



Parapluplan Gerbera
"beheerzing van botrytis door efficiënter energiegebruik"

Bestrijding van Botrytis in gerbera tijdens de teelt en in de na-oogstfase

Deelproject 4 van Parapluplan Gerbera: kasklimaat, energie en botrytis bij gerbera; oorzaak, verband en maatregelen

E.A. van Os, J. D. Hofland-Zijlstra, R. Hamelink, G. van Leeuwen



Referaat

Botrytis kan veel schade geven in de na-oogstfase van gerberabloemen. Het doel van dit onderzoek is het bepalen van de meest effectieve bestrijdingsmethode in de teelt of in de na-oogstfase. Hiervoor zijn eerst de huidige middelen en methodieken geïnventariseerd en vervolgens zijn de beste methoden geselecteerd en op labschaal uitgetest en daarna onder praktijkomstandigheden getoetst. Het blijkt dat een specifieke botrytis bestrijding het beste in de na-oogstfase kan worden uitgevoerd en niet in de teeltfase. UV belichting en Aquanox (verneveling van een zoutoplossing) bieden hiervoor de meeste perspectieven. Aquanox dient sterk bloemgericht te worden verneveld om >90% reductie in kleine lesies te krijgen. In een laboratoriumopstelling is een dosis effect relatie voor UV belichting vastgesteld. Om meer dan 90% reductie in lesies te krijgen is 200 - 350 mJ/cm² UV-C licht nodig. Onder hoge intensiteiten bestaat er bij enkele cultivars kans op brandschade (>350 mJ/cm²). Testen zijn uitgevoerd met lage druk lampen. De vereiste intensiteit wordt bereikt door een juiste combinatie van afstand bloem/lamp, tijdsduur en lichtsterkte. Gebruik van UV lampen in een sorteermachine vereist een zeer hoge lichtsterkte omdat de belichtingstijd zeer kort is. Oriënterende proeven met UV middendruk lampen geven wel mogelijkheden, maar de warmteontwikkeling is vooralsnog te hoog om direct ingezet te kunnen worden. Lage druk lampen hebben in de sorteermachine het nadeel dat zeer veel lampen achter elkaar nodig zijn, terwijl daar geen ruimte voor is. Voor de gerberatelers is een praktijkadvies opgesteld om UV belichting in de na-oogstfase toe te passen tegen botrytis voor inbouw in een sorteermachine en voor zelfstandige toepassing.

© 2010 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 48 60 01
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

Referaat		2
1	Inleiding Deelproject 4 - Bestrijding	5
	1.1 Probleemstelling	5
	1.2 Doel van het onderzoek	5
	1.3 Plan van aanpak	5
2	Fase 1: Inventarisatie van middelen en methoden	7
	2.1 Huidige bestrijding van botrytis	7
	2.2 Alternatieve bestrijdingsmethoden voor botrytis	9
	2.3 Welke methoden zijn perspectiefvol?	11
	2.4 Conclusies Fase 1	12
3	Fase 2: Effectiviteit van geselecteerde bestrijdingsmethoden	13
	3.1 Effectiviteit van Aquanox tegen botrytis	13
	3.2 Effectiviteit van UV-C licht tegen botrytis	15
4	Fase 3: Praktijktesten	21
5	Conclusies	31
6	Praktijkadvies voor toepassing UV belichting	33
7	Literatuur	35

1 Inleiding Deelproject 4 - Bestrijding

1.1 Probleemstelling



Aantasting door botrytis bij gerberabloemen vormt een probleem in alle processen van de keten. Beheersing van het probleem is vooral gebaseerd op preventieve maatregelen zoals veredeling, klimaatbeheersing in de teelt en keten, optimale productbehandeling en hygiëne. Deze facetten zijn in andere deelprojecten van het “Parapluplan Botrytis in relatie tot energie bij gerbera” onderzocht. Naast preventieve maatregelen is er ook grote behoefte aan effectieve bestrijding van botrytis in gerbera. Chemische bestrijding van botrytis in de sierteelt wordt tot op heden beperkt toegepast. Aantasting van de bloem is namelijk moeilijk te bestrijden zonder nadelige gevolgen voor het product zoals bloemschade. In het verleden waren nog wel enkele effectieve middelen beschikbaar voor bijvoorbeeld ruimtebehandeling maar de toelating van deze middelen is inmiddels komen te vervallen.

Binnen het Innovatie Netwerk Gerbera is aangegeven dat er een behoefte is aan een effectieve bestrijding van sporen van botrytis waarmee de ontwikkeling van botrytis op gerbera bloemen na de oogst geremd kan worden. Bestrijding van Botrytis na de oogst is niet los te zien van de omstandigheden en bestrijding tijdens de teelt. Bestrijdingsmogelijkheden in beide fasen zijn daarom in dit project onderzocht.

1.2 Doel van het onderzoek

Bepalen van de mogelijkheden van een effectieve bestrijding van *Botrytis cinerea* bij gerberabloemen in de teeltfase en/of in de naooogstfase in de meest gevoelige perioden voor botrytis.

1.3 Plan van aanpak

Fase 1: Inventarisatie van bestrijdingsmiddelen en methoden

De inventarisatie (deskstudie) geeft inzicht in de bestrijdingsmethoden welke momenteel tegen Botrytis in het algemeen worden toegepast, of welke in het verleden onderzocht zijn tegen Botrytis in sierteeltproducten. De inventarisatie richt zich op bestrijdingsmiddelen en plantversterkers (chemisch of natuurlijk) en op methoden (bijvoorbeeld naooogstbehandelingen door middel van ruimtebehandelingen of UV-C belichting).

Fase 2: Effectiviteit van geselecteerde bestrijdingsmethoden

Perspectievolle methoden zijn geselecteerd voor effectiviteitonderzoek. Het onderzoek is meestal uitgevoerd met cultivars die gevoelig zijn voor aantasting door botrytis. Omdat de gevoeligheid van gerberabloemen voor botrytis deels afhankelijk is van het teeltseizoen zijn de proeven in de meest gevoelige perioden uitgevoerd (najaar-voorjaar). Perspectievolle bestrijdingsmethoden kwamen in aanmerking voor toetsing op effectiviteit op kleine schaal bij Wageningen UR Glastuinbouw.

Fase 3: Toepassing van bestrijdingsmethode in de praktijk

In fase 3 is de methodiek van UV-C toediening geoptimaliseerd voor toepassing in de praktijk. Met als doel om de randvoorwaarden van deze techniek voor toepassing in de praktijk te bepalen. Hiervoor zijn testen uitgevoerd bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk en op een praktijkbedrijf in een sorteerlijn.

2 Fase 1: Inventarisatie van middelen en methoden

2.1 Huidige bestrijding van botrytis

Waar en wanneer kunnen bestrijdingen worden uitgevoerd?

Op verschillende plaatsen kunnen behandelingen ter voorkoming van aantasting of bestrijding van de sporen/schimmel worden uitgevoerd:

1. tijdens de teelt
2. tussen oogsten en transport naar veiling/handel
 - direct bij binnenkomst in de schuur/sorteerruimte
 - voordat de bloemen worden gesorteerd en verpakt
 - in een koelcel/bewaarcel
 - nadat de bloemen in hun definitieve verpakking zijn gedaan
3. tijdens de korte periode in een koelcel/bewaarcel voorafgaand aan vervoer naar veiling (of handel).

Wat doet de praktijk nu tijdens de teelt?

Tijdens de teelt wordt niet of nauwelijks iets tegen Botrytis gedaan. Ondanks dat gerberatelers regelmatig bespuitingen tegen insecten en mijten uitvoeren worden geen specifieke gewasbeschermingsmiddelen tegen Botrytis meegenomen (tankmix). Eén van de redenen is dat de infectiebron niet verdwijnt. Dit heeft te maken met de altijd aanwezige verwondingen in het gewas (stompjes van bloemstengels, bladbeschadigingen), het afstervende blad en de opbouw van het gewas. Om te voorkomen dat Botrytis sporen op bloemen kiemen en de bloemen hierdoor onverkoopbaar worden zou tijdens de teelt meerdere keren per week een behandeling moeten worden uitgevoerd met gewasbeschermingsmiddelen. Op deze manier worden alle oogstbare bloemen voorzien van een hoeveelheid actieve stof die de bloem beschermd tegen een aantasting van de schimmel. Herhaalde behandelingen met fungiciden zullen snel leiden tot resistentie van *Botrytis cinerea* voor deze middelen. Het uitvoeren van bespuitingen tijdens de teelt vraagt ook veel (extra) arbeid. Technisch is het echter ook onhaalbaar want voor een goede bescherming zouden ca. 100 bespuitingen per jaar nodig zijn, terwijl er maar 9 middelen zijn toegelaten die formeel maar een beperkt aantal keer per jaar mogen worden gebruikt. Een vierde bezwaar is het milieu aspect, emissie naar grond en of lucht zal een probleem worden.

Wat doet de praktijk nu direct na het oogsten en tijdens de bewaring van de bloemen in een koel- of bewaarcel?

Er vindt geen specifieke bestrijding plaats. Telers met een waterbak gebruiken dikwijls een ventilator om te hoge RV's tussen de interieurs te voorkomen. Op de veiling Flora Holland is een koelcel aangepast met een lagere RV en een continue luchtcirculatie om botrytis te voorkomen bij gewassen als gerbera en lisianthus. Volgens de keurmeesters helpt dit goed.

Hoe wordt er in het buitenland botrytis bestreden?

Het algemene beeld is dat bestrijding van botrytis tijdens de teelt enerzijds door aanpassingen in het klimaat (luchtbeving, lagere RV) moet gebeuren en anderzijds chemisch. Bij chemische bestrijding wordt steeds sterk gewaarschuwd voor resistentie (benomyl, thiophanate-methyl), dit zijn de middelen overeenkomstig de in Nederland gebruikte middelen (iprodione, vinclozolin, chloorthalonil, captan, azoxystrobin), maar in de VS is nog toelating van een aantal op koper gebaseerde middelen (Daughtrey, 2000; Moorman, 2007; Daughtrey, 2003).

In de naoogstfase worden geen middelen toegepast om botrytis te bestrijden, meestal alleen in de teelt (zoals bij aardbei). Alleen bij druiven zijn inlegvellen voor dozen bekend waarbij sulfiet (SO₂) is geïmpregneerd dat gedurende de bewaring langzaam vrijkomt.

Welke gewasbeschermingsmiddelen zijn beschikbaar?

De meeste chemische schimmelbestrijdingsmiddelen (fungiciden), vooral de selectieve fungiciden, zijn zeer resistentiegevoelig. Het advies om resistentie van Botrytis te voorkomen luidt: wissel middelen af. Pas een middel slechts driemaal achter elkaar toe. Draai daarna een cyclus van driemaal met een middel met een totaal andere werkingsmechanisme. Deze aanbeveling is vooral van belang in de teeltfase. Bij bestrijding in de na-oogstfase verwachten botrytis-specialisten (J. van Kan, J. Köhl, WUR) geen resistentieontwikkeling die op het bedrijf tot gevaar kan leiden.

Toegelaten chemische middelen zijn (datum): azoxystrobin, chloorthalonil, fenhexamide, fludioxonil, fludioxonil + cyprodinil, iprodion, kresoxim-methyl, kresoxim-methyl+ boscalid, pyrimethanil, thiofanaat-methyl, thiram.

Er zijn geen biologische middelen die een toelating hebben.

Welke toedieningstechnieken voor gewasbeschermingsmiddelen kunnen worden gebruikt?

Tijdens de teelt kunnen hoog-volume gewasbehandelingen en/of laag-volume ruimtebehandelingen worden uitgevoerd. Hiervoor heeft de praktijk een groot aantal apparaten ter beschikking, speciaal gebouwd of aangepast aan de eisen van het bedrijf waar de apparatuur wordt gebruikt:

- Spuitpistool/spuitgeweer (handmatig spuiten)
- Spuitboom/spuitmast
 - spuitmast met een onderdoorsysteem
 - spuitmast of spuitboom met luchtondersteuning
- LVM
- Fogger (gasnevelen).

Deze toedieningsmethoden zijn, zonder aanpassing, ongeschikt om na de teelt in de verwerkingsruimte toe te passen. Vooral van belang is dat er tijdens de toepassing met bovengenoemde apparatuur geen andere mensen in dezelfde ruimte aanwezig mogen zijn en dat herbetreden/aanraken van de bloemen pas gebeurt als het middel is opgedroogd, er twee uur is gelucht en eventueel aangevuld met maatregelen zoals handschoenen en lange mouwen. Aanpassing van de apparatuur is noodzakelijk:

- spuitcabine voor bossen of individuele bloemen: speciaal te ontwikkelen;
- microsprayer: totaal nieuwe techniek die een zeer klein volume kan verspuiten, maar op korte termijn nog niet beschikbaar is;
- ruimtebehandeling in koel- of bewaarcel: hiervoor gelden dezelfde toelatingseisen en ARBO eisen als bij toepassing in de kas. Dit heeft ivm verwerking van bloemen geen perspectief.

2.2 Alternatieve bestrijdingsmethoden voor botrytis

1. UV licht

UV-C licht (golflengte tussen 250-290 nm met een hoge piek bij 254nm) is goed in staat om organismen te doden. Eiwitten in cellen raken beschadigd en er treden veranderingen op in het erfelijk materiaal. Belangrijk bij UV-C licht is de dosis (mJ/cm²) en frequentie van belichting. Alleen schimmels en schimmelsporen die zich op het oppervlak van een plant bevinden, zoals ongekiemde sporen van botrytis en echte meeldauw, worden geraakt door het UV licht en worden beschadigd of gedood. Schimmels die in de plant groeien en schimmelsporen die in de "schaduw" van andere bladeren liggen en niet direct in aanraking komen met UV licht blijven leven of raken slechts licht beschadigd (ontvangen een veel lagere dosis). De benodigde dosering is verschillend per micro-organisme, omdat dit afhangt van de dikte van de celwand en sterkte van de pigmentvorming. Effectieve toepassing van UV-C tegen botrytis is beschreven in de literatuur door Marquenie *et al.* (2002ab, 2003 ab) en verhoogde effecten van UV-C worden gevonden in combinaties met gepulseerd licht en warmtebehandeling (Marquenie *et al.* 2003b). Behandeling van botrytissporen op een sierteeltgewas met behulp van UV-C staat echter niet beschreven in de literatuur. Het is dus nog niet bekend bij welke dosering wel sporen van botrytis worden gedood, zonder dat er schade aan het gewas optreedt.

2. Luchtionisatie (Slootweg en ten Hoope, 2002)

Er zijn twee methodieken:

- Ionisatoren die werken volgens het corona-effect: door een hoge spanning op een emissieaand worden elektronen vrijgemaakt. Deze elektronen botsen op zuurstofmoleculen in de lucht en zo ontstaat een stroom van negatieve ionen. Deze zijn zeer reactief, vormen clusters en binden zo zwevende deeltjes in de lucht (stof, sporen, enz.) die daardoor, al dan niet onschadelijk gemaakt, neerslaan (www.djclarcke.co.uk).
- Bij apparaten met een ionisatiebuis worden zuurstofmoleculen met ongelijke polariteit gevormd, die door een hoger energieniveau zeer reactief zijn en zo micro-organismen onschadelijk kunnen maken. Deze ionen vormen tevens clusters rondom deeltjes in de lucht, waarbij ze stof, sporen en andere deeltjes kunnen doen neerslaan (www.bentax.ch; www.bioclimatic.nl).

De apparatuur bestaat uit een kast met speciale (UV) lampen waar lucht langs wordt gezogen en de sporen doodt. Sporen die vastzitten op het plantmateriaal en niet in de lucht zweven worden echter niet bereikt.

De resultaten van luchtionisatie zijn zo wisselend dat er geen sprake is van een betrouwbare werking (Slootweg en ten Hoope, 2002).

3. Begassing met ozon

Onderzoek bij roos en lisanthus gaf geen effect van ozon op botrytis (Slootweg en ten Hoope, 2004b).

4. Methyljasmonaat (Slootweg en ten Hoope 2004a)

Onderzoek bij roos en lisanthus gaf geen bestrijdend effect op botrytis. Het heeft geen toelating.

5. Aquanox

Aquanox (ook onder de naam Aquarein gebruikt; Veiligheidsblad Aquarein, 2007)) is een oplossing met verschillende chloorverbindingen (0.04%). Deze oplossing wordt gemaakt op basis van water en keukenzout en met een hoog redoxpotentiaal verneveld. Het middel kan in een koel- of bewaarcel worden verstoven. Hierdoor ontstaat een mist van kleine druppeltjes. De bloemen blijven droog. Het product heeft in 2007 en 2008 nog een onduidelijke status. Per 1 december 2009 is in de Staatscourant vermeld dat toepassing in de glastuinbouw is toegestaan ter bestrijding van micro-organismen.

6. MicroBloc

MicroBloc is een desinfectant op basis van ethyl alcohol met ammonium en chloor (bi-kwaternaire ammoniumverbinding) (http://www.floralife.com/industry_professionals/our_products/microbloc.asp) en heeft een EPA-registratie in de VS (Microbloc, 2002). Het middel wordt vooral gebruikt bij het, bacterieel, reinigen van vloeren, emmers en bakken waarin bloemen hebben gestaan. Het heeft geen toelating.

7. Alia Vita

Alia Vita Trading (<http://www.aliavitatrading.com/aboutus.html>) is een Zweeds bedrijf dat in opdracht van de Duitse firma Wessoclean Wasserhygiene GmbH het middel Wesso Agra op de markt brengt. Het middel bestaat o.a. uit organische zuren die (volgens Alia Vita en Wessoclean) bewezen hebben dat ze micro-organismen, zoals schimmels, uitroeien. Het middel is volledig veilig voor de mens en volledig biologisch afbreekbaar. Het heeft geen toelating, aanvullende informatie kon het bedrijf niet leveren.

8. Afblazen of opzuigen sporen

Is het mogelijk sporen van Botrytis van gerberabloemen af te blazen of op te zuigen? Volgens Köhl (PRI) is 'opzuigen' niet haalbaar. (Ongekiemde) sporen van vele schimmels (vooral van schimmels die bovengronds op planten infecteren) plakken na een tijdje vast op hun gastheer via productie van een slijm laag.

9. "Getrapte temperatuur/vocht behandeling"

Is het mogelijk de sporen in de bloemen zeer snel en kort te laten kiemen bij een hoge luchtvochtigheid om vervolgens de bloemen snel te drogen bij een zeer lage luchtvochtigheid en/of hoge temperatuur om op deze manier de gekiemde sporen te doden? Niet gekiemde sporen zijn robuust en kunnen extreme omstandigheden langere tijd overleven. Gekiemde sporen zijn kwetsbaar en eenvoudig te doden.

2.3 Welke methoden zijn perspectiefvol?

Allereerst moet gekozen worden voor de plaats van toepassing: tijdens de teelt of in de na-oogstfase. In discussie met telers en voorlichting bleek duidelijk een voorkeur te bestaan om te zoeken naar bestrijdingsmethoden in de na-oogstfase. Dit omdat tijdens de teelt de bron niet uitgeschakeld kan worden en dus veel bestrijdingen nodig blijven, terwijl het probleem zich voordoet in de keten dus na de oogst. Een bestrijding op het laatste moment is de aangewezen weg.

Weinig perspectief:

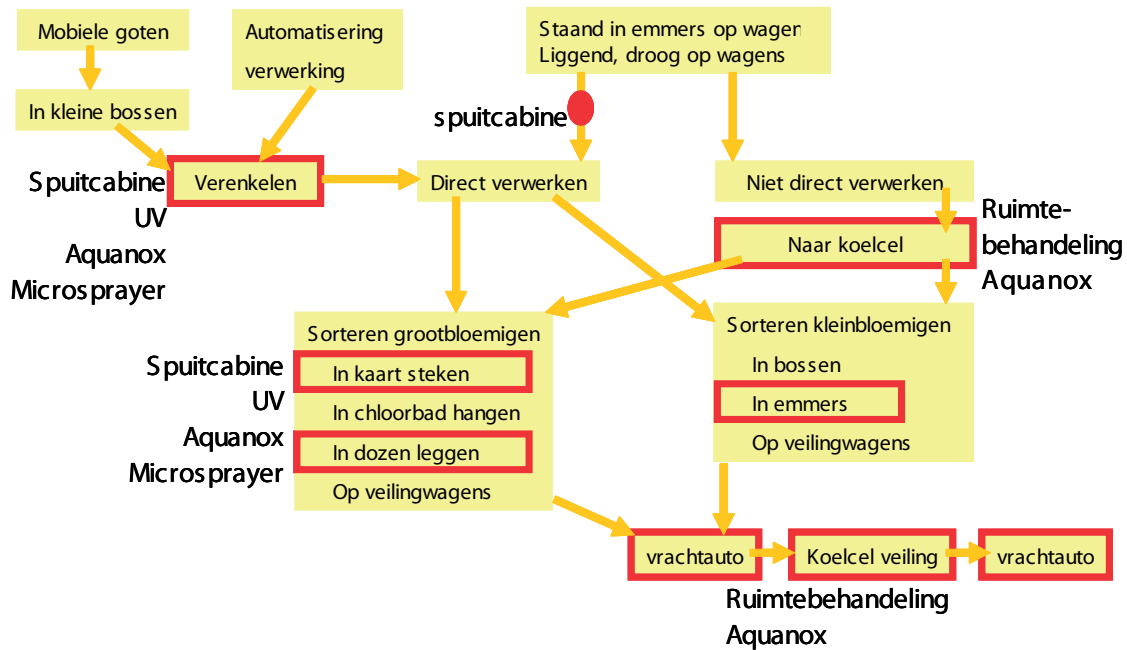
- Chemische bestrijding in de kas met bestaande en goedgekeurde middelen
- Bestrijding met GNO's in de kas
- Bestrijding met GNO's in de naooogst fase
- Gebruik traditionele toedieningstechnieken in de kas
- Gebruik traditionele toedieningstechnieken in de naooogst fase
- Toepassen luchtionisatie in de naooogst fase
- Begassing met ozon in de naooogst fase
- Gebruik van methyljasmonaat
- Toepassen van MicroBloc in de naooogst fase
- Toepassen van Wesso agra omdat geen product specifieke informatie beschikbaar is
- Aflazen of opzuigen sporen in de naooogst fase

Bovenstaande methoden hebben weinig tot geen perspectief omdat gebleken is dat of de middelen onvoldoende werken, of dat er geen perspectieven zijn voor toelating van het middel of dat het arbeidstechnisch (ARBO-omstandigheden) niet mogelijk is betreffende middelen toe te passen in de na-oogstfase.

Technisch wel perspectiefvol:

- Toepassen van UV licht in de naooogst fase: nader onderzoek nodig naar de dosering (mJ/cm²) en behandelingsduur van UV-C licht, eventuele schade op de bloem en inpassing in het verwerkingsproces in de schuur.
- Toepassen van Aquanox in de naooogst fase: eerste perspectieven zijn goed. Nader onderzoek nodig naar toedieningstechniek en effectiviteit.
- "Getrapt" (RV/temperatuur): een afgesloten ruimte is hier nodig om het klimaat rond de bloemen te variëren. Verblijf in een koel/klimaatcel is vereist. Dit kan niet bij iedere teler, maar misschien wel in de veiling. Onderzoek zal moeten plaatsvinden om benodigde RV en temperatuur en tijdsduur te bepalen. Het is een methode waar nog veel onderzoek aan moet gebeuren met misschien ook nog wel risico's (wat gebeurt er met sporen die wel gekiemd zijn, maar niet worden gedood?)
- Chemische bestrijding in de naooogst fase met bestaande en goedgekeurde kasmiddelen, maar dan wel met een aangepaste toedieningstechniek. Volgens CtgB gaat het hier om een uitbreiding van de toelating (niet tijdens de teelt maar tijdens de na-oogstfase). In de beoordeling zal dan vooral gekeken worden naar de werkzaamheid, de milieu-emissie en de humane toxicologie (blootstelling van toepasser en herbetreding na een toepassing).
- Toepassing Microsprayer in de naooogst fase: dit kan een toedieningstechniek zijn waarbij de in de teelt toegelaten middelen kunnen worden gebruikt maar die dus ook een weg van toelating moeten doorlopen. Momenteel moet aan de microsprayer nog veel worden ontwikkeld en kan in dit project niet onmiddellijk worden toegepast.

Ingrijpen in na-oogstfase



Vanaf moment dat bloemen uit de kas komen kan op verschillende plaatsen (rood omrand) worden ingegrepen (methoden in zwart). Methoden spuitscabine en microsprayer en ruimtebehandeling zijn o.a. door ARBO afgevalen.

2.4 Conclusies Fase 1

Uit deze inventarisatie en discussie met specialisten zijn de volgende conclusies getrokken:

- Specifieke botrytis bestrijding alleen in de na-oogstfase uitvoeren en niet in de teeltfase;
- Luchtionisatie, begassing met ozon, Wesso agra en methyljasmonaat blijken geen perspectief te hebben voor toepassing;
- In de teelt toegelaten middelen hebben voor toepassing in de na-oogstfase een nieuwe toelating nodig. Bovendien moet de toedieningstechniek worden aangepast (zie microsprayer);
- UV-licht en Aquanox hebben perspectief. Onderzoek in fase 2 is gewenst;
- Getrapte RV en temperatuur behandeling lijkt wel perspectief te bieden, maar wordt voorlopig geparkeerd omdat risico's op praktijkschaal erg groot lijken;
- Toepassing van de microsprayer staat nog in de kinderschoenen en wordt geparkeerd voor een later stadium.

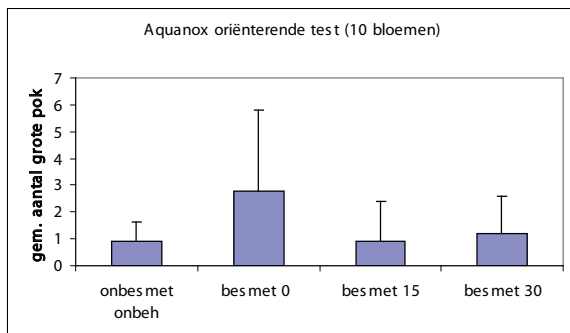
3 Fase 2: Effectiviteit van geselecteerde bestrijdingsmethoden

Uit de inventarisatie (Fase 1) zijn Aquanox en UV-C licht naar voren gekomen als perspectiefvolle methoden. Hieronder wordt verslag gedaan van de praktische proeven bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk.

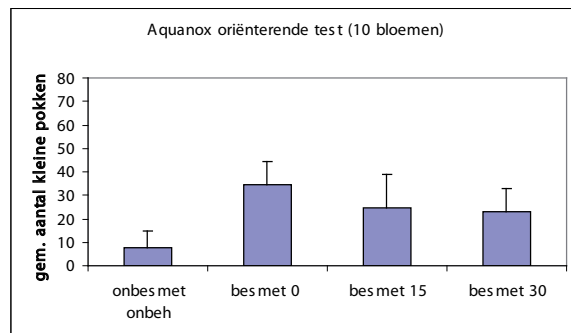
3.1 Effectiviteit van Aquanox tegen botrytis



A



B



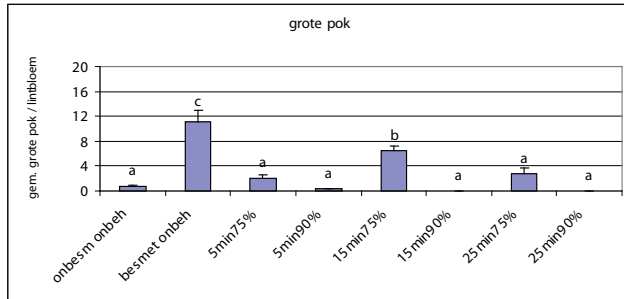
C

Aquanox is een keukenzoutoplossing dat ultrasoon verneveld wordt en in een behandelruimte zorgt voor een mist die in staat is pathogenen te elimineren.

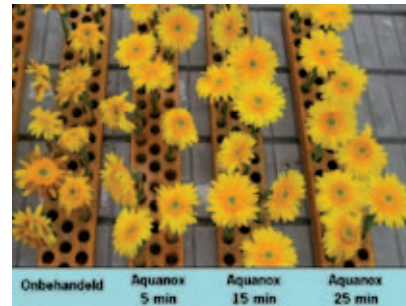
In een oriënterende test (26 maart 2008) is eerst uitgezocht hoe de feitelijke proefuitvoering zou moeten plaatsvinden. De behandelruimte was dezelfde als voor de UV-C belichtingsproeven was gebruikt (Figuur A.). De door de leverancier aangemaakte oplossing (redoxpotentiaal = 1134 mV, pH = 2,92) kan bij lage temperatuur (1,5°C) en in het donker ca. 2 weken worden bewaard. In het licht valt de actieve oplossing terug tot gewoon onthard water, pH loopt dus op en redoxpotentiaal loopt terug. Volzetten van de behandelkast kost 2-5 minuten afhankelijk van de hoogte van de RV meter (RV = Relatieve Vochtigheid). RV meter moet op hoogte bloemen komen te liggen. Dan kan RV worden gebruikt als indicator voor de dosering van het middel. Advies wordt om ruimte vol te zetten tot een RV van 90%, dan dosering te stoppen en vervolgens RV te handhaven tussen 85 en 90% gedurende een bepaalde tijd, de behandeltime. Bloemen werden besmet of onbesmet behandeld met Aquanox gedurende 15 of 30 minuten (B en C) en vervolgens na 24 uur afdekking bij 100% RV bij kamertemperatuur geplaatst bij RV van 90%.

Aan de hand van de resultaten en discussie met de begeleidingsgroep is een voorstel gemaakt voor een uitgebreidere proef die hierna wordt besproken.

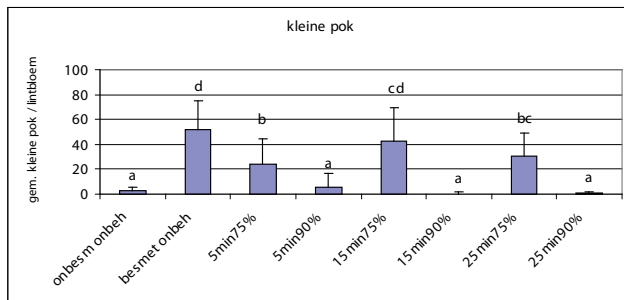
Aquanox testen



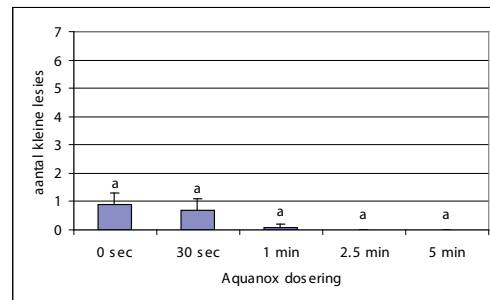
A



B



C



D

Op 14 mei 2008 is Aquanox verder uitgetest door bloemen te behandelen met twee doseringen (75 en 90% RV in de behandelkast) en drie behandelingsperioden (5, 15 en 25 minuten). Resultaten geven voor grote pokken (Figuur A. en Figuur B.) en kleine pokken (Figuur C.) een vergelijkbaar resultaat. 75% RV, dus een lagere dosering van middel, geeft een minder goede doding van de sporen. Minimaal 15 minuten behandeltijd is gewenst voor het verkrijgen van een maximaal effect (Figuur B. - geen pokken, 100% reductie).

Aansluitend is een proef uitgevoerd waarin geen ruimtebehandeling maar een bloemgerichte dosering plaatsvond. Met hulp van een slang en een aangepaste mondkap is direct op de bloem gedoseerd op een afstand van 5cm. Doordat de initiële besmetting erg laag was, kon een statistisch significante reductie niet worden vastgesteld. Wel werd duidelijk dat bij een behandeltijd van meer dan 1 minuut het aantal kleine lesies (kleine pokken) tot nul nadert (100% reductie).

3.2 Effectiviteit van UV-C licht tegen botrytis

Probleemstelling

Aangezien Botrytis sporen vooral bovenop de gerberabloem liggen, lijkt een belichting van bovenaf het meest relevant. Onbekend is hoeveel energie (mJ/cm^2) gedoseerd moet worden, of de bloem bij die dosering schade oploopt, of er cultivarverschillen zijn en of de methode in de gerberapraktijk op een juiste manier (arbo) kan worden toegepast. Dit met het oog op de handling van bloemen en het inpassen in de routing van de bloemen vanaf het moment van binnenkomen in de schuur tot het moment dat de bloemen het bedrijf verlaten.

Bepaald is bij welke dosering schade aan de bloem (bloemblaadjes, meeldraden) optreedt (dosis-effect relatie) en hoeveel procent van de aangebrachte sporen wordt gedood. Dit gebeurt met een uitbloeiproef al of niet na toediening van een bepaalde hoeveelheid sporen gevolgd door een bepaalde UV-C dosis. Verschillende cultivars zijn getoetst, waarbij Dino bijna altijd getoetst is als een referentie.

Materiaal en methode



A



B



C

Belichtingskast UV-C

Een TL armatuur met 2 75W TL UV-C lampen (Figuur C.) (GLA Enkhuizen) is ingebouwd in een lichtdichte kast. Hoeveelheid licht is gemeten met een RM21 UV-C meter (Figuur A., op de grond) van Dr. Gröbel met 2 sensoren (Figuur A. en Figuur B., op tafel liggend) en automatische registratie op de PC. De te belichten bloemen konden via steunen en trays op verschillende hoogten in de kast worden opgehangen (Figuur B.). De lichtdosering in seconden werd handmatig geregeld door een plaat heen en weer te schuiven tussen lamp en bloemen (Figuur B.).

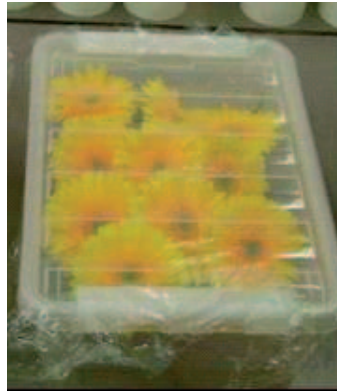
Kweek en toediening Botrytis sporen



D



E



F



G

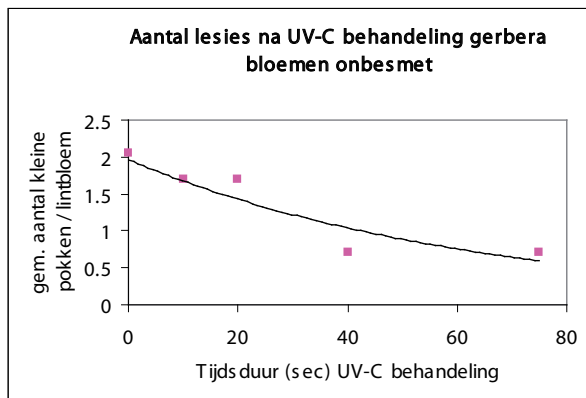
Voedingsplaten (MEA, 5%) inoculeren en incuberen bij 21 °C in het donker. Zodra het mycelium de rand van de petrischaal heeft bereikt, wordt deze een nacht onder UV-B gezet (15 Watt, 40 cm hoogte) om de sporulatie te bevorderen en daarna weer teruggeplaatst in de incubator. Na 7-8 dagen zijn sporen massaal aanwezig en worden deze geoogst. Er worden twee platen per behandeling ingezet.

Sporen worden in een speciale kast (D) toegediend aan de bloemen (diepte x breedte x hoogte = 80 x 76 x 170 cm, de hoogte van de deur is 118.5 cm). De kast is gemaakt van geplastificeerd spaanplaat. Rond de deuropening is dun rubber tochtband aangebracht, zodat er in gesloten toestand geen tocht in de kast op kan treden. In de plaat boven de deur is in het midden een gat van 7mm geboord voor het toedienen van de sporen met behulp van een balgje en een klein erlenmeyertje (E). Er worden ca.1 mg sporen per m² toegediend.

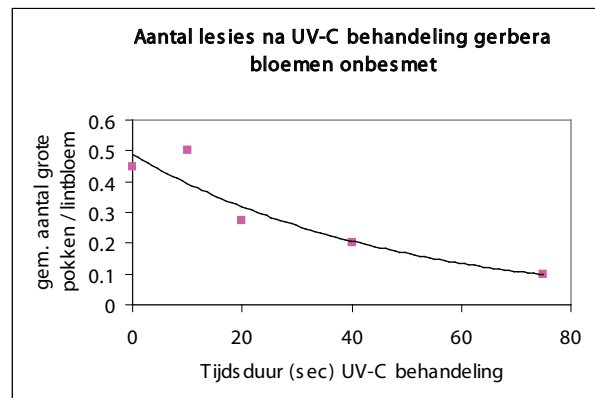
In een deel van de proeven zijn botrytissporen op beschreven wijze toegediend. In een ander deel van de proeven is alleen gebruik gemaakt van de natuurlijke besmetting. Welke methode is gekozen wordt bij de resultaten toegelicht.

Per behandeling zijn 20 bloemen geoogst van de cultivar Dino. Standaard transportsimulatie is uitgevoerd: na 24 uur op water te zijn geplaatst in de koelcel bij 8 °C, krijgen de bloemen een transportsimulatie van 4 dagen bij 8 °C, terwijl ze droog in een gerberadoos liggen. Hoge RV (F): bloemen worden 24 uur bij 100% RV en kamertemperatuur 20 °C geplaatst om sporen de tijd te geven te kiemen. Hierna worden de bloemen in de uitbloeiruimte in vazen gezet (G). Op vaasdag 1 is het aantal bloemen met één of meer pokken geteld en na 7 of meer dagen is de doorgroei van botrytis in de bloemen bepaald.

Natuurlijke of kunstmatige besmetting



A



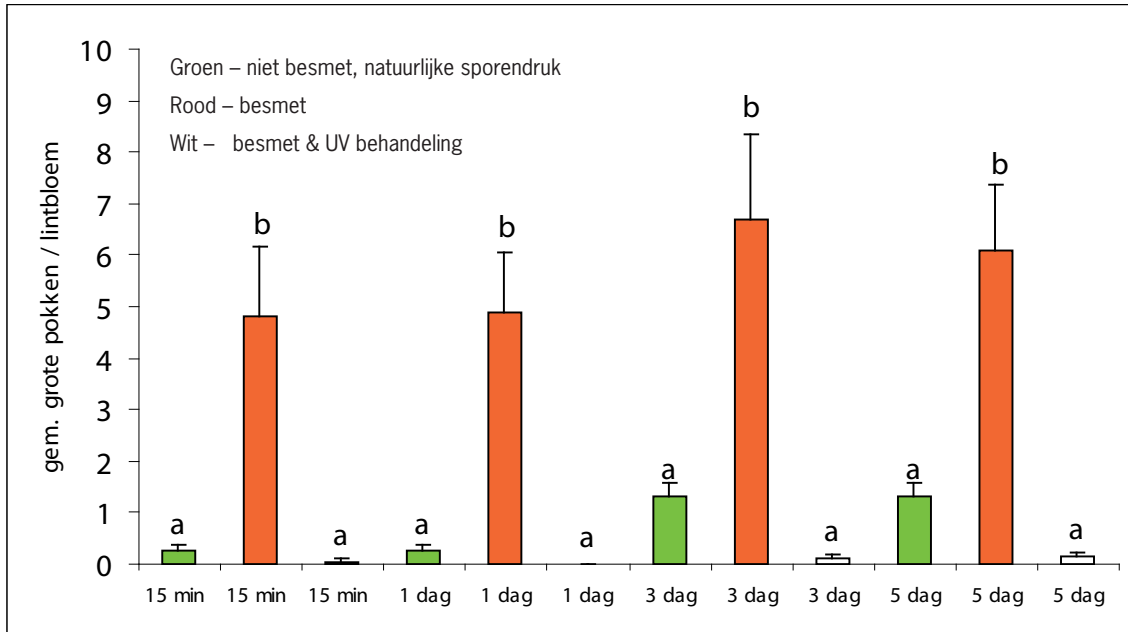
B

De vraag is of kan worden volstaan met de natuurlijke besmetting van bloemen in de kas met sporen of dat op een kunstmatige wijze een bepaalde hoeveelheid sporen moet worden toegediend.

Natuurlijke besmetting vindt plaats in de kas tijdens de teelt van de bloemen. De natuurlijke besmetting varieert gedurende het jaar (botrytis gevoelige perioden), bovendien blijkt de natuurlijke besmetting veel lager te zijn (vergelijk waarden van A langs Y-as met Figuur volgende pagina) en is de hoeveelheid afhankelijk van de teler (zie rapport Bedrijfsvergelijking, GTB-1007). De lagere uitkomsten vereisen meer werk (herhalingen; meer lintbloemen tellen) om tot een zelfde betrouwbaar resultaat te komen. Daarom wordt veelal gekozen voor een kunstmatige besmetting met sporen die op dezelfde wijze zijn geproduceerd en dus dezelfde gevoeligheid hebben.

In de proef (Figuur A. voor grote pokken en Figuur B. voor kleine pokken) was de afstand tussen lamp en bloemen 10cm en is een reductie verkregen van meer dan 80%. Dit is een vergelijkbare reductie met kunstmatige besmetting. Er zit dus geen verschil tussen wel of niet besmetten in bijvoorbeeld gevoeligheid van de sporen voor UV licht. Voor een betrouwbare en compactere proefuitvoering moet gekozen worden voor een kunstmatige besmetting.

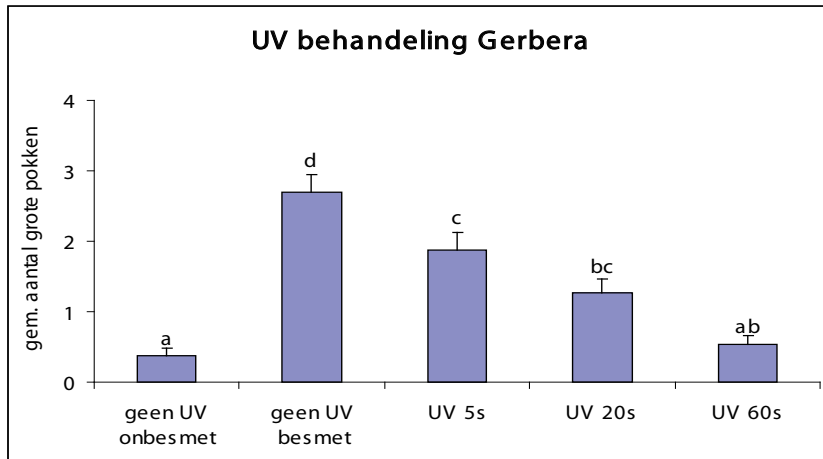
Zijn oude sporen moeilijker te doden dan verse sporen?



De vraag is of sporen die al een aantal dagen op de bloem zitten moeilijker door UV-C licht worden gedood als sporen van jongere leeftijd. Om dit te onderzoeken zijn sporen van verschillende leeftijd (15 min, 1, 3 en 5 dagen oud) op bloemen geïnfecteerd. Bij natuurlijke besmetting (groene balk) groeit een klein gedeelte uit tot grote pokken. Na besmetting zonder UV belichting (oranje balk) groeien veel meer sporen uit tot pokken, maar niet verschillend naar leeftijd van de sporen. Indien de besmette bloemen behandeld worden met UV licht (witte balk) dan vindt onafhankelijk van de leeftijd van de sporen een nagenoeg 100% reductie plaats.

Geconcludeerd kan worden dat de leeftijd van de sporen geen invloed heeft op het resultaat van de UV behandeling.

Optimalisatie sporendoding



Enkele proeven zijn gedaan om een indicatie te krijgen bij welke tijdsduur en afstand tot de lampen sporen worden gedood. Een grotere afstand betekent minder belichting, de vraag is of de afname lineair is of kwadratisch. Kortere belichten betekent een sneller werkproces, maar de tijdsduur moet voldoende zijn om alle sporen een voldoende hoge dosis te geven zodat zij afsterven.

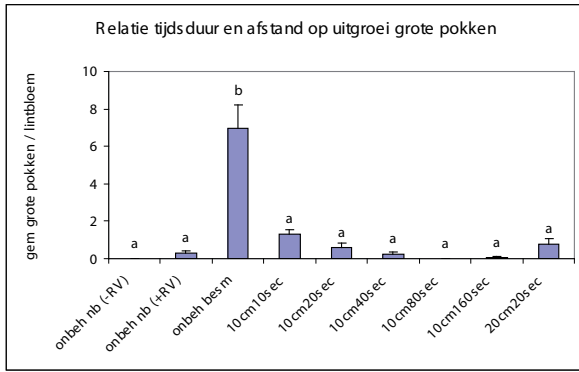
Behandelingen

1. onbehandeld met UV en niet besmet met Botrytis (3 herhalingen)
2. onbehandeld met UV + besmet met Botrytis (3 herhalingen)
3. behandeld met UV op een afstand van 20 cm gedurende 5 seconden (3 herhalingen)
4. behandeld met UV op een afstand van 20 cm gedurende 20 seconden (3 herhalingen)
5. behandeld met UV op een afstand van 20 cm gedurende 60 seconden (3 herhalingen)

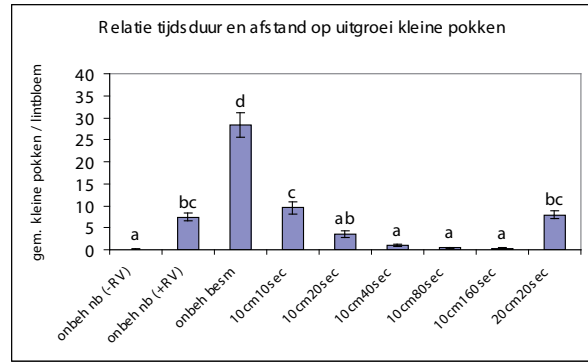
Resultaten

Er is een duidelijk invloed van UV-C licht op Botrytis-sporen. Deze afname laat een lineair verloop zien. Als de bloemen op een afstand van 20 cm hangen en 60s belicht worden met UV-C licht dan geeft dit een reductie van 80% in ontwikkeling van pokken. Dit gereduceerde pokaantal is gelijk aan de natuurlijk aanwezige botrytis sporen die pokken initiëren (behandeling zonder UV en niet besmet met botrytis). Bloemen waren afkomstig uit een proef in Bleiswijk. De herkomst uit verschillende kassen had geen invloed op de resultaten van deze test. Aan de hand van deze oriënterende proef is een uitgebreidere proef gedaan om de dosis-effect relatie vast te stellen.

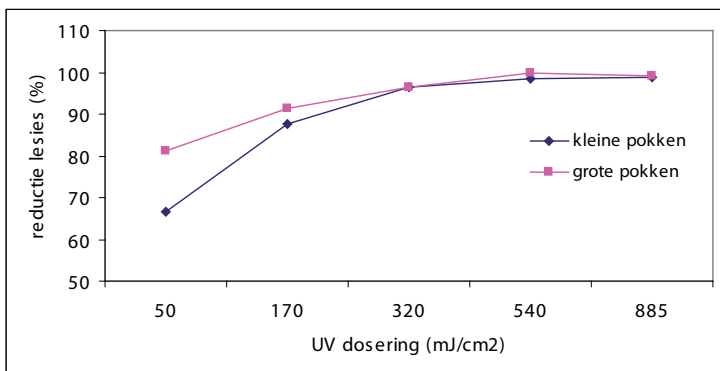
Dosis-effect relatie



A



B



C



D

Op basis van de eerste proefresultaten (zie vorige pagina's) is een dosis-effect relatie opgesteld. In Figuur A. voor grote pokken, in B voor kleine pokken zijn de afstand (10 en 20cm) en de tijdsduur (10 – 160s) aangegeven voor belichting met UV nadat de bloemen kunstmatig zijn besmet. Ook zijn de referenties onbehandeld niet en wel besmet weergegeven. Bij de grote pokken (Figuur A.) is er vanaf 10s en 10 cm een gelijk significant resultaat. Wel is er een tendens dat om tot een reductie in lesies naar 100% te komen, er meer tijd nodig is 80-160s. Bij kleine pokken (Figuur B.) zijn de verschillen iets signifikanter en is een behandelingstijd van minimaal 40s nodig.

Om deze cijfers objectief te maken t.o.v gebruikte lamp(en) en afstand tussen bloem en lamp is Figuur C. weergegeven. Om een reductie in lesies van meer dan 95% te krijgen is meer dan 350 mJ/cm² UV-C belichting nodig. Tien cultivars zijn getoetst op gevoeligheid voor UV-C schade. Eén daarvan, Maroussia, bleek gevoelig te zijn en liet bij doseringen vanaf 350 mJ/cm² schade zien aan de bloem (Figuur D.). Daarom wordt 350 mJ/cm² beschouwd als de maximale waarde waarboven bloemschade kan optreden en waaronder de kans op bloemschade minimaal is.

4 Fase 3: Praktijktesten

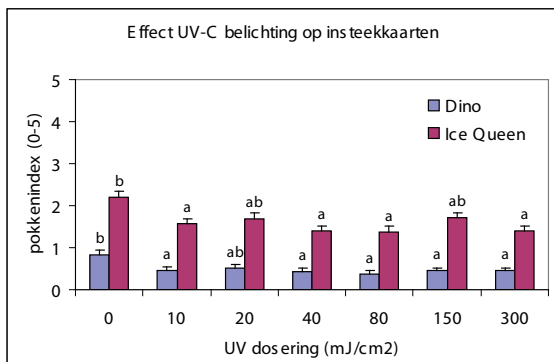
Doel

Doel van de proeven in fase 3 is om de toepassing van UV-C licht geschikt te maken voor behandeling van bloemen die getransporteerd worden in diverse praktijksystemen zoals (fust)emmers, insteekkaarten of via een sorteermachine gesorteerd worden.

Onderzoeksvragen:

- Leidt behandeling met UV-C tot verminderde kwaliteit (vaasleven) in een periode van het jaar (winter) waarin de bloemen naar verwachting het zwakst zijn en geldt dit voor meerdere cultivars?
- Zijn Botrytis-sporen op meerdere cultivars effectief te behandelen met UV-C?
- Kan UV-C de aanwezigheid van Botrytis-sporen op bloemen in insteekkaarten en emmers onder de schadedrempel van 1 lesie / lintbloem terugdringen? Dit zijn de al eerder genoemde grote pokken, hierop wordt ook op de veiling gekeurd.
- Is de effectieve dosering van UV-C op een sorteermachine zodanig in te passen dat er voldoende bloemen per uur behandeld kunnen worden?
- Zorgt behandeling van UV-C niet voor extra gevoeligheid voor herbesmetting van sporen?

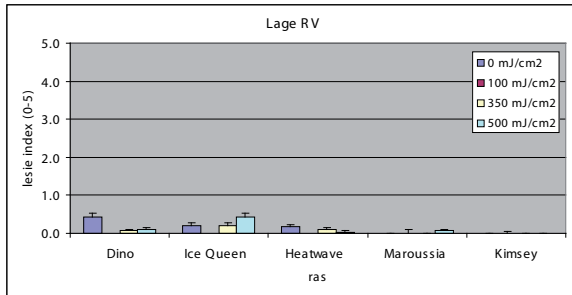
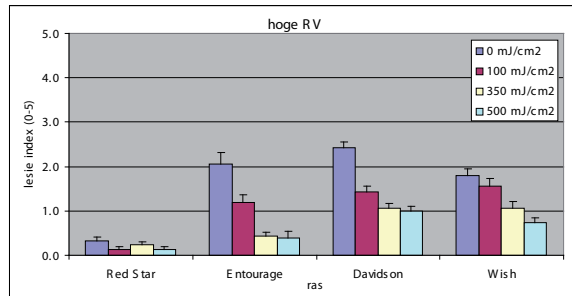
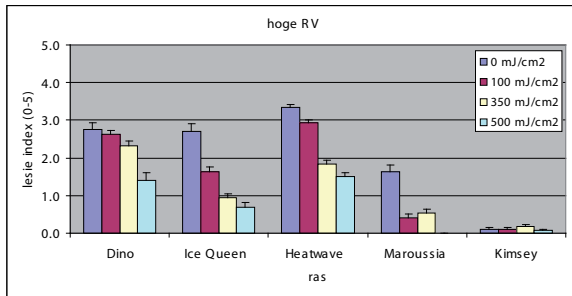
Testen van UV-C op bloemen in insteekkaarten en emmers



In de praktijk worden veel bloemen via insteekkaarten verpakt in dozen. Bij gebruik van insteekkaarten is er sprake van overlap tussen bloemen en het is de vraag of een UV-C-behandeling het aantal Botrytis-lesies onder de schadedrempel van 1 lesie/lintbloem (index 1 volgens AFSG, zie hieronder) kan terugdringen.

Hiertoe is een dosis-respons relatie opgesteld aan de hand van effectieve doseringen die uit eerdere proeven naar voren zijn gekomen: 0 – 10 – 20 – 40 – 80 – 150 – 300 mJ/cm². Cultivars Dino en Ice Queen (afkomstig van een praktijkbedrijf) zijn getest bij 10 insteekkaarten per behandeling en zonder kunstmatige besmetting toe te passen, om duidelijk te krijgen wat de reductie is van de natuurlijk aanwezige sporen. Na behandeling zijn de bloemen op gebruikelijke wijze behandeld en is het vaasleven beoordeeld. Hiervoor is gebruik gemaakt van een “pokkenindex” (methode AFSG): na 24 uur lesiescoren (0 – geen pokken: 1 – eerste pokken, 2 – duidelijke infectie, 3 – einde vaasleven, 4 – helemaal onder de pokken). De resultaten laten zien dat slechts een geringe reductie is behaald met UV-C belichting. Bij Ice Queen maximaal 40% reductie en bij Dino 55%. Dit is een te geringe reductie om de methode bij insteekkaarten toe te passen. Aangezien bij het emmersysteem een vergelijkbaar resultaat werd verwacht, is afgezien van het doen van de geplande proeven. Tevens is afgezien van een test op een praktijkbedrijf.

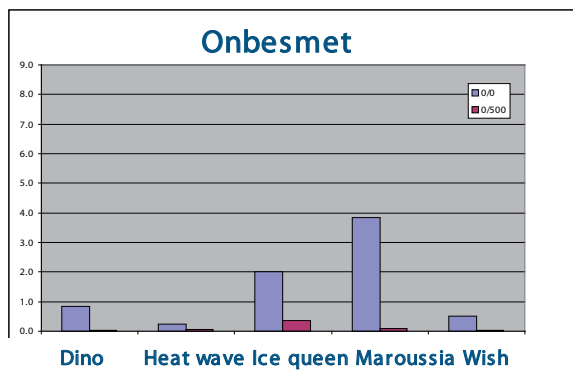
Gevoeligheid van cultivars voor UV-belichting



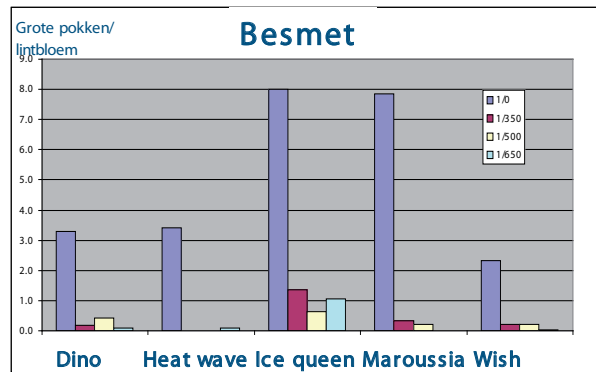
Geen grafiek lage RV – mini's,
alle waarden nul

De vraag is of er verschil tussen cultivars bestaat voor UV licht. Daarom zijn in december 2008 9 cultivars getoetst (5 grootbloemige en 4 mini's) bij verschillende dosis UV (0, 100, 350, 500 MJ/cm²) en in uitbloeiruimte geplaatst bij lage en hoge RV. Bij lage RV (70%) hadden grootbloemige cultivars heel weinig pokken (<1 lesie/lintbloem) en de mini's vertoonden totaal geen pokken (geen grafiek). Bij hoge RV hadden vooral de grootbloemigen pokken lesies. Door hogere UV dosering nam het aantal pokken duidelijk af, maar niet naar nul. Dit is aanleiding een herhaling uit te voeren om een betere uitspraak te kunnen doen over de cultivargevoeligheid.

Natuurlijke of kunstmatige besmetting?



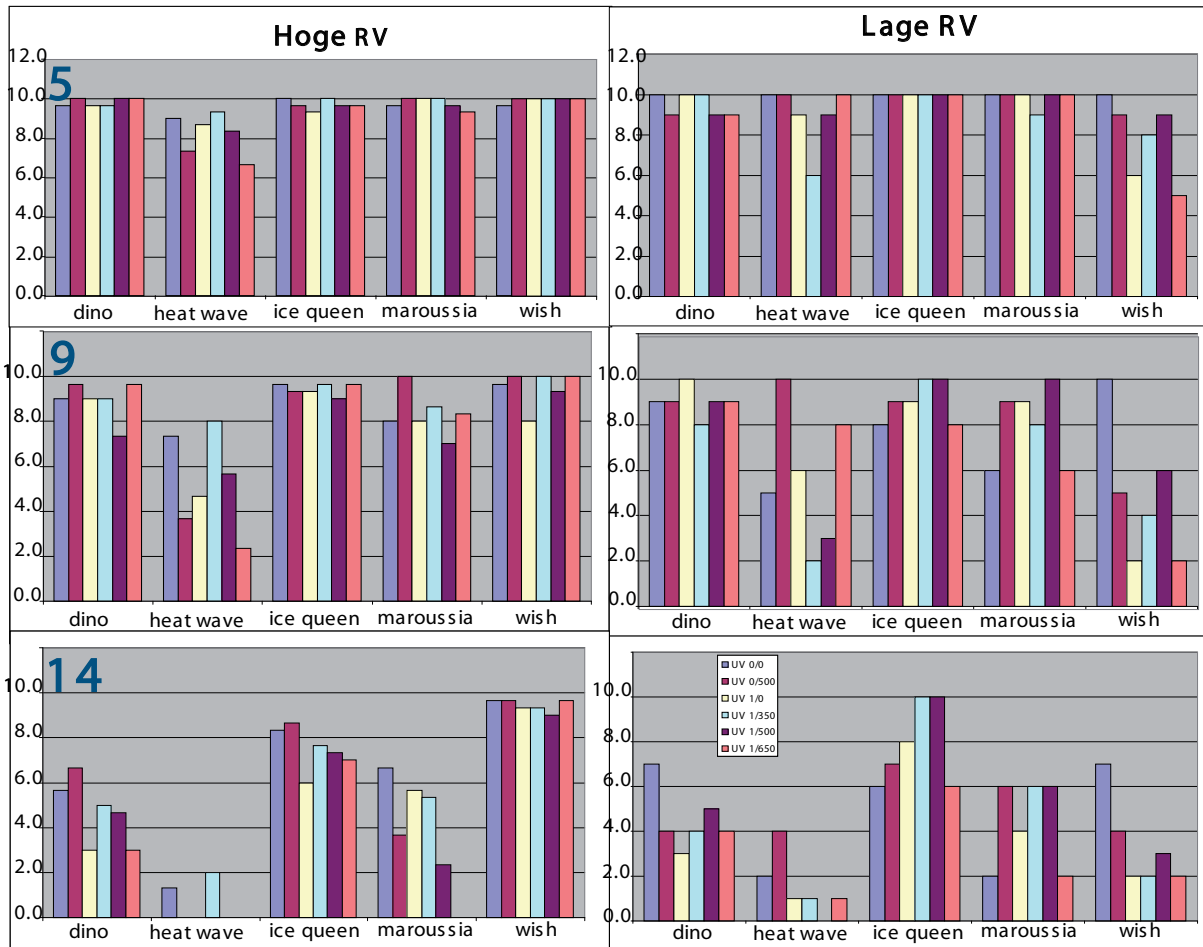
A



B

In de eerste oriënterende proef is alleen bij cultivar Dino een toets gedaan of bij natuurlijke of kunstmatige besmetting dezelfde pokkenreductie worden bereikt. Het is onduidelijk of dat alleen geldt voor Dino of dat het ook geldt voor andere cultivars. Daarom is een proef met onbesmette bloemen (natuurlijke besmetting; A) en kunstmatig besmette bloemen (Figuur B.) uitgevoerd met 5 cultivars om te zien of er geen verschillen per cultivar bestaan. Onbesmette bloemen zijn niet met UV belicht (0/0 in legenda) of met 500 mJ/cm² (0/500 in legenda). Kunstmatig besmette bloemen zijn niet (1/0) en wel (1/350, 1/500, en 1/650) met UV belicht. De resultaten tonen allereerst de verschillen in het aantal grote pokken per lintbloem tussen onbesmet en besmet. Daarnaast geeft elke UV behandeling boven 350 mJ/cm² een enorme reductie in lesies (>90%). Opvallend is wel dat Ice Queen nog steeds een aantal grote pokken heeft. Een hoge UV-C dosering geeft dus niet automatisch 100% doding van alle sporen. Reden zou kunnen zijn dat sommige sporen op de lintbloemen zich hebben kunnen verschuilen onder een andere lintbloem, doordat bijvoorbeeld de positionering van lintbloemen ten op zichte van elkaar verandert tijdens de groei. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat er geen verschil in gevoeligheid bestaat tussen de cultivars, Heat Wave en Maroussia zijn de meest gevoelige, zowel onbesmet als besmet.

Houdbaarheid cultivars na UV-C behandeling



De vraag is of UV belichting leidt tot een verminderde houdbaarheid. Het zou kunnen zijn dat het UV licht toch schade aan de bloemen geeft die vlak na toepassing nog niet te zien is. Het zou ook kunnen dat de ene cultivar gevoeliger is als de andere. Daarom is een belichtingsproef uitgevoerd met 5 cultivars en na behandeling laten uitbloeien op kamertemperatuur (20 °C) bij zowel lage als hog luchtvochtigheid.

Uitvoering

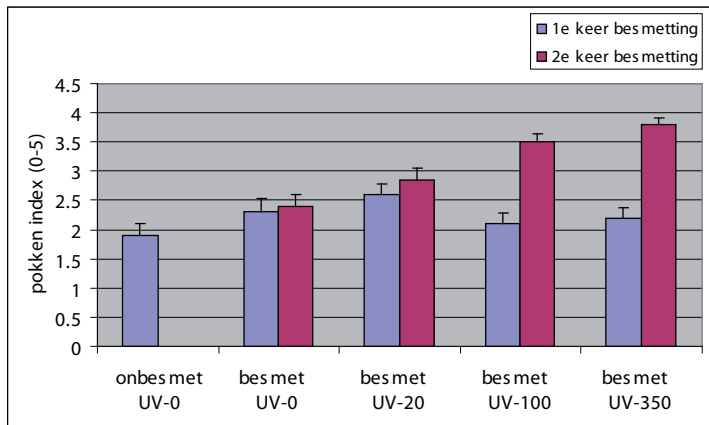
- UV-behandeling met doseringreeks: onbesmet (0, 500 mJ/cm² UV licht; in legenda 0/0 en 0/500); besmet (0, 350, 500, 650 mJ/cm² UV licht; in legenda 1/0, 1/350, 1/500, 1/650);
- 40 bloemen per behandeling; 10 bloemen onbehandeld en 2x 10 bloemen behandeld met UV (als check voor het natuurlijke besmettingsniveau) wegzetten bij hoge RV bij kamertemperatuur en 10 bloemen bij kamertemperatuur en lage RV (70%);
- Beoordeling bloemkwaliteit: na 5, 9 en 14 dagen. Op een totaal van 10 bloemen per behandeling is het aantal bloemen dat van goede kwaliteit is (geen zichtbare pokken) aangegeven (Y-as Figuur);

Resultaten

Na 5, 9 en 14 dagen is er geen invloed te zien van de UV belichting op de houdbaarheid.

Er is een verschil in houdbaarheid tussen de cultivars als deze bij hoge of lage RV worden weggezet om uit te bloeien. Na 9 dagen zijn de cultivars Wish en Maroussia bij lage RV duidelijk minder als bij hoge RV. Heat Wave gaat sowieso snel achteruit en is na 14 dagen volledig uitgebloeid. Na 14 dagen is Wish bij hoge RV nog in zeer goede conditie maar bij lage RV zeer slecht.

Risico van herbesmetting



De vraag is of bloemen na behandeling met UV gevoeliger zijn voor Botrytis-infectie. Argumenten voor herbesmetting na UV behandeling zijn: bloemen worden tijdens verdere behandeling in schuur opnieuw besmet door in lucht aanwezige sporen omdat doos niet gelijk dicht gaat of emmers er nog enkele uren staan. Door UV behandeling kunnen bloemen fysiek gevoeliger worden voor herbesmetting. Argumenten tegen herbesmetting zijn: er zijn in de schuur maar weinig sporen (geen afstervend weefsel) waardoor kans op herbesmetting gering is. De tijd dat behandelde bloemen in de schuur staan is kort en daardoor is de kans op herbesmetting gering.

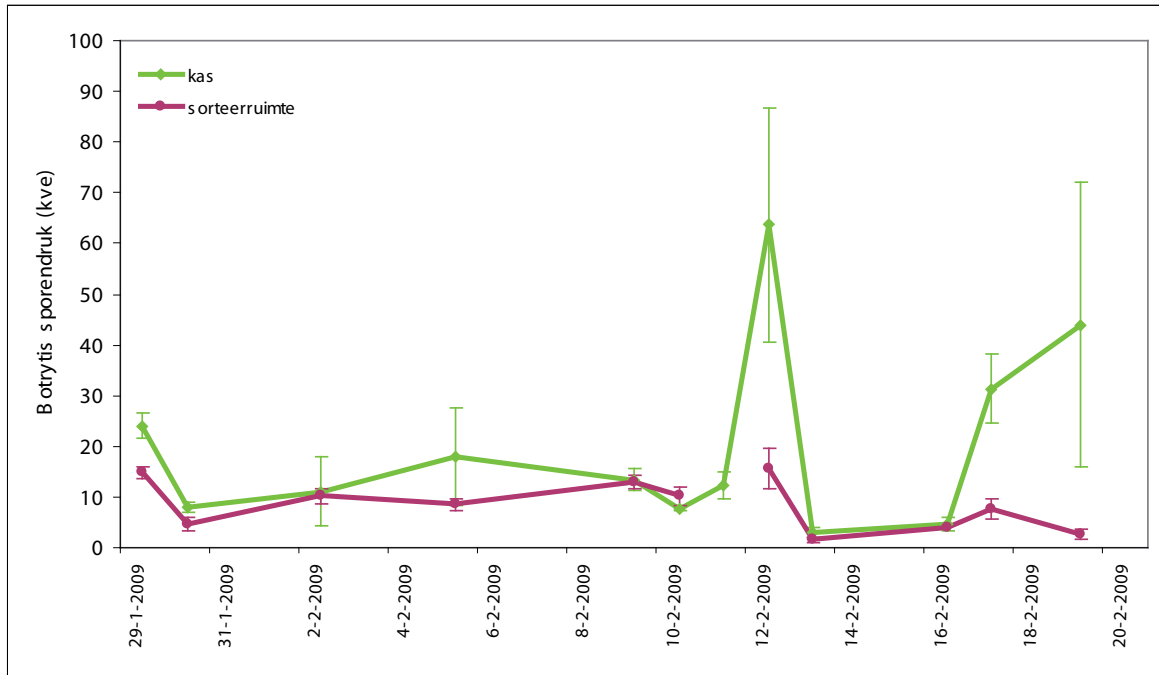
Uitvoering in Bleiswijk

- 2 partijen bloemen kunstmatig met sporen besmetten (20 bloemen per partij)
- Dezelfde 2 partijen behandelen met drie UV-doseringen (0 – 20 – 100 – 350 mJ/ cm²).
- 1e partij wegzetten bij hoge RV.
- 2e partij opnieuw besmetten met sporen en daarna wegzetten bij hoge RV. Als bloemen van de 2e partij een hoger aantal lesies hebben dan de 1e partij, dan is er sprake van toenemende gevoeligheid door behandeling met UV.
- Als standaardcontrole voor de natuurlijke infectie van de bloemen worden hier tevens niet-besmette bloemen meege-nomen en ook bij hoge RV weggezet. Deze zijn niet met UV behandeld.

Resultaten

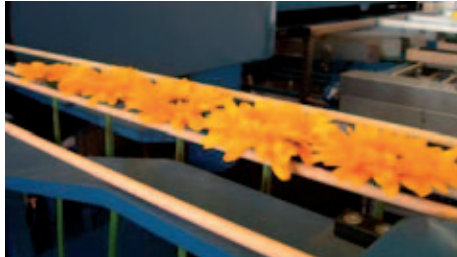
In het eerste deel van de proef zijn bloemen besmet en daarna met UV behandeld (0 – 20 – 100 – 350 mJ/cm²). Daarna zijn de behandelde bloemen opnieuw besmet met Botrytis sporen. Het blijkt dat bloemen die met hogere UV-doseringen behandeld zijn gevoeliger worden voor een tweede besmetting van Botrytis sporen en meer pokken ontwikkelen ten opzichte van de besmette controle die geen UV behandeling heeft gekregen. Het lijkt er op dat cellen kwetsbaarder worden na een UV-C behandeling. Botrytis kan juist bij verzwakte cellen makkelijker binnendringen. Of deze uitkomsten indicatief zullen zijn voor de condities in de praktijk is nog afwachten. Daar zullen de rondzwevende sporen in de naoogst-ruimte naar verwachting veel lager zijn als dat wij ze nu voor de tweede keer hebben toegediend. Bovendien zijn deze bloemen weggezet onder hoge RV condities, optimaal voor Botrytis kieming.

Sporenmetingen in de sorteerruimte en kas

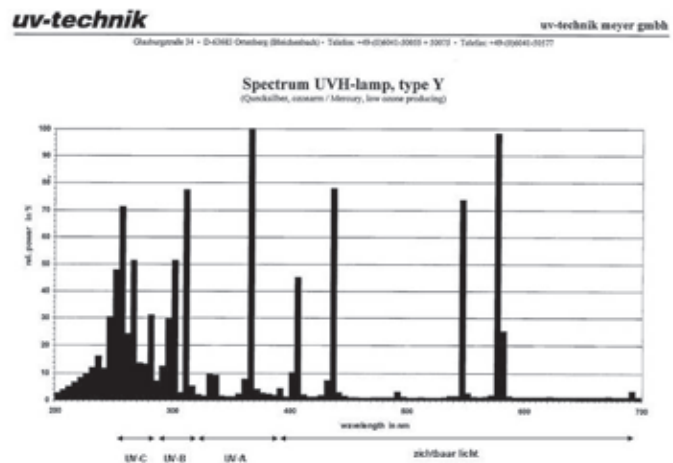


Tegelijkertijd met de hiervoor beschreven proef zijn in de periode van 29 januari tot en met 20 februari 2009 12 metingen verricht naar de sporendruk in de sorteerruimte en in de kas. In de meeste perioden is de sporendruk in beide ruimtes laag (max. 10-15 kve). Op enkele dagen echter is de gemeten sporendruk in de kas beduidend hoger (2-4x) dan in de sorteerruimte. In tegenstelling tot de verwachting is het sporenniveau in de sorteerruimte niet lager dan in de kas. Er blijft dus een risico voor herbesmetting na behandeling met UV licht.

Vorbereidende proeven voor toepassing UV-C op sorteermachine



*Figuur A: Verenkelde bloemen
in de sorteerlijn*



Figuur B: Golflengtespectrum van middendruk lampen

Op een sorteermachine zijn er enkele stadia waarin de bloemen verenkelde in een lopende band/ketting hangen. Op dat moment zouden ze het eenvoudigst met UV belicht kunnen worden. De afstand tussen bloem en lamp kan dan zo klein mogelijk worden gemaakt (2-5cm). De snelheid van de bloemen is belangrijk, hoe sneller, hoe lager de dosering. De huidige sorteermachine van Havatec, de enige machine op de markt en wijdverspreid onder gerberatelers, heeft een sorteersnelheid van ca. 10000 bloemen per uur. Dit betekent dat 2,8 bloemen per s belicht moeten worden (ofwel een belichtingstijd van 0,36s per bloem) en dan een dosis moeten krijgen van 350 mJ/cm².

Praktisch gezien betekent dit dat de huidige gebruikte TL lampen van 75Watt niet toereikend zullen zijn onder praktijkcondities om een hoge dosis van 350 mJ/cm² te bereiken bij een snelheid van 10000 bloemen per uur of alleen als er meer dan 9m lampen achter elkaar gemonteerd worden. Indien deze ruimte beschikbaar is, dan is dit een degelijke en goedkope oplossing. Indien de ruimte er niet is dan moet een nieuw ontwerp worden gemaakt voor inbouw in de sorteermachine. In overleg met lampenleverancier (GLA Enkhuizen) is een installatie ontworpen op basis van twee middendruk UV lampen met een lengte van ca. 1m die in een sorteerlijn kan worden ingebouwd. Kenmerkend voor de middendruk lampen is dat ze niet alleen UV-C, maar een breder licht spectrum afgeven (zie Figuur B).

De aangeschafte installatie is aangepast met een traploos instelbare snelheidsrail, ventilatoren om de stralingswarmte weg te koelen en bekisting tegen directe straling waarna het effect van de lampen is getest op sporendruk en bloem schade.

Resultaten

- Reductie sporendruk 75-100% door ondermeer UV-C dosering vanaf 15 tot 150 mJ/cm².
- UV-C dosering kan lager zijn doordat de middendruk lampen ook UV-A en UV-B afgeven.
- Bloem schade bij UV-C dosering > 200 mJ/cm²
- Verbranding bij zowel Dino als Ice Queen vanaf 200 mJ/cm².

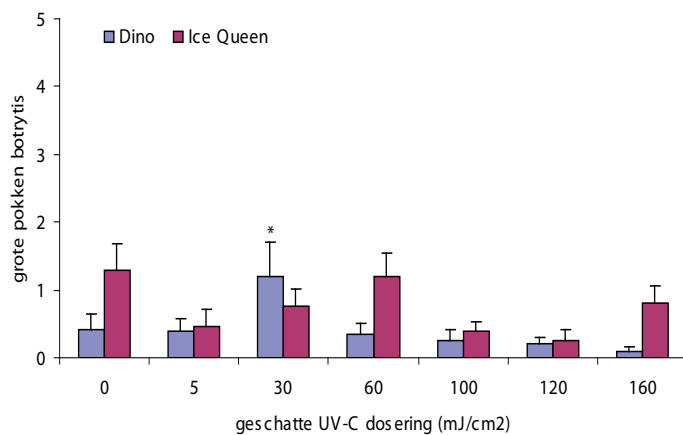
Praktijkproef middendruk UV-C lampen in de sorteermachine

Als vervolg op de hierboven beschreven oriënterende proeven zijn begin 2010 enkele proeven uitgevoerd met de middendruk lampen ingebouwd in een sorteermachine. De belangrijkste vragen hierbij waren:

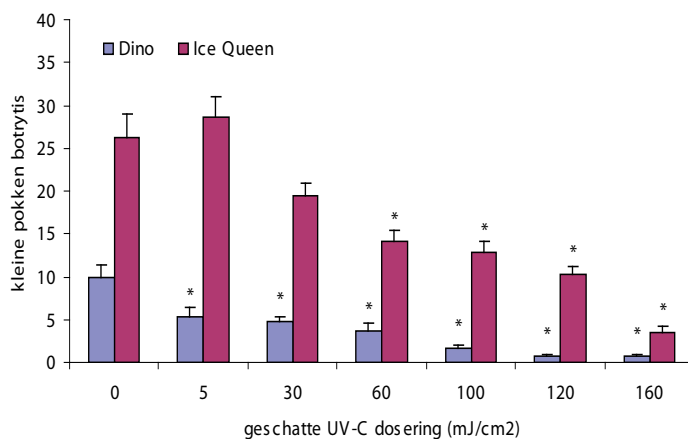
- Is een UV-C dosering van 160 mJ/cm² voldoende voor eenmalige doding van sporen op de bloem?
- Is de warmteontwikkeling van de lampen beheersbaar?
- Zijn UV-C middendruk lampen in de praktijk toepasbaar (veiligheid)?

Uitvoering

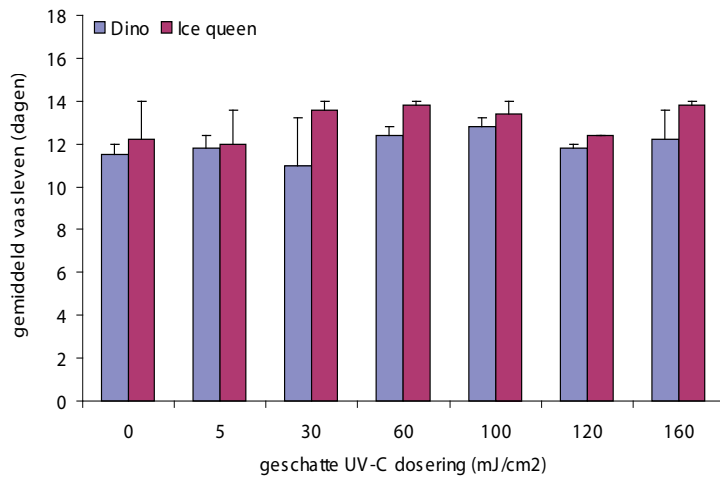
De bloemen zijn niet kunstmatig besmet. Cultivars Dino en Ice Queen zijn toegepast in 7 behandelingen (0 – 5 – 30 – 60 – 100 – 120 – 160 mJ/cm²) met 20 bloemen per behandeling. Gebruikt zijn 2 middendruk lampen (2x 1000 W) met lichtspectrum 200-700 nm.



Figuur A. Effect van UV-C behandelingen op aantal grote pokken (zichtbare lesies) op de lintbloemen van gerbera. De staafjes op de balken geven de spreiding rond het gemiddelde weer. De behandelingen met een asterisk (*) zijn significant verschillend van de controle behandeling zonder UV-C behandeling ($P < 0,05$)



Figuur B. Effect van UV-C behandelingen op aantal kleine pokken (met blote oog niet-zichtbare lesies) op de lintbloemen van gerbera. De behandelingen met een asterisk (*) zijn significant verschillend van de controle behandeling zonder UV-C behandeling ($P < 0,05$). De staafjes op de balken geven de spreiding rond het gemiddelde weer



Figuur C. Gemiddelde vaasleven in dagen zonder transportsimulatie na behandeling met UV-C gedoseerd via middendruk lampen in een sorteerlijn. De staafjes op de balken geven de spreiding rond het gemiddelde weer. Er zijn geen betrouwbare verschillen aanwezig tussen behandelingen ($P < 0,05$)

Resultaten

Het aantal grote pokken werd niet significant gereduceerd door de UV behandelingen (Figuur A.). Bij kleine pokken zit wel een duidelijk verband (Figuur B.). Hoe hoger de UV-dosering, hoe geringer het aantal kleine pokken. De reductie van het aantal kleine pokken ten opzichte van de controle behandeling is ook hoger, maximaal 93% (Dino), 87% (Ice Queen). De doseringen van minder dan 100 mJ/cm² geven echter hooguit een reductie van 63% (Dino) of 46% (Ice Queen). Deze lage doseringen zijn eigenlijk gewenst, omdat bij een UV-dosering van 30 mJ/cm² de bloemtemperatuur al opliep tot 50 °C en bij 160 mJ/cm² tot 170 °C (Figuur D.).

In deze proef hebben de UV-C behandelingen (inclusief een temperatuurseffect) geen betrouwbaar negatief of positief effect gehad op het vaasleven van de bloemen (Figuur C.).



Figuur D: Brandschade aan de lintbloemen bij 160 mJ/cm²

In de tellingen van de sporendruk zijn er gemiddeld 25-30 sporen per voedingsbodem gevonden. Dit betrof zowel de metingen die in de kas waren uitgevoerd als bij de sorteerlijn. Dit is een matig-hoge sporendruk (< 10-15 sporen = laag). In de buitenlucht zijn geen sporen aangetroffen die nog kiemkrachtig waren, het vror de dag van de meting -8 °C graden.

Conclusies UV-C middendruk lampen

Voor behandeling van gerberabloemen in een sorteerlijn is de reductie van het aantal botrytislesies (zowel grote als kleine pokken) bij lage UV-C doseringen (lager dan 100 mJ/cm²) met de UV-C middendruk lampen te gering om met verder onderzoek door te gaan. Daarnaast geven de huidige lampen teveel warmte af waardoor het temperatuurseffect niet los van de UV-C dosering kon worden onderzocht, ondanks plaatsing van extra ventilatoren om de lucht te koelen. Hier ligt een rol voor de fabrikant om de lampen zodanig te construeren dat de overtollige warmte beter wordt weggekoeld (of niet geproduceerd) en niet zo makkelijk oploopt naar waardes boven de 40 °C. Dit geeft teveel risico voor kwetsbare onderdelen in de sorteerlijn (kunststof materialen) en de kwaliteit van de bloemen. Bovendien doseren de lampen niet alleen UV-C, maar ook een geringe hoeveelheid UV-A en UV-B. Van UV-B is bekend (Marquenie *et al.*, 2002a) dat een lichte dosering de ontwikkeling van botrytis sporen juist bevordert. De gemeten UV-B betrof ongeveer 10% additioneel aan de gemeten UV-C waardes. De effecten hiervan op de ontwikkeling van lesies op de lintbloemen zijn niet onderzocht. Voorlopig blijft het advies is om UV-C behandelingen toe te dienen met behulp van de lagedruk lampen, omdat deze specifiek alleen UV-C doseren (piek bij 254 nm) en niet zoveel warmte produceren.

5 Conclusies

Het in drie fasen uitgevoerde onderzoek (inventarisatie van huidige bestrijdingsmethoden, effectiviteit van geselecteerde bestrijdingsmethoden en praktijktesten) heeft geleid tot de volgende conclusies:

- Specifieke botrytisbestrijding is alleen nuttig om in de na-oogstfase uit te voeren en niet in de teeltfase;
- Luchtionisatie, begassing met ozon, Wesso agra en methyljasmonaat blijken geen perspectief te hebben voor toepassing. Getrapte RV en temperatuur behandeling lijkt wel perspectief te bieden, maar risico's op praktijkschaal lijken erg groot. Toepassing van de microsprayer staat nog in de kinderschoenen en wordt elders ontwikkeld;
- UV-licht en Aquanox hebben perspectief en worden verder onderzocht;
- In de teelt toegelaten middelen hebben voor toepassing in de na-oogstfase een nieuwe toelating nodig. De toedieningstechniek zal moeten worden aangepast aan de werkomstandigheden (veiligheid, arbo).

De geselecteerde methoden Aquanox en UV zijn onder laboratoriumomstandigheden uitgetest (fase 2):

Aquanox (ultrasoon vernevelen van een zoutoplossing):

- Aquanox biedt perspectief als de afgesloten ruimte met nevel wordt volgezet tot een RV van 90%, waarna een behandeltime volgt van enkele minuten (gering effect) tot meer dan 15 minuten (100% reductie in pokken);
- Bloemgerichte dosering van Aquanox lijkt perspectief te hebben bij een behandeltime van 1 minuut. (kleine pokken);
- Aangezien toelating als biocide een vereiste is zijn de proeven eerst gestopt, maar in 2010 in een ander project uitgevoerd met positieve resultaten tegen botrytis en meeldauw (Sleegers, 2010).

UV:

- Er is geen verschil in gevoeligheid voor UV licht van botrytissporen die onder natuurlijke omstandigheden op de bloem zijn terechtgekomen of die kunstmatig bloemen hebben besmet. Bij kunstmatige besmetting ligt het pokkenniveau hoger en zijn met minder arbeid betrouwbaardere resultaten te behalen;
- Oudere sporen worden net zo goed gedood als jongere sporen;
- Om meer dan 91% reductie in lesies te krijgen is een dosering van meer 200 - 350 mJ/cm² UV-C belichting nodig. De dosering is afhankelijk van intensiteit lampen, de afstand tussen lamp en bloem en de tijdsduur.
- Bij een te hoge belichtingsintensiteit kunnen bloemen brandschade geven. Maroussia was het meest gevoelig met schade vanaf 350 mJ/cm².

In fase 3 is onderzocht in hoeverre praktijkomstandigheden aanvullende eisen stellen aan UV belichting:

- De standaard in gebruik zijnde lampen (75-100W) vereisen voor een 95% reductie in lesies een lengte in de sorteermachine (10.000 bloemen per uur) van zeker 9m, hetgeen onpraktisch is. Om toch een voldoende hoge UV belichtingsintensiteit te krijgen zijn UV middendruk lampen (2 lampen van elk 1000W) getest.
- Technisch is de oplopende temperatuur (>100°C) bij middendruk lampen een bottleneck. Herontwerp van belichtingsinstallatie aangepast op de gebruikte sorteermachine is noodzakelijk.
- De middendruk lampen hebben een breder spectrum en produceren naast UV-C ook UV-B (ca. 10%) hetgeen de ontwikkeling van botrytis kan bevorderen. Dit effect is niet onderzocht in deze proef.
- Bij een dosering tot 160 mJ/cm² nam het aantal grote pokken(zichtbaar) niet significant af, het aantal kleine pokken (niet zichtbaar) nam wel significant af door de UV belichting bij de cultivars Dino en Ice Queen. Een hogere dosering was technisch nu niet mogelijk.
- Het vaasleven werd niet beïnvloed door de UV belichting.

Samenvattend:

- UV-C dosering vanaf 350 mJ/cm² is geschikt voor doding van >95% van de Botrytis sporen.
- Per cultivar moet in verschillende seizoenen getoetst worden wat de grens is voor gewasschade.
- Eénmalige toepassing van UV-C licht heeft geen negatieve (of positieve) effecten op houdbaarheid van gerberabloemen.
- Middendruk lampen met een breed lightspectrum zijn (nog) niet geschikt voor bestrijding van botrytis op lintbloemen vanwege te hoog oplopende temperaturen, te lage effectiviteit en onbekende effecten van de andere aanwezige golflengten op bloemkwaliteit.
- Lagedruk lampen die alleen UV-C doseren zijn op dit moment de meest geschikte toedieningsmethode voor een UV-C behandeling. Dit vergt echter wel een structurele aanpassing van de huidige sorteermachines waarin genoeg ruimte (enkele meters) is om de lampen op te hangen.

6 Praktijkadvies voor toepassing UV belichting

Aan de hand van de resultaten is een praktijkadvies opgesteld om UV belichting in de praktijk toe te passen tegen botrytis in de na-oogstfase.

Praktijkadvies voor UV-C dosering met 75W lagedruk lampen.

Te bereiken doding van sporen van botrytis op de lintbloemen	niet in sorteerlijn	in sorteermachine ingebouwd (10.000 bloemen/uur)
- 60% - 90% - <200 mJ/cm ²	- 2 lagedruk lampen in één armatuur, 5 - 10 cm boven de bloemen - behandelingstijd: 10-40 s	- 2 lagedruk lampen in één armatuur, 5 cm boven de bloemen - 4 m lengte nodig, dus 4 armaturen óf - 2 lagedruk lampen in één armatuur, 10 cm boven de bloemen - ca. 8-9 m lengte nodig, dus 8 armaturen
- 91% - 100% - 200 - 350 mJ/cm ²	- 2 lagedruk lampen in één armatuur, 5 - 10 cm boven de bloemen - dosering: 200-350 mJ/cm ² - behandelingstijd: 40 - 160 s	- 2 lagedruk lampen in één armatuur, 5 cm boven de bloemen - ca. 8-9 m lengte nodig, dus 8 armaturen

Het advies is opgesteld voor de gebruikte 2 x 75W lampen in één armatuur. Indien er lampen van een hoger wattage worden gebruikt kan of de behandelingstijd korter word of het aantal armaturen worden verminderd of de afstand tot de lampen worden vergroot. Als twee van de drie factoren worden gewijzigd, dan zal de effectieve belichting worden verlaagd.

7 Literatuur

- Daughtrey, M.L. 2003.
Greenhouse Product News. Vol 13, no. 11.
- Daughtrey, M.L., 2000.
Plant Health progress. www.plantmanagementnetwork.org/pub/phb/mamagement/botrytis/
- Marquenie D, Geeraerd A H, Lammertyn J, Soontjens C, Van Impe J F, Michiels C W and Nicolai B M 2003a.
Combinations of pulsed white light and UV-C or mild heat treatment to inactivate conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilia fructigena*. *International Journal of Food Microbiology*. 85, 185-196
- Marquenie D, Lammertyn J, Geeraerd A H, Soontjens C, Van Impe J F, Nicolai B M and Michiels C W 2002a.
Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. *International Journal of Food Microbiology*. 74, 27-35.
- Marquenie D, Michiels C W, Geeraerd A H, Schenk A, Soontjens C, Van Impe J F and Nicolai B M 2002b.
Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. *International Journal of Food Microbiology*. 73, 187-196.
- Marquenie D, Michiels C W, Van Impe J F, Schrevels E and Nicolai B N 2003b.
Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*. 28, 455-461.
- Microbloc, 2002.
Microbloc Material safety data sheet.
- Moorman, G., 2007.
Plant Disease Facts. Penn State University.
- Sleegers, J., 2010.
Goed resultaat met aquanox tegen meeldauw en botrytis. *Vakblad voor de Bloemisterij*, nr 51/52, p46-47.
- Slootweg, G. en Hoope, M.A. ten, 2002.
Het effect van luchtionisatie na de oogst op *Botrytis* bij roos. Intern rapport PPO project 420016,
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector Glastuinbouw.
- Slootweg, G. en Hoope, M.A. ten, 2004a.
Effect van methyljasmonaat op *Botrytis* bij roos en *Lisianthus*. Intern rapport PPO project 41380143,
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector Glastuinbouw.
- Slootweg, G. en Hoope, M.A. ten, 2004b.
Het effect van begassing met ozon in de naooogst fase op de *Botrytis*-ontwikkeling bij roos en *lisianthus*.
- Veiligheidsblad Aquarein, 2007.
Uitgave Reinders Vernevelingstechniek.

