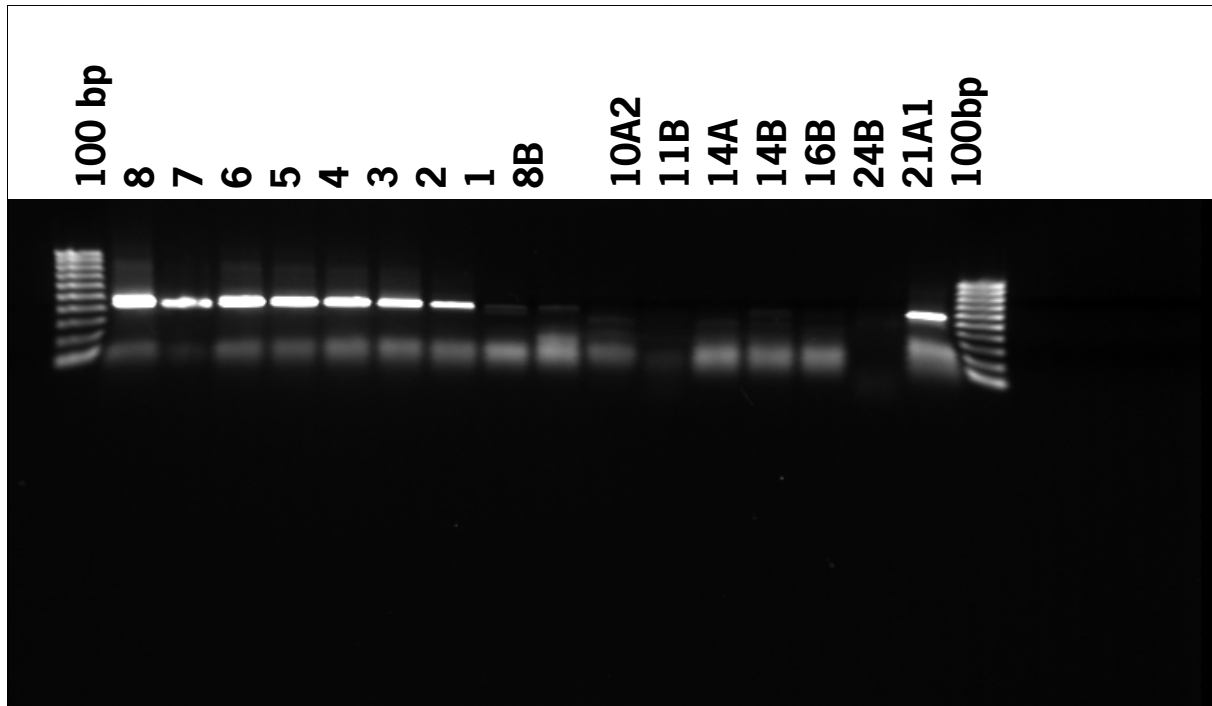
De mate van aantasting die gevonden werd met de biotoets was voor partij D lager. De biotoets is 2 x uitgevoerd en de mate van aantasting kwam op respectievelijk 1.0 en 0.4%. Zowel de PCR als de biotoets lieten zien dat beide partijen besmet waren. De PCR was in dit geval efficiënter dan de biotoets. Voor een PCR toets is het echter van groot belang dat er een goede bemonsteringstechniek aan ten grondslag ligt en dat de detectiegrens bekend is. Dit zal verder uitgezocht moeten worden. Bij de biotoets is het van groot belang dat omstandigheden gecreëerd worden om valse meeldauw tot expressie te laten komen.



Figuur 6: Schatting van het percentage geïnfecteerde 1^e jaars plantuien, gebaseerd op individuele monsters en mengmonsters.

Om een idee te krijgen van de detectiegrens werd een verdunningsreeks gemaakt van valse meeldauw sporen. In een suspensie kan de PCR de laagst getoetste waarde van 1 spore per ml nog aantonen (Figuur 7). Dit wijst er op dat de PCR methode zeer gevoelig is. Dit biedt tevens mogelijkheden voor toetsen met mengmonsters van uien. Uitgezocht moet nog worden tussen hoeveel meeldauw vrije plantenuien een besmette plantui kan worden opgespoord.

In 2009 en 2010 werden in met valse meeldauw besmette uienbladeren onder de microscoop structuren gevonden die leken op oösporen. Van de 12 monsters gezuiverde oösporen-achtige structuren lijkt er 1 een positief signaal te geven wat duidt op valse meeldauw. Verificatie van deze waarneming is nog nodig. Op basis van deze ene waarneming kan vooralsnog geen conclusie getrokken worden over het belang van oösporen in het ziekteproces.



Figuur 7: PCR op sporensuspensie van *P. destructor* (monsters 1 t/m 8) en op aanwezigheid geïsoleerde oösporen. De bandjes geven aan dat sprake is van valse meeldauw.

6.4 Conclusies

- Met de PCR werd een hogere aantastinggraad aangetoond dan met de biotoets bij partij D.
- De aantastinggraad waargenomen met de PCR op basis van mengmonsters was iets lager dan op basis van individuele uitjes. Het toetsen op mengmonsters is wel efficiënter.
- Toetsen van groeiplaat ten opzichte van individuele uitjes gaf geen verbetering.
- De bemonsteringstechniek (aantal monsters / omvang van de monsters) voor analyse via de PCR is van groot belang en moet nog verder uitgezocht worden.
- Zeer lage sporendichtheden kunnen nog aangetoond worden via de PCR methode, wat aangeeft dat de methode gevoelig is.
- Eén van de twaalf gezuiverde monsters met oösporen-achtige structuren gaf een signaal dat wijst op valse meeldauw. Verificatie is nodig. Het belang van oösporen in de epidemie blijft onduidelijk.

7 Loofbranden

7.1 Inleiding

Als het 's nachts niet al te warm is, er geen neerslag valt en de relatieve luchtvochtigheid gedurende meerdere uren de 100% benaderd kan *P. destructor* sporuleren. Deze sporen worden in de ochtend met de wind verspreid en kunnen vervolgens nieuwe infecties in het gewas veroorzaken. Indien sporulatie kan worden voorkomen of als sporen gedood worden, stopt de epidemie of wordt deze tenminste vertraagd. Om na te gaan wat het effect van branden is op de vitaliteit van de sporen en de ontwikkeling van de valse meeldauw epidemie is een proef uitgevoerd in een met valse meeldauw geïnoculeerd perceel.

1. één object wordt niet gebrand
2. andere objecten worden met verschillende rijsnelheden (3)
3. en hoogtes van de brander (2) gebrand

Vervolgens zijn monsters genomen om te kijken wat het effect van het branden is op de vitaliteit van de valse meeldauw sporen. Hiertoe zijn sporen verzameld boven, midden en onderin het gewas en is het kiempercentage bepaald. Verder is gekeken hoe snel na branden opnieuw sporulatie is ontstaan op het gewas en hoe de valse meeldauw zich ontwikkeld heeft. Tenslotte is een opbrengstbepaling uitgevoerd en is gekeken naar het effect van branden op de bewaarbaarheid van de uien.

7.2 Proefopzet

Er is bij verschillende rijsnelheden en brandhoogtes gebrand en er is zowel één keer als drie keer gebrand. De brandhoogtes zijn afgesteld op ongeveer gewashoogte (ca. 50 cm) en iets lager (ca. 42 cm). De resultaten zijn vergeleken met onbehandelde en wekelijks bespoten objecten, zie tabel 15.

Tabel 15: **Proefdata van de verschillende objecten in de loofbrandproef**

object	behandeling	hoogte brander	rijsnelheid (km/h)	behandelingsdata
A	chemisch	-	-	wekelijks
B	3 keer branden	50 cm	2	28-7, 2-8 en 11-8
C	3 keer branden	50 cm	4	28-7, 2-8 en 11-8
D	3 keer branden	50 cm	6	28-7, 2-8 en 11-8
E	3 keer branden	42 cm	2	28-7, 2-8 en 11-8
F	3 keer branden	42 cm	4	28-7, 2-8 en 11-8
G	3 keer branden	42 cm	6	28-7, 2-8 en 11-8
H	1 keer branden	50 cm	2	30-7
I	1 keer branden	50 cm	4	30-7
J	1 keer branden	50 cm	6	30-7
K	1 keer branden	42 cm	2	30-7
L	1 keer branden	42 cm	4	30-7
M	1 keer branden	42 cm	6	30-7
O	onbehandeld	-	-	-



foto 12: loofbranden van de zaaiuien op 30 juli



foto 13: gewas twee dagen na loofbranden op 42 cm hoogte bij 2 km/h

Bij de objecten die één keer gebrand zijn, zijn temperatuurmetingen met temperatuurstrips uitgevoerd op verschillende hoogtes in het gewas. Na het branden zijn bij deze objecten monsters van sporulerend blad genomen om te kijken wat het effect van het branden is op de vitaliteit van de valse meeldauw sporen. Hiertoe zijn sporen boven, midden en onderin het gewas verzameld en is het kiempercentage bepaald. Van elk veldje is 5 bij 1,5 meter handmatig gerooid en de opbrengst bepaald. In december en in februari is de kwaliteit van de bewaarde uien beoordeeld. Er is beoordeeld op mate van uitloop en op zwarte halzen.

7.3 Resultaten en bespreking

De temperatuurstrips (met een bereik van 36 tot 154°C) zijn op stokken op verschillende hoogtes in het gewas geplaatst. 'Hoog' was ca. 36 cm hoog bij de brander op 50 cm (gewashoogte) en 29 cm hoog bij de brander op 42 cm (brander gaat net door gewas). 'Midden' was op ca. 21 cm hoogte en 'Laag' op 12 cm.

Uit tabel 16 blijkt dat laag in het gewas op ca. 12 cm geen temperaturen boven de 36 graden werden gemeten. Ook midden in het gewas op ca. 21 cm hoogte en zelfs hoog in het gewas (ca. 13-14 cm onder de brander) is die temperatuur vaak niet waargenomen, met name bij hoge rijsnelheden. Hoe lager de rijsnelheid, hoe hoger de gemeten temperatuur. Het is mogelijk dat de rijsnelheden te hoog waren, waardoor de blootstellingsduur van de warmtestrips te kort was om een goede weergave te geven van de temperatuur. De strips geven een indicatie van de temperatuurverschillen op verschillende hoogtes in het gewas onder de verschillende behandelingen.

Tabel 16: **Temperatuurmetingen op verschillende gewashoogtes bij verschillende objecten in de loofbrandproef**

object	hoogte brander	rijsnelheid (km/h)	temperatuur in °C		
			hoog	midden	laag
H	50 cm (gewashoogte)	2	82 - >154	< 36 - 46	< 36
I	50 cm	4	< 36 - 93	< 36 - 46	< 36
J	50 cm	6	< 36 - 71	< 36	< 36
K	42 cm	2	65 - 75	< 36 - 65	< 36
L	42 cm	4	< 36 - 65	< 36	< 36
M	42 cm	6	< 36 - 46	< 36	< 36

Gemiddeld genomen lijkt het erop dat branden bij een lagere rijsnelheid een lager kiemingspercentage geeft dan branden bij hoge rijsnelheid. Wordt de brander hoger afgesteld, dan worden de sporen hoger in het gewas beter gedood. Wordt de brander lager afgesteld, dan worden de sporen hoog in het gewas juist minder afgedood, mogelijk door parapluwerking, zie tabel 17. Sporen die hoog in het gewas gevormd worden, kunnen makkelijker aan het gewas ontsnappen dan sporen die laag in het gewas aanwezig zijn. Om de epidemie te vertragen is het daarom wenselijker de brander zo af te stellen dat deze het gewas niet of nauwelijks ombuigt.

Tabel 17: **Kiemingspercentage van sporen op verschillende gewashoogtes bij verschillende objecten in de loofbrandproef**

object	hoogte brander	rijsnelheid (km/h)	hoog	midden	laag	gemiddeld
A	wekelijkse bespuitingen		2.2	1.6	0.0	1.2
H	50 cm	2	0.8	1.3	1.6	1.3
I	50 cm	4	0.6	10.6	2.5	4.6
J	50 cm	6	1.4	6.3	11.8	6.5
K	42 cm	2	0.1	5.0	0.3	1.8
L	42 cm	4	11.3	1.2	1.0	4.5
M	42 cm	6	18.0	2.2	0.5	6.9
O	onbehandeld		2.5	10.8	3.6	5.6
<i>gemiddeld</i>		<i>2</i>	<i>0.5</i>	<i>3.2</i>	<i>1.0</i>	<i>1.6</i>
<i>gemiddeld</i>		<i>4</i>	<i>6.0</i>	<i>5.9</i>	<i>1.8</i>	<i>4.6</i>
<i>gemiddeld</i>		<i>6</i>	<i>9.7</i>	<i>4.3</i>	<i>6.2</i>	<i>6.7</i>
<i>gemiddeld</i>	<i>50 cm</i>		<i>0.9</i>	<i>6.1</i>	<i>5.3</i>	<i>4.1</i>
<i>gemiddeld</i>	<i>42 cm</i>		<i>9.8</i>	<i>2.8</i>	<i>0.6</i>	<i>4.4</i>

Op 5 augustus werd bij de veldjes die op 2 augustus gebrand waren nieuwe sporulatie gevonden, zie bijvoorbeeld foto 14.



foto 14: Nieuwe sporulatie zichtbaar op 5 augustus onderin het gewas in object G (2 keer gebrand op 28 juli en 2 augustus op 42 cm hoogte, 6 km/h)

Op 5 augustus werd alleen in object E (gebrand op 28 juli en 2 augustus op 42 cm bij 2 km/h) en object L (gebrand op 30 juli op 42 cm bij 2 km/h) significant minder valse meeldauw aantasting waargenomen dan onbehandeld, zie tabel 18. Verschillen in de mate van *Stemphyllium* aantasting werden niet waargenomen. Drie dagen na branden, begin augustus, werd alweer sporulatie zichtbaar. In de tweede week van augustus nam de valse meeldauw aantasting in de hele proef snel toe. Op 13 augustus werd bij de veldjes die op 11 augustus gebrand waren, nieuwe sporulatie gevonden. Dat is al twee dagen na het branden. Dit geeft aan dat door te branden de vitaliteit van de op dat moment gevormde sporen wel verminderd, maar dat onder gunstige omstandigheden voor sporulatie vanuit de niet gebrande delen weer opnieuw sporulatie kan optreden.

Drie keer laag (op 42 cm) en langzaam (2 km/uur) branden gaf uiteindelijk het beste bestrijdingseffect op valse meeldauw, net als het chemische object, zie tabel 18.

Tabel 18: **Aantasting door valse meeldauw en Stemphylium bij verschillende objecten in de loofbrandproef**

object	behandeling	hoogte brander	rij snelheid (km/h)	% VM		% pijpjes VM		Stemphylium (0-5)
				5 aug		13 aug		5 aug
A	chemisch	-	-	11,5	.bc	47	a.	2,0
B	3 x branden	50 cm (gewashoogte)	2	10,5	.bc	97	.b	2,3
C	3 x branden	50 cm	4	12,5	.bc	96	.b	1,8
D	3 x branden	50 cm	6	8,5	.bc	93	.b	2,0
E	3 x branden	42 cm	2	2,5	a..	48	a.	1,5
F	3 x branden	42 cm	4	12,0	.bc	100	.b	2,3
G	3 x branden	42 cm	6	18,8	.bc	99	.b	2,5
H	1 x branden	50 cm	2	13,8	.bc	91	.b	2,5
I	1 x branden	50 cm	4	17,3	.bc	97	.b	2,5
J	1 x branden	50 cm	6	12,3	.bc	99	.b	2,3
K	1 x branden	42 cm	2	9,1	ab.	95	.b	1,8
L	1 x branden	42 cm	4	6,0	ab.	98	.b	1,8
M	1 x branden	42 cm	6	19,3	.bc	98	.b	2,5
O	onbehandeld	-	-	21,0	..c	99	.b	2,3

Op 1 september is de proef gerooid. In tabel 19 is de opbrengst bij de verschillende objecten weergegeven. De chemische behandelingen gaven een significant hogere opbrengst dan de gebrande en de onbehandelde objecten. Object E (drie keer laag (op 42 cm) en langzaam (2 km/uur) branden) gaf een significant lager percentage valse meeldauw aantasting, maar ook een significant lagere opbrengst dan onbehandeld. Waarschijnlijk was de valse meeldauw aantasting laag door gewasschade veroorzaakt door het branden. Slechts één loofbrand-object gaf een hogere opbrengst dan onbehandeld, maar dit was niet significant.

Gemiddeld genomen is de opbrengst bij één keer branden hoger dan bij drie keer branden. En gemiddeld genomen levert branden op 50 cm een hogere opbrengst op dan op 42 cm en leveren hogere rijnsnelheden een hogere opbrengst.

Tabel 19: **Opbrengst bij verschillende objecten in de loofbrandproef**

object	behandeling	hoogte brander	rijnsnelheid (km/h)	opbrengst (ton/ha)	
A	chemisch	-	-	57,6 ⁶ g
B	3 x branden	50 cm (gewashoogte)	2	43,4	a b c d . . .
C	3 x branden	50 cm	4	47,0	. . . d e f .
D	3 x branden	50 cm	6	49,5 f .
E	3 x branden	42 cm	2	40,8	a b
F	3 x branden	42 cm	4	40,4	a
G	3 x branden	42 cm	6	47,0	. . . d e f .
H	1 x branden	50 cm	2	45,0	. b c d e . .
I	1 x branden	50 cm	4	46,5	. . . d e f .
J	1 x branden	50 cm	6	47,0	. . . d e f .
K	1 x branden	42 cm	2	41,5	a b c
L	1 x branden	42 cm	4	46,8	. . . d e f .
M	1 x branden	42 cm	6	45,4	. . c d e f .
O	onbehandeld	-	-	48,5 e f .
<i>gemiddeld</i>	<i>1 x branden</i>			<i>45,4</i>	
	<i>3 x branden</i>			<i>44,7</i>	
		<i>42 cm</i>		<i>43,6</i>	
		<i>50 cm</i>		<i>46,4</i>	
			<i>2</i>	<i>42,7</i>	
			<i>4</i>	<i>45,2</i>	
			<i>6</i>	<i>47,2</i>	

⁶ waarden die met verschillende letters zijn aangeduid zijn significant verschillend van elkaar

In december zijn de uien visueel beoordeeld. Op dat moment waren er geen verschillen in uiterlijk tussen de uien van de verschillende behandelingen te zien. Vervolgens zijn de uien nog drie maanden bewaard. Omdat de uien niet behandeld waren met MH werd beginnende uitloop waargenomen. De MH behandeling werd achterwege gelaten om de resultaten toepasbaar te maken voor de biologische teelt, waar verwacht mag worden dat eventueel gebrand wordt om valse meeldauw te beheersen.

In februari is de kwaliteit van de bewaarde uien beoordeeld. De mate van uitloop is beoordeeld met een cijfer (1 = alles uitgelopen; 10 = geen uitloop). Bij sommige uien is ook bruinverkleuring en zacht weefsel rond de hals waargenomen, zie foto. Het percentage uien met zwarte halzen is daarom vastgesteld.



Foto 15 en 16: Zwarte halzen na 5 maanden bewaring

Uit tabel 20 blijkt dat alleen bij het chemische object een significant hoger cijfer (dus minder uitloop) werd geconstateerd dan bij het onbehandelde object. De uitloop bij de gebrande objecten is vergelijkbaar met het onbehandelde object. Bij alle gebrande objecten bleek het percentage zwarte halzen hoger te zijn dan bij onbehandeld. Mogelijk sluiten de halzen bij branden niet goed af, waardoor schimmels beter kunnen binnendringen. In het object dat het meest intensief gebrand is (namelijk drie keer, op 24 cm, bij 2 km/h) werden de meeste zwarte halzen waargenomen. Gemiddeld genomen geldt dat hoe vaker, hoe lager en hoe langzamer men brandt, des te meer zwarte halzen worden waargenomen.

Tabel 20: **Kwaliteit uien afkomstig uit de bewaring waargenomen begin februari bij verschillende objecten in de loofbrandproef**

object	behandeling	hoogte brander	rijsnelheid (km/h)	Uitloop (cijfer 1-10)	zwarte halzen (%)
A	chemisch	-	-	9.0 ⁷ b	0.1 a b
B	3 x branden	50 cm (gewashoogte)	2	8.0 a	1.6 . . c d e .
C	3 x branden	50 cm	4	8.3 ab	1.5 . . . d e f
D	3 x branden	50 cm	6	8.5 ab	0.8 . . c d . .
E	3 x branden	42 cm	2	8.0 a	2.9 f
F	3 x branden	42 cm	4	8.0 a	1.6 . . . d e f
G	3 x branden	42 cm	6	8.5 ab	1.4 . . . d e .
H	1 x branden	50 cm	2	7.8 a	1.4 . . . d e .
I	1 x branden	50 cm	4	8.0 a	0.4 . b c . . .
J	1 x branden	50 cm	6	8.3 ab	1.1 . . c d e .
K	1 x branden	42 cm	2	7.8 ab	2.4 e f
L	1 x branden	42 cm	4	8.5 ab	1.0 . . c d . .
M	1 x branden	42 cm	6	8.3 ab	1.6 . . . d e f
O	onbehandeld	-	-	8.0 a	0.0 a
<i>gemiddeld</i>	<i>1 x branden</i>			8.1	1.3
	<i>3 x branden</i>			8.2	1.6
		<i>42 cm</i>		8.2	1.8
		<i>50 cm</i>		8.1	1.1
			<i>2</i>	7.9	2.1
			<i>4</i>	8.2	1.1
			<i>6</i>	8.4	1.2

7.4 Conclusies

- In de onbehandelde controle werd de meeste valse meeldauw waargenomen, maar dit was niet altijd significant verschillend van de andere objecten.
- In het object dat het meest intensief gebrand is (namelijk drie keer, op 42 cm, bij 2 km/h) werd de minste valse meeldauw waargenomen, waarschijnlijk als gevolg van gewasschade.
- Soms werd twee dagen na het branden opnieuw sporulatie waargenomen.
- Branden bij 2 of 4 km/uur onderdrukt de kiemkracht van de sporen. Naarmate de rijsnelheid lager is bleek de sporenkieming beter geremd te worden.
- Branden met een rijsnelheid van 6 km / uur had geen effect op de sporenkieming.
- De schade door valse meeldauw bedroeg dit jaar ongeveer 9 t/ha als de vergelijking gemaakt wordt tussen geïntegreerde bestrijding (chemisch) van valse meeldauw en de onbehandelde controle.
- Geen van de objecten die gebrand werden gaven een significant hogere opbrengst dan de onbehandelde controle.
- Bij die objecten die het meest intensief werden gebrand (B, E, F, K) was sprake van een significant lagere opbrengst.
- Gemiddeld genomen is de opbrengst bij één keer branden hoger dan bij drie keer branden.
- Gemiddeld genomen levert branden op 50 cm (gewashoogte) een hogere opbrengst op dan op 42 cm (brander strijkt door het loof).
- Gemiddeld genomen geven hogere rijsnelheden bij het branden een hogere opbrengst.
- Bij het meest intensief gebrande object werden na bewaring de meeste zwarte halzen

⁷ waarden die met verschillende letters zijn aangeduid zijn binnen een kolom significant verschillend van elkaar

- waargenomen, waarschijnlijk als gevolg van het minder goed afsluiten van de nekken.
- Het is belangrijk om alleen dan te branden als er aantasting is die leidt tot sporulatie om zo de epidemie te kunnen vertragen. Brandtijdstippen kiezen op basis van een sporenverspreidingsmodel kan mogelijk leiden tot een betere timing.

8 Sporenverspreidingsmodel

8.1 Inleiding

P. destructor, de veroorzaker van valse meeldauw in ui, kan zich verspreiden via sporen door de lucht. De wijze van verspreiding is vergelijkbaar met die van *Phytophthora infestans*. De momenten waarop sporen geproduceerd worden, verspreid worden en de afstand waarover ze verspreid worden is specifiek voor elke ziekteverwekker afzonderlijk, zo ook voor *P. destructor*. Voor *P. infestans* bestaan gevalideerde modellen die de sporenverspreiding kunnen berekenen, aan de hand van gemeten of voorspelde weersgegevens. In de WUR *P. infestans* bestrijdingsstrategie wordt rekening gehouden met het vermogen van de atmosfeer sporen levend te verspreiden door een bespuiting uit te stellen op dagen die ongunstig zijn voor verspreiding. Doel van het huidige onderzoek is een verspreidingsmodel te maken specifiek voor *P. destructor*.

8.2 Opzet

Literatuur over de biologie van valse meeldauw is opgezocht. Voor realisatie van de doelstellingen is aanpassing nodig van twee (samenwerkende) modellen: Het epidemiologisch model voor *P. infestans* moet aangepast worden zodat het de biologie van *P. destructor* gaat weergeven. Daarnaast moet het sporenverspreidingsmodel worden aangepast zodat het de verspreiding van *P. destructor* sporen gaat weergeven. Het laatste model is een meteorologisch/fysisch model voor de verspreiding van kleine deeltjes in de atmosfeer. De fysische sporeneigenschappen “terminale valsnelheid” en “gevoeligheid voor natuurlijk UV” maken de relaties soort-specifiek. In tegenstelling tot de situatie bij *P. infestans* zijn deze parameters voor *P. destructor* niet direct beschikbaar uit de relevante literatuur en moesten ze afgeleid worden van bekende parameters voor ziekteverwekkers/schimmels met soortgelijke sporen qua afmetingen en UV-gevoeligheid (kleur en structuur van de celwand. Afgezien van deze beide parameters kan het verspreidingsmodel, zoals dat ontwikkeld is voor *P. infestans*, vanwege zijn generieke en fysische karakter intact blijven.

Het verspreidingsmodel wordt gekoppeld aan een biologisch/epidemiologisch model wat de levenscyclus van *P. destructor* kwantitatief beschrijft. Met name de dynamiek van productie en vrijkomen van sporen is voor de huidige doelstellingen belangrijk. Dit model wordt geprogrammeerd door een beroep te doen op kwantitatieve beschrijvingen van de biologische processen zoals die zijn opgenomen in de bestaande modellen ZWIPERO en DOWNCAST.

Met behulp van deze modelstudie worden de risicomomenten voor infectie en de verspreidingscapaciteit van *P. destructor* beter, kwantitatief, in beeld gebracht.

8.3 Resultaat

8.3.1 Terminale valsnelheid *P. destructor* sporen

De afmetingen van de sporen van *P. destructor* zijn bepaald aan de hand van microscoop foto's van sporen afkomstig van aangetaste uien. De gemiddelde afmetingen van de sporen waren 26 x 60 µm, groter (met name langer) dan *P. infestans* sporen die gemiddeld 20 x 30 µm meten. De terminale valsnelheid (Vs) voor *P. destructor* sporen is niet beschikbaar in de (voornamelijk oude) literatuur waardoor het noodzakelijk werd deze te schatten m.b.v. een benadering (McCubbin, 1944):

$$V_s = (\text{Lengte} \times \text{Breedte})/40$$

Deze benadering is het resultaat van regressie analyse van de gemeten terminale valsnelheid op lengte en breedte van ellipsvormige sporen. Voor *P. destructor* resulteert dit in een Vs van 3.96 cm/sec. Deze schatting is waarschijnlijk aan de hoge kant aangezien de gemeten Vs voor *P. infestans* 0.85 cm/sec

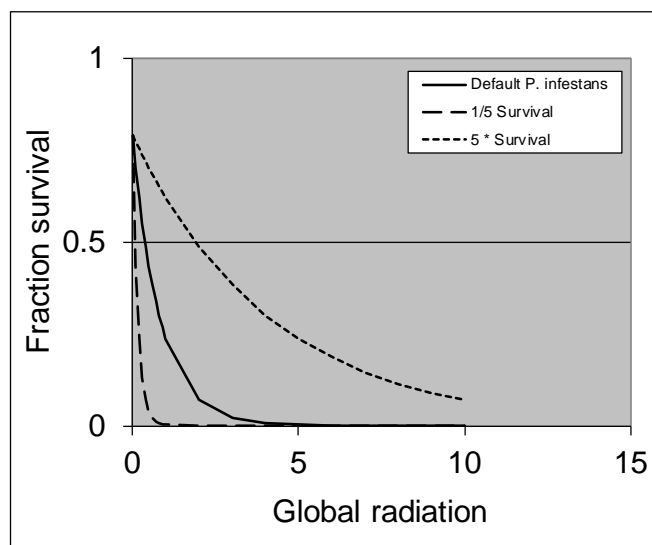
bedraagt terwijl bovenstaande benadering een waarde van 1.5 cm/sec oplevert. In het algemeen leidt een hogere terminale valsnelheid tot een beperktere verspreiding via de atmosfeer.

8.3.2 UV-gevoeligheid

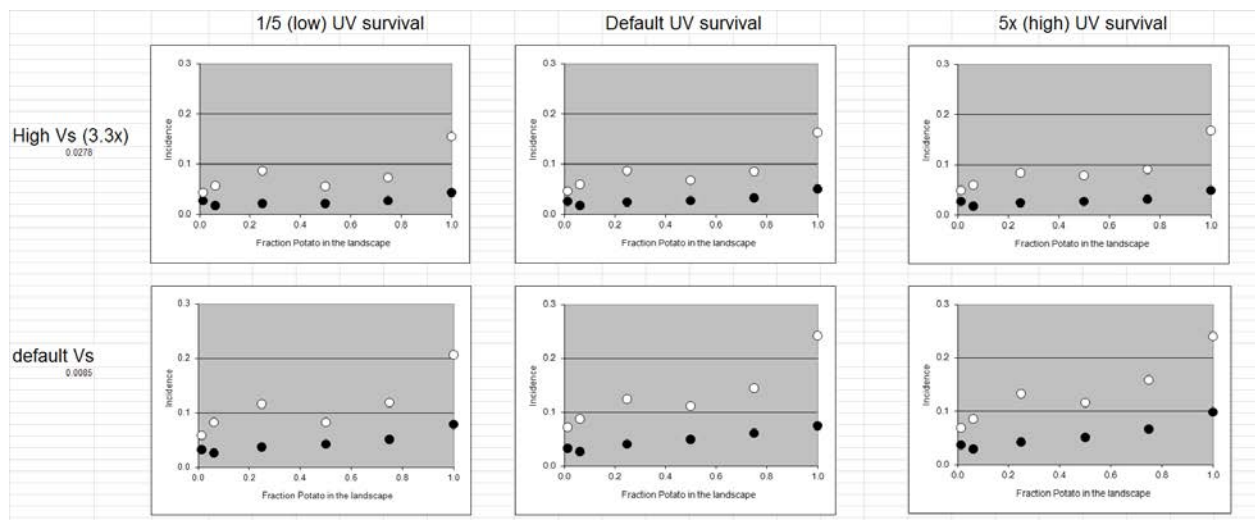
Sporen van *P. destructor* zijn licht gepigmenteerd in vergelijking met sporen van *P. infestans* die zo goed als doorzichtig zijn. Hierdoor zijn *P. destructor* sporen iets minder gevoelig voor UV. In het algemeen leidt verminderde gevoeligheid voor natuurlijk UV tot betere mogelijkheden voor verspreiding via de atmosfeer. Omdat de gevoeligheid voor UV van *P. destructor* sporen niet bepaald is en niet beschikbaar is in de literatuur wordt eerst een gevoeligheids analyse gedaan naar het effect van UV-gevoeligheid op verspreiding en overleving van sporen. Hiervoor worden 3 niveaus van UV-gevoeligheid (Figuur 8) meegenomen in verspreidingsberekeningen en wordt gekeken naar het effect van deze 3 niveaus op de uitkomst. Tevens is hierin het effect van een te hoge terminale valsnelheid meegenomen.

De resultaten van deze gevoeligheidsanalyse laten zien dat de resulterende epidemie op regioniveau relatief ongevoelig is voor de waarde van de parameter voor UV-gevoeligheid (vergelijk 3 grafiekjes per rij). De resultaten voor de 3 niveaus UV gevoeligheid zijn nagenoeg gelijk. Het is dus niet nodig te investeren in het nauwkeurig bepalen van deze parameter.

De resultaten laten ook zien dat het eindresultaat in beperkte mate gevoelig is voor de gekozen waarde voor de terminale valsnelheid voor sporen (V_s) (vergelijk de 2 grafiekjes per kolom) en dat een hogere waarde voor V_s verspreiding door de regio enigszins beperkt. Dit pleit voor een nauwkeuriger bepaling van V_s voor *P. destructor* zeker als we *P. infestans* als referentiekader willen blijven gebruiken.



Figuur 8. Overleving van sporen onder invloed van zonlicht (Globale straling, W/m^2). De doorgetrokken lijn geeft de overleving van *P. infestans* sporen weer. Beide gestippelde lijnen geven de overleving weer van sporen die respectievelijk 5x gevoeliger dan wel 5x minder gevoelig zijn voor zonlicht/natuurlijk UV.



Figuur 9: Effect van de fractie waardplant (potato) in het landschap op incidentie (fractie aangetaste velden) aan het eind van het seizoen. Het default scenario (midden onder) geeft de situatie voor *P. infestans* weer. De andere panels geven de resultaten weer onder invloed van aangepaste parameters voor terminale valsnelheid (V_s) en gevoeligheid voor natuurlijk UV. De situatie voor *P. destructor* wordt het best benaderd door de grafiek rechts boven waarin een hogere V_s gecombineerd wordt met een lagere gevoeligheid voor UV. De beide merkers geven de resultaten weer voor mengels van resistente en vatbare planten binen velden (●) en tussen velden (○).

8.3.3 Epidemiologisch model

Het epidemiologisch model wordt momenteel opgebouwd waarbij de levenscyclus van *P. destructor* en het bestaande Phytophthora model als uitgangspunt wordt gebruikt samen met de klimaatrelaties zoals die zijn weergegeven in ZWIPERO en DOWNCAST.

8.4 Conclusies

- Uit simulatie-studies bij *P. infestans* lijkt het effect van gevoeligheid voor UV weinig effect te hebben op het verloop van de epidemie. Dit geldt naar verwachting ook voor *P. destructor*. Het is niet nodig om voor het model uitgebreide studie te doen naar UV – gevoeligheid van *P. destructor* sporen.
- De terminale valsnelheid beïnvloedt de verspreiding wel. De berekende terminale valsnelheid voor *P. destructor* sporen is een benadering. Een betere bepaling kan het model verbeteren.
- Het epidemiologisch model wordt opgebouwd.

Bijlage 1: Output 2010

Publicaties

- Bert Evenhuis en Joanneke Spruijt. Plantuien 'koken' luistert nauw. Boerderij 29 juni 2010.
- Evenhuis, A. (2010). Beheersing valse meeldauw in uien. BioKennis nieuws, 2010(26-08-2010). BO-12.10, OVR-PPO.

Verslagen

- R. Meier, A. Evenhuis, C. Topper en M. Krijger (PRI). Beheersing valse meeldauw (*Peronospora destructor*) in uien. Proefjaar 2009: 33 p.

Ui & peen manifestatie

- Bert Evenhuis, Joanneke Spruijt, Rinske Meier & Corina Topper. Beheersing valse meeldauw in ui. Themadag uien 19 augustus, Ui & Peen manifestatie 2010.

Presentaties

- Evenhuis, A. et al, 2010. Beheersing van valse meeldauw in de biologische uienteelt. Innovatiewerkgroep Ziekten en Plagen, Lelystad, 23 juni;

Bijlage 2: Temperatuurverloop warm waterbehandelingen

