

Onderzoeksverslag
Koploosheid bij zaailingen van paprika
(*Capsicum Annuum* L.)



Organisatie:

Kwekerij Vreugdenhil

Datum:

7 maart 2016

Opdrachtgever:

Plantum

Opdrachtnemer:

Jeroen van Lent

(studentennummer 562780)

Onderzoeksverslag

***Koploosheid bij zaailingen van paprika
(Capsicum Annuum L.)***

Opdrachtgever: Plantum
Vossenburchkade 68
2805 PC Gouda

Opdrachtnemer: Jeroen van Lent
Student aan de Hogeschool InHolland

Studentnummer: 562780

Studierichting: Greenport Tuinbouw & Agribusiness

Variant: Teelttechniek en Veredeling

School: Hogeschool InHolland Delft
Rotterdamseweg 141
2628 AL Delft

Procesbegeleider: Daniel Scheepens (docent van InHolland)

Stagebedrijf: Plantenkwekerij Vreugdenhil B.V.
Noord-Lierweg 35a
2678 NA De Lier

Stagebegeleider: John Potters (teeltspecialist van Vreugdenhil)

Stageperiode: 1 september 2015 - 31 januari 2016



Betrokken partijen

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt dankzij de betrokkenheid, inzet en bijdragen van de volgende partijen:

Werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal

Plantum

Gipmans Productie B.V.

Plantenkwekerij Brabant Plant B.V.

Plantenkwekerij Vreugdenhil B.V.

Globe Plant B.V.

Beekenkamp Plants B.V.

Noordam Plants

Plantenkwekerij Van der Lugt B.V.

WPK B.V.

Leo Ammerlaan B.V.

Sponsors

Rijk Zwaan Nederland B.V.

Philips Lighting - Horticulture LED Solutions

WUR-DLO

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw

Voorwoord

Met het afsluiten van dit onderzoekstraject is mijn studie aan de hogeschool InHolland bijna afgerond. Ik heb het onderzoek als erg leuk en leerzaam ervaren. Ondanks dat het bijzonder tijdrovend was het afgelopen half jaar. Achteraf gezien zijn er wat veel proeven uitgevoerd, maar ik er zeker geen spijt van.

Uiteraard had dit onderzoek niet tot stand kunnen komen zonder hulp van de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal en de sponsoren. In het bijzonder gaat mijn dank hierbij uit naar Ano, Arthur, Claudia, Ed, Eef, Eric, Jan, John, Joost, Leon en Leon, Leontiene, Maaïke, Mart, Richard, Ronald, Steven en Vera. Die allen in meer of mindere mate persoonlijk hebben bijgedragen aan de opzet en uitvoering van het onderzoek.

Een speciale dank gaat uit naar Sjoerd die me op het spoor bracht van dit onderzoekstraject en naar Daniel voor de support vanuit school.

Esmiralda, dank ik zeer voor het eindeloze geduld thuis en de noodzakelijke reflectie- en sparringpartner die ze graag is.

1 maart 2016

Jeroen van Lent

Samenvatting

Bij sommige paprikarassen is koploosheid (een spontane groeivertraging of stagnatie) in de juveniele plantfase een probleem. Het probleem wordt in de kern veroorzaakt door genetische aanleg bij de betreffende rassen. Desondanks is er in de praktijk een behoorlijke variatie in de mate waarin koploosheid zich voordoet bij de opkweek. Dit varieert doorgaans tussen de 5% á 20% van de gezaaide planten. Het is door deze flinke variatie aannemelijk dat er omgevingsfactoren zijn die van invloed zijn op het tot expressie komen van deze afwijking.

De partijen die betrokken zijn bij dit onderzoek willen graag meer invloed uit kunnen oefenen op de mate van koploosheid. Het dient het economisch belang van hen door de hoeveelheid derving en het risico op reputatieschade en schadeclaims te kunnen verminderen.

De afgelopen jaren zijn diverse onderzoeken verricht naar koploosheid in paprika. Dit heeft geresulteerd in identificatie en vooral uitsluiting van een reeks factoren. Dit onderzoek is gestart om opnieuw een aantal factoren te onderzoeken die nog niet eerder aan bod zijn gekomen. Het betreft de factoren: een klimaatshock door schommelingen in temperatuur en RV, het afdekken van zaailingen met plastic, geografische klimaatinvloeden zoals instralingsniveaus en tot slot de samenstelling van het lightspectrum.

Deze factoren zijn onderzocht door proeven uit te voeren. Bij de eerste proef zijn planten gezaaid in een klimaatcel bij een klimaattechnisch vlak teeltregime. De planten zijn met tussenpozen van 1 á 2 dagen gezaaid, waarna op dag 15 en 16 het klimaat in de cel is verstoord door de temperatuur en RV flink te laten schommelen. Doordat de cel op dat moment vol stond met een reeks planten in verschillende leeftijdscategorieën kon worden nagegaan wat het effect van de shock is gedurende die groeifase van de plant.

De tweede proef is bij drie kwekers in de kas uitgevoerd. Bij allen is een reeks trays gezaaid, waarbij vervolgens op identieke wijze werd gevarieerd met de tijdsduur waarmee de trays met plastic werden afgedekt. Deze opzet bood gelegenheid om zowel naar het effect van de afdekkingsduur als naar het klimatologische effect van de verschillende geografische teeltlocaties te kijken. In de derde proef zijn 3 verschillende belichtingsarmaturen (Son-T, LED blauw en LED rood-blauw) uitgetoet in een klimaatcel, met daarnaast een referentieteelt in de kas. Het klimaat is hierbij naar de omstandigheden zo gelijk als mogelijk gehouden.

De bevindingen zijn eenduidig. Geen van de onderzochte factoren had een aantoonbare duidelijke en op zichzelf staande invloed op de mate van koploosheid. Gelukkig zijn er ook nog andere zaken bekeken tijdens de proeven, waaruit wel enkele bijzondere observaties zijn voortgekomen.

Bij de proeven met de klimaatshock en de opstellingen met Son-T verlichting speelde een vorm van onbedoelde klimaatstress een rol. Er is een duidelijke relatie zichtbaar tussen een snelle verdamping door de plant en een hoger percentage beschadigingen en ongelijkheid in groei. Dit resulteerde in een grotere fractie onbruikbare planten bij de eindbeoordeling. Son-T en de shock gaven ook meer koploosheid, maar dit bleek dus niet direct te relateren aan alleen de onderzochte factoren. De teelt onder de twee LED belichtingen gaf qua afwijkingen geen ander resultaat dan de onbelichte kasteelt in december. Wel waren de planten morfologisch beter en sterker ontwikkeld.

De variatie met de plastic afdekking verhoogde de opkomst snelheid iets zonder dat dit problemen gaf met gewasafwijkingen. Aannemelijk is dat de afdekking geen invloed heeft op zuurstofarmoede op de tray.

Tijdens de proeven zijn diverse zaadloten en rassen gebruikt. Van het ras Nagano zijn meerdere zaadloten gebruikt welke onderling bijzondere verschillen in resultaat gaven. Er lijkt een verband zichtbaar tussen het opkomstpercentage, de mate van koploosheid en de hoeveelheid onbruikbare planten. Het zaadlot dat

duidelijk het slechtste op kwam gaf namelijk structureel minder koplozen dan het beter kiemende zaadlot. Verder is een derde verouderd zaadlot gebruikt als aanvulling tijdens de lichtproef. Daar bleek dat de veroudering geen zichtbaar effect had op koploosheid.

De plantbeoordeling en classificatie gaf soms wat problemen tijdens de proeven. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door de arbitraire grens die er getrokken kan worden tussen koploosheid en een aantal vormen van zware beschadiging. De indruk ontstond dat het mechanisme dat de koploosheid veroorzaakt ook verantwoordelijk is voor een deel van de beschadigde planten.

De resultaten uit dit onderzoek bieden enige aanknopingspunten voor gericht vervolgonderzoek. Zowel op teelttechnisch als op zaadtechnologisch vlak. Het blijft intrigerend om een duidelijk hogere hoeveelheid koplozen te zien bij Son-T, waar dit in eerdere onderzoeken ook al is gevonden, zonder een eenduidige oorzaak aan te kunnen wijzen. Vermoedelijk is er sprake van interacties tussen diverse factoren die leidt tot een verhoogd percentage koplozen. Stralingintensiteit in combinatie met omgevingstemperatuur en RV kunnen hierbij wel eens een interessante interactie geven die effect heeft op koploosheid.

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Afkortingen.....	10
1 Inleiding.....	11
1.1 Aanleiding en probleemstelling.....	11
1.2 Doelstellingen	11
1.3 Hypothesen en onderzoeksvragen.....	11
1.3.1 De invloed van schommelingen in temperatuur en RV	12
1.3.2 De invloed van het afdekken van zaaitrays met plastic	12
1.3.3 De invloed van schommelingen in het kas- en buitenklimaat	12
1.3.4 De invloed van verschillende lichtspectra.....	12
1.4 Doelgroepen	13
1.5 Afbakening.....	13
1.6 Terminologie.....	13
1.7 Opbouw verslag.....	13
2 Literatuuronderzoek	15
2.1 Enkele morfologische kenmerken van paprika.....	15
2.2 Koploosheid	16
2.2.1 Wat is koploosheid?.....	16
2.2.2 Bij welke gewassen komt koploosheid voor?	17
2.3 Oorzaken van koploosheid	17
2.3.1 Genetische aanleg voor koploosheid.....	17
2.3.2 Inductiefactoren van koploosheid	18
2.3.3 Inductiefactoren bij paprika	19
2.4 Stressfactoren.....	19
2.4.1 Focus op stressfactoren.....	19
2.4.2 Stress mechanismen door het klimaat of de teelt	19
2.4.3 De invloed van het lichtspectrum	21
2.5 Conclusies na het literatuuronderzoek	22
2.6 Keuzen en gevolgen voor de proefopzet.....	23
3 Materiaal en Methoden	24
3.1 Classificatie van koploosheid.....	24
3.2 Proef 1: de invloed van een klimaatshock.....	25
3.2.1 Inleiding bij proef 1.....	25
3.2.2 Opzet van proef 1	26
3.3 Proef 2: De invloed van het klimaat en de duur van het afdekken met plastic	29

3.3.1	Inleiding bij proef 2.....	29
3.3.2	Opzet van proef 2.....	31
3.4	Proef 3: De invloed van het lichtspectrum.....	32
3.4.1	Inleiding bij proef 3.....	32
3.4.2	Opzet van proef 3.....	34
4.	Onderzoeksresultaten.....	36
4.1	Inleiding.....	36
4.2	Resultaten proef 1: effecten van een klimaatshock.....	36
4.2.1	Bijzonderheden bij de uitvoering van proef 1.....	36
4.2.2	Koploosheid bij proef 1.....	36
4.2.3	Ontwikkeling in het type afwijkingen.....	38
4.2.4	Performance van de verschillende bakken in de klimaatcel.....	40
4.2.5	Verschillen tussen ronde 1 en ronde 2 in de klimaatcel.....	40
4.2.6	Eerste conclusies bij proef 1.....	40
4.3	Resultaten van proef 2: afdekking met plastic en een ringtoets.....	41
4.3.1	Bijzonderheden bij de uitvoering van proef 2.....	41
4.3.2	Koploosheid en de duur van het afdekken.....	41
4.3.3	Opkomst snelheid en de duur van het afdekken.....	42
4.3.4	Koploosheid bij de deelnemende kwekers.....	44
4.3.5	Eerste conclusies bij proef 2.....	45
4.4	Resultaten van proef 3: de invloed van het lichtspectrum.....	46
4.4.1	Bijzonderheden bij de uitvoering van proef 3.....	46
4.4.2	Koploosheid bij ras D en ras E na de lichtbehandeling.....	46
4.4.3	Koploosheid bij Nagano na de lichtbehandelingen.....	47
4.4.4	Eerste conclusies bij proef 3.....	49
4.5	Performance van de Nagano zaadloten.....	49
4.5.1	Inleiding.....	49
4.5.2	Performance van zaadlot 1 in drie proeven.....	50
4.5.3	Performance van zaadlot 1 versus zaadlot 2.....	53
4.5.4	Eerste conclusies bij de performance van de zaadloten.....	54
5	Discussie.....	55
5.1	De effecten van een klimaatshock.....	55
5.2	Effecten van de duur van het afdekken van de trays met plastic.....	57
5.3	Bijzonderheden bij de ringtoets.....	57
5.4	Effecten van het lichtspectrum.....	58
5.5	Bijzondere verschillen tussen de proeven met zaadlot 1.....	59

5.6	Verschillen tussen Nagano zaadlot 1 en 2.....	60
6	Conclusies.....	62
6.1	Conclusies over de invloed van een klimaatshock.....	62
6.2	Conclusies over de duur van het afdekken van de trays met plastic.....	62
6.3	Conclusies over de invloed van het buiten- en binnenklimaat.....	62
6.4	Conclusies over de invloed van het lightspectrum.....	62
6.5	Overige bijzonderheden en conclusies.....	63
7	Aanbevelingen.....	64
	Literatuur.....	65
	Boeken en artikelen.....	65
	Deskundigenlijst.....	66
	Eigen materiaal.....	66
	Bijlagen.....	67

Afkortingen

KLH = koploosheid

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en probleemstelling

Bij de opkweek van paprikaplanten worden opkwekers van juveniele planten met grote regelmaat geconfronteerd met het fenomeen koploosheid (hierna afgekort tot: KLH). KLH wordt hierbij als volgt gedefinieerd:

"Koploosheid bij paprika en tomaat is het fenomeen dat omstreeks het 3- tot 5-bladige stadium van een jonge plant een groeistop optreedt welke resulteert in een kwalitatief minder goede of niet bruikbare plant."
(van der Burg et al., 1999)

De mate van KLH kan sterk variëren en betreft bij veel teelten tussen de 5% tot wel 20% van de gezaaide planten. Een negatief gevolg van KLH is dat de planten niet aan de kwaliteitseisen en specificaties van de afnemer (de professionele kwekers) voldoen. Dit betekent een flinke kostenpost voor de opkweker. Voorbeelden van KLH zijn zichtbaar in figuur 3.

Bekend is dat de mate van gevoeligheid voor KLH een genetische achtergrond heeft en dat er grote verschillen in gevoeligheid zijn tussen paprikarassen. Verder is algemeen bekend dat de mate van optreden of te wel de expressie van deze genetische aanleg sterk beïnvloed kan worden door suboptimale condities tijdens de opkweek.

De afgelopen jaren is er reeds het nodige aan onderzoek gedaan bij de gewassen kool en tomaat, waar KLH eveneens een probleem is. Daar zijn een aantal factoren vastgesteld die de expressie van KLH bevorderen, op basis waarvan opkwekers vervolgens zelf teeltmaatregelen konden nemen. Bij paprika is nog maar vrij beperkt onderzoek verricht. Hetgeen bekend is komt grotendeels voort uit onderzoek wat de afgelopen 3 jaar door zaadbedrijven en opkwekers zelf is verricht.

De werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van branchevereniging Plantum wil graag dat meer onderzoek wordt verricht naar de factoren welke KLH bij paprika bevorderen en heeft daarvoor deze onderzoeksopdracht geformuleerd.

1.2 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van dit onderzoek is te achterhalen welke omgevingsfactoren bij paprika het optreden van KLH veroorzaken of bevorderen tijdens de juveniele plantfase, door literatuuronderzoek te doen en gericht een aantal experimenten uit te voeren in zowel een kas omgeving als in een klimaatcel.

De onderzoeker zelf wil door het verrichten van dit onderzoek aantonen vakbekwaam te zijn in het kader van de opleiding die wordt gevolgd aan de Hogeschool InHolland. Daarnaast wil hij zijn kwaliteiten kunnen laten zien in het werkveld en de nodige contacten leggen om na het afronden van de opleiding de kansen op een baan in de sector te vergroten.

1.3 Hypothesen en onderzoeksvragen

De hoofdvraag achter gehele onderzoek is: Welke omgevingsfactoren veroorzaken of stimuleren het optreden van KLH bij hiervoor gevoelige paprikarassen gedurende de eerste 14 dagen na het zaaien?

Na enige literatuurstudie en overleg met de specialist Steven Groot van de WUR-DLO is tijdens twee vergaderingen met de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal overeengekomen de volgende potentiële KLH veroorzakende factoren nader te onderzoeken:

- De invloed van stress als gevolg van schommelingen in temperatuur en RV.
- De invloed van de duur van het afdekken van trays met plastic gedurende de kiemfase.
- De invloed van stress als gevolg van schommelingen in het lokale binnen en buitenklimaat.

- De invloed van verschillende lichtspectra.

Deze afbakening van te onderzoeken factoren heeft geleid tot de volgende hypothesen en deelvragen:

1.3.1 De invloed van schommelingen in temperatuur en RV

De ervaring van kwekers is dat het optreden van KLH *gevoelsmatig* gerelateerd kan worden aan een verstoring van het kasklimaat of het microklimaat op zaaitray niveau. Dit is aanleiding om specifiek te kijken naar de invloed van relatief snelle temperatuurverhogingen en daarmee gepaard gaande lage RV's. De hypothese en vraagstelling zijn hierbij respectievelijk:

H1: De verwachting is dat een flinke verstoring van het klimaat in de vorm van een fors hogere temperatuur en een fors lagere RV gedurende enkele uren invloed heeft op het ontstaan van KLH bij gevoelige paprikarassen.

Vraagstelling: Wat is de invloed van een klimaatverstoring, in de vorm van een tijdelijk fors hogere temperatuur en een fors lagere RV dan gewenst, op de mate van optreden van KLH gedurende?

1.3.2 De invloed van het afdekken van zaaitrays met plastic

Kwekers hanteren heel verschillende wijzen van zaaien en opkweken in de kiemfase. Tevens is er veel variatie in de duur en wijze dat men zaaitrays afdekt. Eén bij het onderzoek betrokken kweker dekt zelfs helemaal niet af, maar laat de trays kiemen in een donkere klimaatcel. In alle gevallen tredt er regelmatig veel KLH op in de dagen erna. Dit wordt gevoelsmatig vooral gekoppeld aan het uit de beschermde omgeving (microklimaat) halen van de trays, waarna deze open en bloot in de kas worden neergezet. Dit leidt tot de volgende hypothese en vraagstelling:

H1: De verwachting is dat het moment waarop de trays onbeschermd (zonder afdekking) in de kas komen te staan invloed heeft op het ontstaan van KLH bij gevoelige paprikarassen.

Vraagstelling: Wat is de invloed van het moment waarop de trays onbeschermd (onafgedekt) in de kas worden geplaatst op de mate van optreden van KLH?

1.3.3 De invloed van schommelingen in het kas- en buitenklimaat

Bij een zaaioproef in 2014 deden 7 kwekers mee, waarbij op ieders bedrijf tegelijkertijd is gezaaid in 3 opeenvolgende zaairondes met een tussenpozen van 2 weken. Bij 2 van de kwekers trad significant meer KLH op tijdens 1 van de 3 zaairondes. De indruk was dat dit te wijten was aan een lokaal afwijkend buiten- en binnenklimaat tijdens de teelt en afwijkingen in de hoeveelheid straling. Deze conclusie was niet hard te maken door de grote variëteit aan zaai- en kiemmethoden. Dit leidt tot de volgende hypothese en vraagstelling:

H1: De verwachting is dat het lokale buiten- en binnenklimaat en met name de stralingsniveaus invloed hebben op het ontstaan van KLH bij gevoelige paprikarassen.

Vraagstelling: Wat is de invloed van het buiten- en binnenklimaat en met name de instraling op de mate van optreden van KLH?

1.3.4 De invloed van verschillende lichtspectra

De kwekerservaring dat KLH schijnbaar meer optreedt bij kortere daglengten en het feit dat pure Son-T verlichting zonder daglicht erbij vaak een verhoging in KLH geeft, is aanleiding om nader te kijken naar de rol van het voor de plant beschikbare lichtspectrum op de hoeveelheid KLH die optreedt. De hypothese en vraagstelling zijn hierbij respectievelijk:

H1: De verwachting is dat variaties in het beschikbare lichtspectrum als gevolg van het gebruik van verschillende vormen van kunstlicht invloed heeft op de hoeveelheid KLH bij gevoelige paprikarassen.

Vraagstelling: Wat is de invloed van het gebruik van diverse soorten kunstlicht met een geheel verschillend lichtspectrum op de mate van het optreden van KLH?

1.4 Doelgroepen

De resultaten uit dit onderzoek zijn bestemd voor de kwekers die aangesloten zijn bij de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal en de twee sponsors. Aangezien er een grote diversiteit aan werkgroepen is in de sector die in wisselende samenstelling onderzoek verrichten, is niet uitgesloten dat de werkgroep en sponsors in onderling overleg bepalen dat (delen van) het onderzoek beschikbaar wordt gesteld aan specifieke derden.

1.5 Afbakening

Het onderzoekstraject inclusief de voorbereiding loopt van 15 augustus 2015 tot en met 31 januari 2016. Mogelijk worden er in de maanden na het traject nog enkele verrichtingen gedaan voor de werkgroep. Hier worden dan te zijner tijd afspraken over gemaakt. Er moet dan voornamelijk gedacht worden aan het geven van één of meerdere presentaties over de onderzoeksresultaten voor specifieke doelgroepen of belanghebbenden via Plantum.

Het onderzoek gaat niet in op welke genetische factoren een rol spelen, maar tracht alleen te achterhalen of de specifiek genoemde externe factoren leiden tot een (verhoogde) expressie van deze genetische aanleg. Hierbij wordt alleen de juveniele plantfase in ogenschouw genomen, welke is beperkt tot de eerste 14 dagen vanaf het moment van zaaien. Daarna wordt nog een 1 week extra aangehouden in de proeven om afwijkingen uit te laten groeien zodat ze goed zichtbaar zijn.

Verder onderzoek naar andere factoren of bijvoorbeeld het nemen maatregelen in de teelt of veredeling is geen onderdeel van dit traject.

Er wordt geen onderzoek gedaan naar interactie effecten tussen factoren. Dit komt pas op zijn vroegst aan bod in vervolgonderzoek.

De literatuurstudie gaat in het eerste deel in op het beschrijven van de context van het onderzoek, wat er bekend is over KLH en welke invloedfactoren algeïdentificeerd zijn bij paprika en andere gewassen. In het tweede deel wordt dieper ingegaan op specifieke aspecten die met de nog te onderzoeken invloedfactoren samenhangen die in de deelvragen zijn benoemd. Er wordt hierbij apart aandacht besteed aan de invloed van zuurstof, hoe planten reageren op stress als gevolg van klimatologische invloeden vanuit hun omgeving en aan wat er bekend is over de invloed van lichtspectra op zaailingen. Bij de behandeling van de onderzoeksresultaten wordt gekeken of de resultaten aansluiten met wat is gevonden in de literatuur en met de praktijkervaring van de deelnemende kwekers. Dit laatste wordt gedaan middels een enquête interview onder de 3 kwekers die betrokken zijn bij de ringtoets.

Alle activiteiten worden binnen Nederland uitgevoerd, met een zwaartepunt op locaties in het Westland. Enkele malen dienen er locaties buiten Zuid-Holland bezocht te worden voor bijvoorbeeld het laboratoriumwerk bij de WUR, de ringtoets of bijeenkomsten van de werkgroep en Plantum.

1.6 Terminologie

Er wordt geen terminologie gebruikt binnen dit onderzoek die afwijkt van wat gebruikelijk is bij plantkundig onderzoek. Het probleem van KLH met haar specifieke achtergronden wordt, voor zover daar bij de lezer behoefte aan is, nader geduid in de literatuurstudie in hoofdstuk 2.

1.7 Opbouw verslag

Hoofdstuk 2 gaat in het eerste deel in op het fenomeen KLH en de resultaten die zijn geboekt in de onderzoeken van de afgelopen jaren. Het tweede deel is toegespitst op stress reacties bij planten en de

raakvlakken die dit heeft met de gestelde potentiële invloedfactoren. Tot slot worden enige resultaten vermeld uit eerdere onderzoeken naar zuurstof en lichtspectra.

In hoofdstuk 3, "materiaal en methoden", wordt eerst een classificatie van KLH uitgewerkt die gebruikt wordt bij de waarnemingen. Vervolgens worden 4 verschillende proeven behandeld die bij dit onderzoek zijn uitgevoerd.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten uitgewerkt. Bij iedere proef wordt gestart met een korte toelichting of de proef conform de opzet is gerealiseerd en welke afwijkingen er eventueel zijn toegepast. Daarna volgt een bespreking van de resultaten met een toets aan de gestelde hypothese en een conclusie.

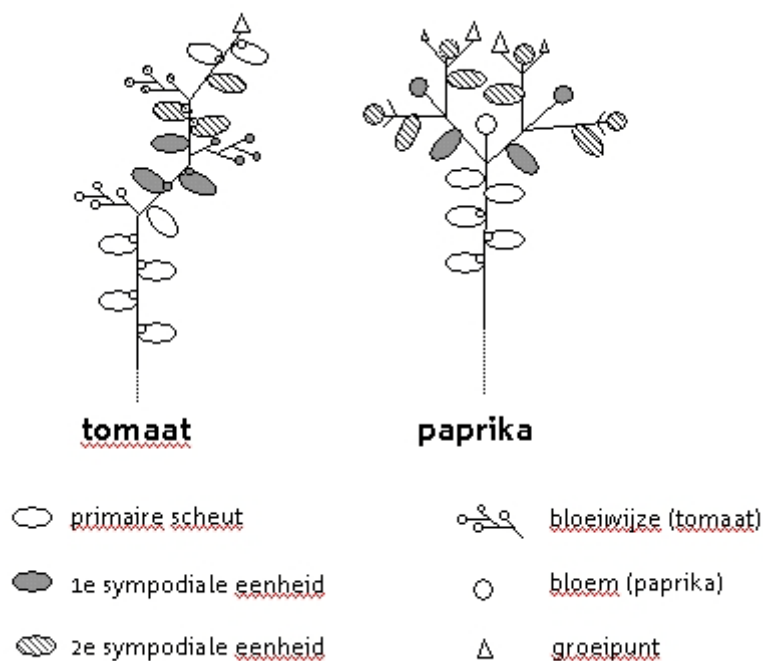
In hoofdstuk 5 vindt een discussie plaats of de resultaten aansluiten bij de verwachtingen en eerder onderzoek. Tevens vindt een reflectie plaats op de proefopzet en wordt vermeld welke bijzonderheden er voorkwamen.

Hoofdstuk 6 en 7 behandelen respectievelijk de conclusies en de aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

2 Literatuuronderzoek

2.1 Enkele morfologische kenmerken van paprika

Paprika (*Capsicum annuum L.*) is evenals de tomaat (*Solanum lycopersicum*) een familielid van de Nachtschaden (*Solanaceae*). De gewassen kennen hierdoor van nature de nodige gelijkenis in groeiwijze. Eén overeenkomstig kenmerk is de sympodiale groeiwijze (*van der Burget al., 1999*). Hierbij stopt de centrale stam (shoot apical meristeam of SAM), na vorming van een aantal bladprimordia, met haar lengtegroei om een bloem(tros) te vormen. De okselmeristemen (axillaire meristemen) in de bovenste bladeren lopen hierna uit en vormen zich om tot de nieuwe dominante apicale meristemen. Dit proces van aftoppen en zijwaarts uitgroeien herhaald zich eindeloos. Schematisch is dit weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Sympodiale vertakkingswijze van tomaat en paprika (*van der Burget al., 1999*)

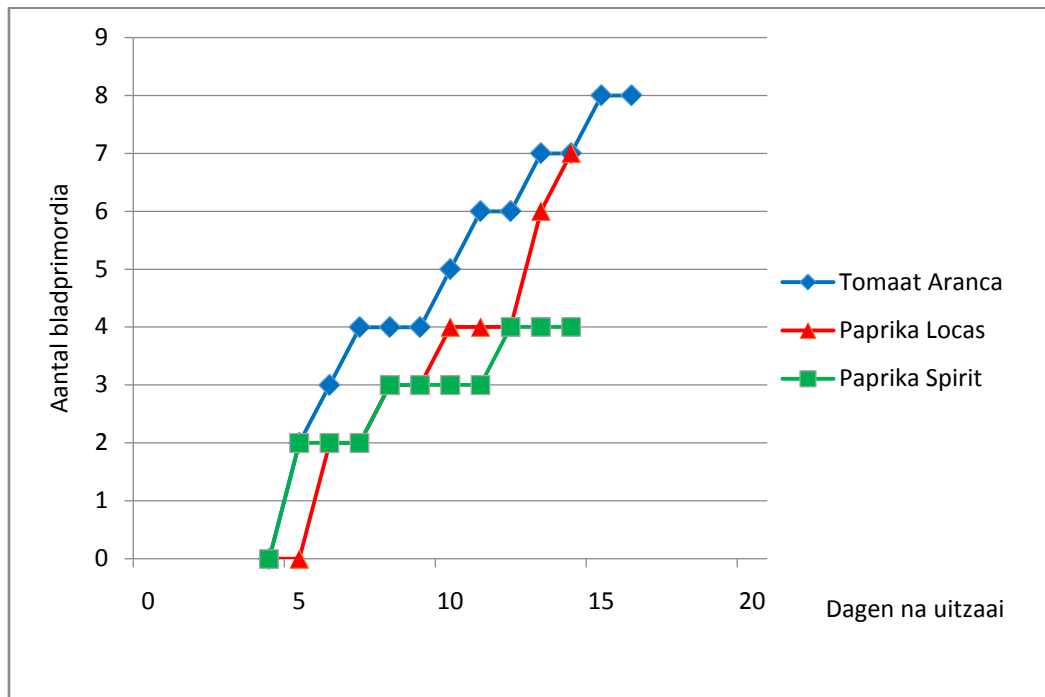
De voor het oog zichtbare ontwikkelingsnelheid van de plant gedurende de eerste 20 dagen is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: de voor het oog zichtbare plantontwikkeling in het aantal dagen na zaai. De dagen zijn een grove indicatie voor een kasteelt in Nederland, aangezien de ontwikkelingsnelheid sterk afhankelijk is van bijvoorbeeld klimatologische omstandigheden, zoals temperatuur en lichtintensiteit.

Dag na uitzaai	Ontwikkelingsstadium op het oog zichtbaar
0	Ongekiemd zaadje
3 - 4	Worteluittrekking uit door de zaadhuid
5 - 7	Oprichting SAM, spreiding cotylen en afvallen zaadhuid
8 - 10	Bladprimordia 1 en 2 (eerste bladpaar)
> dag 10	Bladprimordia 3 en 4 (tweede bladpaar)

Enkele dagen voordat de bladeren voor het oog zichtbaar worden, is de aanleg al zichtbaar onder de microscoop, zoals blijkt uit figuur 2. Het is derhalve belangrijk om zich te realiseren dat waargenomen

afwijkingen in de kas veroorzaakt worden door factoren die al enkele dagen daarvoor tijdens de aanleg het plantproces hebben beïnvloed.



Figuur 2: Aanleg van bladprimordia tijdens kieming van tomaten- en paprikazaad. (van der Burget al., 1999)

2.2 Koploosheid

2.2.1 Wat is koploosheid?

Van der Burg et al. (1999) omschrijven dit als volgt:

“Koploosheid bij paprika en tomaat is het fenomeen dat omstreeks het 3- tot 5 - bladige stadium van een jonge plant een groeistop optreedt welke resulteert in een kwalitatief minder goede of niet bruikbare plant.”

KLH uit zich als een groeiverstoring van het SAM waardoor de lengtegroei en de cel differentiatie in het SAM geheel of gedeeltelijk wordt gestopt. Deze groeiverstoring kan zich in principe in ieder plantstadium voordoen. Dus van ongekiemd zaadje tot en met volwassen volgroeide plant. De praktijk leert dat het vooral een fenomeen is dat waargenomen wordt bij juveniele planten en dat het minder voor lijkt te komen naarmate planten ouder worden (mond. med. Potters, 17-8-2015). Waarom is onduidelijk.

KLH betekent niet dat een plant per definitie helemaal niet meer groeit. Veelal lopen na het optreden van KLH aanwezige okselmeristemen uit om uit te groeien tot een nieuw SAM of is er sprake van een gedeeltelijke groeistagnatie, met als gevolg een ongelijke voortzetting van de groei. Enkele voorbeelden van KLH zijn te zien in figuur 3.



Figuur 3: Van links naar rechts staan 4 zaailingen van 21 dagen oud. Geheel links een gezonde juveniele paprika plant van het ras Nagano, vervolgens een koploze met 1 hartblad en enige doorgroei, een koploze met 1 hartblad zonder doorgroei en een koploze met alleen 2 cotylen. (Van Lent, foto archief 2015)

2.2.2 Bij welke gewassen komt koploosheid voor?

Het fenomeen KLH beperkt zich niet tot de gewassen paprika en tomaat. Er zijn meerdere plantensoorten waar het fenomeen zich voordoet. Onder andere diverse kool soorten (*Brassica oleracea*) zijn er ook gevoelig voor (de Jonge, 2013).

KLH is in brede zin een weinig onderzocht fenomeen (de Jonge, 2013) en (van der Burget al., 1999). Sinds enkele jaren is er wel op initiatief van diverse kwekers en zaadhuizen meer gericht onderzoek gedaan bij kool en tomaat. Wat heeft geleid tot een verbeterd inzicht in de mechanismen achter KLH en een aantal aanwijsbare factoren die het optreden van KLH beïnvloeden. Bij paprika is het onderzoek tot op heden nog beperkt gebleven.

2.3 Oorzaken van koploosheid

2.3.1 Genetische aanleg voor koploosheid

Bij alle 3 de genoemde groentegewassen is KLH geen algemeen verschijnsel van de gewassoort, maar beperkt het verschijnsel zich hoofdzakelijk tot een aantal specifieke (veredelde) rassen van het gewas (van der Burg et al., 1999). Verder blijken in de natuurlijke populaties van tomaat groeifwijkingen als KLH een relatief zeldzaam verschijnsel te zijn (van der Burg et al., 1999). Dit wijst op een genetische aanleg als hoofdoorzaak van KLH.

Bij kool en tomaat is deze genetische aanleg aangetoond (**de Jonge, 2013**). De bij KLH betrokken genen kunnen verschillen per gewassoort en zelfs per ras. Oorzaak is dat er meerdere genen betrokken zijn bij de gevoeligheid voor KLH.

Van paprika is geen genetisch onderzoek naar KLH bekend. Wel is duidelijk dat KLH specifiek bij bepaalde rassen optreedt, waar andere rassen in het geheel geen of nauwelijks KLH verschijnselen laten zien (**Vermeulen, 2012; mond.med. Driessen en Herbert, 1-9-2015**). Dit wijst ook voor paprika op een genetische aanleg als oorzaak van KLH.

Belangrijk voor dit onderzoek is vooral:

- Dat de gevoeligheid voor KLH genetisch is bepaald.
- Dat er meerdere genen betrokken zijn die de gevoeligheid voor KLH kunnen vergroten.
- Dat de betrokken genen of combinaties daarvan kunnen verschillen tussen de gewassoorten en de rassen.

2.3.2 Inductiefactoren van koploosheid

Als een plant genetische aanleg heeft voor een bepaald fenomeen, betekent dit niet dat deze aanleg in het fenotype altijd tot expressie komt. De expressie van genen is soms van heel diverse factoren afhankelijk, waaronder omgevingsinvloeden zoals temperatuur, lichtintensiteit of de zuurgraad van de bodem (**Graham et al., 2006**). Praktijkervaring van telers sluit hier bij aan. KLH kan bij paprika zeer onregelmatig optreden. Bij het ras Nagano varieert dit in praktische teeltsituaties makkelijk tussen de 5% en 10%, met soms uitschieters naar meer dan 20% (**Wubs, 2015; mond. med. Potters, 17-8-2015**).

Aangenomen mag dus worden dat de expressie van KLH in behoorlijke mate wordt bepaald door omgevingsfactoren. Van der Burg et al. (**1999**) gaven al eerder aan in een deskresearch dat er al gauw met een twintigtal factoren rekening moet worden gehouden, zoals:

“Steenwol, wikkel, afdekfolie, betonvloer, voorkiemruimte, CH/N ratio, N, P, B, Mn, sproei- en vernevelingswater, fertigatie, eb- en vloed, lichtintensiteit en –samenstelling, daglengte, maximumtemperatuur, combinatie weinig licht/hoge temperatuur en veel licht bij lage temperatuur, CO₂, NO_x, overige vormen van vervuiling.”

Bij kool en tomaat is al meer zicht verkregen op een aantal factoren. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

Kool

- Kieming bij lage temperaturen (0-3°C) bevordert KLH bij gevoelige rassen. (**de Jonge, 2013**)
- Voorweken van zaden in water van 20°C vermindert KLH bij een aantal specifieke koolsoorten. (**de Jonge, 2013**)

Tomaat

- Hoge temperaturen (> 30°C) tijdens de eerste 3 dagen van de kieming bevordert KLH bij specifieke rassen. (**de Jonge, 2013**)
- Bepaalde priming behandelingen van de zaden bevorderen KLH. (**de Jonge, 2013**)
- De locatie van de zaadteelt heeft invloed op de gevoeligheid van het zaadlot voor KLH. (**de Jonge, 2013**)

Een opvallend beeld uit de diverse onderzoeken is dat een factor bij het ene gevoelige ras wel extra KLH induceert, maar dat dezelfde factor bij een ander gevoelig ras geen extra KLH induceert. Dit verschil is te verklaren doordat meerdere genen bij het optreden van KLH zijn betrokken, die waarschijnlijk ieder hun eigen inducerende factoren kennen voor KLH. Doordat de genotypen per ras verschillen, kan het dus goed dat het ene ras wel reageert op een bepaalde factor en een ander niet, terwijl beide rassen in zijn

algemeenheid gevoelig zijn voor het optreden van KLH. Dit beeld kwam ook sterk naar voren uit een recent onderzoek onder 10 tomatenrassen (**Kodde et al., 2015**).

2.3.3 Inductiefactoren bij paprika

Bij paprika zijn nog maar een beperkt aantal factoren aan te wijzen die enige tot veel invloed uitoefenen op de expressie van KLH. Bekend bij de onderzoeker zijn:

- Puur kunstlicht met Son-T lampen zonder daglicht bevordert KLH, alsmede een teelt in de donkere (winter) maanden (**Vermeulen, 2012**).
- Een EC ≥ 6 leidt duidelijk tot meer KLH bij sommige rassen (**Vermeulen, 2012**).
- Een temperatuur van 20°C - 30°C gedurende de eerste 3 dagen na het zaaien heeft geen invloed op KLH op het 1e bladpaar of op de cotylen (**van Mil, 2013**).

2.4 Stressfactoren

2.4.1 Focus op stressfactoren

Het onderzoek spitst zich toe op het onderzoeken van een aantal abiotische factoren als trigger voor een hogere expressie van KLH. De aanname hierbij is dat suboptimale teeltomstandigheden (tijdelijk) plantstress oproepen, wat vervolgens leidt tot een verstoring van de groeiprocessen van de plant. Microscopisch onderzoek suggereert dat het gaat om een verstoring van de celdifferentiatie en/of -deling in het SAM. Het SAM oogt als een uitgedifferentieerd meristeem (**van der Burg et al., 1999**).

In het onderzoek worden de volgende potentiële abiotische factoren onderzocht: de combinatie van een sterk wisselende temperatuur en RV, de invloed van fluctuaties in het buiten en kasklimaat (met name temperatuur en instralingsniveau en –som) en het lichtspectrum. Nagegaan wordt of deze factoren in bepaalde situaties plantstress kunnen veroorzaken welke een verhoogde expressie van KLH oproept.

2.4.2 Stress mechanismen door het klimaat of de teelt

Het klimaat is een breed begrip. Het klimaat in de kas (of de klimaatcel) waar de zaailingen staan, wordt beïnvloed door het buitenklimaat en de instellingen van de kasklimaatregeling. Hierin worden 5 deel processen onderscheiden (**Timmerman et al., 2003**): temperatuur, luchtvochtigheid, CO₂, licht (intensiteit en spectrum) en luchtbeweging. Deze 5 processen hebben duidelijke onderlinge relaties en vormen het totale klimaat waar de zaailing aan blootgesteld wordt.

Een plotselinge verandering van een optimaal groeiklimaat naar een suboptimaal groeiklimaat leidt bij planten tot stress. Sommige planten sterven hierdoor, maar velen zijn in staat zich aan te passen aan de klimaatwisselingen. Dit wordt *stress intolerantie* respectievelijk *stress resistentie* genoemd en het is genetisch bepaald. Stress resistente planten hebben het plastische vermogen om zich fysiologisch en morfologisch aan te passen (**Hopkins et al., 2009**).

Door het klimaat of de omgeving geïnduceerde stress leidt veelal tot een plantreactie in de vorming van het stress hormoon ABA (abscisic acid). ABA is een al lang bekend maar nog weinig doorgrond hormoon, met redelijk tegenovergestelde effecten als bijvoorbeeld auxines en cytokinines. Duidelijk is dat het hormoon vooral in de diepe wortels wordt aangemaakt en zeer snel door het xyleem getransporteerd wordt naar andere plantdelen. Deze stress kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van droogte (in de grond of het substraat), fysiologische droogte (hoge EC of een laag O₂ gehalte in het water) of een sterke verdamping door een hoogvochtdeficit (**Hopkins et al., 2009**). Dat ABA zich snel verplaatst bleek bij het tomatenras MoneyMaker (*Solanum lycopersicum* L.) (**Albacete et al., 2008**) toen een door zoutwater stress geïnduceerde ABA verhoging binnen een dag aantoonbaar was in al het plantweefsel, waar het een remmende invloed had op de shoot growth.

De effecten van ABA zijn divers. Het is duidelijk betrokken bij het induceren van kiemrust, het sluiten van stomata met als gevolg een verstoorde gasuitwisseling (CO₂, O₂ en H₂O) en het daarmee induceren van (foto)respiratie. Al deze effecten leiden tot het reduceren van stressschade door een tijdelijke groeistop in te stellen. Deze groeistop is in principe omkeerbaar zodra de stressfactor weg is. In het kader van dit onderzoek is vermeldenswaardig dat mechanismen van “growth arrest” bij zaailingen als gevolg van de invloed van het stress-hormoon ABA eerder zijn beschreven bij Arabidopsis (**Dekkers et al., 2008; Luet al., 2002**). In onderhavige gevallen leiden genetische afwijkingen (hypersensitiviteit voor ABA) of een exogene toevoeging van ABA tot een verstoring, waardoor plantjes in kiemrust schoten nadat ze al gekiemd waren. Plantjes die een insensitiviteitsgen hadden schoten niet in kiemrust door hoge ABA concentraties.

KLH kan vanuit het bovenstaande kader gezien worden als het gevolg van een door een stressreactie geïnduceerde groeistop. Sensitiviteit voor KLH alleen lijkt niet voldoende om de verschillen tussen de rassen in gevoeligheid voor bepaalde omgevingsfactoren te bepalen. Het is aannemelijk dat de plant ook hyper- of a-sensitief is voor bepaalde stressfactoren uit de omgeving. Dit zou beter verklaren waarom het ene KL gevoelige ras wel op een bepaalde stressfactor reageert met KLH en een ander KLH gevoelig ras niet.

Praktijkervaring van telers doet vermoeden dat klimatologische factoren, zoals temperatuurschommelingen (met name hoge warmtepieken), hoge stralingsintensiteiten en grote vochtdeficits, bij gevoelige paprikarassen zijn te relateren aan een grotere mate van KLH (**mond. med. Potters 17-8-2015, van Buul en Heijs 28-10-2015, Hendriksen 10-10-2015**). Deze factoren vertonen een sterke interactie. Zo gaat een temperatuurstijging gepaard met een oplopend vochtdeficit en wordt een temperatuurstijging vaak veroorzaakt door een verhoogde instraling. Hierdoor kunnen bij sterke fluctuaties al gauw suboptimale klimatologische omstandigheden ontstaan die leiden tot een vorm van stress. Hierbij dient opgemerkt te worden dat stress niet meteen zichtbaar wordt. De plant heeft enige tijd nodig (enkele uren tot dagen) om een respons te geven.

Teelttechnische factoren kunnen eveneens stress veroorzaken of deze verergeren. Er is bijvoorbeeld een duidelijke relatie te leggen tussen waterstress en hoge EC's in de gift of verhoogde EC's in het substraat. Verdroging van het substraat, door wateropname van de plant of door rechtstreekse verdamping aan de lucht, leidt tot een EC verhoging. Hoge EC's zorgen voor fysiologische droogte. Er is water, maar het kan moeilijk opgenomen worden.

Eigen waarnemingen op de kwekerij van Vreugdenhil wekken de indruk dat indroging van pluggen geen zeldzaam verschijnsel is. Men laat plantjes bewust ook iets droger staan vlak voor het oppotten, om te voorkomen dat plantjes knakken bij het kantelen van de plug (**mond. med. Potters 11-9-2015**). Op het moment van oppotten (dag 16 voor paprika) staat er een behoorlijk groot plantje in een vrij klein plugje. Zie ook de meest linkse plant in *figuur 3*. Dat zo'n plug snel kan indrogen in een ongunstig klimaat is vrij aannemelijk. Iets wat uit eigen waarneming gezien is na de zeer zonnige en warme dagen op 2 en 3 november 2015. Toen waren in diverse teeltvlakken met tomatenplantjes flinke plekken aanwezig met ingedroogde pluggen en slappe plantjes. Dit kon met watergift hersteld worden, maar het is een indicatie dat de watergift (gaat met de hand) nauw luistert en er snel een stressmoment op kan treden.

Een andere ontwikkeling is het gebruik van zwevende trays door veel telers sinds enkele jaren. Dit vergroot het risico op indroging. Zwevende trays wateren goed af, beter dan trays op het beton. Het geeft minder risico op schimmels, maar weleengroter risico op indroging van de zaaiplug.

Zoals eerder aangegeven is de indruk dat juveniele planten meer gevoelig zijn voor KLH dan volwassen planten. Daar zijn diverse verklaringen voor denkbaar. 1) ABA heeft naarmate de plant ouder wordt minder effect op het induceren van kiemrust doordat andere plantprocessen (en aansturende genen) de overhand krijgen op de genen die alleen tijdens de kieming een grote rol spelen (**Lu et al., 2002**). 2) Grotere planten hebben meer buffervermogen door hun morfologische vorm. Ze werpen schaduw op zichzelf

(scherming), hebben een groter en dieper wortelstelsel, zijn meer gehard door eerdere stressmomenten en hebben meer plantmassa wat als buffer werkt tegen schommelingen in de plant, maar ook in het kasklimaat.

2.4.3 De invloed van het lichtspectrum

Het is bekend dat de aanwezigheid van licht bij veel gewassen noodzakelijk is om zaden te laten kiemen. De gecultiveerde paprika is dan geen lichtkiemer meer, maar bij wild varianten van paprika heeft de aanwezigheid van licht een duidelijk positief effect op het doorbreken van de dormancy. Bij cultivatie van de paprika door de mens is deze eigenschap verloren gegaan. **(Hernández-Verdugo et al., 2001)**.

De samenstelling van het licht, of het lichtspectrum, beïnvloedt daarnaast allerlei plantprocessen. Bekende voorbeelden hiervan zijn de invloed van (ver)rode straling middels de fytochroom receptoren op de strekking van de plant en het reguleren van de bloei inductie en de invloed van blauw licht middels de cryptochroom receptoren in het signaleren of de instraling voldoende is voor fotosynthese **(Graham et al., 2006)**.

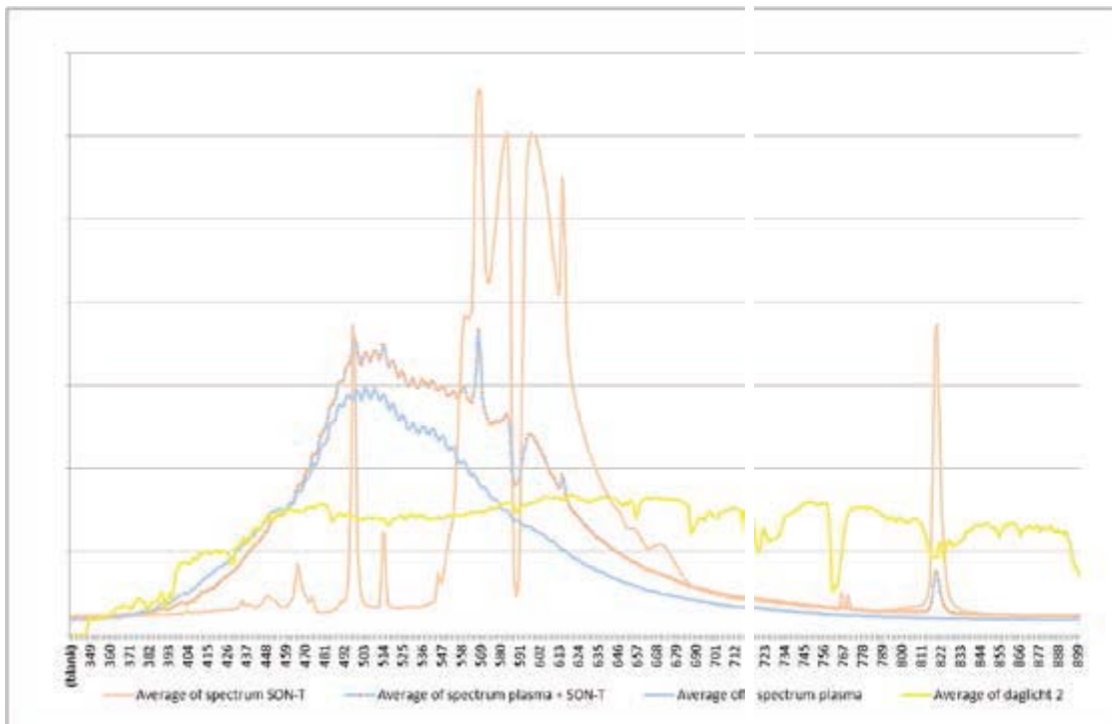
Meer specifiek is bij jonge zaailingen van *Arabidopsis thaliana* bekend dat blauw licht bij gelijke stralingsniveaus een grotere invloed heeft dan rood licht op de ontwikkeling van de hypocotyl **(Folta et al., 2001)**. Bij de transformatie van de zaailing van een donkerplant (onder de grond / in de schaduw) naar een lichtplant, remt blauw licht de groei van de hypocotyl meer dan rood licht. Het remmende effect van blauw licht treedt al binnen enkele minuten op **(Cosgrove et al., 1981)**.

Belichting van jonge *Solanum lycopersicum* zaailingen gedurende 10 dagen met specifieke lichtspectra (rood, blauw, groen en geel) op basis van LED belichting wees uit dat er behoorlijke verschillen in de morfologie van de plantjes optraden. Blauw licht remde de hypocotyl groei, maar stimuleerde juist de expressie van diverse genen die de fotosynthese bevorderen. Rood gaf de grootste planten en bevorderde duidelijk de wortelgroei. Groen en geel licht leidden tot sterk achtergebleven planten **(Wu et al., 2014)**.

Bovenstaande zijn enkele voorbeelden van de invloed die het licht en het lichtspectrum uitoefent op een plant en specifiek op een jonge zaailing.

Bij het ras Nagano is bekend dat pure Son-T verlichting, zonder daglicht, tot een verhoogde expressie van KLH kan leiden in de kiemfase. Waarom dit zo is, is nog onduidelijk. Vermoed wordt dat het eenzijdige lichtspectrum een rol speelt, aangezien de gebruikte lichtintensiteiten in de teelt als laag zijn aan te merken. De meeste telers gebruiken ongeveer 3000 Lux ($\approx 36 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), waar daglicht al gauw een vijfvoud aan straling oplevert. Son-T heeft een redelijk eenzijdig lichtspectrum met een overmaat in het oranje-rode deel van het spectrum en een ondermaat in het blauw-groene en verrode deel van het spectrum in verhouding tot normaal daglicht **(figuur 4)**.

Als het ras Nagano vanaf een leeftijd van 28 dagen onder rood-blauwe of blauwe LED verlichting, Son-T en plasmalampen geplaatst en afgeteeld wordt, geeft dit geen problemen met KLH. De plant krijgt wel een andere vorm in bijvoorbeeld grotere internodes of bladoppervlakten **(Hogewoning et al., 2013)**.



Figuur 4: Spectrumverdeling per nm. van SON-T, zwavelplasmalampen en zwavelplasmalampen met strooilicht van SON-T in vergelijking met een daglichtspectrum in de kas (Bleiswijk). De waarden zijn een gemiddelde van 3 metingen. Plaatje en tekst van: Van der Helm et al. (2013)

2.5 Conclusies na het literatuuronderzoek

Op basis van de literatuurstudie zijn de volgende conclusies te trekken en aanbevelingen voor bij de onderzoeken te formuleren.

- Het genotype bepaalt of een paprikaras überhaupt gevoelig is KLH.
- Omgevingsfactoren hebben invloed op de mate van expressie van KLH.
- Er zijn grote verschillen in gevoeligheid tussen gewassen en rassen voor specifieke omgevingsfactoren die leiden tot een verhoogde expressie van KLH.
- Priming en zaadlot (herkomst) kunnen invloed hebben op de gevoeligheid voor KLH. Dit heeft gevolgen voor de opzet van de proeven. Veelal wordt meer dan 1 zaadlot gebruikt en eenmaal wordt er bewust niet geprimed.
- Vanuit de stress fysiologie zijn er diverse verklaringen denkbaar voor de verschillen in sensitiviteit voor specifieke omgevingsfactoren. Belangrijk is dat deze verschillen (a-sensitiviteit of hypersensitiviteit) voornamelijk genetisch zijn bepaald.
- Het is aannemelijk dat meerdere genen betrokken zijn bij de expressie en het ontstaan van KLH gezien er een sensitiviteit voor KLH moet zijn en een bepaalde a- of hypersensitiviteit voor een omgevingsfactor.
- De beschreven stressmechanismen illustreren dat er bij plantstress door klimatologische en teelttechnische omstandigheden heel diverse aspecten aan bod komen. Het is niet zo dat deze voorbeelden DE oorzaak zijn van KLH bij paprika. De werkelijke invloedfactoren zullen proefondervindelijk moeten worden bepaald en zullen waarschijnlijk niet uniform zijn, maar verschillen per ras laten zien.
- Uit de literatuur kan geconcludeerd worden dat Son-T alleen in de kiemfase problemen geeft bij het paprika ras Nagano. Al is dit dan gebaseerd op maar twee op zichzelf staande onderzoeken. Er is nader

onderzoek nodig om te zien of er echt verschillen zijn te creëren in plantrespons van KLH gevoelige paprikarassen bij het gebruik van verschillende lichtspectra in de juveniele periode.

- Voor aanknopingspunten voor het onderzoek dient in eerste instantie uitgegaan te worden van de factoren die bij andere gewassen effect sorteren en van de vermoedens van kwekers.

- Bij het opzetten van de onderzoeken moet rekening gehouden worden met een flinke variatie in sensitiviteit voor de onderzochte omgevingsfactoren.

2.6 Keuzen en gevolgen voor de proefopzet

De deelvragen zijn aanleiding om drie proeven op te zetten, waarbij in één van de proeven twee deelvragen tegelijkertijd aan bod komen. Dit wordt nader uitgewerkt in hoofdstuk 3. Bij de proefopzet is mede rekening gehouden met de bevindingen die bij de literatuurstudie zijn gedaan.

Er is gekozen om 2 proeven (deels) in een sterk gecontroleerde omgeving uit te voeren, zoals een laboratorium of een klimaatcel. Dit betreft het onderzoek naar een klimaatshock en het lichtspectrum. De achtergrond hierbij is dat de aard van deze te onderzoeken factoren in een praktische teeltsituatie in een kas lastiger te creëren en of te sturen zijn. Daarnaast vinden proeven in de kas doorgaans plaats naast de gewone teelt van het betreffende bedrijf waar ook nog commercieel geproduceerd moet worden en er veel mensen rondlopen die hun eigen werk uitvoeren. De kans is groot, dat als het er op aankomt, de commerciële activiteiten prioriteit hebben boven de onderzoeksactiviteiten en het onderzoek niet naar wens uitgevoerd wordt.

Met Son-T belichting zijn eerderdiverse experimenten op zaailingen in het kader van KLH uitgevoerd, maar niet eerder is daarbij bewust gevarieerd met verschillende lichtspectra.

Bij het onderzoek naar de afdekkingsduur met plastic folie en de invloed van het buitenklimaat is bewust wel voor een opzet in een reguliere kasteelt omgeving gekozen. Het buitenklimaat is lastig te sturen, maar daar tegenover staat dat het buiten- en binnenklimaat op de verschillende bedrijven en geografische locaties nooit helemaal gelijk is. Al is het maar omdat bedrijven er hun eigen teelstrategie op na houden of een iets van elkaar afwijkende bedrijfsuitrusting hebben. Het afdekken met plastic betreft een eenvoudige handeling en is goed te sturen in een kasteelt. Dit is dagelijkse praktijk voor de teeltmensen.

Een ringtoets is al diverse malen uitgevoerd in het onderzoek naar KLH. Bijzonder aan dit onderzoek is vooral dat getracht wordt de zaai- en kiemmethoden zo goed als gelijk te houden, zodat de focus vooral komt te liggen op de klimatologische verschillen als gevolg van de teeltlocaties of de uitgevoerde variatie bij het afdekken van de zaailingen.

Aangezien priming en zaadlot bekende invloedfactoren zijn op de expressie van KLH, wordt er bij de opzet van de proeven rekening mee gehouden of aanpassingen in de opzet noodzakelijk zijn. Zo wordt bijvoorbeeld bij de proefopzet rond de invloed van zuurstof bewust gebruik gemaakt van niet geprimede zaden, waar priming bij de andere proeven op zich geen bezwaar is. Deze overwegingen worden bij iedere proef afzonderlijk bij de proefopzet toegelicht.

Tot slot wordt per proef bekeken of er meerdere rassen getest worden op een gevoeligheid voor de factoren bij die proef. Deze afweging wordt bij iedere proef afzonderlijk gemaakt.

3 Materiaal en Methoden

3.1 Classificatie van koploosheid

KLH en andere afwijkingen kunnen op diverse wijzen gedetermineerd worden. Bij de proeven wordt hierin het volgende onderscheid gemaakt (**tabel 2**).

Tabel 2: Indeling in typen afwijkingen voor de bepaling van KLH.

Afkorting	Omschrijving	Categorie
G	Normaal ontwikkelde plant, met alle bladeren en een apex	Normaal
NG	Niet opgekomen (technisch gezien is sprake van een opkomstpercentage en niet van een kiempercentage in de manier waarop is gemeten.)	Niet gekiemd
H0	1 of 2 cotylen, geen of een gestuite apex, eventuele uitgroei van een blad of scheuten is misvormd of sterk onderontwikkeld	Koploos
H1	Eerste blad en/of een tweede blad is (vrijwel) volgroeid aanwezig, geen of een gestuite apex, eventuele uitgroei van andere bladeren of scheuten is misvormd of sterk onderontwikkeld.	Koploos
H2	Derde blad en/of een vierde blad is (vrijwel) volgroeid aanwezig, geen of een gestuite apex, eventuele uitgroei van andere bladeren of scheuten is misvormd of sterk onderontwikkeld.	Koploos
2e	Plant met een iets achtergebleven ontwikkeling bij de normaal ontwikkelde planten in de selectie, maar wel een bruikbare plant (2e keus); meestal lichte misvormingen van de cotylen of het 1e of het 2e blad. Bijvoorbeeld een zwaluwstaart of een klein verschil in bladgrootte tussen de cotylen of tussen het 1e en 2e blad.	Normaal
ZB	Plant met een (sterk) achtergebleven ontwikkeling of met misvormingen die niet (direct) als KLH zijn te typeren. Het betreft planten die normaal bij een beoordeling rond dag 14 na zaai niet opgepot worden en geen 2e keus zijn. Meestal sterk misvormde apex, blad(eren) of stengel, kleeflob, grote ongelijkheid tussen blad 1 en 2, geen worteling of veel te klein / onderontwikkeld.	Abnormaal

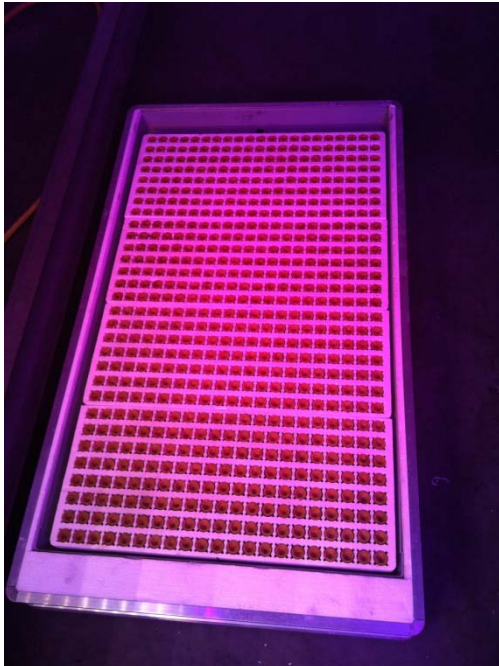
3.2 Proef 2: de invloed van een klimaatshock

3.2.1 Inleiding bij proef 2

Het doel van dit deelonderzoek is om na te gaan in welke plantstadia de plant het meest gevoelig is voor een klimaatshock wat resulteert in extra optreden van KLH. Een klimaatshock is hier gedefinieerd als een minimaal 5°C hogere temperatuur dan gewenst, met een $RV \leq 40\%$. Voor het experiment wordt onder gangbare klimaatomstandigheden een reeks planten opgekweekt met verschillende leeftijdsstadia, waarna gedurende 2 dagen een afwijkend klimaat wordt ingesteld. Daarna worden de planten nog een week afgekweekt onder een gangbaar klimaat om afwijkingen goed zichtbaar te laten worden. Het experiment wordt uitgevoerd in een klimaatcel, met een overloop naar de kas zodra de plantjes te groot worden voor de klimaatcel. Het experiment wordt een keer herhaald, zodat er de mogelijkheid is om bij de herhaling nog verbeteringen aan te brengen in de opzet en ter verificatie van gevonden resultaten.

Plantmateriaal: 6.000 zaden van 1 paprika ras (Nagano) wat gevoelig is voor KLH. 1 geprimed zaadlot met een bekende gevoeligheid van het zaadlot voor KLH van zeker 10%. Priming is geen bezwaar aangezien alle zaden uit hetzelfde lot en dezelfde priming behandeling komen.





Figuur 6

Figuur 6: Links boven: een indruk van de klimaatcel van binnen. Links en rechts hangen de bakken op 8 verschillende niveaus, 2 bakken diep. In het middenpad is een traplift voor bakken en personeel. Boven iedere bak kan een aparte lichtmodule worden geïnstalleerd.

Rechtsboven: Randapparatuur buiten de cel. Vooraan een voedingsbak en daarachter de airco en (niet zichtbaar) de klimaatcomputer.

Links en rechtsonder: Ingekorte stertray's met en zonder bak. De bijbehorende buitenbak van de module met drain en bewateringspunt zijn vast gemonteerd aan de celwand. **(Alle foto's, van Lent, 2015)**

Klimaatcel: Een meerlaagse zeer moderne klimaatcel (Fytotron), met klimaatcomputer, eb en vloed systeem en 32 kweekbakken van ongeveer 0,9 m². In een kweekbak passen precies 2,5 stertray's van 252 pluggen. Er kan per kweekbak naar wens verlichting gemonteerd worden. Op het moment van ingebruikname zijn 4 bakken volledig geïnstalleerd met verlichting. Zie figuur 6.

Overige materialen: Een gedetailleerde lijst is opgenomen in **bijlage II**.

3.2.2 Opzet van proef 2

De zaaimethode: Ingekorte tray's van 147 of 168 pluggen (7 x 21 & 8 x 21), zaad op steenwolplugges in tray, afgestrooid met vermiculiet, afgedekt met plastic tot in principe dag 6, afhankelijk van de opkomst snelheid. Het plastic is tegen uitdroging van de pluggen.

Tijdschema zaaingen en acties

Er wordt op 8 dagen met tussenposen van meestal 1 dag in 16 dagen tijd 2 tray's van 147 of 168 pluggen gezaaid. Dit betekent 1 herhaling. Dit conform het zaaischema in figuur 11 en 12. Resultaat hiervan is een reeks tray's met verschillende plantstadia van 1 tot 16 dagen oud. Alle planten worden tot een leeftijd van 16 dagen in de klimaatcel gehouden, daarna worden ze opgepot en in de kas geplaatst en tot dag 23 opgekweekt.

In *figuur 7* is de teeltplanning van één gezaaid vlak zichtbaar. In *figuur 8* is de planning van de zaaingen en de klimaatshock zichtbaar. Het oppotten van zondag gebeurt op de maandag er na. Het schema bij *figuur 8* wordt dus nog aangepast aan de werkelijke startdatum van de proef. Dag 1 is een dinsdag.

Omgeving	Klimaatcel															Kas							
Plantniveau					Opkomst																		
Dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Acties	Zaaien + afdekken						Plastic er af									1e beoordeling en oppotten							2e beoordeling

Figuur 7: Teeltplanning van één individuele zaaing.

Zaaidata in tray's: start 1e uitvoering in week 44 van 2015, start 2e uitvoering week 47 van 2015.

Teeltduur: 23 dagen vanaf de zaaidatum.

Teeltlocatie: De Fytotron klimaatcel bij WPS in de Lier en de kas van Vreugdenhil in de Lier.

Watergift: Middels handmatig sproeien (broezen). Zowel het inwateren van de pluggen als de reguliere watergift. Leidingwater met een standaard paprikavoeding met EC 1,5 en pH 5,5.

Klimaat in de klimaatcel: LED verlichting: "Philips Greenpower LED production Module deep red/white 120" (50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), totaal $\approx 120 - 150 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (of 75 $\text{J}/\text{m}^2/\text{s}$); belichtingsduur 12 uur (7:00 - 19:00), temperatuur onder plastic circa 25-26°C (verlicht), zonder plastic 24°C (verlicht) en 24°C (onverlicht), RV 100% onder plastic, 75% zonder plastic, geen CO₂ dosering.

Dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Acties	zaaiing 1		zaaiing 2		zaaiing 3	zondag	Zaaiing 4		zaaiing 5		zaaiing 6	zaaiing 7	zondag			zaaiing 8	Oppotten 1	
Klimaat	Normaal													Shock	Normaal			
Plastic er af							1		2		3			4	5		6	7

Dag	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Acties	Oppotten 2	zondag	Oppotten 3		Oppotten 4		Oppotten 5		zondag	Oppotten 6&7				Oppotten 8		zondag		
Klimaat	Normaal																	
Plastic er af				8														

Figuur 8: Teeltplanning van de verschillende zaaingen en het oppotten.

Voor de klimaatshock wordt op dag 14 en 15 het klimaat als volgt gewijzigd (tabel 3):

Tabel 3: klimaatinstellingen voor dag 14 en 15

Tijdstip	Temperatuur (T) en RV
----------	-----------------------

Tot 8:00	T= 24°C en RV = 75%
8.00 - 11:00	T wordt met 2°C per uur verhoogd naar 30°C en de RV met evenredige snelheid verlaagd naar 40%.
11:00 - 15:00	T = 30°C en RV = 40%
15:00 - 8:00	T wordt met 2°C per uur verlaagd naar 24°C en de RV met evenredige snelheid verhoogd naar 75%.

Een lichtintensiteit van maximaal 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ is dermate laag dat er slechts beperkte temperatureffecten optreden op tray niveau en onder het plastic (*mond. med. Potters, 11-9-2015*).

De eb en vloedbakken hangen niet allemaal op dezelfde hoogte in de klimaatcel. Zie ook figuur 6. Informatie van de leverancier (*mond. med. van Zanten, 19-10-2015*) wijst uit dat de temperatuurverschillen boven en onder in de cel hooguit een 1°C is en dat er een goede gecontroleerde luchtcirculatie per bak is. Om het klimaat achteraf na te kunnen gaan worden er dataloggers in de eb en voed bakken geplaatst op tray niveau, 1 onder het plastic en 1 boven het plastic, dit verdeeld over de twee verschillende hoogten waarop de bakken zijn gemonteerd.

Klimaat in de kas: De opgepotte planten worden in een kas geplaatst waar een reguliere paprika opkweek wordt uitgevoerd. Het teeltregime wisselt regelmatig afhankelijk van de weersomstandigheden en zal niet voor alle opgepotte planten geheel identiek zijn. Er wordt geteeld bij daglicht + Son-T bijverlichting (3000 lux of $\approx 36 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s} \approx 26 \text{ J}/\text{m}^2/\text{s}$).

Kweekopstelling: In de klimaatcel zijn 4 eb en vloed bakken beschikbaar. Per bak betekent dit een oppervlak van 30 x 21 pluggen. 1 bak wordt verdeeld in 4 teeltvlakken van 7 x 19 (133 pluggen), omzoomd door een randrij van pluggen. Feitelijk zijn dit 4 ingekorte tray's van 7 x 21 of 8 x 21 pluggen. Schematisch ziet één bak er uit als in *figuur 9*. Er vinden 4 zaaingen met tussenpose van één of twee dagen plaats, totdat de bak vol is. Dit wordt als 1 blok gezien. Bij 8 zaaingen en 1 herhaling levert dit 4 blokken op.

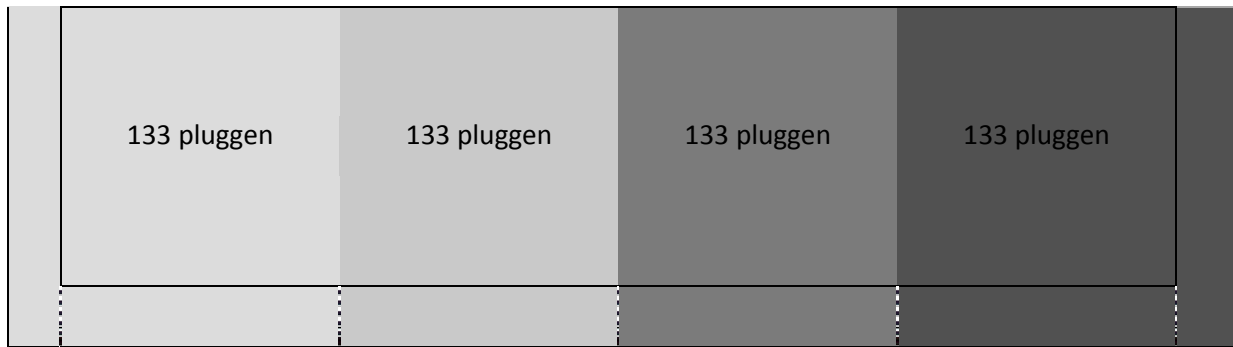
De zaaiblokken en zaaingen worden redelijkerwijs, maar niet random, verdeeld over de kweekbakken. De gestuurde verdeling is noodzakelijk omdat er anders te veel ongelijkheid in groei tussen de zaaingen met verschillende leeftijden ontstaat en omdat de verlichting niet egaal is verdeeld over de gehele bak. Dit levert uitvoeringsproblemen op met het aanbrengen van afdekplastic en het vergroot eventuele lokale klimaatverschillen. Door de aangebrachte opstelling is het lengteverschil binnen een blok beperkt. Bij herhaling van de proef worden de blokken wel anders verdeeld over de kweekbakken.

De randomisering kent hier duidelijk beperkingen door de inrichting en de hoeveelheid van 4 beschikbare bakken in de klimaatcel. Verificatie moet daardoor mede uit een tweede uitvoering komen. De volledige kweekopstellingen zijn opgenomen in *bijlage II*.

Door het gehanteerde schema wordt de laatste (8e) zaaing niet blootgesteld aan de klimaatshock. Deze zaaing dient als referentie.

De randrijen zitten in 1 tray met het naastliggende zaaivlak en worden tegelijkertijd ingezaaid. Verder wordt de eb en vloed bak opgevuld met een gezaaide randtray zolang de bak niet helemaal gevuld is.

Randrij rondom van	1 plug breed.			
--------------------	---------------	--	--	--



Figuur 9: schematische opstelling van 4 opeenvolgende zaaiingen (1 blok) in één eb en voed bak, met tussen de zaaiingen hooguit enkele dagen leeftijdsverschil.

Metingen: De planten worden beoordeeld bij het overpoten op dag 16 (het moment dat kwekers bekijken of ze een plant houden of niet) en nog een keer rond dag 23 zodat de oudste zaaiing nog 1 week heeft kunnen groeien om de effecten goed zichtbaar te maken.

Gemeten wordt: (1) Het opkomstpercentage, (2) het aantal afwijkingen, (3) het aantal koplozen. Er wordt bij de metingen gebruik gemaakt van de classificatie uit paragraaf 3.1.

Er worden 2 dataloggers geplaatst op trayniveau om temperatuur en RV te meten. 1 op een onder gelegen bak en 1 op een bovengelegen bak. Dit is alleen bedoeld om achteraf het ingestelde klimaat extra te kunnen controleren, naast gebruik van de logger van de klimaatcomputer, en om na te gaan of er grote verschillen tussen de diverse bakken zijn.

Kanttekeningen: Een volledig zuivere gelijke behandeling van alle zaaiingen over de gehele teeltduur is niet te garanderen, maar ook niet noodzakelijk. Binnen de klimaatcel worden de verschillen voldoende beperkt door een goed gereguleerd klimaat, randrijen en door achteraf controle van het klimaat met dataloggers. Bij de afkweek in de kas kunnen verschillen in klimatologische behandeling ontstaan. Deze hebben dan wel effect op de ontwikkelingssnelheid en uitgroei van de plant, maar niet meer op de inductie van koploosheid op de cotylen en de oudere bladparen die al aanwezig of aangelegd zijn bij het verlaten van de klimaatcel op dag 16.

Statistische verantwoording: Voor vergelijking van de diverse populaties wordt gebruik gemaakt van een CHI-kwadraat toets. Het uitgangspunt daarbij is dat er geen significante verschillen tussen de populaties mogen zijn in KLH op basis van de nulhypothese. Het gehanteerde betrouwbaarheidsinterval is minimaal 95%. In Excel worden de resultaten grafisch uitgewerkt. (Toets SPSS; analyse, descriptive statistics, crosstabs, statistics-Chi Square)

3.3 Proef 3: De invloed van het klimaat en de duur van het afdekken met plastic

3.3.1 Inleiding bij proef 3

Het doel van dit deelonderzoek is om na te gaan wat de invloed is van (verschillen in) het lokale klimaat en de duur van het afdekken van de zaaiingen met plastic op het extra optreden van KLH.

Het lokale klimaat in een bedrijf is een breed begrip wat beïnvloed wordt door het lokale buitenklimaat en de interne teeltstrategie van een kwekerij. Bij dit laatste hebben de technische bedrijfsinrichting en de ingestelde klimaatinstellingen een grote rol. Dit betekent veel variabelen. Om dit aantal te beperken wordt er gebruik gemaakt van een uniforme zaai en teeltwijze. Zodat met name de interne en de externe klimatologische omstandigheden als invloedfactor overblijven om verschillen in resultaat tussen de

bedrijfslocaties te verklaren. Op het buitenklimaat wordt bewust gevarieerd door de proef op 3 geografisch verschillend gelegen bedrijven uit te voeren. Een zogenaamde ringtoets.

Binnen ieder bedrijf wordt gevarieerd door 3 of 5 variaties in de duur van de afdekking van tray's met plastic toe te passen. De gedachte hierachter is dat het microklimaat op de tray beïnvloed wordt door de duur van de afdekking met plastic en het moment van verwijderen van het plastic. Eventueel optredende verschillen in KLH binnen een bedrijf zijn hierdoor in eerste instantie terug te voeren op de variatie in het microklimaat.

De tray's worden 5 tot 7 dagen afgedekt, met een variatie in het tijdstip van het verwijderen van het plastic. Plantjes waar bij het openlopen van het energiescherm in de ochtend of waar rond 12:00 -13:00 's middags bij de hoogste zonstand de afdekking ineens wordt verwijderd, hebben minder tijd om te acclimatiseren voor stress als gevolg van een snelle temperatuurstijging en RV daling, dan plantjes waar in de namiddag of in de avond het plastic wordt verwijderd.

Schematisch is de behandeling weergegeven in tabel 4:

Plantmateriaal: 14.000 geprimeerde zaden van het paprikaras Nagano, verdeeld over 2 verschillende zaadlots. De zaadlots dienen bij voorkeur een zo groot mogelijk verschil in gevoeligheid voor KLH te laten zien binnen het ras.

Overige materialen: Een gedetailleerde lijst is opgenomen in **bijlage III**.

Tabel 4: Te zien is de verdeling van de behandelingen over de verschillende teeltlocaties en het aantal tray's in één teeltronde.

Locatie	Dag 5 verwijderen 9:00 -9:30	Dag 5 verwijderen 16:00 – 16:30	Dag 6 verwijderen 9:00 -9:30	Dag 6 verwijderen 16:00 – 16:30	Dag 7 verwijderen 9:00 -9:30	Totaal aantal tray's
Kweker A	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	12
Kweker B	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	12
Kweker C	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	30

3.3.2 Opzet van proef 3

Protocol en controle: Om een uniforme zaaimethode te garanderen op de verschillende locaties wordt een protocol (**bijlage III**) geschreven dat de kwekers dienen te volgen. Dit protocol gaat alleen over de te gebruiken materialen, het zaaien, het afdekken, de opstelling en de voeding. Het lokale klimaat wordt niet voorgeschreven. De telers hebben daarin de vrije hand, waarbij wel wordt aangetekend dat het de bedoeling is dat de opstelling meedraait in een reguliere (eigen) paprikateelt en het daarbij behorende klimaat.

Daarnaast worden de locaties regelmatig en in ieder geval meteen na het zaaien door de onderzoeker bezocht om na te gaan hoe goed een en ander is uitgevoerd. Dit biedt mogelijkheid tot bijsturing en feedback om zaken bij te stellen bij de 2e uitvoering van de proef.

De zaaimethode: Stertray's van 252 pluggen, afgezaaid op 50% vulling (126 pluggen), zaad op steenwolplugjes in tray, afgestrooid met vermiculiet, afgedekt met plastic en met een isolerende laagconform de behandeling. Verdere details van de zaaimethode staan in het protocol.

Op de 3 locaties wordt op dezelfde dag een reeks tray's gezaaid. Per locatie vindt 2 tot 3 keer een herhaling plaats van de behandeling en worden alle behandelingen met 2 zaadlots uitgevoerd. De planten worden niet opgepot. Door op 50% te zaaien zijn de planten tot dag 20 houdbaar in de tray.

Zaaidata in de tray's: start 1e uitvoering in week 44 van 2015, start 2e uitvoering week 48 van 2015.

Teeltduur: Circa 20 dagen vanaf de zaaidatum.

Teeltlocatie: De kassen van kweker A en kweker C in Zuid-Holland en de kas van kweker B in Noord-Brabant.

Watergift: Lokaal watergift systeem en/of broeizet met de lokale standaard voedingsmix met een EC 1,5 en pH 5,5. Nat maken van de pluggen of tray's met een EC van 1,5 en pH van 5,5.

Klimaat in de kas: De tray's worden in een kas geplaatst waar een reguliere paprika opkweek wordt uitgevoerd of een soortgelijk klimaatregime wordt gehanteerd. De precieze klimaatinstellingen zijn verder naar wens van de lokale kweker.

Kweekopstelling: Er zijn gerandomiseerde opstellingen gemaakt met behulp van de Excel "A-select" functie. Zie hiervoor **bijlage III**.

Metingen: Er vinden in hoofdzaak 3 soorten metingen plaats. (1) op KLH, (2) op de klimatologische omstandigheden op kas- en op trayniveau en (3) op de lokale klimaatstrategie van de kweker.

Voor de meting van KLH worden de planten aan het eind van de teelt (rond dag 21) afgevoerd naar Rijk Zwaan in verband met de hygiëne protocollen. Daar worden de planten beoordeeld op: (1) Het

opkomstpercentage, (2) het aantal afwijkingen, (3) het aantal koplozen. Er wordt bij de metingen gebruik gemaakt van de classificaties uit paragraaf 3.1. Daarnaast biedt dit de deelnemende kwekers de gelegenheid om alle resultaten tegelijk te zien en zelf een beoordeling te kunnen doen voor hun eigen inzicht.

Voor de metingen van het microklimaat wordt gebruik gemaakt van dataloggers die RV en temperatuur meten. 2 per kwekerij in het geval er 1 disfunctioneert. De dataloggers worden op trayniveau geplaatst onder het plastic. De metingen van het kasklimaat worden verkregen uit de klimaatcomputer.

Er wordt een interview gehouden met alle deelnemende kwekers om na te gaan welke klimaatstrategie men hanteert en om na te gaan of er zich nog bijzonderheden hebben voorgedaan tijdens de proef die vermeldenswaardig zijn. De interviewvragen zijn opgenomen in **bijlage III**. Voor de interviewvragen is gebruik gemaakt van het uitgebreide interview format dat L. van Mil (**2013**) heeft gehanteerd bij zijn onderzoek naar KLH voor de werkgroep.

Kanttekeningen: Bij de analyse van de resultaten wordt voornamelijk gekeken naar (1) de verschillen die binnen een locatie optreden en (2) de verschillen die tussen de locaties optreden bij dezelfde toegepaste behandelingen. Bij 1 is een eenduidige kwantitatieve analyse mogelijk op de factor "afdekkingsduur". 2 biedt deze mogelijkheid zeer waarschijnlijk niet. Een kwantitatieve analyse leidt niet direct tot het aan kunnen wijzen van een invloed factor. Wel is het mogelijk om de significantie van verschillen te bepalen. Op basis van een kwalitatieve klimaatvergelijking tussen de locaties en de interviews worden dan vermoedelijke invloedfactoren bepaald.

Statistische verantwoording: De afdek behandelingen binnen de bedrijven en de resultaten tussen de verschillende bedrijven worden met elkaar vergeleken op basis van de gemiddelde aanwezigheid van KLH. Er worden hiervoor meerdere toetsingen uitgevoerd met een One-Way ANOVA op een betrouwbaarheidsinterval van minimaal 95%. (Toets SPSS; analyse, compare means, One-Way ANOVA) Verder wordt met de Bonferroni of Tukey methode gekeken, afhankelijk van de onderlinge verschillen in populatiegrootte, naar paarsgewijze verschillen. In Excel worden de resultaten grafisch uitgewerkt.

3.4 Proef 4: De invloed van het lichtspectrum

3.4.1 Inleiding bij proef 4

Het doel van dit deelonderzoek is om na te gaan of de mate van KLH bij in het kiemstadium en bij jonge planten beïnvloed kan worden met het gebruik van diverse lichtspectra. Hiervoor wordt een experiment uitgevoerd in een klimaatcel met een variatie in (standaard) belichting en daarnaast als referentiegroep nog een zaaing in de kas onder daglicht zonder bijbelichting.

Er worden 3 vormen van belichting uitgetest met een gangbare lichtintensiteit voor in de opkweek van gemiddeld $60 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, met een duidelijke variatie in het blauwe spectrum op intensiteit of verhoudingen. De lichtintensiteit is als vrij laag aan te merken, echter heeft meer licht geen nut wegens de zeer lage Leaf Area Index. Deze zal nooit een niveau van 1 bereiken in deze proef.

De volgende veel voorkomende vormen van belichting worden gehanteerd, waarbij LED blauw (100%) gebruikt wordt om specifiek de reactie op zuiver blauw licht na te gaan en dit te kunnen vergelijken met de Son-T waar de intensiteit aan blauw licht heel laag is.

- 1) Son-T 400 watt lamp
- 2) LED (ver)rood en blauw in de verhouding 88% en 12%, Philips PM-DRB150LB GreenPower LED production module
- 3) LED blauw (100%), Philips PM-B150LO GreenPower LED production module

4) Daglicht

De lichtopstellingen voor de 2 LED opstellingen zijn doorgerekend door Philips Lighting Horticulture LED Solutions. Zij gaven tevens het advies om strooilicht van de verschillende lampen zoveel mogelijk uit te schakelen, door de lichtopstellingen te omhullen met zwart plastic. Dit laat geen licht door en absorbeert strooilicht in plaats van het te weerkaatsen. Hierbij worden op tactische wijze openingen aangebracht zodat er we circulatie van lucht kan plaatsvinden. Dit is van belang voor een gelijkmatige verdeling van de temperatuur en de luchtvochtigheid.

De lichtopstelling van de Son-T lamp is door de onderzoeker zelf handmatig uitgemeten met een PAR meter. De lamp is zodanig gemonteerd dat de opstelling het best de lichtintensiteit van de LED opstellingen benadert. De uitkomst van deze meting is vermeld in **bijlage IV**. Door de grofheid en kracht van de Son-T lamp is niet te voorkomen dat de lichtintensiteit hoger is dan bij de LED's.

Het experiment wordt een keer herhaald, zodat er de mogelijkheid is om bij de herhaling nog verbeteringen aan te brengen in de opzet en ter verificatie van de gevonden resultaten.

Plantmateriaal: 12.000 geprimede zaden van 3 verschillende paprika rassen die gevoelig zijn voor KLH, met van ieder ras 2 zaadloten.

Klimaatcel: Een eenvoudige maar zeer ruime klimaatcel, met eenvoudige programmeerbare instellingen voor temperatuur en RV en een dubbel laagse kweektafel. Voor een indruk van de ruimte zie figuur10.

Kas: Een moderne kas bij Noordam Plants waar zonder verlichting wordt geteeld.

Overige materialen: Een gedetailleerde lijst is opgenomen in **bijlage IV**.



Figuur 10: Links en rechts: Te zien is een indruk van de klimaatcel en de inrichting, met in het midden een dubbel laagse in hoogte verstelbare kweektafel. De lichtproef op de foto is van een ander bedrijf en niet de proef van dit onderzoek. **(alle foto's, van Lent, 2015)**

3.4.2 Opzet van proef 4

De zaaimethode: Ster tray's van 252 pluggen, afgezaaid op 50% dichtheid (126 pluggen in een dambord mozaïek, zie ook figuur 20 in bijlage III), zaad op steenwolplugges in tray, afgestrooid met vermiculiet, afgedekt met plastic tegen het uitdrogen totdat 50% kieming is bereikt (rond dag 6 na het zaaien).

Er worden per lichtbehandeling 12 tray's gezaaid, bestaande uit 3 paprika rassen met voor ieder zaadlot 2 tray's. Totaal dus 48 tray's per uitvoering van de proef. De zaden zijn geprimed.

Alle planten worden tot een leeftijd van 21 dagen opgekweekt in de tray. Ze worden niet opgepot. Door op 50% dichtheid te zaaien zijn de planten tot 21 dagen in de tray te handhaven.

Zaaidata in de tray's: start 1e uitvoering in week 45 van 2015, start 2e uitvoering week 49 van 2015.

Teeltduur: 21 dagen vanaf de zaaidatum.

Teeltlocatie: Een klimaatcel en een kas van Noordam Plants in 's Gravenzande.

Watergift: middels handmatig sproeien (broezen). Zowel voor het inwateren van de pluggen als de reguliere gift. Ontsmet hemelwater met een standaard paprikavoeding met EC 1,5 - 1,8 en pH 5,5.

Klimaat in de klimaatcel: belichtingsduur 12 uur (7:00 - 19:00), temperatuur onder plastic circa 25-26°C (dag/verlicht), zonder plastic 23,5°C (dag/verlicht) en 23,5°C (nacht/onverlicht), RV 95%-100% onder plastic, 70% zonder plastic, geen CO₂ dosering en CO₂ meting.

Een lichtintensiteit van ongeveer 60 µmol/m²/s is dermate laag dat er slechts beperkte temperatuureffecten optreden op tray niveau en onder het plastic (*mond. med. Potters, 11-9-2015*).

De niveaus op de kweektafel zijn niet allemaal even hoog. Er zit 80 cm hoogteverschil tussen de niveaus. De verwachting is dat dit niet tot heel grote verschillen zal leiden in het microklimaat en dan met name de temperatuur. Om dit achteraf te kunnen controleren wordt op beide niveaus een datalogger geplaatst om de temperatuur en de RV te meten. Verder is de klimaatcel in pandig geconstrueerd in een grote loods en is zij daardoor weinig onderhevig aan klimaat invloeden van buitenaf.

Een bijkomende factor is dat Son-T verlichting van zichzelf meer infrarode straling afgeeft dan LED's waar dit vrijwel ontbreekt. Infrarood is geen PAR straling maar zorgt wel voor een direct verwarmend effect van met de ruimte en de plant. Dit effect is niet helemaal te neutraliseren. Om toch de omstandigheden qua warmte en RV zo goed als gelijk te houden met de LED opstellingen worden voor het zaaien de opstellingen getest op het gerealiseerde microklimaat met de verlichting aan. Getracht wordt de verschillen te minimaliseren door per opstelling aanpassingen te doen aan de mate van luchtcirculatie. De invloed van de Son-T lamp op het klimaat in de gehele cel is beperkt, aangezien de cel behoorlijk groot is en het vermogen van de lamp relatief laag is.

Klimaat in de kas: De referentiegroep wordt in de kas opgekweekt onder daglicht, grotendeels zonder belichting. Helemaal geen belichting is niet te garanderen aangezien de planten in een lopende kasteelt staan. Het klimaat is dat van een reguliere paprika opkweek en zal niet geheel identiek zijn aan dat in de klimaatcel door de gebruikelijke schommelingen tussen dag en nacht door de invloeden van het buitenklimaat. De algemene uitgangspunten van Noordam Plants zijn een kastemperatuur van 23,5°C, RV van 70%, 450ppm CO₂ dosering. Er wordt in november en december niet geschermd tegen instraling, wel tegen uitstraling in de nacht uit energiebesparing en om de buistemperatuur niet te hoog op te laten lopen.

Kweekopstelling: De opstellingen zijn random bepaald in Excel met behulp van de functie A-select. Een overzichtstekening van de klimaatcel met verdeling van de kweektafel in vakken en de daarop geprojecteerde velden met tray's is opgenomen in *bijlage IV*. Binnen 1 lichtopstelling vindt 1 herhaling

plaats van het ras en zaadlot. Alle tray's worden in 1 blok aan elkaar geschakeld, waarbij de buitenste plantenrij als randrij fungeert.

Metingen: De planten worden beoordeeld op dag 20.

Gemeten wordt: (1) Het opkomstpercentage, (2) het aantal afwijkingen, (3) het aantal koplozen. Er wordt bij de metingen gebruik gemaakt van de classificatie uit paragraaf 3.1.

Kanttekeningen: Een volledig gelijke klimaatbehandeling van de kasopstelling met die in de klimaatcel is niet te garanderen. Dit is op zich geen heel groot bezwaar, aangezien het effect van de 3 verschillende lampen wel onder een vrijwel gelijk klimaat wordt getest. Verder worden verschillen in temperatuurbehandeling en RV tussen de kas en de klimaatcel beperkt door het klimaat in de klimaatcel zoveel mogelijk af te stemmen op het gewenste gemiddelde kasklimaat van de referentiegroep. Hierbij wordt er na instelling van het klimaat in de klimaatcel niet meer actief meegestuurd met het klimaat van de kas.

Verder wordt achteraf de data van de loggers vergeleken met het gerealiseerde kasklimaat om te zien of daar grote verschillen tussen zitten die voor de analyse van de proefresultaten van belang zijn.

Statistische verantwoording: De behandelingen worden met elkaar vergeleken op basis van de gemiddelde aanwezigheid van KLH. Er wordt getoetst met een One-Way ANOVA op een betrouwbaarheidsinterval van minimaal 95%. (Toets SPSS; analyse, compare means, One-Way ANOVA) Verder wordt met de Bonferroni of Tukey methode gekeken, afhankelijk van de onderlinge verschillen in populatiegrootte, naar paarsgewijze verschillen. In Excel worden de resultaten grafisch uitgewerkt.

4. Onderzoeksresultaten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten behandeld. Per proef wordt eerst aangegeven welke bijzonderheden er zijn geweest bij de uitvoering. Daarna volgt een uitleg van de resultaten, met een statistische onderbouwing en de voorlopige conclusies.

4.2 Resultaten proef 1: effecten van een klimaatshock

4.2.1 Bijzonderheden bij de uitvoering van proef 1

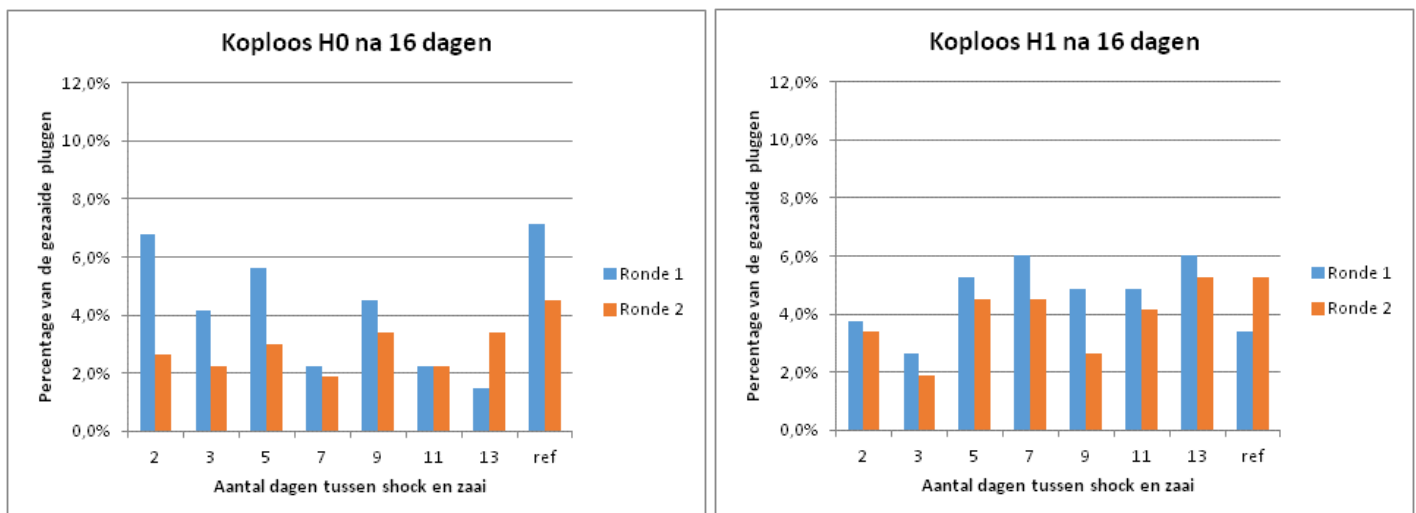
Alle planten zijn in de twee teeltrondes tweemaal beoordeeld. Een 1e beoordeling op het moment van oppotten (dag 16 of 17) en een 2e beoordeling op dag 26 of 27 (op zondagen is niet beoordeeld). Alle planten die uit de klimaatcel kwamen zijn opgepot, met uitzondering van de niet gekiemde zaden.

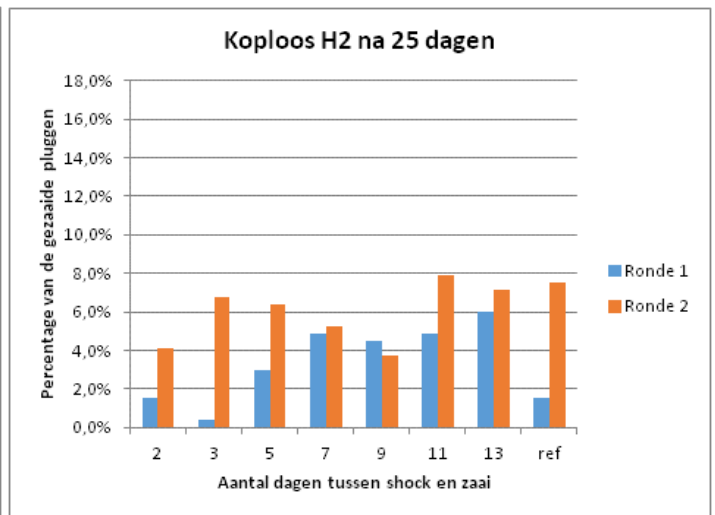
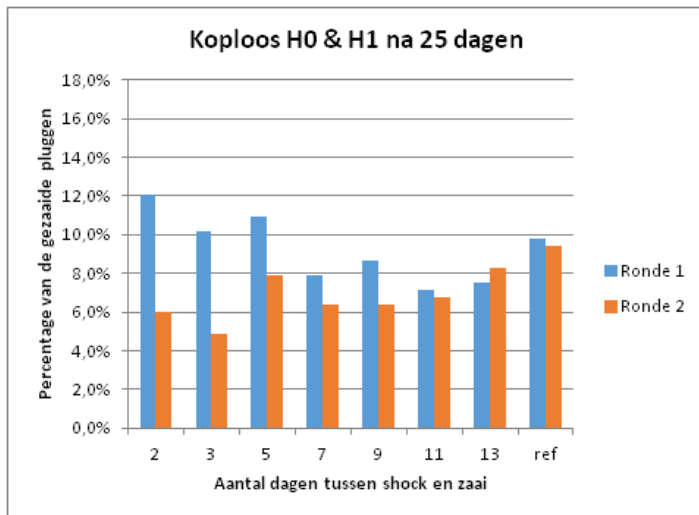
In ronde 1 was het klimaat in de klimaatcel iets onrustiger dan in ronde 2. De oorzaak is tweeledig. De cel was voor haar warmte afhankelijk van de CV installatie van het bedrijfspand waarin de cel is gehuisvest. Ten tijde van de 1e ronde brandde de CV nog niet door het warme weer, wat betekent dat deze speciaal aan moest slaan voor de behoefte van de cel. Door de lange aanvoerleiding leidde dit tot grotere temperatuurschommelingen in de cel. Daarnaast vergde het enige tijd en ervaring om alle apparatuur in en op de cel goed af te stemmen op het doel van de proef. De producent van de cel is diverse malen langs geweest om apparatuur fijn te stellen. In ronde 2 speelden deze zaken in het geheel niet. De temperatuur schommelde, buiten de shock, in ronde 1 circa 2,5°C en in ronde 2 circa 1,0°C. Een grafiek van temperatuur en RV volgens de datalogger op trayniveau (dus niet de meetbox in de cel) is opgenomen in *bijlage VI* (figuur 64 en 65).

Verder bleek gedurende de proef dat de be- en ontvochtiger van de cel ondermaats is uitgevoerd. In commerciële versies van de cel is de capaciteit van dit randapparaat 6 maal zo groot als bij dit showroom model het geval is. In de praktijk leidde dit tot een onrustige luchtstroom in de cel en tot beperkingen in het realiseren van de gewenste RV ten tijde van de shock.

4.2.2 Koploosheid bij proef 1

In figuur 18 is het percentage koplozen weergegeven bij de twee beoordelingsmomenten. H2 komt niet voor bij de beoordeling na 16 dagen, omdat de plant op dat moment nog te klein is. H2 is pas goed zichtbaar na een dag of 20. Verder tellen H0 en H1 op 16 dagen niet altijd op tot H0 & H1 na 25 dagen. Dit komt doordat soms planten die aangemerkt zijn als ZB bij de tweede beoordeling alsnog duidelijk KLH laten zien.





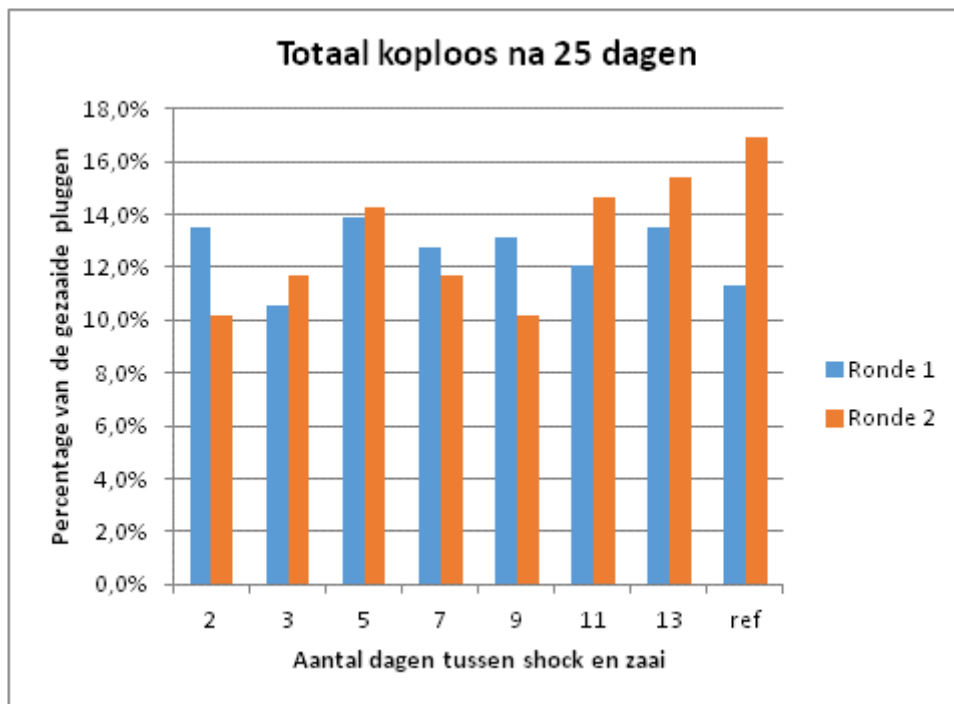
Figuur 18: te zien zijn 4 grafieken met het percentage koplozen volgens een bepaalde klasse (H0, H1 of H2). Verdeeld over de twee beoordelingsmomenten. Op de horizontale as staat de leeftijd van het gewas op het moment dat ze de shock kregen. "Ref" is het referentiegewas dat 16 dagen in de cel heeft gestaan, maar niet aan de shock is blootgesteld. Alle planten hebben 16 dagen in de cel doorgebracht vanaf het moment van zaaien.

Er vallen een aantal zaken op:

1) Er is na 2 teeltrondes geen eenduidige lijn te zien in het type koploosheid in relatie tot de leeftijd waarop de plant de shock kreeg. Bijvoorbeeld bij het percentage H0 na 16 dagen lijkt er in ronde 1 een verband zichtbaar in de zin dat naarmate het plantje jonger is ten tijde van de shock, er meer koplozen zijn op H0 (de cotyl). In ronde 2 is het beeld echter tegenovergesteld.

2) Het referentiegewas dat geen shock heeft gehad behoort regelmatig tot de slechtste performers. Wat twijfel oproept of de shock wel de belangrijkste factor is in deze proef.

Uitfiguur 19, wat een beeld geeft van het totale percentage koplozen, is evenmin een eenduidig beeld op te maken. Over het geheel zijn de verschillen tussen de groepen en teeltrondes klein.



Figuur 19: te zien is het totaal percentage koplozen bij de eindbeoordeling naar shockmoment van de plant.

De verschillen op H0&H1, H2 en H Totaal bij de 2e beoordeling na 25 dagen zijn getoetst middels een CHI-kwadraat toets bij een betrouwbaarheidsinterval van 95%(figuur 66, bijlage VI). Alleen in ronde 1 op de klasse H2 zijn de verschillen überhaupt significant.

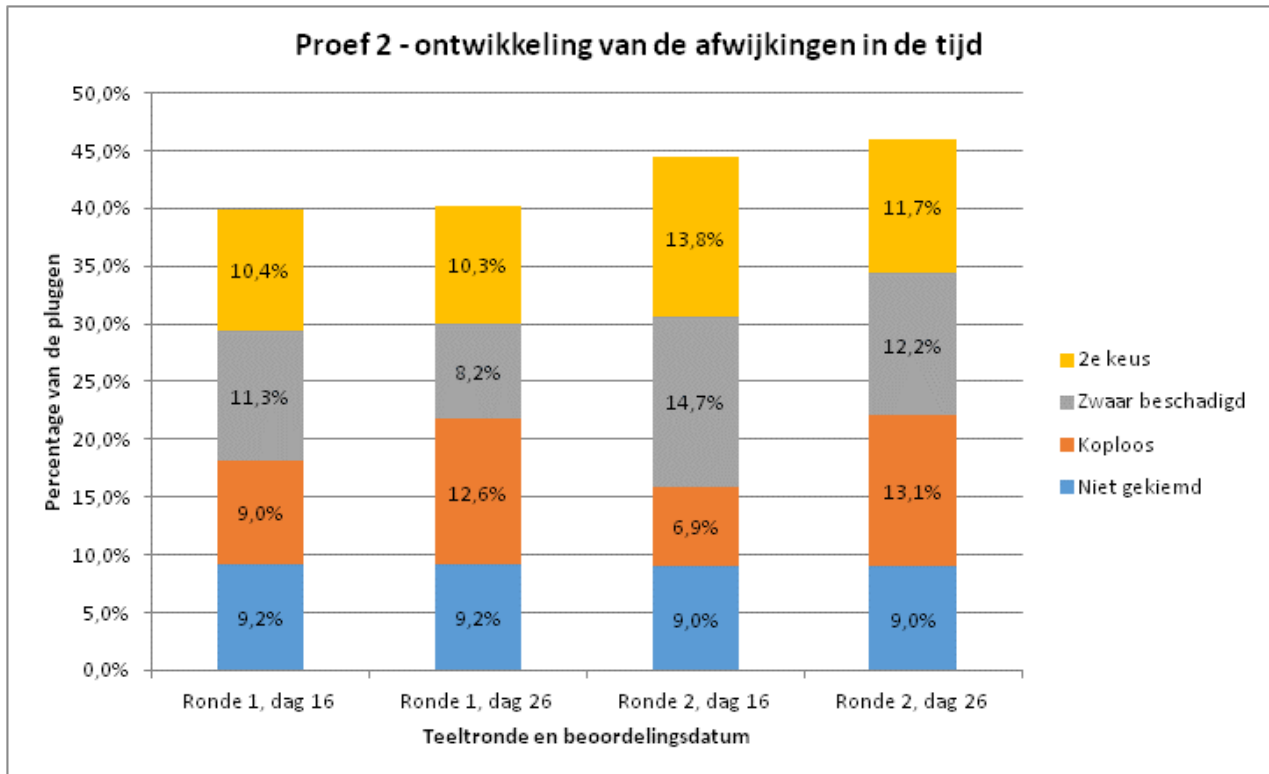
4.2.3 Ontwikkeling in het type afwijkingen

Bij de proeven die zijn uitgevoerd, en dan met name proef 2, was het soms lastig om een goed onderscheid te maken tussen koploosheid en ZB, en tussen ZB en 2e keus. De grenzen zijn soms diffuus. Daarnaast kan de vraag worden gesteld of de diverse afwijkingen verband met elkaar houden en mogelijk door eenzelfde achterliggend groeidefekt of -verstoring worden veroorzaakt.

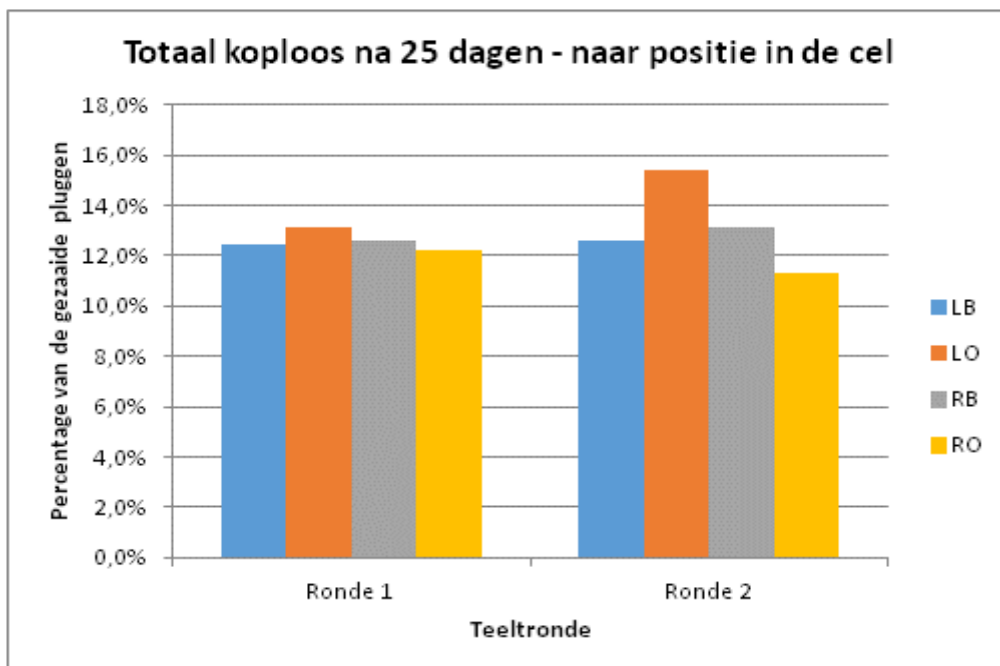
Omdat proef 1 later is gestart dan de andere proeven is besloten alle afwijkingen in beide beoordelingsronden te classificeren en alle planten, met uitzondering van de niet gekiemden, op te potten om te zien hoe een afwijking zich in de loopt der tijd ontwikkelt. In grafiek 20 is de ontwikkeling over 2 beoordelingen te zien. Er vallen twee zaken op:

1) Een deel van de ZB en 2e keus planten ontwikkelt zich later alsnog tot een koploze plant.

2) Het aantal planten met een afwijking is bij deze proef bijzonder hoog. Zeker in verhouding tot de andere drie proeven. Hier wordt nader op ingegaan in paragraaf 4.6 bij de vergelijking van Nagano lotnummer 1 in de proeven.



Grafiek 20: te zien is de ontwikkeling van het percentage aan afwijkende planten gedurende 2 beoordelingen in beide teeltronden.



Figuur 21: te zien is het percentage koplozen per bak. Links en rechtsboven (LB & RB) en links en rechtsonder (LO & RO)

4.2.4 Performance van de verschillende bakken in de klimaatcel

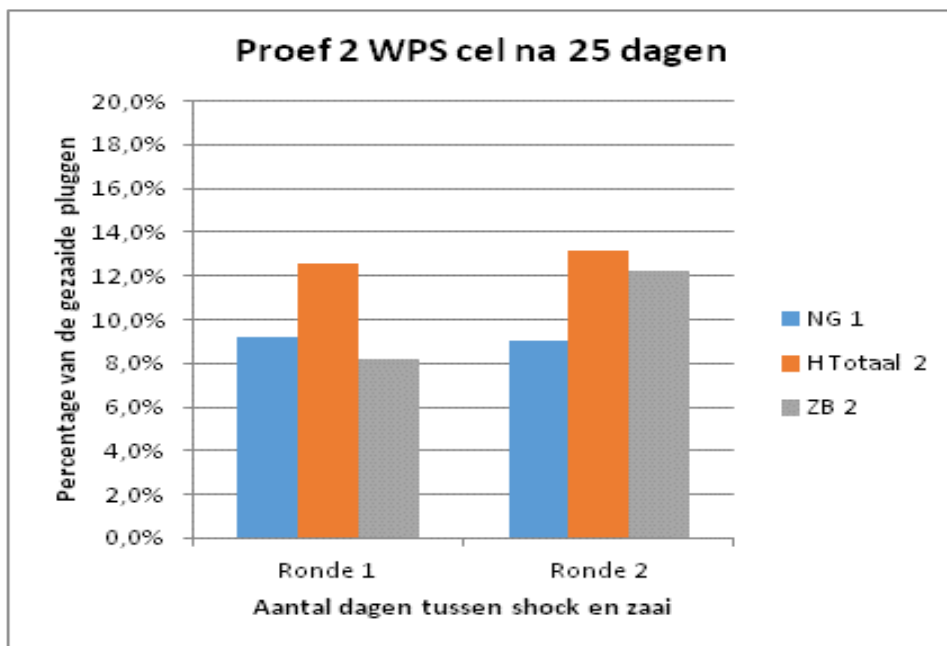
Bij de proef zijn 4 eb- en vloed bakken gebruikt, waarvan er 2 ongeveer 0,8 meter hoger in de cel hingen dan de andere 2. Analoge meting wees uit dat het temperatuurverschil, als gevolg van verschillende luchtlagen, ongeveer 1,0-1,5°C is. In de cel was visueel zichtbaar dat de lagere bakken iets achter lagen in ontwikkeling dan de hogere. Nagegaan is of dit ook invloed heeft gehad op het percentage afwijkingen (figuur 21).

Toetsing middels een CHI- kwadraat toets bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% gaf geen significante verschillen in de hoeveelheid koploze of onbruikbare planten (figuur 67, bijlage VI).

4.2.5 Verschillen tussen ronde 1 en ronde 2 in de klimaatcel

Tot slot is nagegaan of er substantiële verschillen in afwijkingen waren tussen ronde 1 en 2 (figuur 22). Dit is zeker het geval, maar niet met betrekking tot het opkomstpercentage of de mate van koploosheid. Het verschil kwam vooral sterk naar voren in het aantal zwaar beschadigde planten en de totale hoeveelheid (on)bruikbare planten. Beide verschillen waren zeer significant (figuur 68, bijlage VI) in een CHI- kwadraat test.

Opvallend is dat ronde 2 significant meer "zwaar beschadigde" en "onbruikbare" planten geeft dan ronde 1, terwijl in ronde 2 het klimaat in de klimaatcel qua schommelingen in temperatuur en RV juist stabiel was.



Figuur 22: Weergegeven is het totale percentage afwijkingen naar klasse per teeltronde. NG 1 (niet gekiemd), H Totaal 2 (totaal aantal koplozen) en ZB 2 (zwaar beschadigd)

4.2.6 Eerste conclusies bij proef 1

- Een klimaatshock, in de vorm van een tijdelijk substantieel hogere temperatuur en lagere RV, heeft geen invloed op de mate van koploosheid of de hoeveelheid (on)bruikbare planten.
- De afwijking koploosheid is niet altijd eenduidig waarneembaar. Er is eerder sprake van een enigszins polymorfe groei-afwijking die zich soms als zware beschadiging en soms als koploze laat classificeren.
- Microklimaatverschillen tussen de gebruikte bakken in de cel hebben geen invloed op de mate van koploosheid of de hoeveelheid (on)bruikbare planten.
- Tussen ronde 1 en ronde 2 zijn substantiële verschillen in de kwaliteit van de planten te zien die niet verklaard kunnen worden uit alleen het klimaat in de klimaatcel.

4.3 Resultaten van proef 2:afdekking met plastic en een ringtoets

4.3.1 Bijzonderheden bij de uitvoering van proef 2

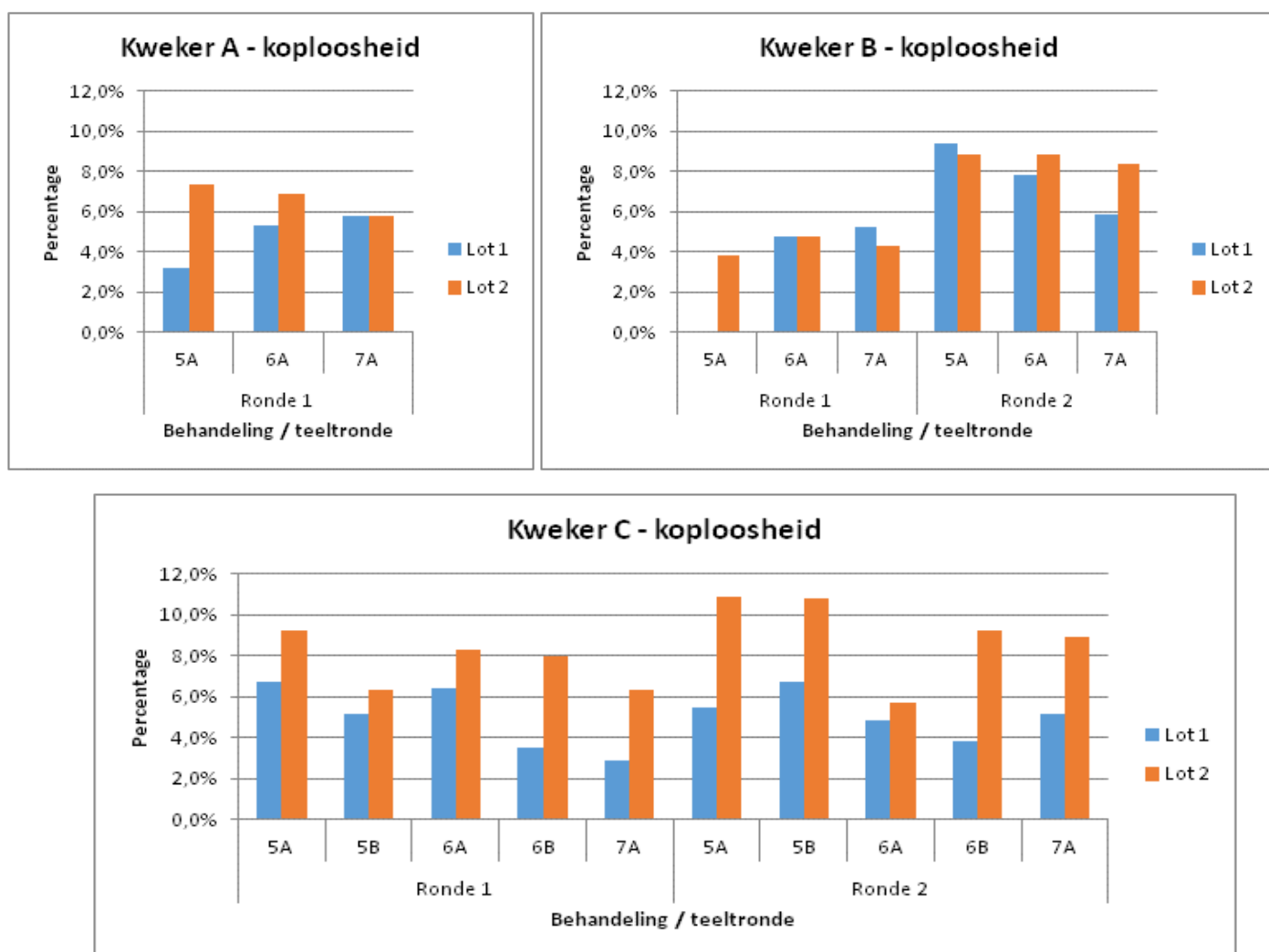
De teeltrondes bij deze proef zijn gezaaid op 29 oktober 2015 en 26 november 2015. De hoofdmoot van de teelten is dus uitgevoerd in de maand november respectievelijk december. Beide teelten zijn 1 keer beoordeeld aan het einde van de teelt op dag 22 of 23. Daarnaast zijn bij kweker C in beide rondes de kiemsnelheden bijgehouden.

In teeltronde 1 zijn bij kweker B 3 trays gedeeltelijk verdroogd. Hierdoor ontbreekt behandeling 5A in de analyses.

In teeltronde 2 zijn bij kweker A de behandelingen door omstandigheden niet goed uitgevoerd, met als gevolg dat het resultaat niet meer bruikbaar bleek. Deze gegevens ontbreken in de analyses. Verder is bij zowel kweker A als kweker B de datalogging niet goed verlopen. Bij de één bleken de loggers door de omstandigheden gewist c.q. niet bruikbaar. Bij de ander waren de loggers wel geplaatst, maar waren ze niet geactiveerd. De handmatig bijgehouden dagstaten zijn wel van alle kwekers ontvangen.

4.3.2 Koploosheid en de duur van het afdekken

Uitsplitsing van de resultaten naar lotnummer, afdekbehandeling en kweker leidt tot de onderstaande grafieken (figuur23).



Figuur 23: weergegeven is het totale percentage koplozen per behandeling (5A, 5B, 6A, 6B en 7A) bij ieder van de deelnemende kwekers (A, B en C).

Er vallen diverse zaken op:

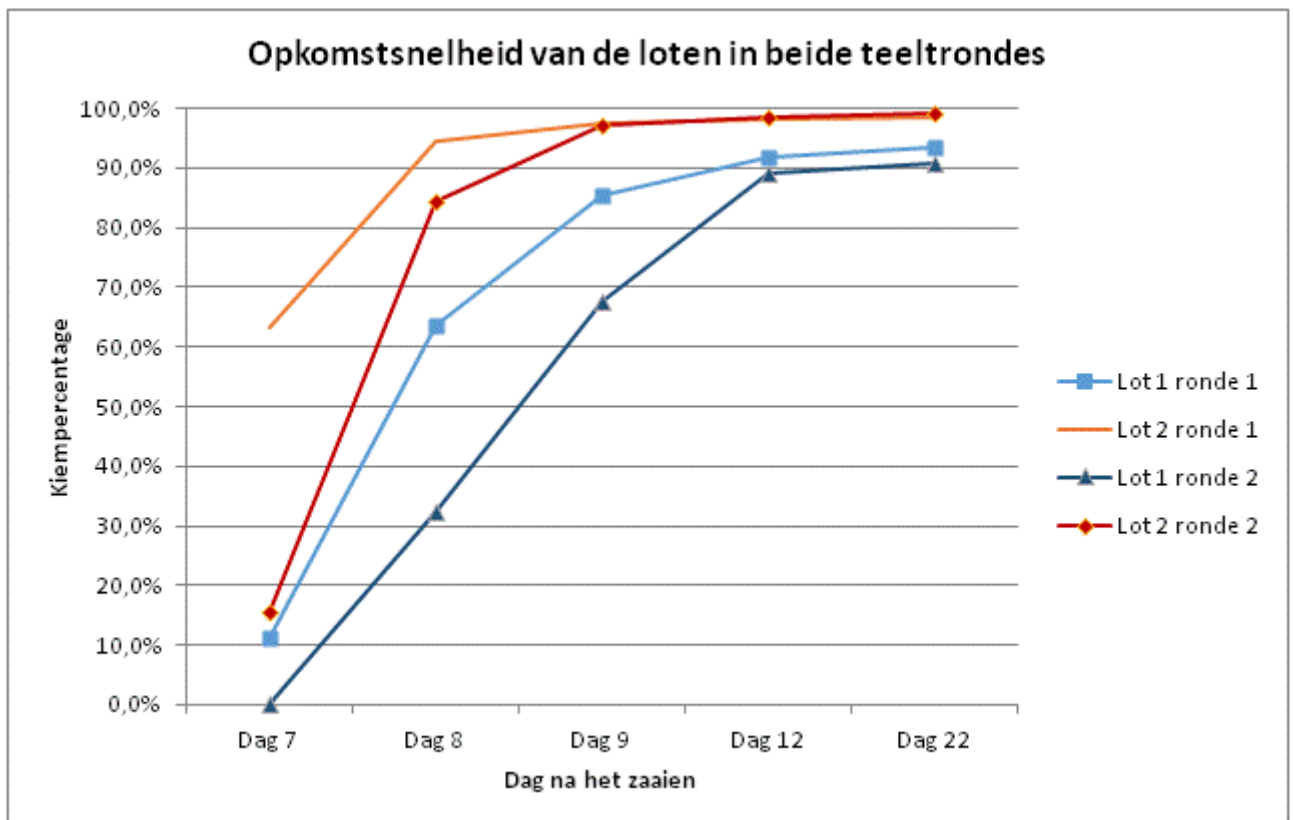
- Er is geen eenduidig verband zichtbaar tussen de mate van koploosheid en de duur van de afdekking van de zaailingen met plastic. Geen van de behandelingen presteert zichtbaar beter bij alle kwekers.
- De variatie in het percentage koplozen is behoorlijk groot tussen zowel de behandelingen binnen iedere kwekerij als bij vergelijking van dezelfde behandeling tussen de verschillende kwekers.
- Lotnummer 1 lijkt overall minder koplozen te geven dan lotnummer 2.

Een toetsing middels een ANOVA of een T-test op 95% betrouwbaarheidsinterval per kweker, teeltronde en lotnummer wijst uit dat de verschillen in koploosheid niet significant zijn (*figuur 69, bijlage VII*). De T-test is gebruikt voor kweker B in ronde 1, wegens het ontbreken van 1 behandeling.

4.3.3 Opkomstsnelheid en de duur van het afdekken

In beide teeltrondes is bij kweker C per lotnummer en behandeling de opkomstsnelheid bijgehouden. Deze is weergegeven in *figuur 24*. De kieming in ronde 2 was over de gehele breedte van de lotnummers en behandelingen iets trager. Dit komt waarschijnlijk door een lagere stralingsom en lagere daarmee gepaard gaande kasttemperaturen in ronde 2 over de eerste 10 dagen in vergelijking met ronde 1. De stralingsom in ronde 1 = 5.147 J/cm² over de eerste 10 dagen, versus 2.040 J/cm² voor ronde 2.

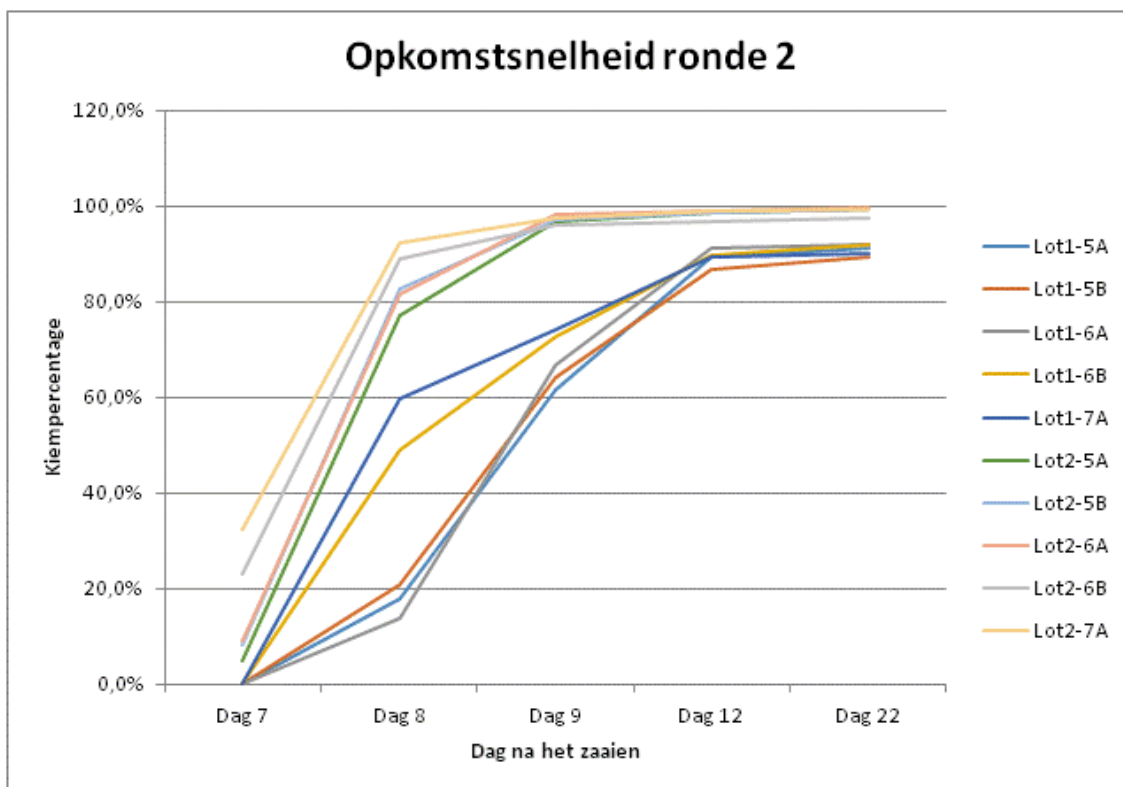
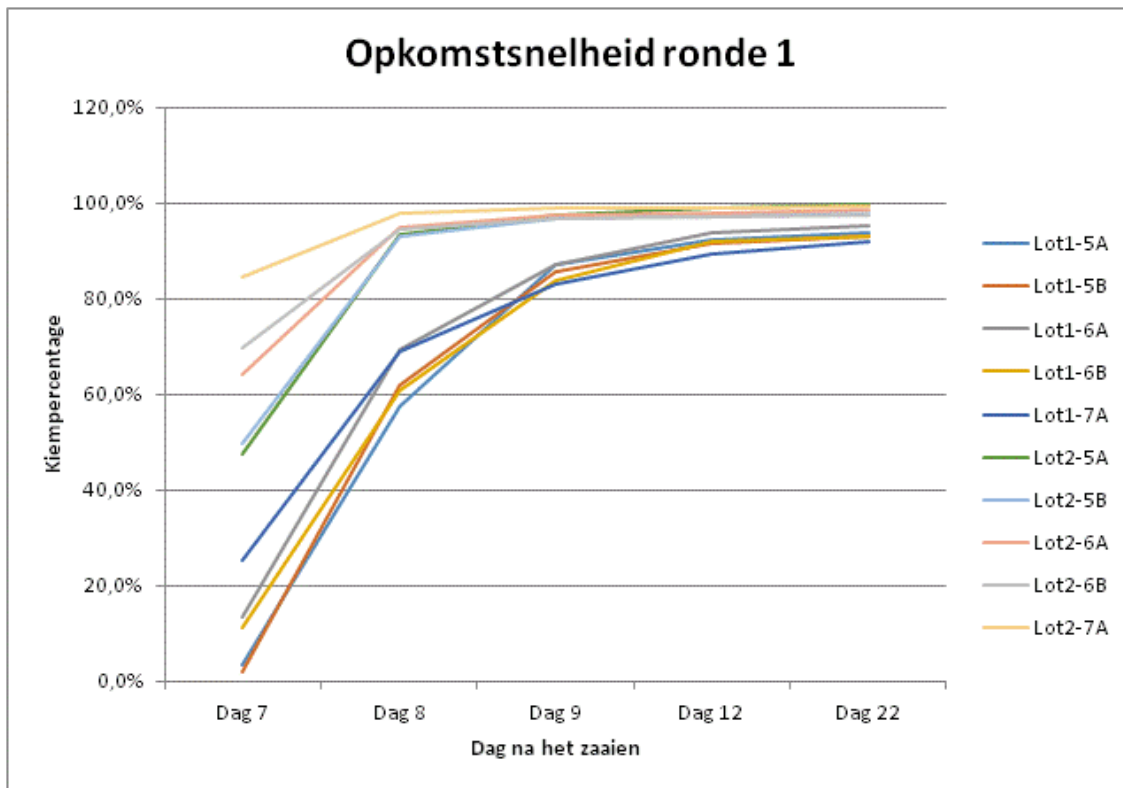
De dataloggers wezen uit dat in ronde 1 op trayniveau (dus niet op kasniveau) er beduidend hogere piektemperaturen zijn geweest dan in ronde 2.



Figuur 24: weergegeven is de ontwikkeling van het opkomstpercentage van de 2 loten in beide teeltrondes bij kweker C. Het opkomstpercentage is het gemiddelde van alle 5 de behandelingen.

Lot 2 kiemt zichtbaarsneller dan lot 1 en heeft een hoger opkomstpercentage. Een CHI-kwadraat test voor beide teeltrondes wijst uit dat het verschil in opkomstpercentage tussen beide loten zeer significant is met een betrouwbaarheid van meer dan 99% (*figuur 70, bijlage VII*).

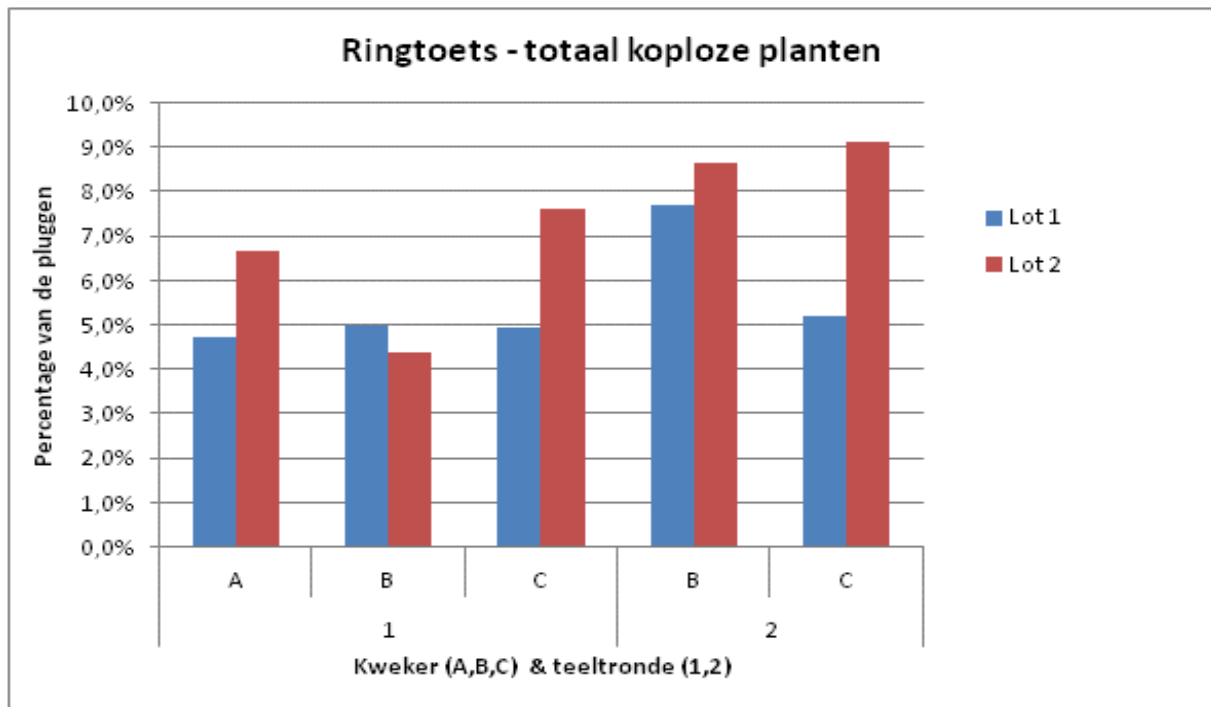
Tussen de behandelingen zijn verschillen in opkomst snelheid zichtbaar (figuur 25). In beide teeltrondes en bij beide loten leidt een langere duur van de afdekking tot een iets snellere opkomst. Het verschil in snelheid is echter beduidend kleiner dan de verschillen in opkomst snelheid tussen de 2 loten. Het algemene beeld is in beide teeltrondes gelijk.



Figuur 25: de opkomst snelheid in beide teeltronden uitgesplitst naar lotnummer en behandeling (duur van de afdekking).

4.3.4 Koploosheid bij de deelnemende kwekers

Voor vergelijking van de kwekers onderling is de data van de verschillende behandelingen voor iedere kweker afzonderlijk samengevoegd. Dit heeft als voordeel dat de steekproef een stuk groter wordt per kweker en de vergelijking overzichtelijker kan worden gepresenteerd. Er lijkt geen bezwaar te zijn vanuit het perspectief dat er verschillende behandelingen zijn toegepast met het afdekken. In de vorige paragraaf is namelijk geconcludeerd dat de duur van de afdekking geen invloed heeft op de ontwikkeling van KLH. Een overzicht van de resultaten is weergegeven in *figuur 26*.



Figuur 26: weergegeven is het percentage koplozen per lot, uitgesplitst naar kweker en teeltronde.

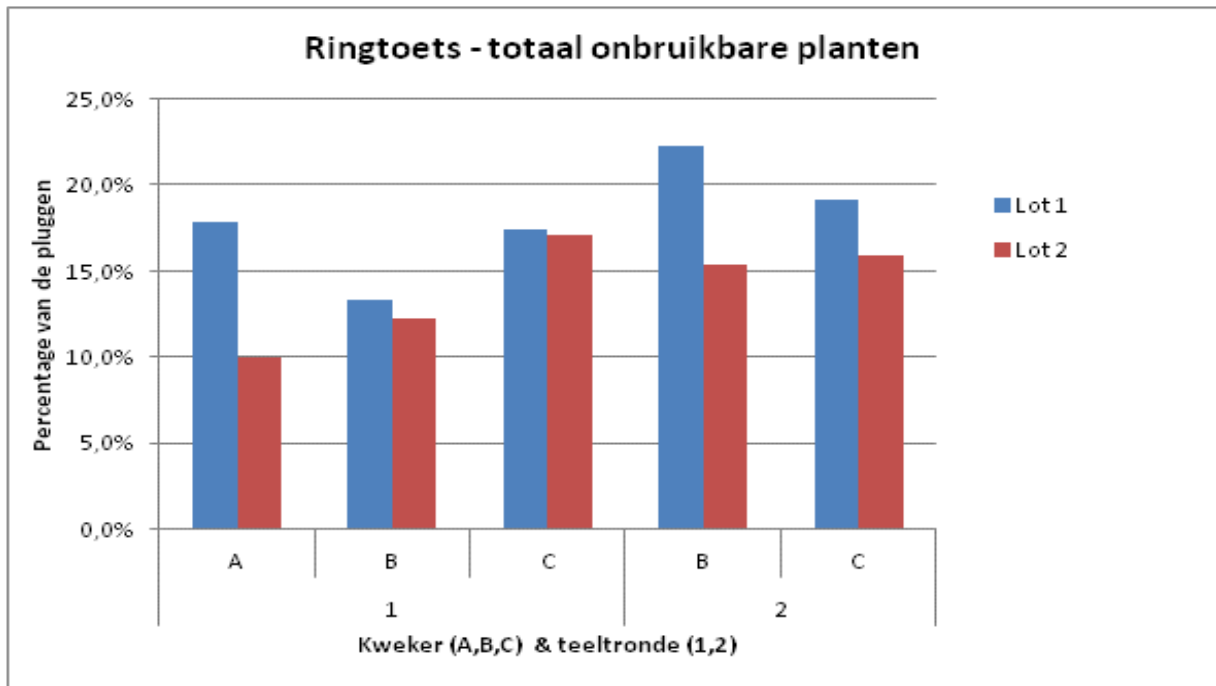
De variatie in KLH lijkt optisch gezien behoorlijk. Het verschil betreft voornamelijk een verschil in performance tussen de lotnummers en in veel mindere mate een verschil tussen de kwekers. Opvallende afwijkingen zijn vooral lot 2 bij kweker B in ronde 1 en lot 1 bij kweker B in ronde 2. Het is ook precies tegenover deze lotnummers dat er significante verschillen worden gevonden bij een ANOVA (ronde 1) of een T-test (ronde 2) bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% (*figuur 71, bijlage VII*).

Naast KLH is ook gekeken naar de hoeveelheid (on)bruikbare planten. Dit is weergegeven in *figuur 27*. Op het niveau van onbruikbare planten is er alleen een significant verschil tussen de kwekers bij de performance van lotnummer 2 in ronde 1 (ANOVA bij 95% betrouwbaarheidsinterval, *figuur 71, bijlage VII*).

Er is een duidelijk verschil tussen de lotnummers in de mate van NG, KLH en de hoeveelheid onbruikbare planten. Deze verschillen zijn veelal significant gebleken. Lot 1 heeft een slechter opkomstpercentage dan lot 2, geeft minder koplozen dan lot 2 en geeft in zijn totaliteit de laagste hoeveelheid bruikbare planten. Op deze verschillen wordt nader ingegaan in paragraaf 4.6.

Vooraf is bedacht het klimaat op de drie locaties goed te volgen en na te gaan of er een direct enkelvoudig verband te vinden is met de hoeveelheid koplozen. Dit laatste kon niet worden vastgesteld. Er is onder de gemeten klimaatfactoren geen factor aan te wijzen die te koppelen is aan een hoger of lager dan gemiddelde percentage koplozen. Complicerende factor hierbij zijn de grote en niet eenduidige verschillen in performance van lot 1 en 2. Bijvoorbeeld in ronde 1 zijn er tegengestelde verschillen tussen kweker A en

B in de performance van de zaadloten. Het is lastig hier een eenduidig verband te leggen met een bepaalde klimaatfactor die voor beide loten van toepassing is.



Figuur 27: weergegeven is het percentage onbruikbare planten per lot, uitgesplitst naar kweker en teeltronde.

Uit de klimaatgegevens kwamen wel een aantal opvallende observaties naar boven:

- Hoge kas- en traytemperaturen in de kiemfase (onder het plastic) zijn niet per se problematisch of te relateren aan een hogere mate van KLH en zwaar beschadigde planten. Kweker B had in ronde 1 regelmatig traytemperaturen van 35°C of hoger, waar de temperatuur bij de anderen nauwelijks boven de 30°C uit kwam (figuur 73, bijlage VII).

- Kweker A en B hebben overdag niet geschermd tegen instraling in beide teeltrondes. Kweker C schermde het grootste deel van de teeltperiode wel overdag.

De verschillen tussen de kwekers zijn verder qua klimaatfactoren, zoals gemiddelde etmaaltemperatuur, minimum temperatuur, duur van de belichting en variatie in het vochtdeficit, vrij gering. Enige vergelijkende grafieken met informatie over het klimaat zijn opgenomen in bijlage VII, figuur 72.

4.3.5 Eerste conclusies bij proef 2

- De duur van de afdekking heeft geen duidelijke invloed op de mate van KLH.

- De duur van de afdekking heeft wel invloed op de opkomst snelheid. Naarmate er langer wordt afgedekt, is de kieming iets sneller.

- De ringtoets heeft niet geleid tot verschillen in KLH tussen telers die eenduidig en significant zijn.

- Bij de ringtoets waren geen klimaatfactoren aan te wijzen die een directe en eenduidige relatie hebben met de mate van KLH.

- De lotnummers 1 en 2 van het ras Nagano laten een duidelijk verschil in performance zien op zeker 3 meetniveaus. Namelijk op het kiemgetal, op het percentage KLH en op het percentage (on)bruikbare plant.

4.4 Resultaten van proef 3: de invloed van het lightspectrum

4.4.1 Bijzonderheden bij de uitvoering van proef 3

Er zijn twee teeltrondes gerealiseerd, waarbij na analyse van ronde 1 is besloten in ronde 2 een paar wijzigingen in de rassen toe te passen. Voor ras D is in de tweede ronde een 3e lot van Nagano gezaaid. Beide teeltrondes kennen een aantal bijzonderheden:

Ronde 1: De opstelling met Son-T had een sterk afwijkend klimaat door luchtlagen in de klimaatcel. Son-T stond op een lagere opstelling dan de andere belichting. Dit is tijdens de proef nog deels aangepast, maar niet voorkomen kon worden dat de planten bij Son-T fors meer stress hadden als gevolg van lagere temperaturen, (convectie)tocht en lagere RV's ten opzichte van de andere opstellingen.

Ronde 2: De opstelling onder daglicht is grotendeels aangevreten door muizen. Hierdoor zijn er onvoldoende meetplanten en bij de planten die dit overleefd hebben, is sprake van pre-selectie, aangezien de muizen de iets oudere planten met rust lieten. De Son-t opstelling bleek achteraf 24 uur per dag belicht te zijn doordat het stuur relais enkele dagen na de start van de teelt kapot ging. Dit was helaas niet tijdens de teelt zichtbaar, maar bleek achteruit uit de analyse van de dataloggers.

De gerealiseerde opstellingen zijn schematisch weergegeven in figuur 27.

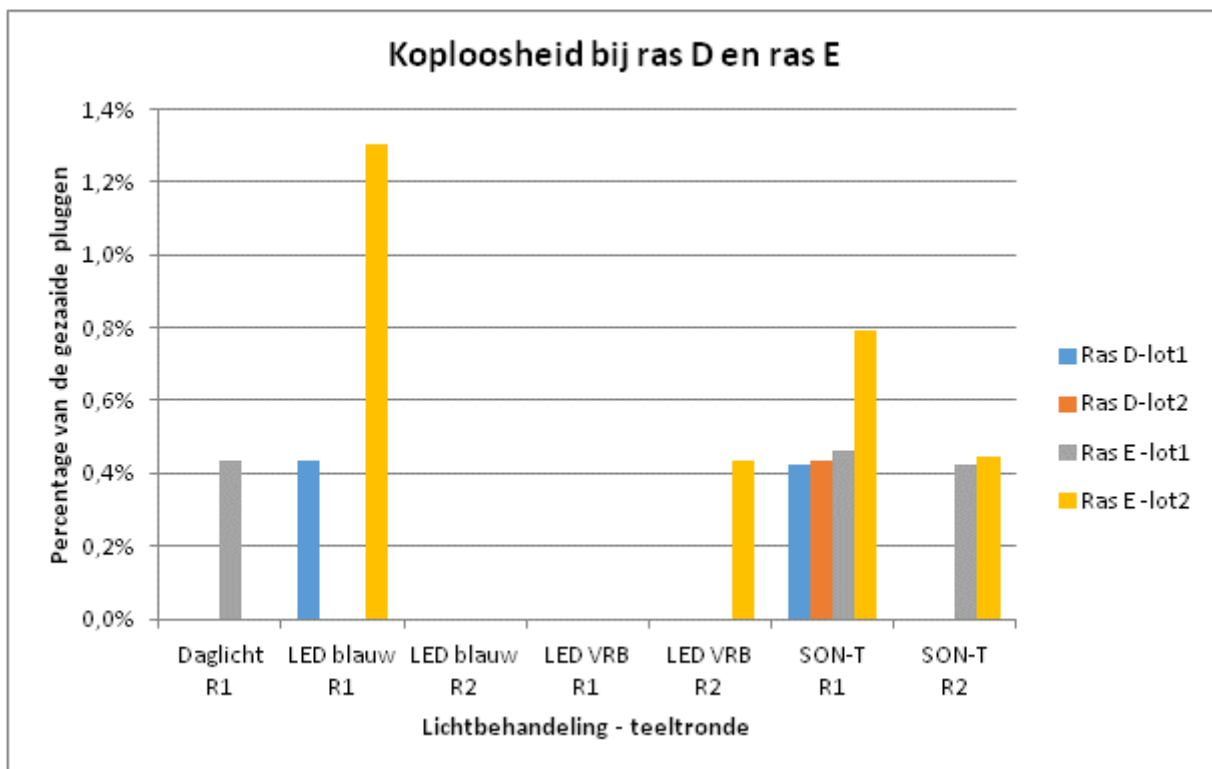
Ronde	Ras	Nagano				Ras D		Ras E		Opmerkingen
	Spectrum	lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	lot 1	lot 2	lot 1	lot 2	
1	daglicht	x	x			x	x	x	x	
1	LED blauw	x	x			x	x	x	x	
1	LED rood-blauw	x	x			x	x	x	x	
1	Son-T	x	x			x	x	x	x	Te afwijkend klimaat
2	Daglicht	x	x	x	x			x	x	Opgegeten door muizen
2	LED blauw	x	x	x	x			x	x	
2	LED rood-blauw	x	x	x	x			x	x	
2	Son-T	x	x	x	x			x	x	24 uren belichting

Figuur 27: een overzicht van welke rassen en zaadloten welke lichtbehandeling hebben gehad.

De keuze om ras D in ronde 2 niet meer op te zetten is genomen, omdat ras D en E in ronde 1 niet de gewenste respons gaven op de behandeling. In de korte tijd die resteerde tot de start van ronde 2 was niet zo snel een ander ras beschikbaar. Besloten is toen om een verouderd zaadlot van Nagano in te zetten. Dit betreft ééngeprimeerd lotnummer uit twee verschillende verpakkingen (lot 3 en lot 4 in het overzicht), waarvan de expiratiedatum 4 maanden was verstreken ten tijde van het zaaien.

4.4.2 Koploosheid bij ras D en ras E na de lichtbehandeling

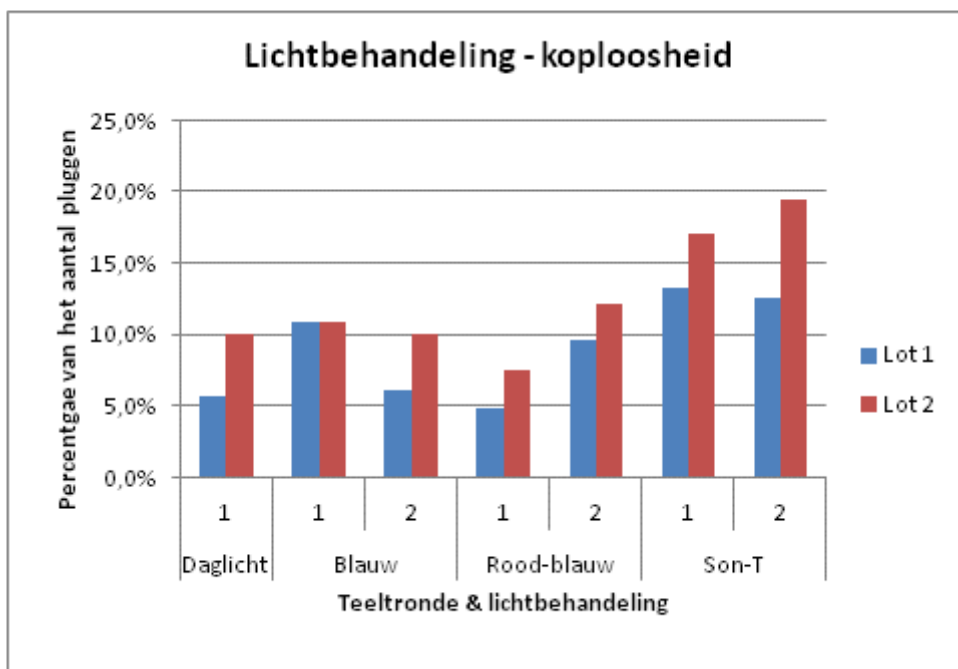
De rassen D en E gaven nauwelijks enige reactie in de vorm van koploosheid (figuur 28). Beide rassen kiemden goed ten opzichte van Nagano en gaven überhaupt weinig afwijkingen. De kleine verschillen tussen de behandelingen die zijn gevonden zijn getoetst met een ANOVA bij een 95% betrouwbaarheidsinterval en niet significant (figuur 74, bijlage VIII).



Figuur 28: te zien is het percentage koplozen bij de rassen D en E op iedere lichtbehandeling.

4.4.3 Koploosheid bij Nagano na de lichtbehandelingen

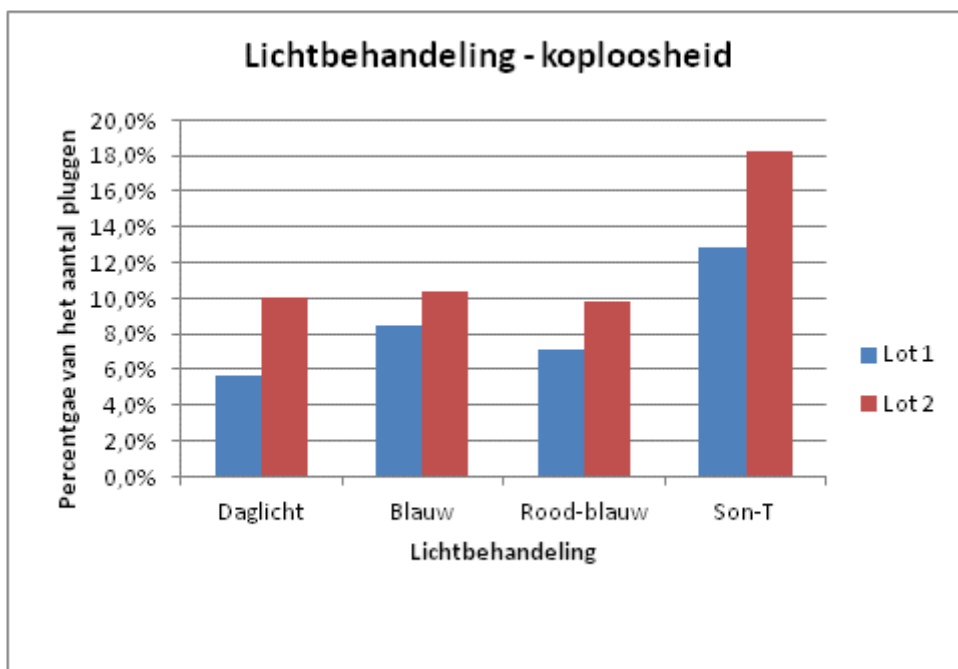
De performance van de loten 1 en 2 over beide teeltronden (figuur 29) laat zien dat vooral de lichtbehandeling met Son-T een afwijkend resultaat geeft. Figuur 30 geeft de gemiddelden over 2 teeltrondes. De percentages van de andere lichtbehandelingen liggen redelijk bij elkaar in de buurt.



Figuur 29: weergegeven is het percentage koplozen voor lotnummers 1 en 2 per lichtbehandeling en teeltronde.

Een CHI-kwadraat toets bij 95% betrouwbaarheidsinterval (*figuur 74, bijlage VIII*) geeft bij lot 1 een klein significant verschil in KLH ($p = 0,048$). De SON-T behandelingen zijn bij deze toets buiten beschouwing gelaten vanwege de sterk afwijkende teeltoomstandigheden. Dit verschil leidt niet tot een eenduidige conclusie ten aanzien van de lichtbehandelingen aangezien zowel blauw als rood-blauw in de rondes een hoge en een lage waarde geven op KLH. Eenzelfde CHI-kwadraat toets bij lot 2 levert geen significante verschillen in KLH op ($p = 0,553$).

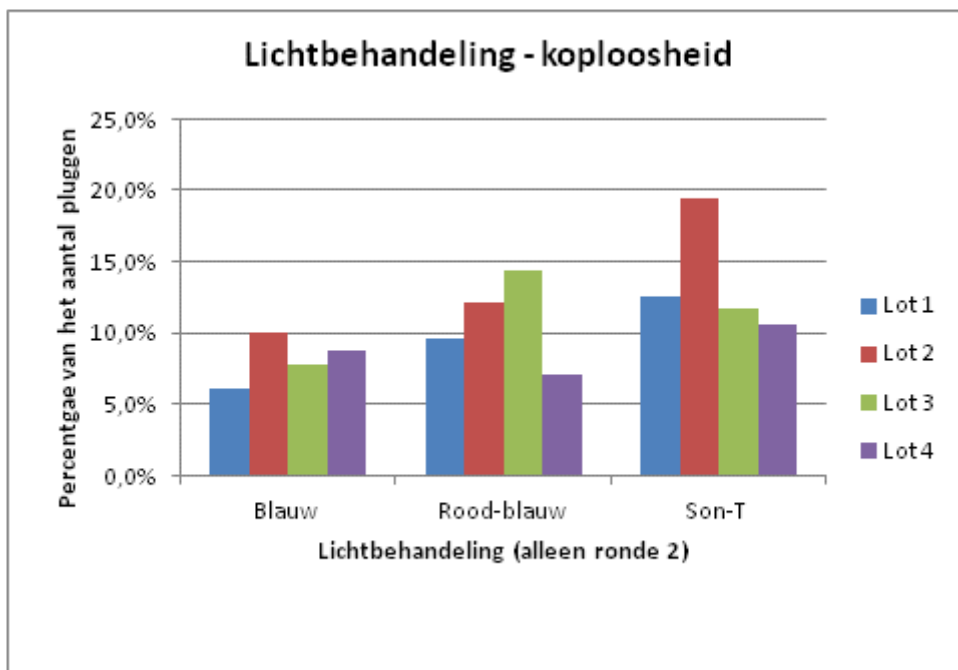
Worden de SON-T behandelingen wel meegenomen in de toetsen van lot 1 en lot 2 (*figuur 74, bijlage VIII*) dan worden zeer significante verschillen gevonden tussen de behandelingen. $p = 0,002$, respectievelijk $p = 0,001$.



Figuur 30: weergegeven is het gemiddelde percentage koplozen per lichtbehandeling voor lotnummers 1 en 2 over twee teeltrondes. Het klimaat is in beide teeltrondes verschillend. Bij daglicht zijn alleen de resultaten van teeltronde 1 meegenomen, de populatie van daglicht is dan ook maar half zo groot als van de andere behandelingen.

De performance van de 4 loten is weergegeven in *figuur 31*. Wat vooral opvalt is de flinke variatie tussen lot 3 en lot 4 bij de behandeling rood-blauw, terwijl dit verschil niet is terug te zien bij de andere twee behandelingen. Verder is er geen eenduidig beeld waarbij lot 3 en 4 beter of slechter presteren dan de loten 1 en 2.

ANOVA's op 95% betrouwbaarheidsinterval (*figuur 75, bijlage VIII*) leveren geen significante verschillen op tussen de loten per lichtbehandeling. Een manco hierbij is wel dat de steekproef relatief beperkt is waardoor een behoorlijk verschil nodig is om tot een resultaat te komen. De grote variatie tussen lot 3 en 4, wat in feite één en hetzelfde lot is, is een aanwijzing dat de variatie in deze opstelling van zichzelf al behoorlijk is.



Figuur 31: weergegeven is het percentage koplozen in teeltronde 2 per lichtbehandeling voor alle 4 de onderscheiden lotnummers.

4.4.4 Eerste conclusies bij proef 3

- De rassen D en E vertonen in het geheel geen koploosheid van enige betekenis.
- Bij het ras Nagano leidt geen van de behandelingen met daglicht, blauw en rood-blauw licht tot een eenduidige en significante afwijkende mate van koploosheid.
- De loten 3 en 4, wat verouderde zaadloten zijn, laten geen bijzondere afwijking in performance zien ten opzichte van de courante zaadloten 1 en 2. Dit wekt de indruk dat veroudering van het zaad geen noemenswaardige rol speelt bij het optreden van KLH.
- De behandeling met Son-T laat vaak een significante verhoogde afwijking van het aantal koplozen zien bij het ras Nagano. Dit kan niet alleen toegeschreven aan de lichtbehandeling door de sterk afwijkende teeltomstandigheden in beide teeltronden bij Son-T.

4.5 Performance van de Nagano zaadloten

4.5.1 Inleiding

Bij drie proeven is gebruik gemaakt van zaadlot 1 en bij twee proeven van zaadlot 2 van het ras Nagano. Dit maakt het interessant om de prestaties van de loten in de verschillende proeven nader te onderzoeken. Mogelijk kunnen er aanwijzingen worden gevonden over individuele factoren of interacties daartussen die invloed uitoefenen op KLH. Dit biedt de gelegenheid om hier nader naar te kijken

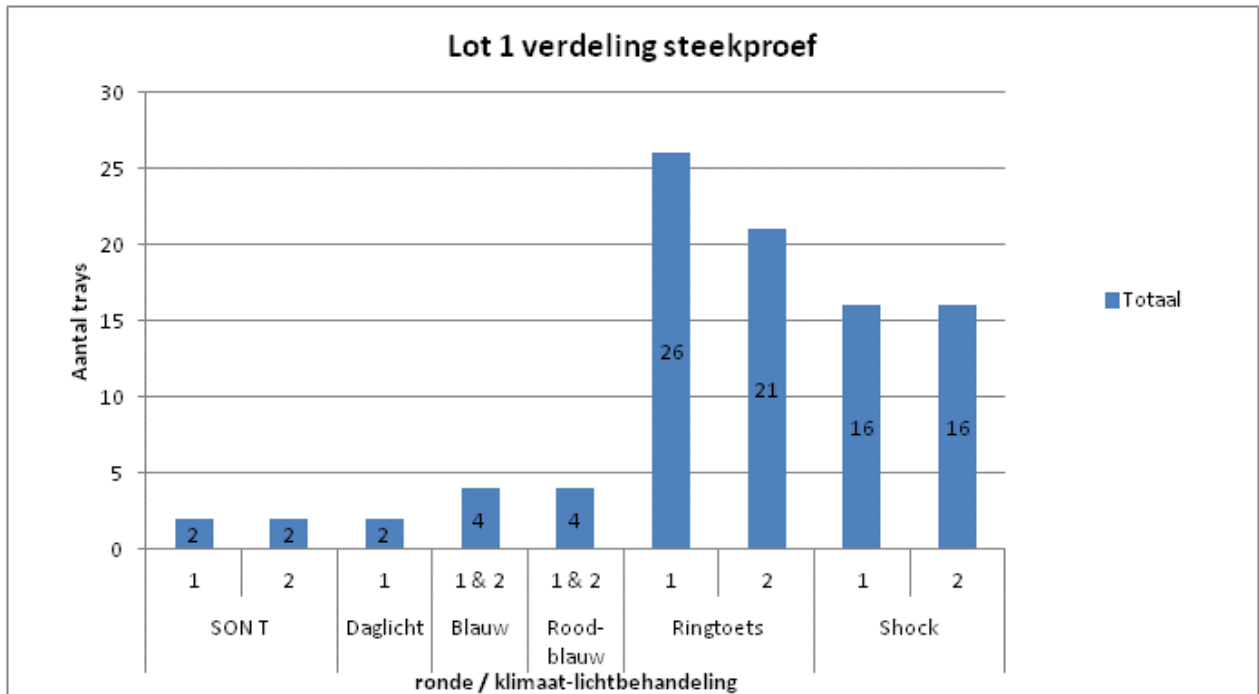
Vanuit bovenstaande optiek is gekozen voor twee wijzen van vergelijken:

- 1) De performance van zaadlot 1 in drie verschillende proeven wordt vergeleken.
- 2) De performance van zaadlot 1 en 2 wordt met elkaar vergeleken.

De vergelijking is deels kwalitatief en deels statistisch. Extra voorzichtigheid is bij dit laatste geboden, omdat niet alle data zomaar één op één met elkaar kan worden vergeleken.

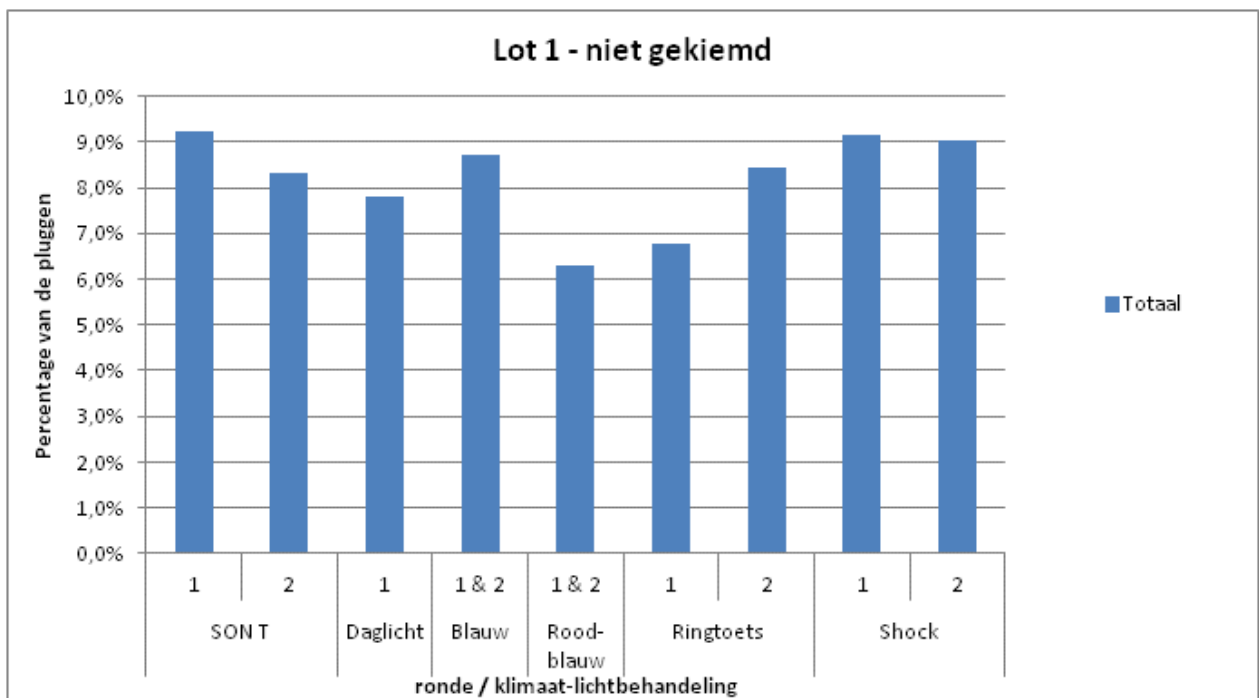
4.5.2 Performance van zaadlot 1 in drie proeven

Zaadlot 1 is gezaaid in proef 1, 2 en 3. Daarbij zijn grote verschillen in steekproef te zien (figuur 32).

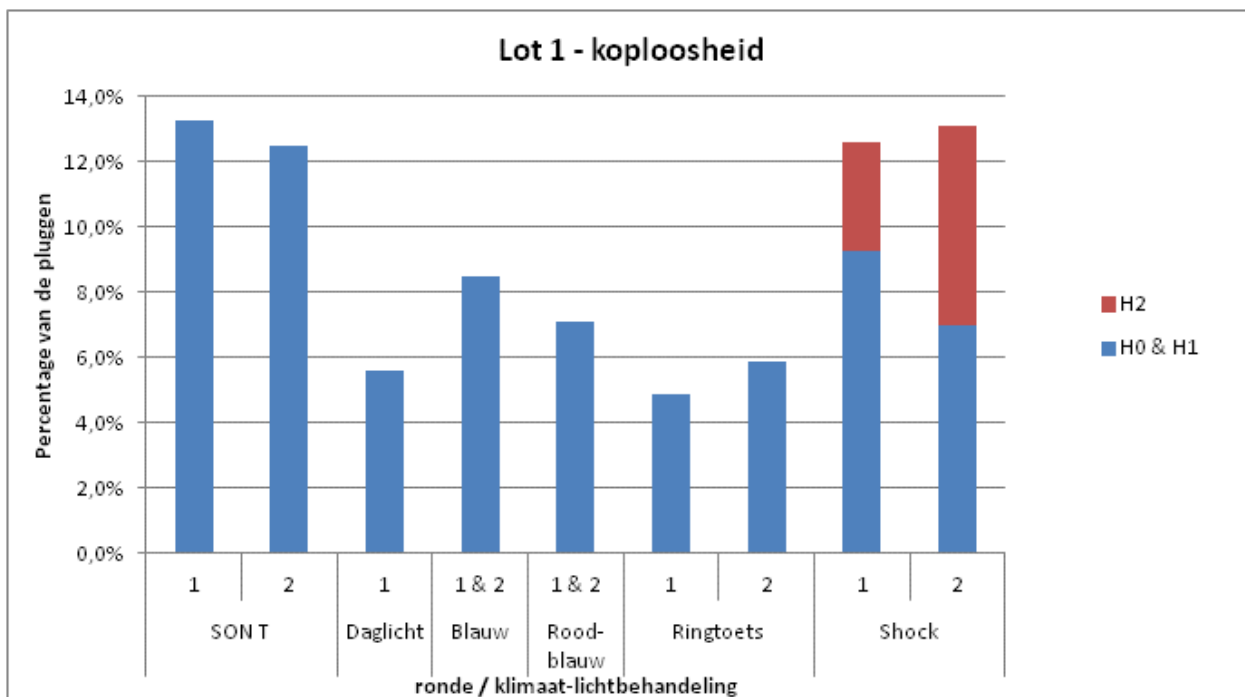


Figuur 32: weergegeven is het aantal gebruikte trays van 126 pluggen, verdeeld naar verschillende klimatologisch te onderscheiden groepen.

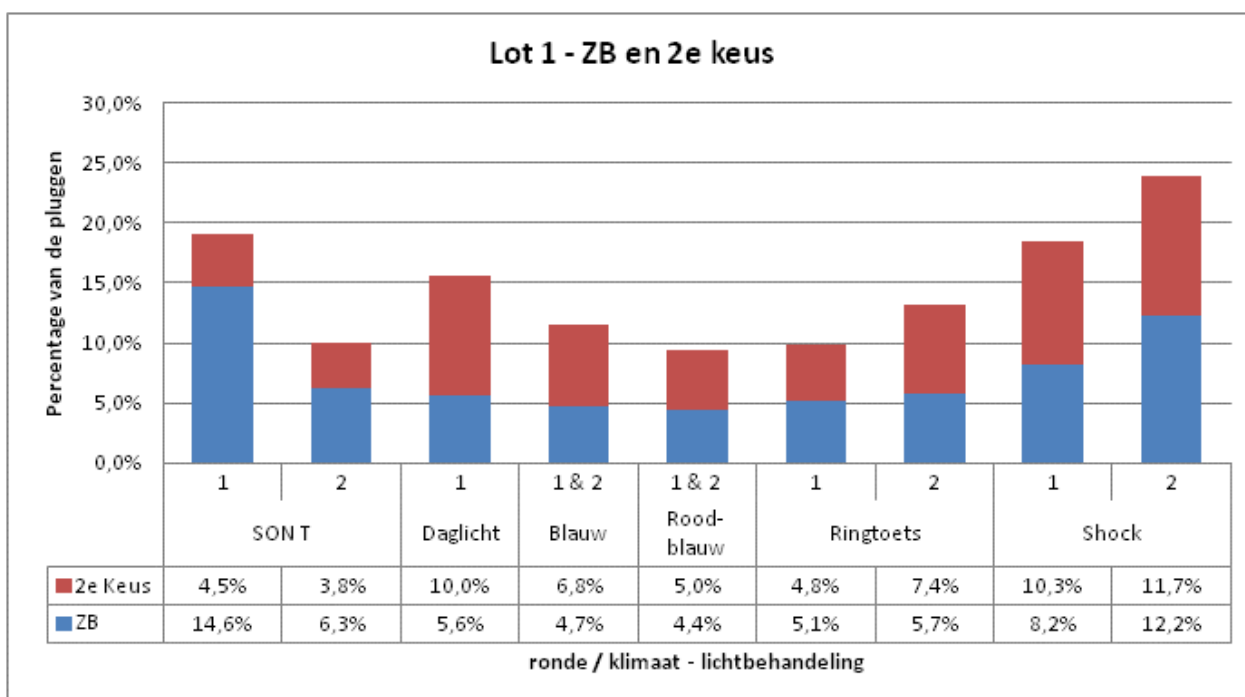
Er is gekeken naar opkomstpercentages, KLH, ZB& 2e keus en onbruikbare planten (figuur 33 t/m 36).



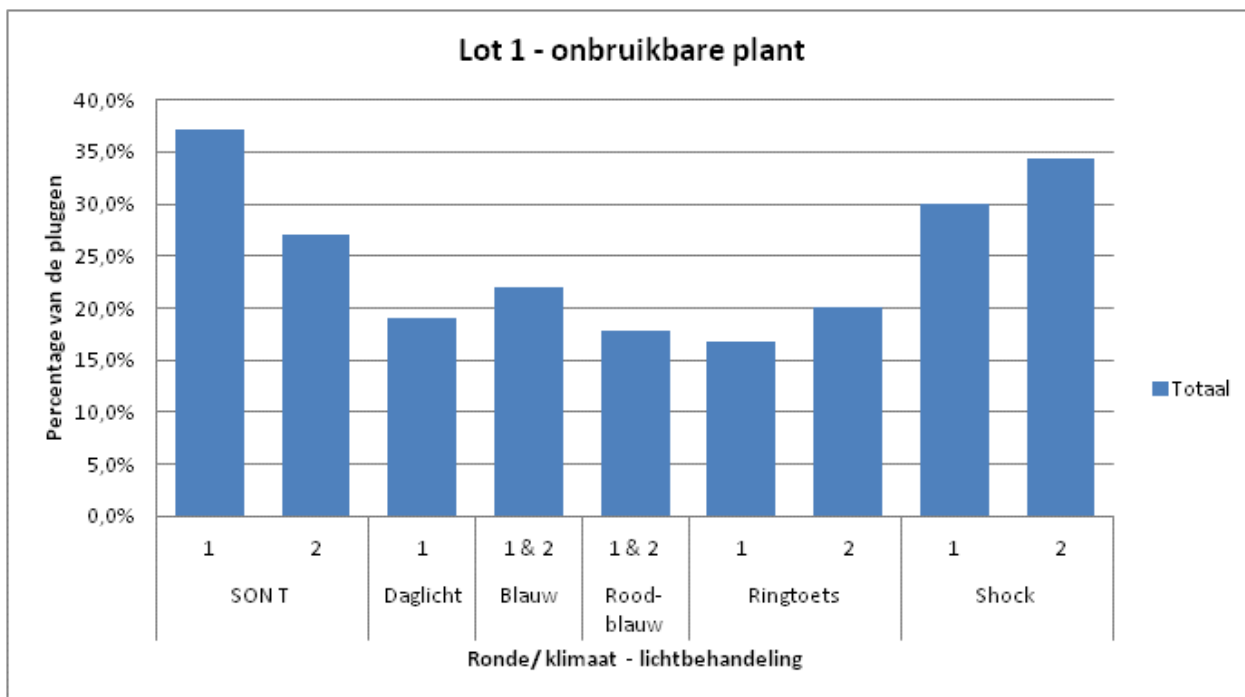
Figuur 33: te zien zijn de opkomstpercentages per klimatologisch te onderscheiden groep.



Figuur 34: te zien is het percentage koplozen per klimatologisch te onderscheiden groep. De telling H0, H1 en H2 is in bladparen. H2 is dus koploosheid op het 2e bladpaar. De behandeling "Shock" is 3 tot 4 dagen langer geteeld (totaal 26/27 dagen) en opgepot, waardoor H2 goed zichtbaar werd.



Figuur 35: te zien is het percentage ZB en 2e keus per klimatologisch te onderscheiden groep. De behandeling "Shock" is 3 tot 4 dagen langer geteeld (totaal 26/27 dagen) en opgepot.



Figuur 36: te zien is het percentage onbruikbare (NG + KLH + ZB) planten per klimatologisch te onderscheiden groep. De behandeling "Shock" is 3 tot 4 dagen langer geteeld (totaal 26/27 dagen) en opgepot.

In de figuren 33 tot en met 35 vallen diverse zaken op:

- 1) Het opkomstpercentage varieert weinig. Een ANOVA bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% levert geen significante verschillen op tussen de diverse behandelingen (figuur 76, bijlage VIII).
- 2) Het percentage KLH op H0&H1 is bij de Son-T in beide rondes en bij de Shock behandeling in ronde 1 zichtbaar hoger dan bij de andere behandelingen. Deze verschillen zijn significant (figuur 76, bijlage VIII).
- 3) Het percentage ZB is in de beide rondes bij de Shock en ronde 1 bij Son-T zichtbaar hoger. Deze verschillen zijn significant (figuur 76, bijlage VIII).
- 4) Het percentage 2e keus is bij de Shock behandeling significant hoger dan bij de andere behandelingen. Deze verschillen zijn significant (figuur 76, bijlage VIII). De daglicht behandeling (onbelicht) laat ook een forse afwijking zien, maar dit is niet significant door de kleine steekproef.
- 5) Het percentage onbruikbare plant is bij de Son-T in ronde 1 en bij de Shock behandeling beide rondes zichtbaar hoger dan bij de andere behandelingen. Deze verschillen zijn significant (figuur 76, bijlage VIII).

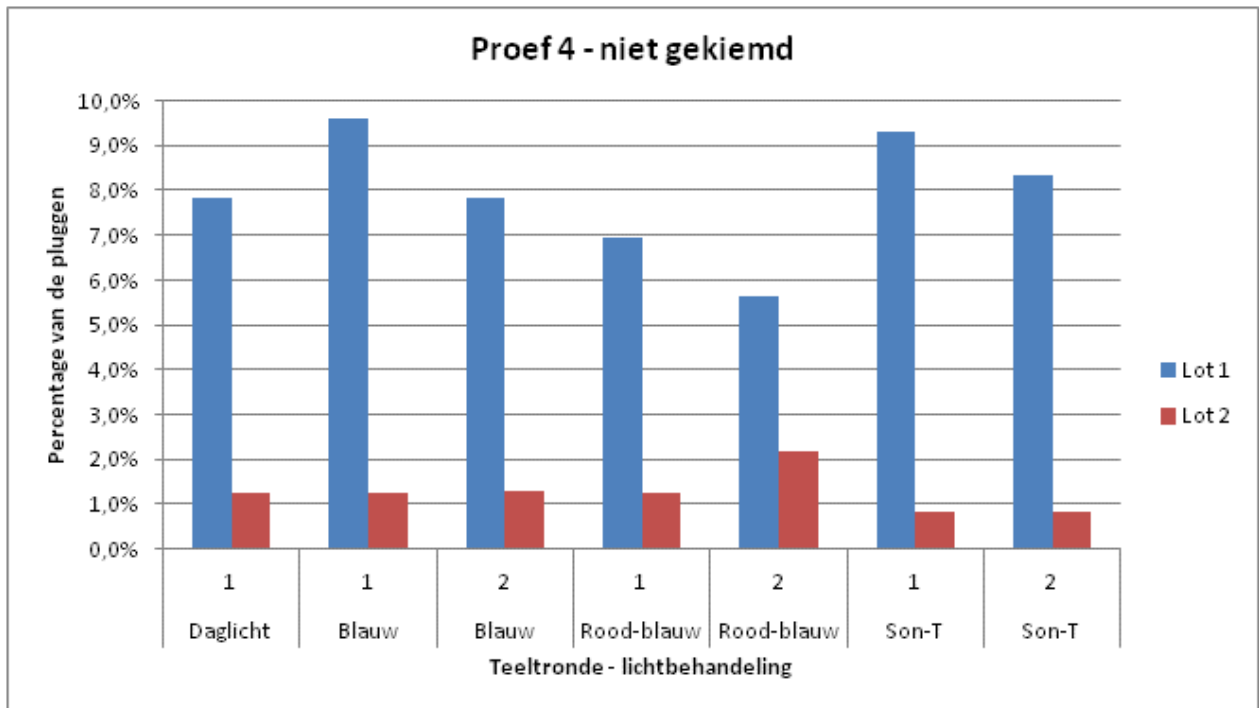
Bij de ANOVA's wordt met betrekking tot de getoetste variabelen formeel aan de voorwaarden van onafhankelijke deelgroepen, een normale verdeling van de variabelen en gelijk veronderstelde varianties voldaan. Desondanks dienen deze resultaten vooral als indicatief te worden beschouwd. De resultaten zijn eerder een aanwijzing om verder te zoeken in een bepaalde richting, dan hard bewijs dat een bepaalde behandeling ondermaats presteert ten opzichte van de andere behandelingen. Hier wordt bij de discussie nader op ingegaan.

De toetsingen en analyses zijn ook uitgevoerd op een hoger geaggregeerd gegevensniveau. Dus per proef en teeltronde, met uitsluiting van de sterk afwijkende behandelingen Son-T en daglicht. Daar kwamen geen vermeldenswaardige nieuwe inzichten uit.

4.5.3 Performance van zaadlot 1 versus zaadlot 2

Tijdens het verrichten van de metingen bij de ringtoets en de lichtproef ontstond sterk de indruk dat er een duidelijk verschil in het percentageNG en KLH was tussen lot 1 en 2. Dit naast het eerder al geconstateerde verschil in opkomst snelheid in paragraaf 4.4.3. Beide zaadloten zijn daarom op deze aspecten vergeleken.

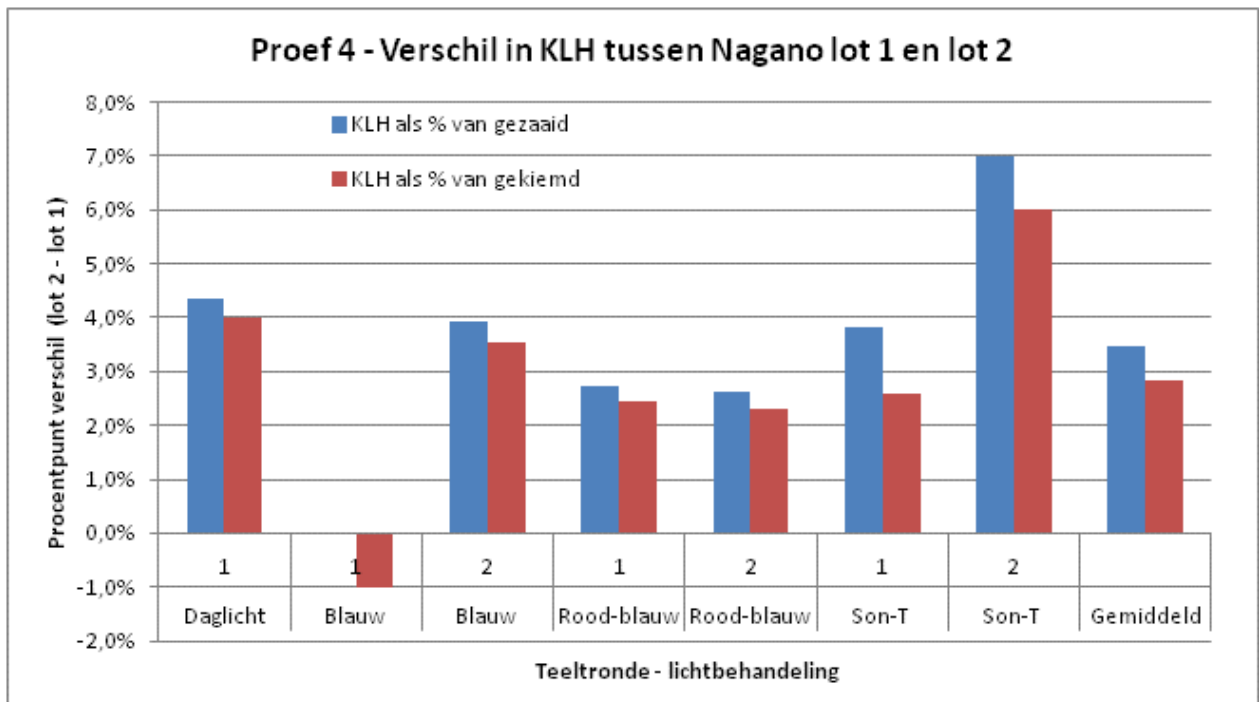
Zowel bij de ringtoets als de lichtproef is goed zichtbaar dat lot 1 een duidelijk slechter kiemgetal heeft. Dit is voor de lichtproef zichtbaar gemaakt in figuur 37. De ringtoets geeft eenzelfde beeld. Toetsing middels ANOVA's bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% wijst uit dat het kiemgetal van lot 1 in 8 van de 9 steekproeven, 2 voor de ringtoets en 7 voor de lichtbehandelingen, significant slechter is dan van lot2.



Figuur 37: weergegeven is het opkomstpercentage van de Nagano loten 1 en 2 per lichtbehandeling en teeltronde.

In de figuren 23, 29, 30 en 31 valt zichtbaar op dat lot 2 meer KLH lijkt te geven. Op het percentage KLH scoort lot 2 in de meeste gevallen in de grafieken zichtbaar slechter dan lot 1. Al is dit verschil een stuk kleiner dan bij de percentages NG. Bij toetsing bleek het verschil zelden significant.

Het verschil tussen lot 1 en 2 wordt grafisch gezien kleiner wanneer de KLH wordt uitgedrukt als een percentage van het aantal gekiemde zaden in plaats van het aantal gezaaide zaden. De percentages KLH voor lot 1 stijgen dan relatief meer dan voor lot 2 en komen dan ook dicht bij elkaar te liggen. Dit verschil is zichtbaar gemaakt in figuur 38. Het verschil is bijzonder om te zien, maar niet verder meer onderzocht.



Figuur 38: weergegeven is het verschil in percentage koplozen tussen Nagano lot 1 en lot 2, uitgedrukt als %verschil = %KLH lot 2 - %KLH lot 1. Dit zowel voor KLH als % van het aantal gezaaide en als % van het aantal opgekomenplanten. Het afwijkende beeld bij behandeling blauw-1 is te bestempelen als toeval.

4.5.4 Eerste conclusies bij de performance van de zaadloten

- Het type behandeling heeft geen invloed op het kiemgetal van Nagano lot 1.
- De behandelingen Son-T en Shock geven zichtbaar en soms significant meer KLH dan de overige behandelingen.
- De behandelingen Daglicht, Blauw, Rood-blauw en Ringtoets geven onderling geen vermeldenswaardige verschillen in KLH.
- Nagano lot 1 heeft een significant slechter opkomstpercentage dan lot 2.
- Nagano lot 1 geeft zichtbaar en vrij consequent minder KLH dan lot 2, maar het verschil is niet significant.

5 Discussie

Om het overzicht te bewaren worden de proeven in dezelfde volgorde en structuur besproken. Kruislingse verbanden of inzichten worden zoveel mogelijk aan het eind besproken.

5.1 De effecten van een klimaatshock

Achteraf bezien is de klimaatshock vanuit praktische optiek niet heel extreem geweest. Integendeel, een teelt in een kassituatie geeft meer en grotere schommelingen in factoren als temperatuur, RV en stralingsintensiteit dan de situatie in de klimaatcel. De teelt in de cel is vooral heel vlak geweest, met op 2 dagen een in relatieve zin sterk afwijkend klimaat, waarvan gehoopt werd dat het zijn sporen nalaat in de planten. Als een schommelende temperatuur en RV in de eerste 16 dagen al effect hebben, dan was dat in de meetresultaten bij deze proef in ieder geval niet terug te vinden.

De hoeveelheid koplozen op H0&H1 is met 7-9% bij de shockproef maar iets hoger dan wat met hetzelfde zaadlot is gevonden bij de ringtoets en de lichtproef. Het grote verschil is vooral gemaakt met 3-5% KLH op H2. Iets wat pas na dag 22 goed zichtbaar werd. Dit betekent mogelijk dat de shock niet per se meer koplozen oplevert. Het is heel aannemelijk dat bij een verlengde teelt van de andere proeven, die ook een paar procent koplozen op H2 opleveren. Bij de proeven door Van Mil (**2013**) met een teeltduur van 30 dagen met Nagano kwam dit in ieder geval wel naar voren. Een langere teeltduur leverde aldaar 6-8% KLH op H0&H1 op en iets meer dan 1% KLH op H2 op.

Opvallend was dat de shock proef een zeer hoog percentage onbruikbare planten opleverde in de vorm van beschadigde of sterk achtergebleven planten in verhouding met de andere proeven. Hier zijn diverse verklaringen voor. Een eerste is het sterke verdampingsbevorderende klimaat dat in de cel heerste. De planten in de cel moesten om de dag water krijgen, anders verdroogden ze zonder meer. Dit staat niet in verhouding met de ringtoets en de lichtproef, waar de planten maar om de 3 á 4 dagen water kregen. De temperatuur en luchtvochtigheid weken in zijn algemeenheid niet sterk af. Daarnaast is ook niet aannemelijk dat de planten in de cel een veel hogere lichtintensiteit kregen te verduren dan de ringtoets in de kas. De ringtoets had een combinatie van daglicht en belichting door Son-T.

In de cel stond merkbaar een circulerende luchtstroom. Enerzijds komt dit door het ontwerp van de cel, waarbij lucht achter de LED verlichting vandaan over de bakken heen circuleert. Dit is een bewuste keuze van de ontwerpers om het klimaat in de cel overal gelijkwaardig te houden. Anderzijds was de be- en ontvochtiger sterk ondermaats uitgevoerd voor de grootte van de cel. Dit leidde er waarschijnlijk toe dat deze (te) veel arbeid moest verrichten en overmatige luchtberoering gaf in de cel. Het is bekend dat luchtstroming of wind de verdamping van planten sterk verhoogd bij verder gelijke klimaatomstandigheden. Mogelijk is de luchtstroming verder verergerd door het strakker afstellen van de verwarming en ventilatoren door Certhon gedurende de eerste teeltronde.

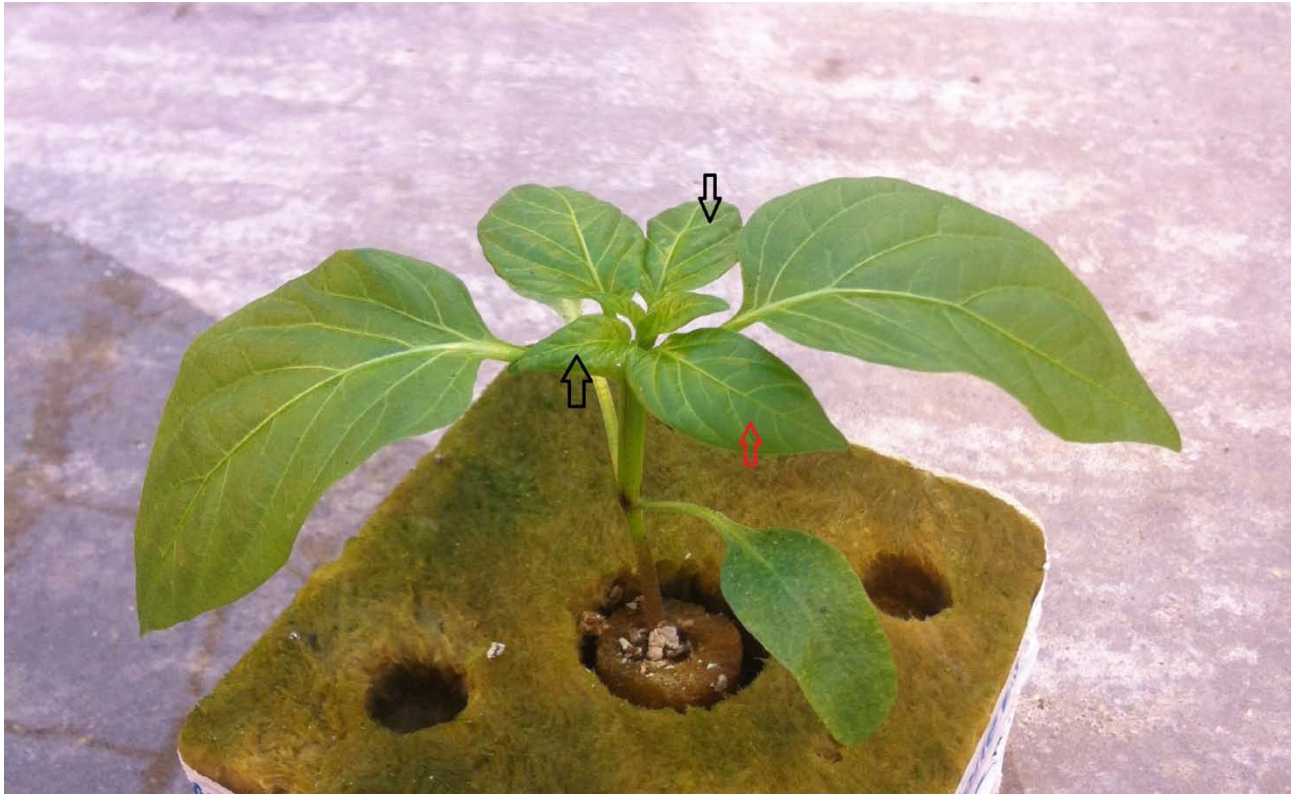
Een derde verklaring is dat er zaken in de kas zijn gebeurd na het oppotten. Dit is niet aannemelijk omdat de verschillen in bruikbare plant tussen de 1e en 2e beoordeling marginaal zijn. De oorzaak is derhalve een verstoring geweest voor de 1e beoordeling.

De planten gaven flinke zichtbare verschillen in snelheid en gelijkheid. Zowel binnen een tray, maar vooral ook tussen de bakken. Deze verschillen waren niet geconcentreerd aan de randen van de trays, maar kwamen overal pleksgewijs voor. Het verschil in snelheid komt waarschijnlijk door luchtlagen in de cel. De temperatuur bij de hoger hangende bakken was 1-1,5°C hoger dan bij de lager hangende bakken. De ongelijkheid van de planten is eerder te wijten aan de luchtstroming.

Het snelheidsverschil heeft geen invloed op de data gehad, aangezien het onderscheid in planten op goed, 2e keus en ZB is gemaakt op basis van de relatieve ontwikkeling van de tray die is beoordeeld. Een tray van

een lager niveau die tegelijk werd beoordeeld met een tray van een hoger niveau gaf dus niet meer 2e keus planten omdat de trays onderling verschilden in snelheid. Dit bleek ook uit de toetsingen.

De shock proef gaf de meeste problemen met het classificeren van de planten bij de beoordelingen. Meer dan bij de andere drie proeven was het beeld van de afwijkingen erg pluriform. Het was vaak lastig om een duidelijke grens te trekken waar koploos eindigt en zwaar beschadigd begint. Veel planten vertonen tijdelijk trekken van groeistagnatie. Dit is vaak zichtbaar als een reeks onderontwikkelde bladeren, waarbij de lengtegroei van de stam stagneert (figuur 39 en 40).



Figuur 39: foto van een ogenschijnlijk normale plant. De plant heeft echter onderontwikkelde bladeren (zwarte pijlen) die achter gebleven zijn in groei en lager gepositioneerd zijn dan het jongere blad (rode pijl). Een vorm van een tijdelijke groeistagnatie die niet zichtbaar wordt als koploosheid.



Figuur 40: Nog een foto van een ogenschijnlijk normale plant. Evenals in figuur 39 heeft de plant een aantal sterk onderontwikkelde bladeren. Let vooral op het verschil in grootte tussen de 3 kleine bladeren en de 2 volgroeide bladeren. De plant is niet koploos geworden, maar heeft wel duidelijk een tijdelijke groeistagnatie gehad op een bepaald moment.

Na verloop van tijd groeit de top gewoon door, maar trekken de achtergebleven bladeren niet meer bij. De indruk was sterk dat er wel enig verband is tussen de stoornis die zwaar beschadigde planten en koploosheid geeft. In de meeste gevallen bleek de plant na de verstoring goed in staat door te groeien. Zij het dat deze dan achter bleef of niet meer de gewenste vorm had.

Een laatste aspect bij deze proef is dat KLH op H2 in ronde 2 meer voorkwam dan in ronde 1. Onduidelijk blijft of dit in de kas is veroorzaakt of in de klimaatcel. Het derde bladpaar wordt waarschijnlijk ontwikkeld net voor of na dag 16 (zie ook figuur 2), het moment dat er opgepot wordt. Het is op dat moment nog niet met het oog zichtbaar. Zowel de afstelling van de cel, als het kasklimaat, waren in teeltronde 2 anders.

5.2 Effecten van de duur van het afdekken van de trays met plastic

De variatie in de duur van de afdekking leidde vooral tot verschillen in opkomst snelheid. Waarbij in zijn algemeenheid langer afdekken een iets snellere opkomst gaf en ronde 1 een iets snellere opkomst gaf dan ronde 2. De factor die hier het meest van belang is, is waarschijnlijk de temperatuur. Of meer specifiek de warmtesom die de trays hebben gehad. Door het afdekken wordt warmte langer vastgehouden op de trays zodra de kas al wat afkoelt. Meer dagen afdekken leidt dan ook tot een hogere warmtesom. Verder was er in ronde 1 (eind oktober - begin november) meer instraling dan in ronde 2 (eind november - december) door de hogere stand van de zon en de langere duur van het daglicht in ronde 1.

5.3 Bijzonderheden bij de ringtoets

De vergelijking van de resultaten bij de kwekers kende een paar lastige aspecten. Het lastigste is het vergelijken van de omvangrijke selectie aan klimaatgegevens en deze vervolgens te koppelen aan de mate van KLH. Op afstand bezien is de variatie in klimaat niet heel groot tussen de diverse bedrijven. Afgezien dat kweker B veel hogere piektemperaturen overdag realiseerde in de 1e ronde. Dit kwam vooral door een zeer mooi, zonnig en warm einde van oktober en begin van november in Zuid-Nederland. Verder werd er door twee telers niet geschermd.

Er is een behoorlijke variatie in KLH tussen de afzonderlijke bedrijven. Daarnaast is er nog een flinke variatie in KLH tussen lot 1 en lot 2 binnen één bedrijf. Het lijkt aannemelijker dat andere factoren, waaronder in het bijzonder toeval of natuurlijke variatie, een groot stempel op de resultaten drukten. Daar komt bij dat kweker C ongeveer 2,5 keer zoveel trays had gezaaid dan kweker A en B, wat de mogelijkheid van behoorlijke uitslagen in variatie bij kweker A en B alleen maar bevordert.

Een test met de data van kweker B op de invloed van verschillende variaties in aantallen planten met KLH wijst uit het volgende uit. Met 2 trays x 3 behandelingen per lot is een afwijking van ongeveer 6% punt ten opzichte van het gemiddelde percentage KLH benodigd in een afzonderlijke behandeling om tot een significant verschil te komen. Dit is middels een CHI-kwadraat toets met een betrouwbaarheidsinterval van 95%. Bij kweker C, die 3 trays x 5 behandelingen per lot heeft, is in een soortgelijke situatie minder dan 4% punt aan afwijkingen nodig om een significant verschil te creëren.

Het ontbreken van eenduidige resultaten in de mate van KLH in de ringtoets, samen met de geringe verschillen in klimaat tussen de kwekers, maakt dat er niet direct één of meerdere klimaatfactoren gekoppeld kunnen worden aan het optreden van KLH. Vermeldenswaardig zijn wel de hoge temperaturen die bij kweker B in de eerste teeltronde optraden op de tray onder het plastic. Temperaturen van 35 °C en hoger waren daar geen uitzondering. De resultaten leden daar niet onder, aangezien de kweker in deze ronde beneden gemiddeld scoorde op KLH en NG. Deze resultaten behoorden tot de laagste waarden van de gehele ringtoets. Het sluit aan bij de resultaten van Van Mil (2013) waar de invloed van de temperatuur tijdens de eerste drie kiemdagen is onderzocht. Daar bleek een lage temperatuur (20 °C) te relateren aan een hogere mate van KLH ten opzichte van een middelmatige (23-25 °C) tot hoge temperatuur (30 °C). Paprika's houden duidelijk van warmte tijdens het kiemen.

5.4 Effecten van het lichtspectrum

Helaas ging bij deze proef tot tweemaal toe de teelt onder Son-T verlichting niet naar wens. Terwijl het juist het idee was om zowel een teelt onder daglicht in december als onder puur Son-T af te zetten tegen andere lichtspectra. Zowel een korte dag als Son-T worden door kwekers in verband gebracht met KLH. Daarnaast waren er nog een aantal zaken die tegenvielen.

De rassen D en E reageerden niet of nauwelijks met KLH. Evenals bij de rassen B en C (proef 1) zijn dit bestaande commerciële rassen waar klachten over bestonden dat ze KLH gaven.

De teelten onder daglicht in november (ronde 1) en blauw en rood-blauw licht in beide ronden, gaven geen duidelijke verschillen in KLH. Dat de planten niet negatief reageren op beide typen LED verlichting werd wel een beetje verwacht en sluit aan bij een rapport van Hogewoning et al (2013) waar planten zijn afgeteeld onder deze typen verlichting zonder bijzondere problemen met extra KLH. De teelt onder daglicht gaf vooral tragere planten die achter zijn in ontwikkeling, maar geen verhoogde mate van KLH. Dit alles geeft nog geen duidelijk uitsluitel over de invloed van een ondermaat aan blauw licht in het spectrum. Daarvoor is een vergelijking met Son-T wenselijk.

Beide teelten onder Son-T gaven meer KLH en ook meer beschadigde planten. Complicatie is dat dit effect niet zuiver is toe te schrijven aan het lichtspectrum. In beide teeltrondes waren de teeltoomstandigheden sterk afwijkend ten opzichte van de andere teelten in de proef. Het klimaat kon tot tweemaal toe omschreven worden als stressvol voor een juveniele plant. Daarnaast speelt mee dat de Son-T lamp een behoorlijke hoeveelheid warmtestraling geeft naast het PAR licht. Dit verwarmt vooral de plant en niet de rest van de ruimte. De trays en het plastic er omheen zijn voornamelijk wit en absorberen weinig van de infrarode straling. Ze reflecteren dit eerder. Dit maakte het lastig om een redelijk gelijk klimaat te creëren.

Het klimaat in ronde 1 onder Son-T was te omschrijven als zeer koel en tochtig. De temperatuur schommelde tussen de 17-20°C door luchtlagen in de klimaatcel. Dit in vergelijking met de circa 22-23°C bij beide LED belichtingen (hierna LED). De temperatuurverschillen met de andere luchtlagen zorgde voor een continue luchtstroom door convectie in de cel en voor lokaal een zeer lage RV. De koude lucht wordt immers een beetje verwarmd door de lamp, met een RV daling als gevolg. De RV schommelde rond de 50-60% op basis van analoge metingen op de trays. Dit is erg laag. Bij de LED lag dit rond de 90%. Het gevolg was dat de planten onder Son-T sterk stonden te verdampen bij een lage temperatuur. Dit bleek omdat de Son-T duidelijk meer water nodig had dan de LED.

In ronde 2 waren temperatuur en RV minder afwijkend van de LED, namelijk 26°C versus 23-24°C. De RV was 70-75% voor Son-T versus 90% voor de LED. Complicatie is dat door een kapot relais bij Son-T de gehele teelt 24 uur per dag is belicht. Dit viel helaas niet op, omdat de klok wel netjes doordraaide. Ook in deze ronde had de Son-T duidelijk meer water nodig dan de LED. Hier speelt waarschijnlijk niet alleen de warmtestraling een rol, maar ook de 24 uren belichting die zorgde voor een voortdurende warmtetoevoer.

Een lage temperatuur (20°C) tijdens het kiemen is een bekende factor die het percentage KLH verhoogd volgens het onderzoek van Van Mil (2013). Dit kan een rol gespeeld hebben in ronde 1, al is de temperatuur onder het afdekplastic doorgaans enkele graden hoger dan de ruimtetemperatuur. Aangezien er in ronde 2 eveneens veel KLH was en er in beide ronden veel water werd verdampt is het vermoeden dat dat ook een rol heeft gespeeld bij de hogere mate van KLH en afwijkende planten.

De resultaten onder Son-T zijn niet eenduidig te interpreteren door de vele factoren die meespeelden. Duidelijk is wel dat de planten bij die opstellingen een vorm van stress hebben ondervonden die leidde tot een verhoogde hoeveelheid KLH en beschadigde planten.

Het verouderde geprimeerde zaadlot (3 & 4) gaf geen verschil in KLH ten opzichte van de courante loten 1 en 2. Vooraf was er geen verwachting over de invloed van veroudering. De proefomvang is wat beperkt en het zaadlot was nog maar 4 maanden geëxpireerd, maar er is op basis van de resultaten geen directe aanleiding om te veronderstellen dat dit een factor is die erg van belang is.

5.5 Bijzondere verschillen tussen de proeven met zaadlot 1

Zaadlot 1 is in drie proeven gebruikt. De resultaten lieten duidelijke verschillen in performance zien. Nu kunnen de resultaten niet hard vergeleken worden door de verschillen in proefopzet. Het biedt wel de mogelijkheid om factoren te duiden die van belang kunnen zijn om nader te onderzoeken.

Het meest opvallend is het verschil in performance tussen de Son-T behandelingen en de shock proef enerzijds en de resultaten uit de ringtoetsen en de andere lichtbehandelingen anderzijds. Wanneer gekeken wordt naar welke verschillen er zijn tussen deze behandelingen, dan komt er één factor duidelijk in beeld. De twee Son-T teelten en de shock proef hadden alle drie door een combinatie van factoren te maken met een sterke verdamping. Dat is voor jonge planten extra stressvol in vergelijking met oudere planten. Oudere planten zijn beter geworteld, hebben meer plantmassa en daardoor meer buffers en zorgen voor een gunstig microklimaat in hun eigen omgeving door bijvoorbeeld self-shading en het door hun fysieke omvang remmen van de luchtstroom.

De oorzaak van de bovenmatige verdamping wordt gezocht in combinaties van een behoorlijke stralingsintensiteit met een luchtstroom en/of een koele luchttemperatuur. Voor de LED betrof de stralingsintensiteit 100-120 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$ en voor de Son-t was dit 65-70 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$. Dit zijn op zich geen hoge lichtintensiteiten, maar voor juveniele planten met een LAI \ll 1 die groeien op witte reflecterende trays is het meer dan voldoende om de bladtemperatuur te verhogen. De Son-T gaf daarnaast ook veel infrarode straling die niet is gemeten, maar wel voelbaar aanwezig was. Het is duidelijk dat de werkelijke straling (PAR en non-PAR) bij Son-t een stuk hoger was dan de 65-70 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2/\text{s}$.

Een luchtstroom voert versnelt waterdamp af door het luchttransport en heeft daarnaast de neiging de RV te verlagen boven de tray. Koelere lucht van elders in de ruimte wordt immers aangezogen en verwarmd boven de trays door de verlichting. Een soort föhneffect. De hogere verdamping was goed merkbaar uit het snelle uitdrogen van de pluggen bij al deze behandelingen. Terwijl de trays nota bene op de grond stonden en niet in een zwevende opstelling met een luchtstroom er onder door. Deze opstellingen kregen zeker twee keer zoveel / zo vaak water als de andere proeven en behandelingen om uitdroging te voorkomen.

Welk mechanisme precies de plantgroei verstoord blijft onduidelijk. Maar het beperken van extreme verdamping in het juveniele stadium sluit wel aan bij het advies van Rijk Zwaan om de planten rustig op te kweken en niet te veel op te jagen (**mond. med. Driessen, 12-2-2016**). Dit verhoogd volgens hen het risico op KLH. De plant sterk sturen kan pas op latere leeftijd. Oudere planten hebben namelijk geen KLH problemen meer.

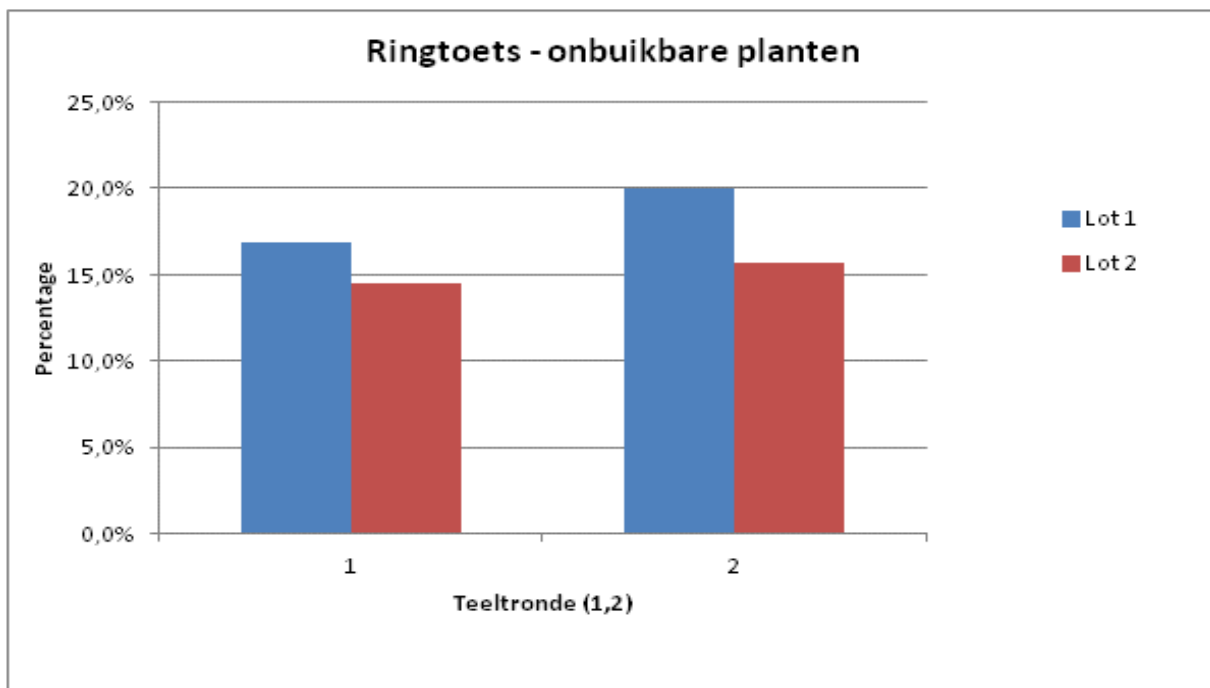
Dit laatste werd ook bevestigd in gesprekken die met 2 (productie)kwekers zijn gevoerd (**mond. med. anonyms, 26 & 28-1-2016**). Zij bevestigden beiden, onafhankelijk van elkaar, dat na uitlevering van de planten en bij een goede selectie vooraf aan de uitlevering door de opkwekers er geen KLH meer voorkomt in de verdere teelt.

5.6 Verschillen tussen Nagano zaadlot 1 en 2

Uit de vergelijking van de zaadloten 1 en 2 kwamen een paar opvallende verschillen naar voren. Lot 1 heeft duidelijk een slechter opkomstpercentage en komt ook moeizamer / langzamer op (**figuur 36**). Opvallend hierbij is dat het teeltklimaat van de behandelingen geen aantoonbare invloed had op het opkomstpercentage. Navraag bij RZ (**mond. med. Driessen, 12-2-2016**) leert dat het verschil in lot 1 en 2 is dat ze in verschillende landen geproduceerd worden. De productielocatie weet dus een stempel te drukken op een in principe genetisch identiek gewas. Welke factoren hierbij een rol spelen is nog onduidelijk.

Lot 2 laat op zijn beurt vrijwel constant meer KLH zien (**figuur 37**) dan lot 1. Statistisch was het niet significant, maar de grafieken lieten een duidelijk beeld achter dat lot 2 in vrijwel alle proeven achterbleef bij lot 1. De gedachte speelt of er een negatief verband is tussen het opkomstpercentage en de mate van KLH die later optreedt. Een "niet gekiemd" kan vanuit deze optiek beschouwd worden als een zeer vroege vorm van KLH. De groei is dan al gestuit voor de uittreding uit de zaadhuid. Of dit speelt is puur giswerk. Hiervoor dienen gezaaide maar niet opgekomen zaden nader onderzocht te worden.

Aangezien NG en KLH beiden leiden tot een classificatie van "onbruikbaar", is onderzocht of beide loten duidelijke verschillen geven in de hoeveelheid (on)bruikbare plant. Lot 1 geeft op basis van de ringtoets (**figuur 41**) en de lichtproef zichtbaar de meeste onbruikbare planten in grafieken. De verschillen zijn in procent-punt veel minder groot dan bij het opkomstpercentage en slechts voor een deel significant. Bij een van de grootste steekproeven, door alle data van de ringtoets per teeltronde samen te voegen, bleek alleen in ronde 2 het verschil in onbruikbare planten significant bij een T-test met een betrouwbaarheidsinterval van 95%. De resultaten bij de lichtproef gaven een vergelijkbaar beeld.



Figuur 41: weergegeven zijn de gemiddelde percentages onbruikbare plant van alle behandelingen en kwekers uitgesplitst naar lot 1 en 2 over beide teeltrondes in de ringtoets. In ronde 1 betrof de steekproef 51 trays, in ronde 2 42 trays.

Op basis van de diverse proeven en analyses is goed te verdedigen dat lot 2 een paar procent punt meer bruikbare planten oplevert en dat het teeltklimaat geen invloed heeft op het verschil in performance tussen de twee loten.

6 Conclusies

De resultaten van dit onderzoek en de analyses leiden tot onderstaande conclusies. Deze worden behandeld in de volgorde van de vraagstelling en de bijbehorende proeven. Daarna volgen enkele conclusies die getrokken kunnen worden op basis van het gehele onderzoek.

6.1 Conclusies over de invloed van een klimaatshock

De kernvraag was of een klimaatshock gedurende 2 dagen, in de vorm van een tijdelijk substantieel hogere temperatuur en lagere RV, in een verder vlak en regelmatig uitgevoerde teelt een zichtbaar effect opleverde op het aantal koplozen. Middels de uitgevoerde proef kon geen effect van een klimaatshock waargenomen of aangetoond worden die gerelateerd was aan een bepaalde leeftijd- of groeifase van de planten.

Verder bleek tijdens de proef dat:

- Klimaatverschillen tussen de teeltbakken binnen de klimaatcel eveneens niet resulteerden in verschillen in de mate van koploosheid of de hoeveelheid onbruikbare planten tussen de populaties.
- De klimaatcel en de wijze waarop deze is gebruikt leidde bij alle geteelde populaties tot een verhoogde hoeveelheid koploze en onbruikbare planten ten opzichte van een aantal van de andere uitgevoerde proeven.

6.2 Conclusies over de duur van het afdekken van de trays met plastic

De kernvraag was of de duur van het afdekken van de zaaitrays met plastic na het zaaien invloed heeft op de mate van koploosheid. Het blijkt dat een afdekking korter of langer dan 6 dagen geen positief of negatief effect heeft op koploosheid.

Wel bleek tijdens de proef dat de duur van de afdekking enige invloed heeft op de opkomst snelheid. Naarmate er langer wordt afgedekt, is de opkomst iets sneller. Al betreft het relatief kleine verschillen.

6.3 Conclusies over de invloed van het buiten- en binnenklimaat

De kernvraag was of het buiten- en binnenklimaat, en met name de instraling, invloed heeft op de hoeveelheid koplozen. Op basis van de resultaten van de ringtoets konden geen nadere klimaatfactoren geduid worden die een positieve of negatieve invloed hebben op de mate van koploosheid. Feitelijk waren de verschillen te klein en niet eenduidig genoeg om tot een relatie tussen de koploosheid en één of meerdere klimatologische factoren te kunnen komen. Een relatie met de instraling kon eveneens niet worden gevonden.

6.4 Conclusies over de invloed van het lichtspectrum

De kernvraag was of verschillen in de samenstelling van het lichtspectrum invloed heeft op de mate van koploosheid. Bij de uitgevoerde proef kon niet zuiver op basis van het gebruikte lichtspectrum een positieve of negatieve relatie gelegd worden tussen het gebruikte lichtspectrum en de mate van koploosheid.

De behandeling met Son-T laat vaak een significant verhoogde afwijking van het aantal koplozen zien bij het ras Nagano. Dit kan echter niet alleen toegeschreven worden aan de lichtbehandeling door de sterk afwijkende teeltomstandigheden in beide teeltronden bij Son-T ten opzichte van de andere behandelingen.

Verder bleek dat belichting met LED blauw en LED DRB (rood-blauw) armaturen geen verschil gaf in koploosheid met een onbelichte teelt onder daglicht.

6.5 Overige bijzonderheden en conclusies

Tijdens de proeven zijn nog waarnemingen en bevindingen gedaan die niet specifiek uit de vraagstelling voortkwamen of een vorm van bijvangst waren. Dit leidde tot de volgende conclusies:

- De commerciële paprikarassen B, C, D en E vertonen in het geheel geen koploosheid of geen koploosheid van enige betekenis.
- De lotnummers 1 en 2 van het ras Nagano laten een duidelijk verschil in performance zien op zeker 3 meetniveaus. Namelijk op het opkomstpercentage, op het percentage KLH en op het percentage (on)bruikbare plant. Veel van deze verschillen zijn significant. Opvallend hierbij is dat het lot met het slechtste opkomstpercentage (lot 1) de minste koploosheid gaf, maar uiteindelijk wel net iets meer onbruikbare planten.
- Verouderde zaadloten van het ras Nagano geven niet meer koplozen dan courante zaadloten. Dit wekt de indruk dat veroudering van het zaad geen noemenswaardige rol speelt bij het optreden van KLH.
- Koploosheid bij het ras Nagano is niet altijd een eenduidig en afgebakend waarneembare afwijking. Er is eerder sprake van een enigszins polymorfe groei-afwijking die zich soms als zware beschadiging en soms als koploze laat zien. Met veel diverse verschijningsvormen die het midden houden tussen beide classificaties. Dit wekt sterk de indruk dat een deel van de zware beschadigingen (niet alle) en koploosheid door dezelfde groeiverstoring zijn veroorzaakt.

7 Aanbevelingen

De conclusies van het onderzoek leiden niet tot aanbevelingen voor aanpassingen in de gangbare teeltwijze van paprikarassen die gevoelig zijn voor KLH.

Indien wordt besloten tot vervolgonderzoek is het wellicht interessant interacties tussen de diverse klimaatfactoren te onderzoeken die bij de Son-T opstellingen en de Shock proef leidden tot een verhoogd aantal koploze en beschadigde planten. Dit gaat voornamelijk om interacties tussen klimatologische en technische factoren die de verdamping door de plant doen toenemen of juist doen remmen. Gedacht kan bijvoorbeeld worden aan factoren als lichtintensiteit, temperatuur op de tray, RV en snelle veranderingen daarin en een voortdurende luchtstroom.

Literatuur

Boeken en artikelen

- Albacete, A.; Ghanem, M.E.; Martínez-Andújar, C.; Acosta, M.; Sánchez-Bravo, J.; Martínez, V.; Lutts, S.; Dodd, I.C. en Pérez-Alfocea, F.; 2008, *Hormonal changes in relation to biomass partitioning and shoot growth impairment in salinized tomato (Solanum lycopersicum L.) plants*, Journal of Experimental Botany, Vol 59, No 15, p4119-4131.
- Burg, W.J. van der; Groot, S.P.C. en Bino, R.J., 1999, *Koploosheid in paprika en tomaat*, een deskstudie in opdracht van het productschap tuinbouw, Plant Research International, DLO, Wageningen, p1, 3, 5, 7, 14. (edepotlink_t4d59163f_001 van de WUR)
- Cosgrove, D.J. en Green, P.B., 1981, *Rapid Suppression of Growth by Blue Light*, Plant Physiology, 1981 dec, 68(6), p1447-1453.
- Dekkers, B.J.W.; Schuurmans, J.A.M.J. en Smeekens S.C.M., 2008, *Interaction between sugar and abscisic acid signalling during early seedling development in Arabidopsis*, Department of Molecular Plant Physiology, Utrecht University, Utrecht.
- Folta, K.M. en Spalding, E.P., 2001, *Unexpected roles for cryptochrome 2 and phototropin revealed by high-resolution analysis of blue light-mediated hypocotyl growth inhibition*, The Plant Journal, volume 26, issue 5, p471-478.
- Graham, L.E.; Graham, J.M. en Wilcox, L.W., 2006, *Plant Biology*, Pearson Education Inc., Upper Saddle River, USA, 2e editie, p218-221, 254.
- Helm, F. van der; Dueck, T.; Pronk, H. en Penning, P., 2013, *Lichtspectrum bij stuur- en groeilicht in Friesia*, Indicatief praktijkonderzoek naar de effecten van stuurlicht met LED lampen en groeilicht met plasmalampen, Productschap Tuinbouw, projectnummer 14517, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, p18.
- Hernández-Verdugo, S; Oyama, K. en Vázquez-Yanes, C.; 2001, *Differentiation in seed germination among populations of Capsicum annuum along a latitudinal gradient in Mexico*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, Plant Ecology 155, p245-257.
- Hogewoning, S.W. en Trouwborst, G., 2013, *Efficiënter lightspectrum voor open gewassen II: De stap tot energiebesparing in de praktijk*, Productschap Tuinbouw, projectnummer 14921, Plant Lighting B.V., Bunnik, p22, 25-27.
- Hopkins, W.G. en Hüner, N.P.A.; 2009, *Introduction to Plant Physiology*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, USA, p229-232, 241.
- Jonge, J. de; 2013, *Shoot Apical Meristem Arrest in Brassica and Tomato*, PHD thesis, Wageningen University, Wageningen, p20, 37-54, 58, 87-107.
- Kodde, J.; Groot, S.; Immink, R. en Angenent, G.; 2015, *TKI Meristem arrest in tomato*, dit betreft een presentatie van een onderzoek naar koploosheid bij tomaat, p5, 23-26. (Dit document is alleen beschikbaar via de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum.)
- Lu, C.; Han, M.H.; Guevara-Garcia, A. en Federoff, N.V., 2002, *Mitogen-activated protein kinase signaling in postgermination arrest of development by abscisic acid*, PINAS, vol 99, No 24, p15812-15817.
- Mil, L. van, 2013, *Onderzoek naar koploosheid in de opkweek van paprika*, dit betreft het stageverslag van een 3e jaars student aan de HAS Hogeschool te Den Bosch, p18-24, 27-30, 70-72. (Dit document is alleen beschikbaar via de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum.)
- Timmerman, G.J. en Kamp, P.G.H.; 1990, *Kasklimaatregeling*, PTC⁺, Ede, p5.
- Vermeulen, R., 2012, *Het voorkomen van koploosheid bij Capsicum Annuum L.*, betreft een presentatie van een onderzoek en stageopdracht bij Rijk Zwaan, p24, 25 en 28. (Dit document is alleen beschikbaar via de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum of Rijk Zwaan.)
- Watkins, J.T. en Cantcliffe, D.J., (1983), *Mechanical Resistance of the Seed Coat and Endosperm during Germination of Capsicum annuum at Low Temperature*, Plant Physiology, editie (1983) 72, p146-150.

- Wu, Q.; Su, N.; Shen, W. en Cui. J.; 2014, *Analyzing photosynthetic activity and growth of Solanum lycopersicum seedlings exposed to different light qualities*, Acta Physiologiae Plantarum, june 2014, volume 36, issue 6, p1411-1420.
- Wubs, M., 2015, *Rapportage van de resultaten uit de ringtoets uitgevoerd in 2014 door de werkgroep Uniform Plantmateriaal van Plantum*. (Dit document is alleen beschikbaar via de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum.)

Deskundigenlijst

- Anonymus; dit betreft 2 van elkaar onafhankelijke beroepstellers die het ras Nagano in productie hebben. De namen zijn bij de onderzoeker bekend, maar worden hier niet vermeld omdat beide heren niet bij dit onderzoek zijn betrokken en over de doelstellingen zijn geïnformeerd. Gesprekken zijn telefonisch gevoerd op 26 en 28 januari 2016.
- Buul, Joost van; Teeltspecialist, Plantenkwekerij Brabant Plant, Vlijmen, een gesprek op 28 oktober 2015.
- Driessen, Ronald; Team Leader Seed Technology Research, Rijk Zwaan, De Lier, diverse gesprekken, zowel telefonisch als op locatie in de Lier, 1 september 2015 en 12 februari 2016.
- Groot, Steven; senior onderzoeker, WUR-DLO, Wageningen, diverse gesprekken, zowel telefonisch als op locatie in Wageningen, 27 augustus 2015 en 8 september 2015.
- Heijs, Eric; Teeltcoördinator vruchtgewassen, Beekenkamp Plants B.V., Maasdijk, gesprekken op 21 en 28 oktober 2015.
- Herbert, Ano; Specialist Germination Testing & Seed Analysis, Rijk Zwaan, De Lier, diverse gesprekken, zowel telefonisch als op locatie in de Lier, 1 september 2015.
- Hendriksen, Ed; Teeltspecialist Groenten, Noordam Plants, 's Gravenzande, gesprek op 10 oktober 2015.
- Kodde, Jan; onderzoeker, WUR-DLO, Wageningen, gesprekken 5-10-2015 en 17-11-2015, email d.d. 29-2-2016.
- Potters, John, Teeltspecialist, Plantenkwekerij Vreugdenhil, De Lier, diverse gesprekken op de kwekerij op 17 augustus 2015 en 11 september 2015.
- Zanten, Eef van, directeur-eigenaar, WPS B.V., De Lier, gesprek bij WPS op 9 oktober 2015 in het kader van het functionerend krijgen van de Fytotron klimaatcel bij WPS.

Eigen materiaal

Het volgende materiaal is van de onderzoeker zelf.

- Een archief met foto's gemaakt in het kader van dit onderzoek, 2015.
- Excelbestand proef 1
- Excelbestand proef 2
- Excelbestand proef 3

Bijlagen

I Bijlage proef 1

Materiaallijst

Vreugdenhil stelt ter beschikking: Fytotron klimaatcel met belichting en 4 operationele eb en vloed bakken, een kasgedeelte voor de afkweek, 32 stertrays met ieder 252 steenwolpluggen, 4.256 oppotblokken, vermiculiet, afdekplastic, water en voeding, plantlabels, 4 dataloggers.

Rijk Zwaan stelt ter beschikking: 6.000 zaden van het paprika ras Nagano van één geprimed zaadlot met een bekende gevoeligheid van het zaadlot voor KLH van zeker 10%. De zaden dienen allen op eenzelfde manier te zijn geprimed.

WPS (de Lier) en Certhon (Naaldwijk) geven ondersteuning bij de bediening van de klimaatcel.

Onderzoeker: laptop met Excel en SPSS v.20.

Plantopstelling in de blokken

De zaaingen zijn niet random, maar handmatig naar redelijkheid verdeeld (figuur 44). In verband met het lichtplan (figuur 45) boven de bakken is het wenselijk alle zaaingen één keer in het midden en één keer aan de rand van een bak te positioneren. De zaaingen met het minste onderlinge hoogte verschil en dus ouderdom zijn bewust naast elkaar geplaatst om een zo egaal mogelijk veld en bijbehorend microklimaat te krijgen.

Randrij rondom van 1 plug breed.			
133 pluggen, Zaaiing 1	133 pluggen, Zaaiing 2	133 pluggen, Zaaiing 3	133 pluggen, Zaaiing 4
Blok 1A, zaaiing 1 achter in de cel			

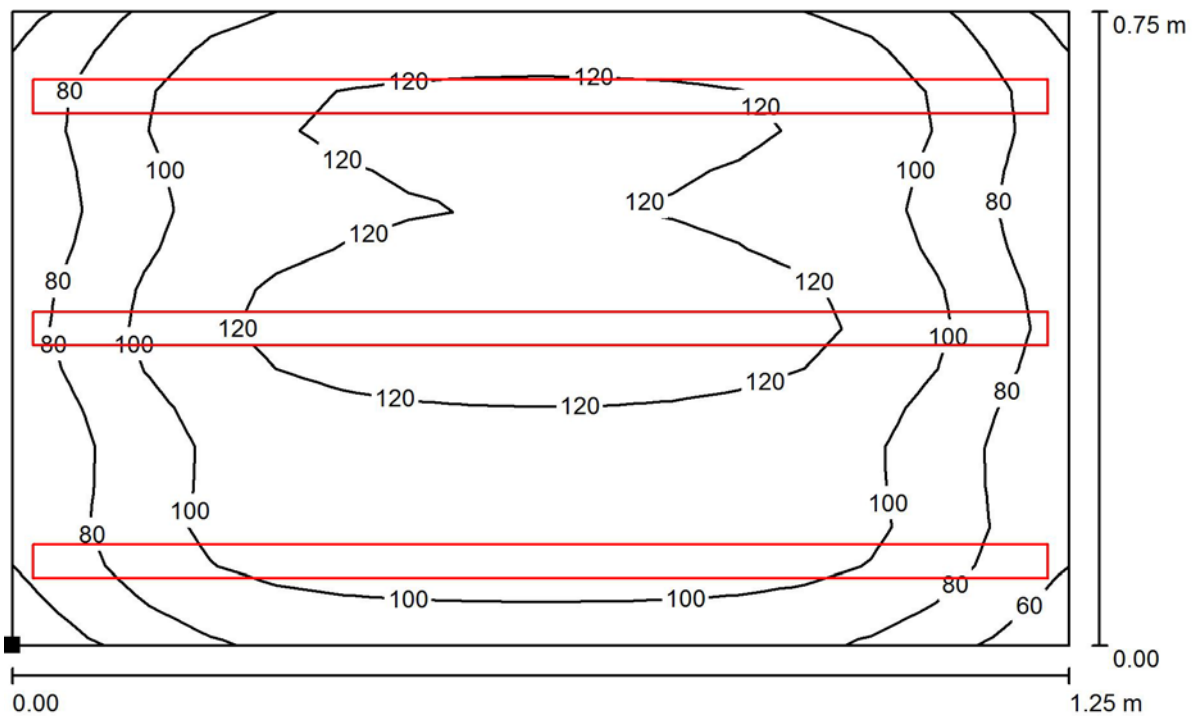
Randrij rondom van 1 plug breed.			
133 pluggen, Zaaiing 3	133 pluggen, Zaaiing 4	133 pluggen, Zaaiing 1	133 pluggen, Zaaiing 2
Blok 1B, zaaiing 3 achter in de cel			

Randrij rondom van 1 plug breed.			
133 pluggen, Zaaiing 5	133 pluggen, Zaaiing 6	133 pluggen, Zaaiing 7	133 pluggen, Zaaiing 8
Blok 2A, zaaiing 5 achter in de cel			

Randrij rondom van 1 plug breed.			
133 pluggen, Zaaiing 7	133 pluggen, Zaaiing 8	133 pluggen, Zaaiing 5	133 pluggen, Zaaiing 6
Blok 2B, zaaiing 7 achter in de cel			

Figuur 44: Verdeling van de zaaingen in 4 blokken

Het lichtplan



Figuur 45: De verlichting bestaat uit 3 “Philips Greenpower LED production Module deep red/white 120”, met de verdeling van lichtintensiteit (isolijnen) in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Opstelling blokken in de klimaatcel

Er zijn 4 posities mogelijk voor de blokken in de klimaatcel, te weten: in de bakken linksonder (LO), linksboven (LB), rechtsonder (RO) en rechtsboven (RB). Verder kunnen blokken 180 graden gedraaid worden in een bak ten opzichte van zoals hierboven weergegeven. Redelijkerwijs zijn de blokken als volgt verdeeld (figuur 46).

Figuur 46: verdeling van de blokken over de klimaatcel

Blokverdeling 1e uitvoering:

LB: blok 2B	RB: blok 1B
LO: blok 1A	RO: blok 2A

Blokverdeling 2e uitvoering:

LB: blok 1A	RB: blok 2A
LO: blok 2B	RO: blok 1B

II Bijlage proef 2

Materiaallijst

De deelnemende kwekerijen dienen zelf de materialen in te kopen, met uitzondering van de zaden. In verband met hygiënemaatregelen worden er geen teeltmaterialen tussen de 3 kwekerijen uitgewisseld.

Kweker A stelt ter beschikking: een kasgedeelte voor de zaaiing en opkweek, 36 stertrays met ieder 252 steenwolpluggen, vermiculiet, afdekplastic, water en voeding, plantlabels, 2 dataloggers, personeel wat de zaaiing en opkweek conform het protocol uitvoert, uitdraaien van het klimaat uit de klimaatcomputer gedurende de teelt.

Kweker B stelt ter beschikking: een kasgedeelte voor de zaaiing en opkweek, 36 stertrays met ieder 252 steenwolpluggen, vermiculiet, afdekplastic, water en voeding, plantlabels, 2 dataloggers, personeel wat de zaaiing en opkweek conform het protocol uitvoert, uitdraaien van het klimaat uit de klimaatcomputer gedurende de teelt.

Kweker C stelt ter beschikking: een kasgedeelte voor de zaaiing en opkweek, 60 stertrays met ieder 252 steenwolpluggen, vermiculiet, afdekplastic, water en voeding, plantlabels, 2 dataloggers, personeel wat de zaaiing en opkweek conform het protocol uitvoert, uitdraaien van het klimaat uit de klimaatcomputer gedurende de teelt.

Rijk Zwaan stelt ter beschikking: geprimeerde zaden van het paprikaras Nagano, van 2 verschillende zaadloten (**tabel 7**). De zaadloten dienen bij voorkeur een zo groot mogelijk verschil in gevoeligheid voor KLH te laten zien binnen het ras. De zaden dienen allen op eenzelfde manier te zijn geprimeerd.

Tabel 7: Te zien is het ras, de zaadloten en de hoeveelheid zaden.

Ras	Zaadlot	Aantal zaden
Nagano	Lot 1 (70.1)	7.000
Nagano	Lot 2 (70.2)	7.000

Onderzoeker: laptop met Excel en SPSS v.20.

Codering behandelingen

Er worden 5 verschillende behandelingen toegepast met de volgende codering (**tabel 8**):

Tabel 8: Tabel met coderingen, zaadlot, nadere omschrijving en de teler die ze gebruikt.

Code	Zaadlot	Omschrijving	Kwekerij
5A.1	Lot 1 (70.1)	Plastic verwijderen tussen 8:00 en 10:00 op dag 5.	Allen
5A.2	Lot 2 (70.2)	Plastic verwijderen tussen 8:00 en 10:00 op dag 5.	Allen
5B.1	Lot 1 (70.1)	Plastic verwijderen tussen 14:00 en 16:00 op dag 5.	Kweker C
5B.2	Lot 2 (70.2)	Plastic verwijderen tussen 14:00 en 16:00 op dag 5.	Kweker C
6A.1	Lot 1 (70.1)	Plastic verwijderen tussen 8:00 en 10:00 op dag 6.	Allen
6A.2	Lot 2 (70.2)	Plastic verwijderen tussen 8:00 en 10:00 op dag 6.	Allen
6B.1	Lot 1 (70.1)	Plastic verwijderen tussen 14:00 en 16:00 op dag 6.	Kweker C
6B.2	Lot 2 (70.2)	Plastic verwijderen tussen 14:00 en 16:00 op dag 6.	Kweker C
7A.1	Lot 1 (70.1)	Plastic verwijderen tussen 8:00 en 10:00 op dag 7.	Allen
7A.2	Lot 2 (70.2)	Plastic verwijderen tussen 8:00 en 10:00 op dag 7.	Allen

Er is bewust voor gekozen om bij Vreugdenhil 2 extra variaties toe te passen. 2 extra variaties maakt de uitvoering van het protocol gecompliceerder en fout gevoeliger. Aangezien de onderzoeker bij Vreugdenhil is gestationeerd is er daar meer zicht op de uitvoering.

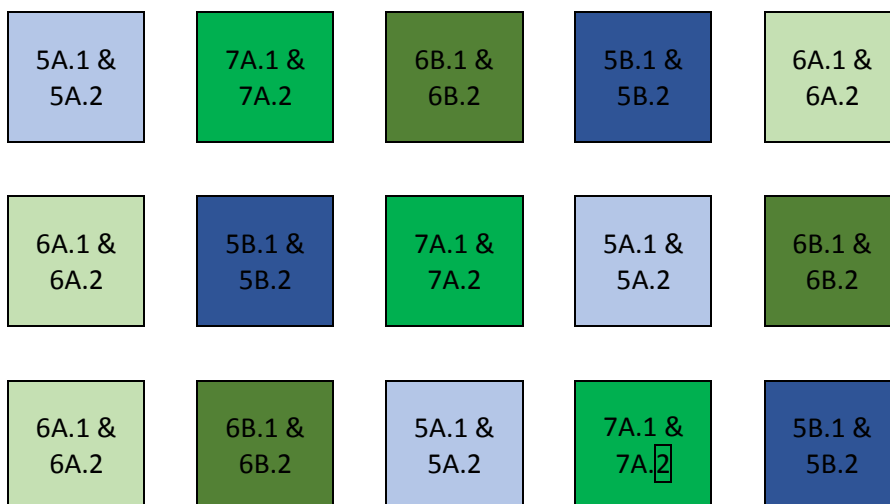
Plantopstellingen

Alle plantopstellingen zijn random bepaald met behulp van de Excel functie a-select. Binnen de opstelling wordt gewerkt met eenheden van 2 stertrays, gezaaid op 50% dichtheid. Het laatste betekent dat 126 van de 252 pluggen per tray worden ingezaaid in een dambord motief. Dus om-en-om een volle en een lege plug. In iedere tray komt een ander zaadlot. 1 eenheid bevat dus 2 zaadloten. De trays liggen met lange zijde tegen elkaar en hebben om de eenheid heen 1 randrij. Zie figuur47.

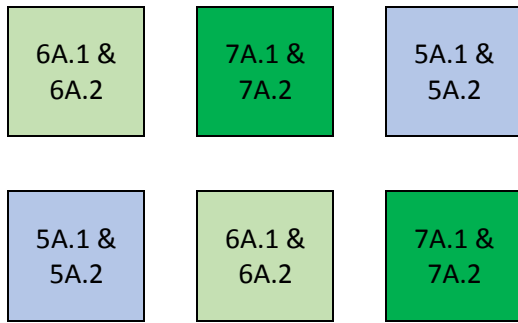


Figuur47: Een voorbeeld van een eenheid van 2 trays met 2 verschillende zaadlots.

Alleen de opstellingen van de 1e teeltronde bij de 3 kwekerijen zijn weergegeven (**figuur 48 en 49**). De opstellingen van de 2e teeltronde zijn opnieuw gerandomiseerd en opgenomen in het Excel bestand "Metingen".



Figuur 48: Opstelling van de behandelingen bij Kweker C



Figuur 49: Opstelling van de behandelingen bij Kweker A en Kweker B

Zaaiprotocol

De teeltplanning is weergegeven in *figuur 50*.

Omgeving	Kas										
Plantniveau								Opkomst			
Dag	1	2	3	4	5	6	7	8 t/m 20			21
Acties	Zaaien, datalogger instellen	Afdekken met plastic en isolatie		Isolatie verwijderen	Plastic er af dag 5	Plastic er af dag 6	Plastic er af dag 7	Teelt onder normale lokale omstandigheden			Vervoer naar RZ en beoordeling

Figuur 50: De teeltplanning met handelingen per dag vanaf het moment van zaaien.

De gehele periode: Het kasklimaat dient 24 uur per dag geregistreerd te worden in de lokale klimaatcomputer, met een maximale meetinterval tussen 2 metingen van 30 minuten. Gemeten wordt in ieder geval: **Buiten de kas:** temperatuur, RV, stralingsniveau en stralingsom, windkracht en richting. **Binnen in de kas:** temperatuur, RV en VD, scherminstellingen voor zowel beperking van de in als de uitstraling, belichtingsinstelling en duur, CO₂ gehalte of dosering.

Per kweker worden er 2 dataloggers aangebracht onder het plastic van de blokken met behandeling “**7A.1 & 7A.2**”. De dataloggers ieder op verschillende blokken aanbrengen. De dataloggers dienen zo ingesteld te worden dat er iedere 2 minuten een meting wordt verricht van de temperatuur en de RV. Dit vanaf het moment van het plaatsen van de trays op de vloer tot en met dag 20. Dit levert circa 15.000 metingen op over 21 dagen, wat de loggers aan moeten kunnen.

Dag 1: Zaaien van de zaden in stertrays op steenwol, met een dekking van 50% (**figuur 51**). Zaai in 1 keer alle benodigde trays voor de teeltronde. Kweker A en B van ieder zaadlot 6 trays; totaal 12 trays per kwekerij. Kweker C van ieder zaadlot 15 trays; totaal 30 trays.

Breng duidelijke labels aan op iedere tray met welke zaadlot en behandeling het betreft. Het label dient aanwezig te blijven tot en met de plantbeoordeling bij Rijk Zwaan.

De trays worden ingewaterd met een EC van 1,5 en een pH van tussen de 5,5.

De trays worden afgestrooid met vermiculiet. Dit met een dikte van de strooilaag als op **figuur 52** en **figuur 53**.

De trays worden op de kale betonnen vloer geplaatst conform de bijgevoegde opstelling. Dus geen plastic eronder of zwevende trays. Trays staan in blokken van 2 trays, met in ieder blok een tray van beide zaadloten. Tussen de blokken zit enige ruimte voor het verrichten van handelingen. Deze ruimte is maximaal 1 meter tussen 2 blokken. De trays mogen gedurende de gehele teelt niet verplaatst worden.

Dag 2: de trays worden afgedekt met melkwit half lichtdoorlatend folie zonder perforaties (*figuur 54*). Op het folie wordt meteen daarna een isolerende laag aangebracht (*figuur 55*).

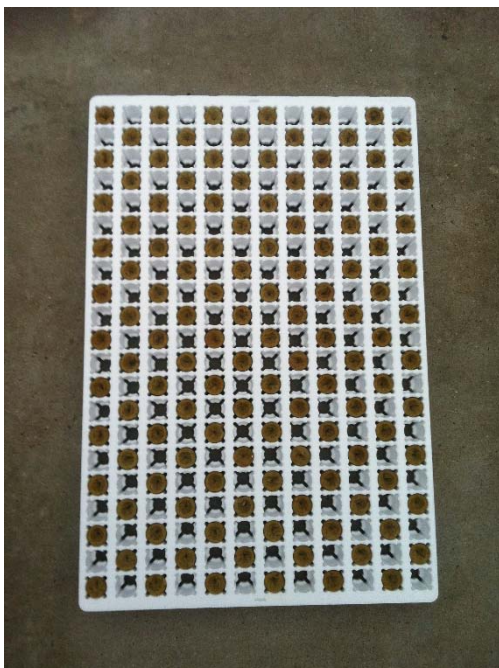
Dag 4: de isolerende laag wordt verwijderd voor 10:00 's ochtends.

Dag 5, 6 en 7: Verwijder het plastic folie bij de betreffende blokken conform de planning van de behandelingen. Let op dat het verwijderen op de betreffende dag tussen bepaalde tijdstippen dient plaats te vinden.

Dag 5 tot en met 20: Teel de trays zoals dat met een reguliere paprika zaaiing binnen het bedrijf plaatsvindt. Bij het gieten, broezen of sproeien dient de EC tussen de 1,5 – 2,0 te liggen, met een pH van tussen de 5,5 en 6,0. Laat de pluggen niet te veel indrogen, zodat de EC in de plug te hoog oploopt. Een hoge EC > 4 is een bekende oorzaak van het ontstaan van koploosheid. De planten worden de gehele teeltperiode in de tray gehouden en niet opgepot.

Dag 21: De planten worden afgevoerd naar Rijk Zwaan en daar gezamenlijk beoordeeld door de betrokken telers, Rijk Zwaan en de onderzoeker. De dataloggers ter beschikking gesteld door Vreugdenhil worden meegenomen naar Rijk Zwaan.

Afwijkingen: Er dient niet afgeweken te worden van het protocol. Gebeurt dit toch door bijzondere omstandigheden, dan dient dit zo spoedig mogelijk gemeld te worden aan de onderzoeker.



Figuur 51: Stertray met 50% dekking



Figuur 52: Tray afgestrooid met vermiculiet



Figuur 53: Detail diepte vermiculiet op de tray



Figuur 54: Trays op de betonnen vloer, afgedekt met wit folie



Figuur 55: Trays afgedekt met isolatiemateriaal
(Alle 5 foto's, Van Lent, 2015)

Vragenlijst klimaat bij de deelnemers

Bij het opstellen van de vragenlijst is deels gebruik gemaakt van de vragenlijst van L. van Mil (2013, 70-72). De vragenlijst bestrijkt een aantal aspecten van de teelt niet, aangezien een deel hiervan in dit onderzoek wordt voorgeschreven door een zaai protocol.

Watergift

- Wat is de bron van het water voor de gift?
- Vindt er hergebruik of recirculatie van drainwater plaats?
- Op welke indicatie wordt er water gegeven?
- Hoe vaak is er water gegeven gedurende de teeltronde?

Belichting

- Wordt er belicht met lampen?
- Wat is de belichtingsstrategie bij belichting met lampen? (duur, dag verlenging, variatie)
- Hoeveel lux of micromol/m/s wordt er belicht?
- Wordt er voor de belichting onderscheid gemaakt in de status van de plant?

Scherming

- Waarvoor wordt er geschermd en met welk type scherm? (instraling, uitstraling, energiebesparing)
- Wat is de strategie bij het schermen?
- Wat zijn de gehanteerde grenswaarden om het scherm in te zetten?
- Wordt er voor het schermen onderscheid gemaakt in de status van de plant?

CO₂

- Wordt er CO₂ gedoseerd?
- Wat is de bron van de CO₂?
- Wat is de strategie bij de dosering? (plantstatus, duur dosering, etc.)
- Hoeveel CO₂ wordt er gedoseerd?

Besputtingen

- Wordt er chemisch bestreden op de trays of in de betreffende kas tijdens de proef?
- Welke middelen zijn hoe vaak toegepast?

Algemeen

- Welke bijzondere of afwijkende klimaatomstandigheden zijn er geweest tijdens de proef ten opzichte van het gewenste klimaat?
- Welke overige bijzonderheden hebben zich voorgedaan tijdens de proef?
- Wat voor invloed hebben deze bijzonderheden mogelijk?
- Wat zijn de belangrijkste factoren die koploosheid beïnvloeden? (persoonlijke ervaring, mening of gevoel van de teler)
- Op welke momenten treedt koploosheid het meeste op?
- Wat doe je zelf bewust om de koploosheid te beïnvloeden?
- Welke paprika rassen geven de meeste koploosheid?

III Bijlage proef 3

Materialen

Noordam Plants stelt ter beschikking: Son-T 400 watt armatuur, een kasgedeelte en een klimaatcel met apparatuur voor de klimaatregeling, 96 stertrays met pluggen op 50% dekking, vermiculiet, afdekplastic, water en voeding, plantlabels, personeel wat kan helpen bij de zaai en voor de technische inrichting van de klimaatcel, uitdraaien van het klimaat uit de klimaatcomputer gedurende de teelt.

Plantenkwekerij Vreugdenhil stelt ter beschikking: 2 dataloggers.

Rijk Zwaan stelt ter beschikking: geprimeerde zaden van 3 paprikarassen, met ieder twee zaadloten (**tabel 9**). De zaadloten van ieder ras dienen bij voorkeur een zo groot mogelijk verschil in gevoeligheid voor KLH te laten zien binnen het ras. De zaden dienen allen op eenzelfde manier te zijn geprimeerd.

Philips Lighting Horticulture LED Solutions: 14 Philips PM-B150LO GreenPower LED production modules en 7 Philips PM-DRB150LB GreenPower LED production modules.

Tabel 9: Tabel met ras, codering en de codering voor de herhaling in de opstelling, het betreffende zaadlot en het minimum aantal zaden per zaadlot.

Ras	Codering	Codering herhaling	Zaadlot	Aantal zaden
Nagano	A1	A1H	Lot 1 (70.1)	2.000
Nagano	A2	A2H	Lot 2 (70.2)	2.000
ras B	B1	B1H	Lot 3 (70.3)	2.000
ras B	B2	B2H	Lot 4 (n.n.b.)	2.000
ras C	C1	C1H	Lot 5 (70.4)	2.000
ras C	C2	C2H	Lot 6 (n.n.b.)	2.000

Onderzoeker: laptop met Excel en SPSS v.20.

Plantopstellingen

De opstellingen zijn random bepaald in Excel met de functie A-select voor de daglichtopstelling en semi-random bepaald voor de kunstlichtopstellingen. De eerste opzet bij de kunstlicht opstellingen is random bepaald, vervolgens is er handmatig voor gezorgd dat geen van de rassen en zaadloten 2 keer op een hoekveld komt, aangezien de lichtintensiteit daar het meest afwijkt van het gemiddelde.

Per lichtbehandeling en per proefronde is er op nieuw gerandomiseerd. Hieronder zijn de opstellingen weergegeven van de eerste proefronde.

Door de beperkingen van de kweektafel zijn de lichtopstellingen op de kweektafel noodgedwongen in een veld van 2 x 6 trays. Er is gekozen voor een opstelling van 2 x6 trays in verband met het belichtingsplan van Philips wat meer randeffecten geeft aan de lange zijde van de kweektafel dan aan de korte zijde van de kweektafel. De randeffecten van het licht zijn in deze opstellingen, samen met de semi randomisering, evenrediger verdeeld over de 12 trays.

Bij de beoordelingen van de planten wordt de buitenste rij planten om het hele veld als randrij beschouwd. De opstellingen staan in de **figuren 56, 57, 58 en 59**.

C2	B2	B2H	A1H
A1	A2	C1H	B1H
B1	C1	C2H	A2H

Figuur56: De verdeling van de rassen en zaadloten bij de kasopstelling onder daglicht.

A2	B1	A1H	C2H
C2	B2	C1H	B1H
C1	A1	A2H	B2H

Figuur57: De verdeling van de rassen en zaadloten bij de opstelling onder Son-T licht.

C2	A1	A2	A2H	B2H	C1H
B2	B1	C1	A1H	C2H	B1H

Figuur58: De verdeling van de rassen en zaadloten bij de opstelling onder 100% blauw LED licht.

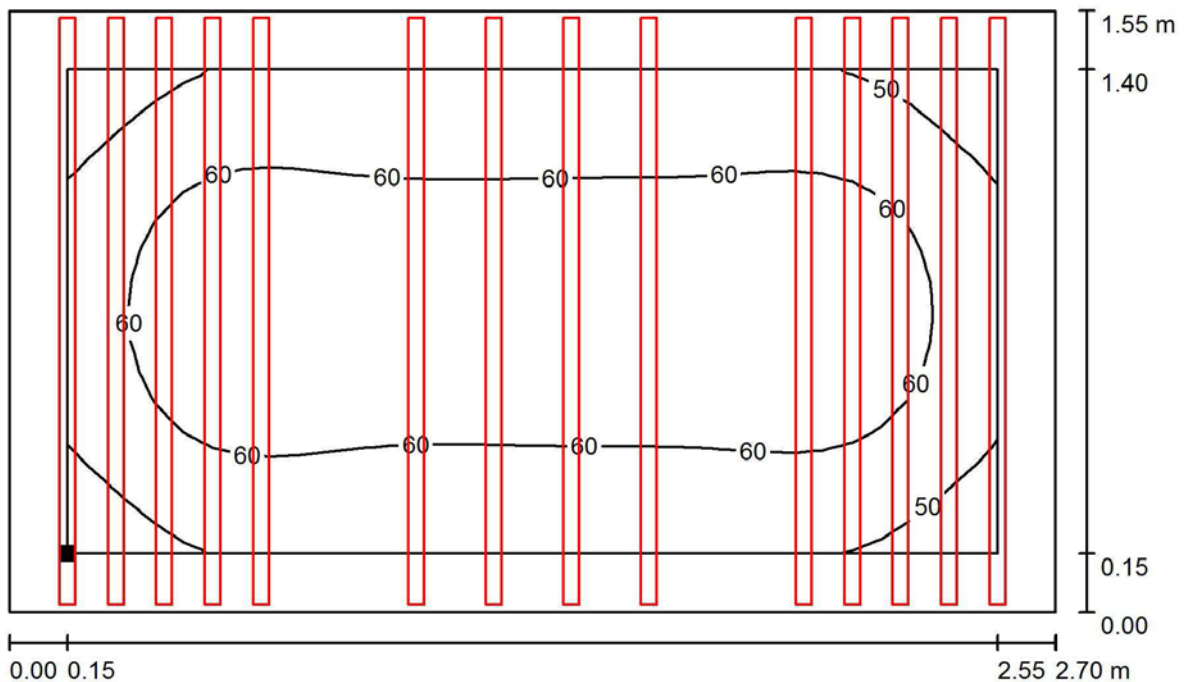
C2	A1	C1	B1H	A2H	A1H
B1	A2	B2	C1H	C2H	B2H

Figuur59: De verdeling van de rassen en zaadloten bij de opstelling onder 88% (ver)rood en 12% blauw LED licht

Het lichtplan

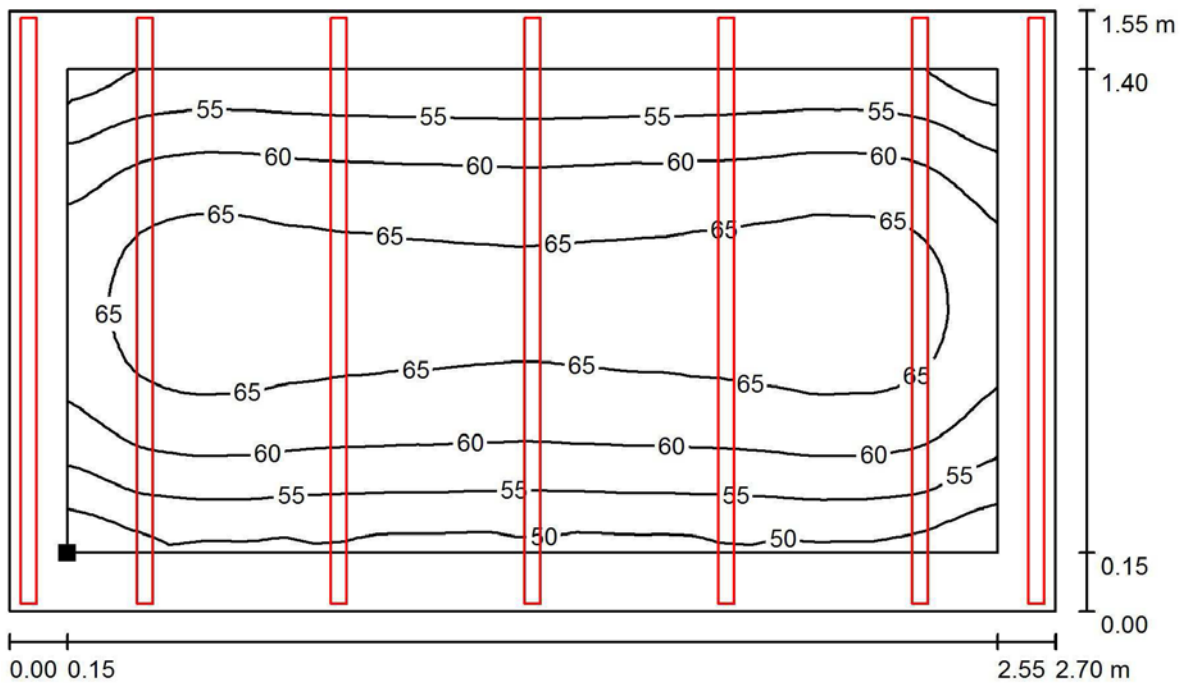
Alle lichtopstellingen geven een zekere onregelmatige verdeling van de lichtintensiteit over het teeltoppervlak. Alleen bij de kasopstelling is dit van ondergeschikt belang duur de in principe meer uniforme lichtinstraling van buiten.

Het lichtplan van de blauwe LED opstelling staat in **figuur 60**.



Figuur60: Te zien is de opstelling van de LED balken (blauw) en de verdeling van de lichtintensiteit in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ volgens de zwarte isolijnen bij de blauwe LED opstelling.

Het lichtplan van de rood-blauwe LED opstelling staat in **figuur 61**.



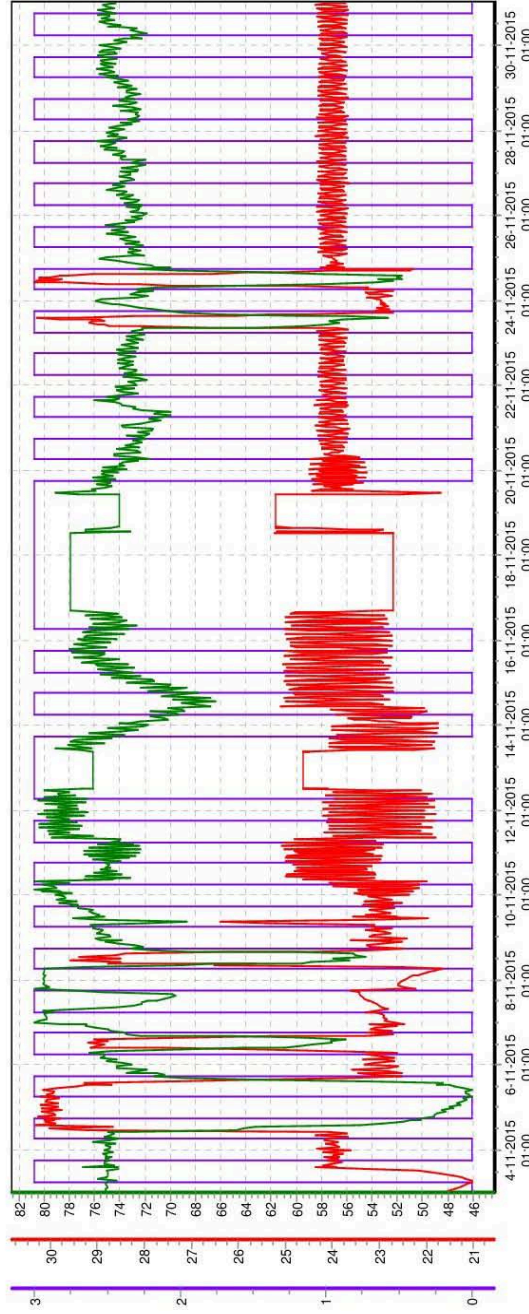
Figuur 61: Te zien is de opstelling van de LED balken (rood-blauw) en de verdeling van de lichtintensiteit volgens de zwarte isolijnen bij de (ver)rood-blauwe LED opstelling. Intensiteit is in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Van de Son-T lamp is geen voorberekend lichtplan beschikbaar. Met een PAR meter is de lichtintensiteit bepaald. De lamp is op een hoogte van 1,2 meter boven de plant trays opgehangen, wat een lichtintensiteit van 60-65 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ geeft. De verdeling over het teeltvlak is door de reflector boven de lamp vrij goed en is gelijkmatiger dan bij de rood-blauwe LED opstelling.

IV Bijlage proef 1



CERTHON®



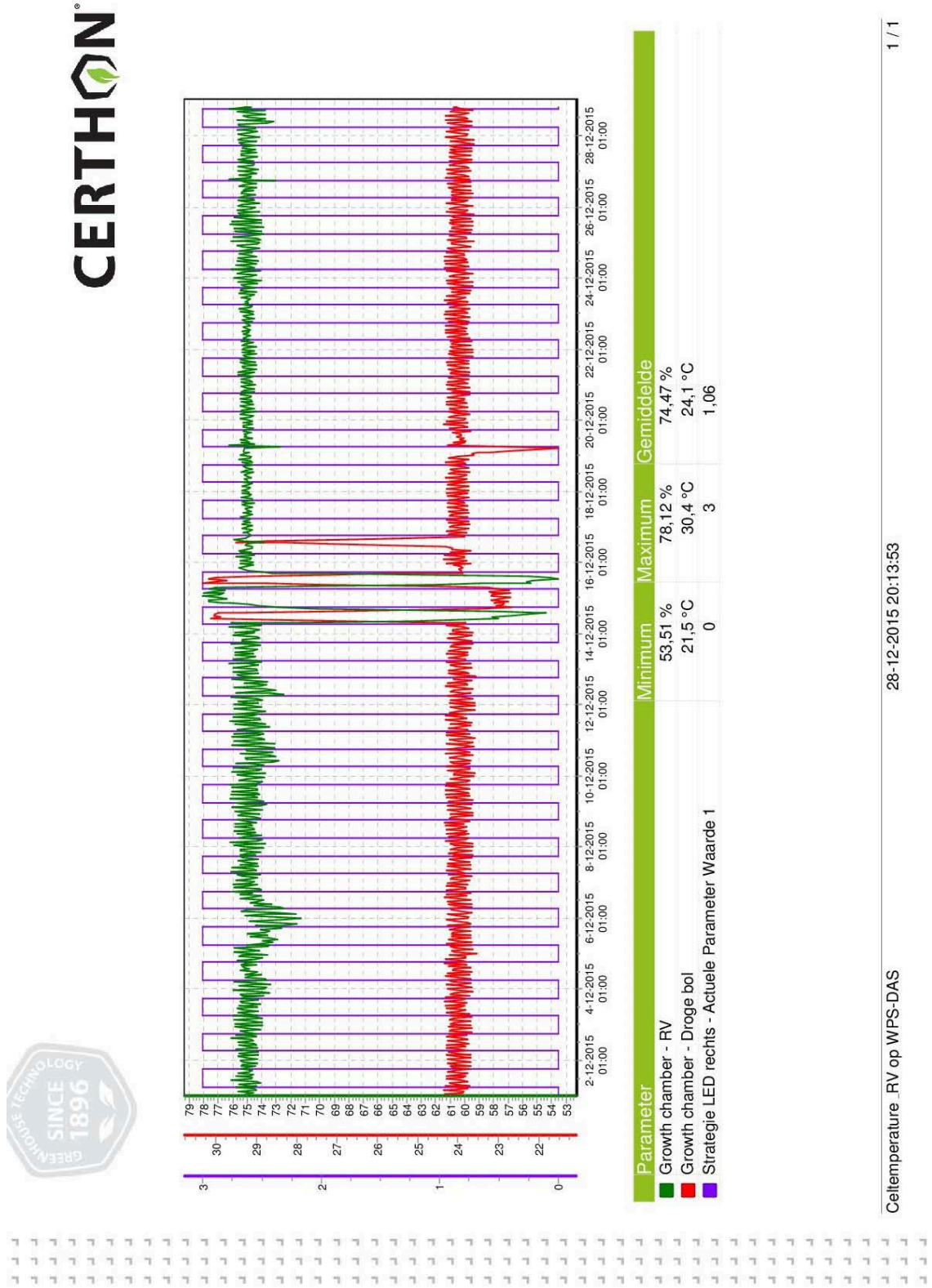
Parameter	Minimum	Maximum	Gemiddelde
Growth chamber - RV	46,03 °C	80,84 °C	72,39 °C
Growth chamber - Droge bol	21,0 °C	30,4 °C	24,1 °C
Strategie LED rechts - Actuele Parameter Waarde 1	0	3	1,02

Celltemperature _RV op WPS-DAS

28-12-2015 20:16:29

1 / 1

Figuur 64: RV en temperatuur vooraf en tijdens teeltronde 1, ronde 1 start op 10-11-2015. De shock van ronde 1 is op 24 & 25-11-2015. Er mist soms een stuk logging door verbindingsproblemen met de server van Certhon. Dit heeft geen invloed op het klimaat in de cel zelf.



CERTHON

Figuur 65: RV en temperatuur tijdens teeltronde 2. De shock van ronde 2 is op 15 & 16 december 2015. Op 17 december 2015 is nog een temperatuurpiek te zien door een fout ingestelde setpoint. De temperaturredip van 19 op 20 december 2015 is niet verklaarbaar en moet gezocht worden in de CV installatie van het pand die uitgeschakeld is geweest.

Figuur 66: 6 CHI kwadraat toetsen op verschillen in H0&H1; H2 en de totale koploosheid tussen de 8 onderscheiden groepen in de 2 afzonderlijke teeltrondes.

Ronde 1 toets op H0&H1:

Crosstab^a

		H0 & H1		Total	
		0	1		
Nummer	1	Count	246	20	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	2	Count	247	19	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	3	Count	243	23	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	4	Count	245	21	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	5	Count	237	29	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	6	Count	239	27	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	7	Count	234	32	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
	8	Count	240	26	266
		Expected Count	241,4	24,6	266,0
Total	Count	1931	197	2128	
	Expected Count	1931,0	197,0	2128,0	

a. Ronde = 1

Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,707 ^b	7	,460
Likelihood Ratio	6,667	7	,464
Linear-by-Linear Association	4,294	1	,038
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 1

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 24,63.

Ronde 1 toets op H2:

Crosstab^a

		H2		Total	
		0	1		
Nummer	1	Count	250	16	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	2	Count	253	13	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	3	Count	254	12	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	4	Count	253	13	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	5	Count	258	8	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	6	Count	265	1	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	7	Count	262	4	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
	8	Count	262	4	266
		Expected Count	257,1	8,9	266,0
Total	Count	2057	71	2128	
	Expected Count	2057,0	71,0	2128,0	

a. Ronde = 1

Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	23,881 ^b	7	,001
Likelihood Ratio	27,966	7	,000
Linear-by-Linear Association	19,341	1	,000
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 1

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,88.

Ronde 1 toets op totale koploosheid (H0 + H1 + H2):

Crosstab^a

		H Totaal		Total	
		0	1		
Nummer	1	Count	230	36	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	2	Count	234	32	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	3	Count	231	35	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	4	Count	232	34	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	5	Count	229	37	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	6	Count	238	28	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	7	Count	230	36	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
	8	Count	236	30	266
		Expected Count	232,5	33,5	266,0
Total	Count	1860	268	2128	
	Expected Count	1860,0	268,0	2128,0	

a. Ronde = 1

Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,459 ^b	7	,930
Likelihood Ratio	2,504	7	,927
Linear-by-Linear Association	,325	1	,569
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 1

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 33,50.

Ronde 2 toets op H0&H1:

Crosstab^a

		H0 & H1		Total	
		0	1		
Nummer	1	Count	244	22	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	2	Count	248	18	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	3	Count	249	17	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	4	Count	249	17	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	5	Count	245	21	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	6	Count	253	13	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	7	Count	250	16	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
	8	Count	241	25	266
		Expected Count	247,4	18,6	266,0
Total	Count	1979	149	2128	
	Expected Count	1979,0	149,0	2128,0	

a. Ronde = 2

Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,882 ^b	7	,554
Likelihood Ratio	5,853	7	,557
Linear-by-Linear Association	,003	1	,956
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 2

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18,63.

Ronde 2 toets op H2:

Crosstab^a

		H2		Total	
		0	1		
Nummer	1	Count	247	19	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	2	Count	245	21	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	3	Count	256	10	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	4	Count	252	14	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	5	Count	249	17	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	6	Count	248	18	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	7	Count	255	11	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
	8	Count	246	20	266
		Expected Count	249,8	16,3	266,0
Total	Count	1998	130	2128	
	Expected Count	1998,0	130,0	2128,0	

a. Ronde = 2

Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,832 ^b	7	,348
Likelihood Ratio	8,243	7	,312
Linear-by-Linear Association	,100	1	,752
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 2

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16,25.

Ronde 2 toets op totale koploosheid (H0 + H1 + H2):

Crosstab^a

		H Totaal		Total	
		0	1		
Nummer	1	Count	225	41	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	2	Count	227	39	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	3	Count	239	27	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	4	Count	235	31	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	5	Count	228	38	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	6	Count	235	31	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	7	Count	239	27	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
	8	Count	221	45	266
		Expected Count	231,1	34,9	266,0
Total	Count	1849	279	2128	
	Expected Count	1849,0	279,0	2128,0	

a. Ronde = 2

Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,589 ^b	7	,158
Likelihood Ratio	10,594	7	,157
Linear-by-Linear Association	,033	1	,855
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 2

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 34,88.

Figuur 67 (onder): vier CHI-kwadraat toetsen voor toetsing van verschillen in koploosheid en onbruikbare plant tussen de 4 teeltbakken per teeltronde.

Ronde 1: Totaal aantal koplozen: Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,094 ^b	3	,553
Likelihood Ratio	2,101	3	,552
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 1

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 48,75.

Ronde 1: Totaal onbruikbare plant: Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,659 ^b	3	,447
Likelihood Ratio	2,635	3	,451
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 1

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 159,50.

Ronde 2 : Totaal aantal koplozen: Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,170 ^b	3	,244
Likelihood Ratio	4,126	3	,248
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 2

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 69,75.

Ronde 2: Totaal onbruikbare planten: Chi-Square Tests^a

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,107 ^b	3	,551
Likelihood Ratio	2,108	3	,550
N of Valid Cases	2128		

a. Ronde = 2

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 182,75.

Figuur 68 (onder): Twee CHI-kwadraat toetsen voor toetsing van verschillen in ZB en onbruikbare plant tussen de 1e en 2e teeltronde.

Ronde 1 versus ronde 2 op de variabele zwaar beschadigde plant:

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	18,500 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	18,067	1	,000		
Likelihood Ratio	18,608	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	18,496	1	,000		
N of Valid Cases	4256				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 217,50.

b. Computed only for a 2x2 table

Ronde 1 versus ronde 2 op de variabele onbruikbare plant:

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,314 ^a	1	,002		
Continuity Correction ^b	9,114	1	,003		
Likelihood Ratio	9,319	1	,002		
Fisher's Exact Test				,003	,001
Linear-by-Linear Association	9,311	1	,002		
N of Valid Cases	4256				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 684,50.

b. Computed only for a 2x2 table

V Bijlagen proef 2

Figuur 69 (onder): ANOVA's en T-testen ter toetsing van de verschillen in koploosheid tussen de behandelingen bij iedere afzonderlijke kweker:

Kweker A, ronde 1 lotnummer 1 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,074	2	,037	,814	,443
Htotaal Within Groups	25,647	567	,045		
Total	25,721	569			

a. Teler = kweker A

Kweker B, ronde 1 lotnummer 1 (T-Test)

Independent Samples Test^a

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	,200	,655	-.223	418	,823	-.005	,021	-.047	,037
Equal variances not assumed			-.223	417,151	,823	-.005	,021	-.047	,037

a. Teler = kweker B

Kweker C, ronde 1 lotnummer 1 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,363	4	,091	1,939	,102
Htotaal Within Groups	72,844	1558	,047		
Total	73,207	1562			

a. Teler = kweker C

Kweker B, ronde 2 lotnummer 1 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,124	2	,062	,869	,420
Htotaal Within Groups	43,261	608	,071		
Total	43,385	610			

a. Teler = kweker B

Kweker C, ronde 2 lotnummer 1 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,140	4	,035	,711	,584
Htotaal Within Groups	76,668	1560	,049		
Total	76,808	1564			

a. Teler = kweker C

Kweker A, ronde 1 lotnummer 2 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,025	2	,012	,196	,822
Htotaal Within Groups	35,442	567	,063		
Total	35,467	569			

a. Teler = kweker A

Kweker B, ronde 1 lotnummer 2 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,007	2	,003	,079	,924
Htotaal Within Groups	21,986	522	,042		
Total	21,992	524			

a. Teler = kweker B

Kweker C, ronde 1 lotnummer 2 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,197	4	,049	,698	,593
Htotaal Within Groups	110,660	1570	,070		
Total	110,857	1574			

a. Teler = kweker C

Kweker B, ronde 2 lotnummer 2 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,003	2	,002	,021	,980
Htotaal Within Groups	48,407	609	,079		
Total	48,410	611			

a. Teler = kweker B

Kweker C, ronde 2 lotnummer 2 ANOVA^a

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,549	4	,137	1,658	,157
Htotaal Within Groups	129,418	1564	,083		
Total	129,967	1568			

a. Teler = kweker C

Figuur 70 (onder): CHI-kwadraat toets voor de verschillen in NG (niet gekieemd) tussen de 2 lotnummers.

Ronde 1 lotnummer 1 versus 2 op "NG"Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	49,271 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	48,007	1	,000		
Likelihood Ratio	52,659	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	49,255	1	,000		
N of Valid Cases	3138				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 63,26.

b. Computed only for a 2x2 table

Ronde 2 lotnummer 1 versus 2 op "NG"Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	114,694 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	112,925	1	,000		
Likelihood Ratio	133,908	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	114,657	1	,000		
N of Valid Cases	3134				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 76,40.

b. Computed only for a 2x2 table

Figuur 71 (onder): ANOVA's en T-testen ter toetsing van de verschillen in koploosheid en onbruikbare plant tussen de afzonderlijke kwekers per lotnummer en teeltronde:

Lotnummer 1, ronde 1, alle kwekersANOVA^a

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
H totaal	Between Groups	,210	2	,105	,019	,981
	Within Groups	121,705	22	5,532		
	Total	121,915	24			
Onbruikbaar	Between Groups	60,593	2	30,296	1,624	,220
	Within Groups	410,469	22	18,658		
	Total	471,062	24			

a. Ronde = 1

Lotnummer 1, ronde 2: T-test kweker B en C

		Independent Samples Test ^a								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
H totaal	Equal variances assumed	,029	,867	2,748	19	,013	2,5136%	0,9145%	0,5994%	4,4278%
	Equal variances not assumed			2,824	9,813	,018	2,5136%	0,8902%	0,5249%	4,5022%
Onbruikbaar	Equal variances assumed	2,682	,118	1,822	19	,084	3,0839%	1,6923%	-0,4583%	6,6260%
	Equal variances not assumed			1,434	6,325	,199	3,0839%	2,1506%	-2,1138%	8,2815%

a. Ronde = 2

Lotnummer 2, ronde 1, alle kwekers ANOVA^a

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
H totaal	Between Groups	39,414	2	19,707	5,045	,015
	Within Groups	89,837	23	3,906		
	Total	129,251	25			
Onbruikbaar	Between Groups	252,894	2	126,447	11,499	,000
	Within Groups	252,924	23	10,997		
	Total	505,818	25			

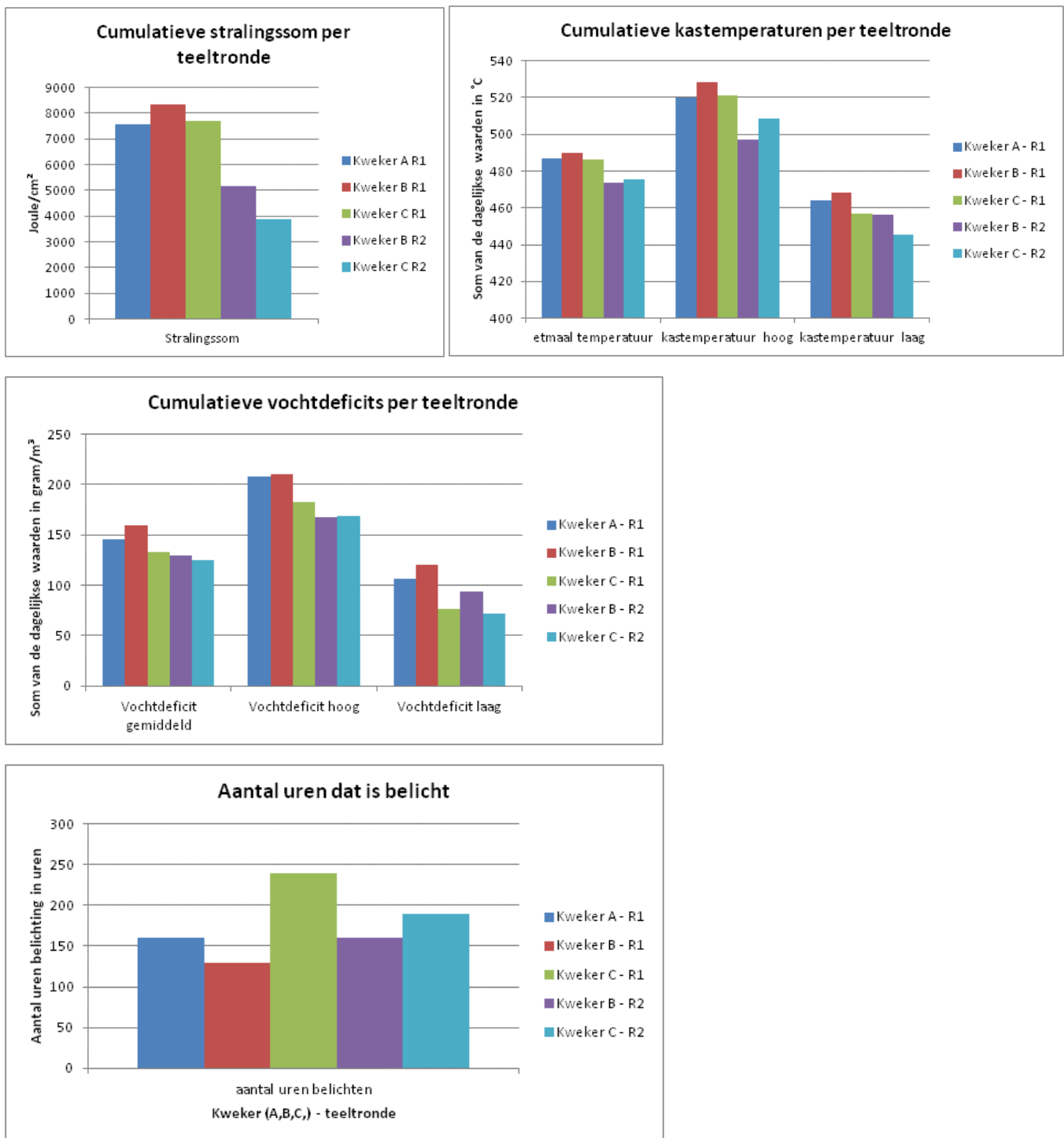
a. Ronde = 1

Lotnummer 2, ronde 2: T-test kweker B en C

		Independent Samples Test ^a								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
H totaal	Equal variances assumed	5,658	,028	-,378	19	,709	-0,4546%	1,2020%	-2,9706%	2,0613%
	Equal variances not assumed			-,546	18,847	,591	-0,4546%	0,8325%	-2,1980%	1,2887%
Onbruikbaar	Equal variances assumed	4,118	,057	-,305	19	,764	-0,5135%	1,6830%	-4,0361%	3,0090%
	Equal variances not assumed			-,372	14,914	,715	-0,5135%	1,3798%	-3,4560%	2,4289%

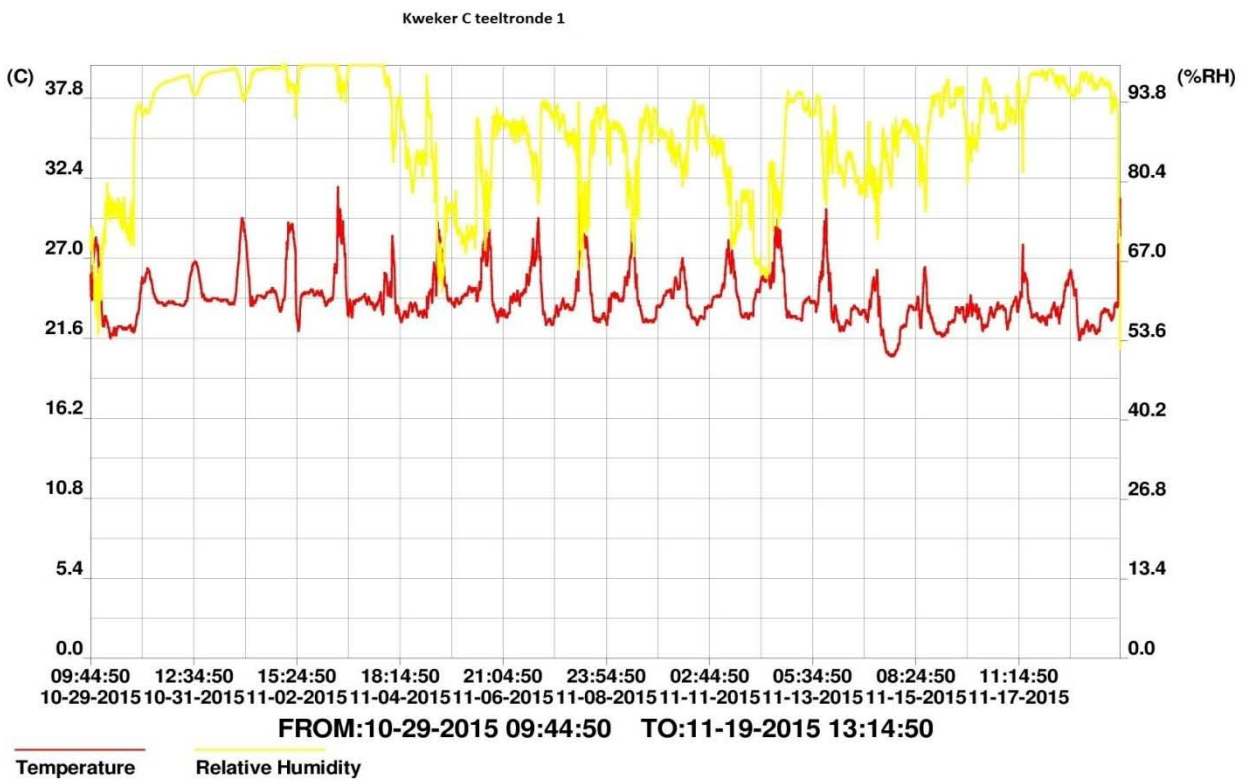
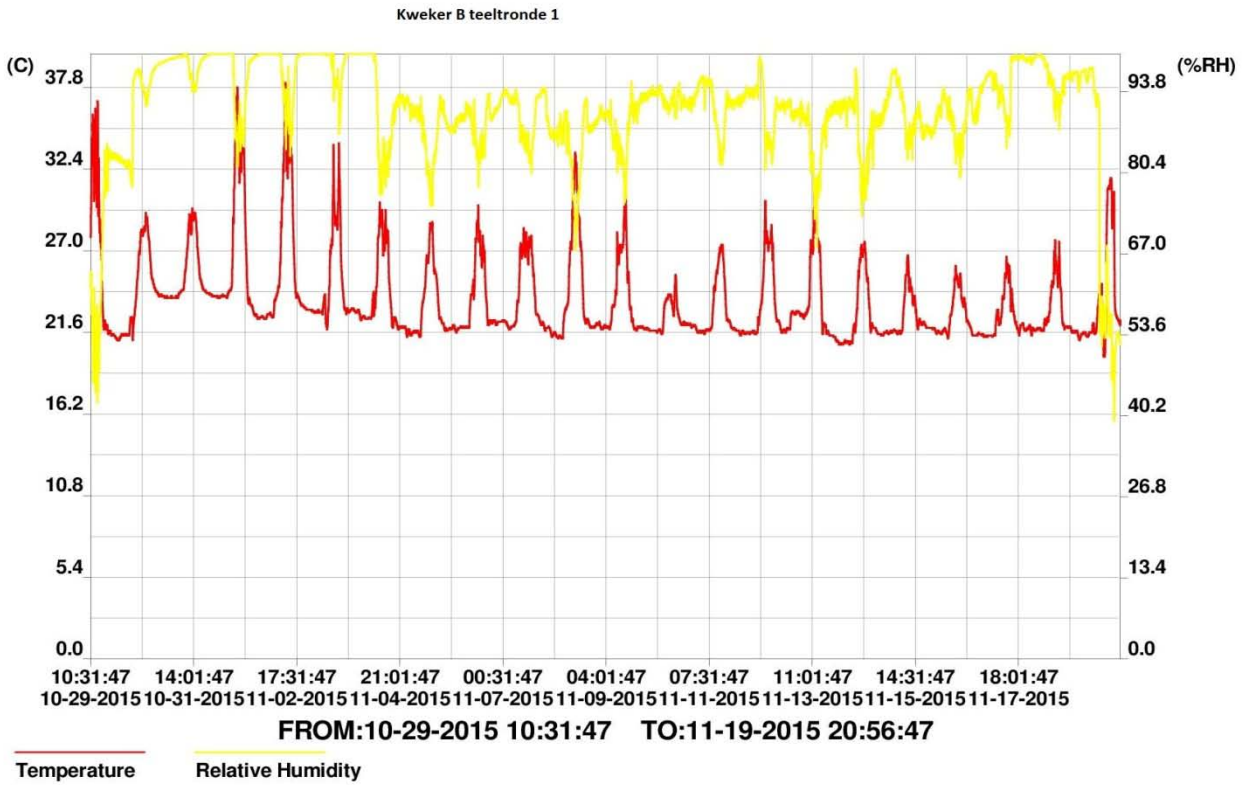
a. Ronde = 2

Basale klimaatgegevens van de ringtoets.



Figuur 72: weergegeven zijn 4 plaatjes met de cumulatieven van de stralingssom (linksboven), dagelijkse hoogste, laagste en gemiddelde etmaaltemperatuur van de kas (rechtsboven), dagelijkse gemiddelde, hoogste en laagste vochtdeficit (midden) en de totale belichtingsduur met Son-T (onder).

Op de volgende pagina staat de print van 2 dataloggers die zijn gebruikt in de ringtoets. Dit geeft een indruk van het heersende kasklimaat op tray niveau op de verschillende teeltlocaties. Teeltronde 2 gaf fractioneel lagere etmaaltemperaturen en vooral minder hoge temperatuurpieken midden op de dag door de veel lagere zonstand in december ten opzichte van november.



Figuur 73: een indruk van de RV en temperatuur op trayniveau in teeltronde 1 bij kweker B (boven) en kweker C (onder). Dit is gemeten met een datalogger die tijdens de kieming onder het plastic is aangebracht.

VI Bijlagen proef 3

Figuur 74 (onder): 4 CHI-kwadraat toetsen voor vergelijking van zaadloten 1 en 2 in diverse lichtbehandelingen.

CHI-kwadraat toets op plugniveau van lot 1, exclusief de 2 SON-T behandelingen.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,589 ^a	4	,048
Likelihood Ratio	9,428	4	,051
Linear-by-Linear Association	,259	1	,611
N of Valid Cases	1160		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 17,05.

CHI-kwadraat toets op plugniveau van lot 1, inclusief de 2 SON-T behandelingen.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	20,273 ^a	6	,002
Likelihood Ratio	20,893	6	,002
Linear-by-Linear Association	8,340	1	,004
N of Valid Cases	1626		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 20,29.

CHI-kwadraat toets op plugniveau van lot 2, exclusief de 2 SON-T behandelingen.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,027 ^a	4	,553
Likelihood Ratio	3,118	4	,538
Linear-by-Linear Association	,016	1	,901
N of Valid Cases	1180		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 23,19.

CHI-kwadraat toets op plugniveau van lot 2, inclusief de 2 SON-T behandelingen.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	24,054 ^a	6	,001
Likelihood Ratio	23,219	6	,001
Linear-by-Linear Association	12,969	1	,000
N of Valid Cases	1656		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 28,61.

Figuur 75 (onder): 3 ANOVA voor vergelijking van de loten 1, 2, 3 en 4.

ANOVA lotnummers 1, 2, 3 en 4 op behandeling blauw in ronde 2.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
H totaal p	Between Groups	15,883	3	5,294	2,019	,254
	Within Groups	10,488	4	2,622		
	Total	26,371	7			

a. Lichtronde = LEDB2

ANOVA lotnummers 1, 2, 3 en 4 op behandeling rood-blauw in ronde 2.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
H totaal p	Between Groups	63,139	3	21,046	1,219	,411
	Within Groups	69,080	4	17,270		
	Total	132,219	7			

a. Lichtronde = LEDRB2

ANOVA lotnummers 1, 2, 3 en 4 op behandeling Son-T in ronde 2.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
H totaal p	Between Groups	98,548	3	32,849	5,317	,070
	Within Groups	24,712	4	6,178		
	Total	123,260	7			

a. Lichtronde = SON2

VII Bijlagen performance van de Nagano zaadloten

Figuur 76 (onder): ANOVA op NG, H0&H1, ZB, 2e keus en Onbruikbaar voor zaadlot 1 voor de vergelijking van de performance van dit zaadlot in drie proeven.

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
NG	,720	7	85	,655
H0 & H1	1,773	7	85	,103
ZB	1,906	7	85	,078
Goed	,946	7	85	,476
2e Keus	2,242	7	85	,038
Onbruikbaar	,723	7	85	,653

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NG	Between Groups	85,508	7	12,215	1,865	,085
	Within Groups	556,823	85	6,551		
	Total	642,332	92			
H0 & H1	Between Groups	371,841	7	53,120	8,533	,000
	Within Groups	529,156	85	6,225		
	Total	900,997	92			
ZB	Between Groups	753,921	7	107,703	9,644	,000
	Within Groups	949,292	85	11,168		
	Total	1703,213	92			
Goed	Between Groups	7986,344	7	1140,906	42,784	,000
	Within Groups	2266,662	85	26,667		
	Total	10253,006	92			
2e Keus	Between Groups	663,090	7	94,727	9,761	,000
	Within Groups	824,900	85	9,705		
	Total	1487,990	92			
Onbruikbaar	Between Groups	4531,482	7	647,355	32,781	,000
	Within Groups	1678,554	85	19,748		
	Total	6210,037	92			