



Stuurlicht bij Anjer

Consultancy: Vergelijking van LED lampen, spaarlampen en gloeilampen.

Frank van der Helm

Referaat

Anjers die belicht waren met Philips greenpower LED flowering lamp DRWRFR lampen (1,2 W/m²) gaven voor 1 mei een gelijke productie als anjers die waren belicht met Philips flower power gloeilampen (10 W/m²), ook al kwam onder LED lampen de productie wel 5 dagen later op gang. Dit is de meest opvallende waarneming in de proef die Louis van der Hoorn en Wageningen UR glastuinbouw samen hebben uitgevoerd. In de proef zijn LED lampen, spaarlampen, spaarlampen met verroodlampen vergeleken met gloeilampen voor de belichting van Anjers van het ras Goblin. Als spaarlampen gecombineerd werden met LED lampen werd eveneens een sterke vervroeging bereikt, maar de productie op 1 mei lag wel iets onder die van gloeilampen. Als uitsluitend met spaarlampen belicht werd was de productie tot 1 mei tot 30 takken lager. De anjers onder spaarlampen waren zwaarder en hadden meer stek. Onder LED lampen waren de takken ook zwaarder, maar bevatten niet meer stek. Er is een klein temperatuurverschil gemeten. Door de eenvoudige proefopstelling is niet uit te sluiten dat temperatuurverschillen invloed op de resultaten hebben gehad.

Abstract

Carnations under supplemental lighting with Philips greenpower LED flowering lamp DRWRFR lightbulbs (1,2 W/m²) and flower power light bulbs (10 W/m²) both produced an equally high number of branches before the 1st of May. Even though under LED light bulbs production started 5 days later. One of the striking observations of a trial done by carnation grower Louis van der Hoorn and Wageningen UR Greenhouse horticulture. In this trial flower power light bulbs are compared with Philips PL electronic warm white light, Philips DRW/Fr Led light bulbs and PL light combined with Philips FR LED light bulbs in carnations of the variety Goblin. The combination of PL light and FR LED light bulbs also advanced production, however production on the 1st of May was lower than under Flower power light bulbs. Only PL light advanced floral initiation least of all light bulb types. Branches however had higher average weight and showed more shoots. Plants treated with DRWRFR Led light also gained more weight, but without increase in number of shoots. A difference in temperature is observed. Due to the simple research design it cannot be excluded that temperature disturbed the results of this field trial.



PT nummer: 14263.07
Projectnummer: 3242115000

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Bezoekadres:
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

Inhoud

Samenvatting	6
1 Inleiding	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Doelstelling	8
1.3 Onderbouwing	8
2 Materiaal en methoden	10
3 Resultaten en discussie	14
3.1 Lichtmeting	14
3.2 Reactie op stuurlicht	15
3.3 Productie	16
3.4 Temperatuur	19
4 Conclusie en aanbevelingen	20
4.1 Conclusies	20
4.2 Aanbevelingen	20
Bijlage I. resultaten van alle lichtmetingen	22
Bijlage II. Lichtspectrum van de gebruikte lampen	23

Samenvatting

Als gevolg van nieuwe wetgeving zullen gloeilampen vervangen moet worden. De kwekers moeten nu kiezen tussen de alternatieven; LED lampen of spaarlampen. In een proef, voorafgaand aan dit onderzoek in 2010, heeft anjerkweker Louis van der Hoorn LED lampen getest die ook in het verrood spectrum stralen. Aanleiding voor deze proef was het resultaat van een onderzoek in de aardbeienteelt. Louis van der Hoorn wilde testen of met LED lampen met verrood licht in anjers ook een reactie op stuurlicht mogelijk zou zijn die vergelijkbaar is met gloeilampen. Spaarlampen lijken een minder sterke reactie op stuurlicht te geven dan gloeilampen. Volgens literatuur heeft Anjer naast rood ook een klein deel verrood licht nodig voor bloeminductie. In licht van spaarlampen is verrood licht nauwelijks aanwezig. Op dit moment zijn LED lampen nog erg duur, maar de verwachting is dat de prijs in de toekomst zal dalen. Kwekers vragen zich af of en wanneer het rendabel is om LED lampen aan te schaffen. In dit onderzoek is onderzocht of LED lampen voor vervroegen van anjers in het voorjaar een betere vervanging zijn voor gloeilampen dan spaarlampen.

Op verzoek van de landelijke anjercommissie van LTO Groeiservice en met financiering van het Productschap Tuinbouw heeft Wageningen UR Glastuinbouw Louis van der Hoorn bij een vervolgprouf in het seizoen 2010-2011 begeleid. Deze proef heeft plaatsgevonden in een kas van 3600 m². De helft van het kas was aangeplant met jonge plan van het ras Goblin met als plantdatum 14 oktober 2010. De proef is uitgevoerd op dit vak jonge aanplant. Het vak was door een plastic scherm gescheiden van het oudere vak met een lagere temperatuur. Een vak met belichting van een type lamp bestond uit 2 tralies. In de eerste tralie hingen 1 lamp per 15 m² en in de tweede tralie 1 lamp per 20 m². Voor gloeilampen kwam dit overeen met effectief respectievelijk 10 W/m² en 7,5 W/m². De kas was ingericht met twee kappen (6.40) met LED, twee kappen met gloeilampen en in de rest van de kas hingen spaarlampen. In 1 kap zijn naast spaarlampen 3 extra verroodlampen opgehangen. Om strooilicht te verminderen zijn vierkante schermen (1 x 1 m) van wit plastic opgehangen ter hoogte van de lamp. De anjers zijn continu 14 uur belicht in de periode van 2 februari tot 25 februari. Een tweede periode van belichten heeft plaatsgevonden van 8 maart tot 24 maart. Onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw hebben de volgende waarnemingen gedaan in samenwerking met Louis van der Hoorn.

Tijdens de teelt:

- Bepaling van lichtintensiteit op veldniveau met PAR licht meter (Lycor).
- Lichtspectrum van de lampen
- Meting van temperatuur in het vak met Led lampen en het vak met gloeilampen (uurwaarden).
- Bij aanvang zijn per vak 4 waarnemingsvelden uitgezet. Hierin is waargenomen:
 - o Reactie van de takken op basis van ontwikkelingsstadium op ongeveer een week voor de eerste oogst.
 - o Hoeveelheid stek en pluis.
 - o Lengte van het gewas.
 - o Productieverloop op datum tot 17 mei

Uit de resultaten van het onderzoek kunnen voorzichtig conclusies getrokken worden. Maar bij het lezen van deze conclusies moet rekening gehouden worden met het feit dat de resultaten niet statistisch zijn onderbouwd.

- Bij gebruik van zowel gloeilampen als LED lampen geeft een dichtheid van 1 lamp per 15 m² een sterkere reactie dan 1 lamp per 20 m². Meer lampen per m² resulteert ook in meer gemeten PAR licht op veldniveau.
- Onder LED lampen is een gelijke productie voor 1 mei gerealiseerd als onder gloeilampen met een zwaardere kwaliteit, maar de productie kwam wel 4 dagen later op gang en liep gelijkmatiger over in de tweede productiepiek.
- Spaarlampen geven een sterk wisselend resultaat, maar over het algemeen is de productie tot 1 mei lager, dit kan zeker 30 takken lager zijn ten opzichte van gloeilampen en LED lampen. De takken zijn wel zwaarder dan onder gloeilampen. Ook onder LED lampen waren de takken iets zwaarder dan onder gloeilampen.
- Het aanvullen van spaarlampen met Verrood LED lampen geeft een duidelijke aantoonbare vervroeging. De productie tot 1 mei lijkt iets achter te blijven, maar de locatie van de proefvelden in de kas kan hierbij een rol gespeeld hebben. Door strekking kan de kwaliteit wel iets afnemen.
- Tussen de behandelingen is een duidelijke invloed gezien op het ontstaan van pluis en stek. Onder spaarlampen neemt de hoeveelheid stek toe. Indien naast spaarlampen ook verrood lampen branden vermindert dit de hoeveelheid stek. Ook onder LED lampen en gloeilampen is de hoeveelheid stek minder, mits er 1 lampen per 15 m² hangt. De waargenomen verschillen in hoeveelheid pluis zijn als gevolg van verschil in ontwikkelingsstadium niet goed te interpreteren.

- Er is een temperatuurverschil gemeten tussen de Noord en Zuidzijde van de kas. De Noordzijde van de kas, gelegen aan een binnengevel is iets warmer geweest. Dit temperatuurverschil is steeds 0,5 tot 1°C geweest. Er is van Oost naar West geen goede meting verricht.
- Het lichtspectrum bij stuurlicht heeft invloed op zowel de kwaliteit als de bloeminductie bij de plant. De hoeveelheid verrood licht speelt hierbij een rol, maar waarschijnlijk ook rood en blauw licht.

Op basis van dit onderzoek kan dus voorzichtig geconcludeerd worden dat LED lampen bij vervroegen van de oogst van anjers meer perspectief bieden voor vervanging van de gloeilamp dan spaarlampen. Spaarlampen kunnen misschien weer wel bij sommige soorten ingezet worden om de kwaliteit te verbeteren. Het lijkt erop dat het mogelijk is om met lichtspectrum zowel de kwaliteit, de hoeveelheid stek en plus als het bloeitijdstip te beïnvloeden. Hierbij spelen temperatuur en belichtingsduur ook een rol. Afhankelijk van de wens van de kweker voor het eindproduct van een ras moet op de juiste tijd, gedurende de juiste tijd, de juiste hoeveelheid licht wordt gegeven van de juiste kleur en bij de juiste temperatuur.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Als gevolg van nieuwe wetgeving zullen gloeilampen vervangen moeten worden. De kwekers moeten nu kiezen tussen de alternatieven; LED lampen of spaarlampen. In een proef in 2010 heeft anjerkweker Louis van der Hoorn LED lampen getest die ook in het verrood spectrum stralen. Aanleiding voor deze proef was het resultaat van een onderzoek in de aardbeienteelt. Aardbeien onder LED lampen met verrood licht presteerden net zo goed als onder gloeilampen, de strekking was aanmerkelijk beter en de productie en de vruchtzetting hoger dan onder onbelicht of spaarlampen (nieuwsbericht energiekas 2020).

Louis van der Hoorn wilde testen of met LED lampen met een deel verrood licht in anjers ook een reactie op stuurlicht mogelijk zou zijn die vergelijkbaar is met gloeilampen. Spaarlampen lijken een minder sterke reactie op stuurlicht te geven dan gloeilampen. Volgens literatuur heeft Anjer naast rood ook een klein deel verrood licht nodig voor bloeinductie. In licht van spaarlampen is verrood licht nauwelijks aanwezig. Op dit moment zijn LED lampen nog erg duur, maar de verwachting is dat de prijs in de toekomst zal dalen. Kwekers vragen zich af of en wanneer het rendabel is om LED lampen aan te schaffen.

1.2 Doelstelling

Onderzoek in de praktijk naar de reactie van anjers op LED lampen met verrood licht in vergelijking met en spaarlampen met als indicator bloeitijdstip.

Kwekers meer duidelijkheid geven over de mogelijkheden van LED lampen met verrood licht als alternatief voor gloeilampen bij dagverlenging.

1.3 Onderbouwing

Anjer is een kwantitatieve lange dag plant en gaat bij meer dan 12 tot 14 uur licht eerder over tot bloeinductie als een scheut meer dan 6 bladparen heeft. Onderzoek van Vince et al. (1964) toont aan dat een nachtonderbreking bij Anjer de combinatie van rood en een beetje verrood licht de meeste bloeiversnelling geeft, gevolgd door nachtonderbreking met alleen rood licht. Met alleen verrood licht werd geen bloeiversnelling gevonden. Onderzoek van Kadman et al.(1982) laat zien dat 160 mW/m² met een Grow-lux fluorescentie lamp hetzelfde effect op bloeiversnelling heeft als 700 mW/m² met een gloeilamp. De grow-lux fluorescentie lamp is een TL welk spectrum een piek rood licht (660 nm) bevat en 10% verrood licht tussen 700-750 nm. Dat is 1 mW/W verrood licht in deze TL ten opzichte van 52 mW/W verrood licht in de gloeilamp. Uitermark (1986) heeft gloeilampen met SL-lampen vergeleken. Bij start van de proef vond bij de SL-lampen minder strekking plaats en was de bloei bij gloeilampen niet aantoonbaar sneller dan met SL-lampen. De productie verschilde nauwelijks. Gebaseerd op deze onderzoeken zou een lamp met daarin rood licht van 660 nm en een kleine hoeveelheid verrood licht tussen 700-750 nm, dus ook goed moeten werken als bloeiversnelling.



Foto 1



Foto 2

2 Materiaal en methoden

De proef heeft plaatsgevonden in een kas van 3600 m². De helft van het kas was aangeplant met jonge plant van het ras Goblin met als plantdatum 14 oktober 2010. De proef is uitgevoerd op dit vak jonge aanplant. Het vak was door een plastic scherm gescheiden van het oudere vak met een lagere temperatuur. Een vak met belichting van een type lamp bestond uit 2 tralies. In de eerste tralie hingen 1 lamp per 15 m² en in de tweede tralie 1 lamp per 20 m². Voor gloeilampen kwam dit overeen met respectievelijk 10 W/m² en 7,5 W/m². Bij gebruik van gloeilampen kan een reactie op bloeminductie bij anjers verwacht worden vanaf 7,5 W/m². Bij meer dan 15 W/m² kan geen extra reactie meer verwacht worden. De gevoeligheid voor belichting is rasafhankelijk. De kas is ingericht met twee kappen (6.40) met LED, twee kappen met gloeilampen en in de rest van de kas hangen spaarlampen. In 1 kap zijn naast spaarlampen 3 extra verroodlampen opgehangen. Om strooilicht te verminderen zijn vierkante schermen (1 x 1 m) van wit plastic opgehangen ter hoogte van de lamp (zie foto's 1, 2 en 2).

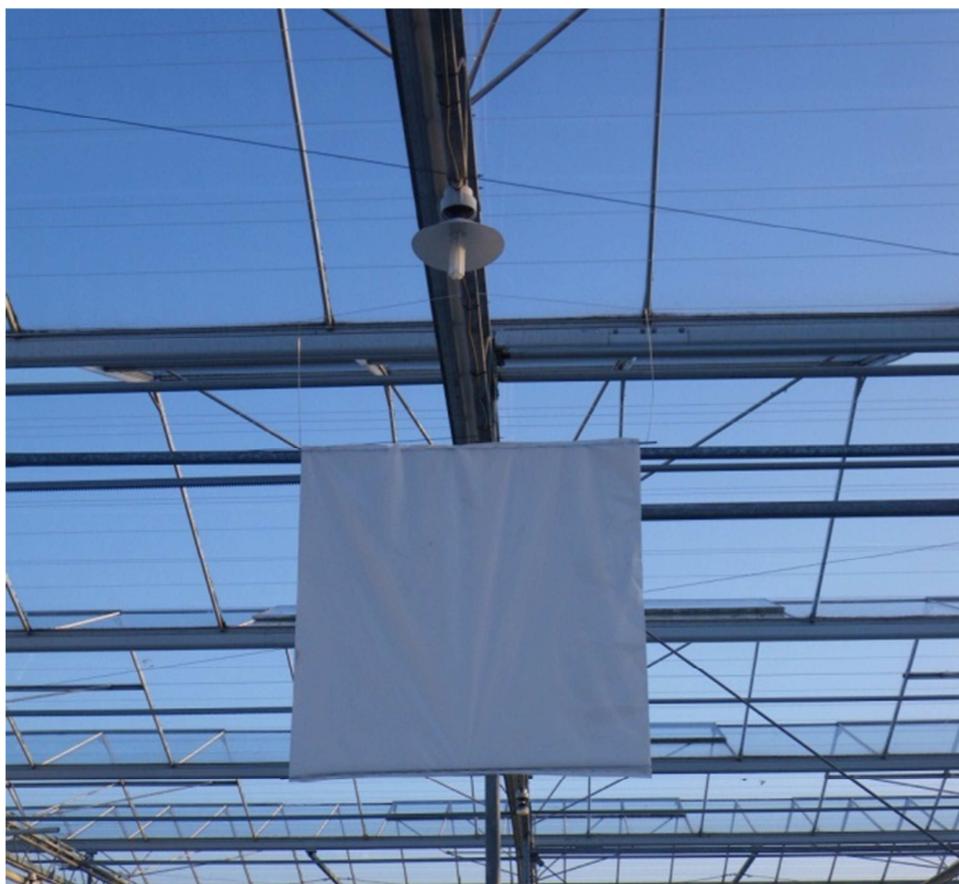


Foto 3

De gebruikte lampen zijn:

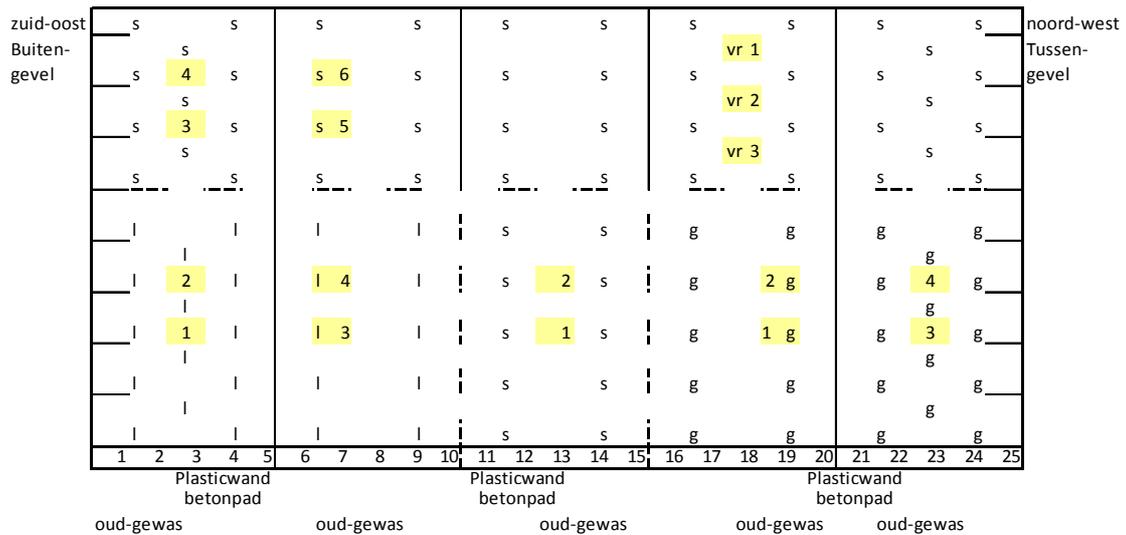
l = Philips Greenpower LED flowering lamp DRWFR 18W

s = Philips spaarlamp Master PLE 33W

g = Flower power gloeilamp 100W (effectief 150W)

vr = Philips Greenpower LED flowering lamp FR 16W

Een plattegrond van het proefvak is weergegeven in figuur 1.



Kasoppervlak is 1800 m² per 20 m (4x5) hangt 1 lamp
 l = Philips Greenpower LED flowering lamp DRWFR 18W
 s = Philips spaarlamp Master PLE 33W
 g = gloeilamp 150W
 vr = Philips Greenpower LED flowering lamp FR 16W
 1 lamp per 20 m² of langs de gevel 1 lamp per 15 m²
 poothoogte 4,5 m

---- hangend scherm boven in de kas, dicht bij de lamp
 [] waarnemingsgebied met nummer

Figuur 1: Plattegrond van het proefvak

De anjers zijn continu 14 uur belicht in de periode van 2 februari tot 25 februari. Een tweede periode van belichten heeft plaatsgevonden van 8 maart tot 24 maart. Bij aanvang van belichten was al een verschil in ontwikkeling zichtbaar tussen de noord en zuidzijde van de kas, waarbij de noordzijde iets verder ontwikkeld was.

Onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw hebben de volgende waarnemingen gedaan in samenwerking met Louis van der Hoorn.

Tijdens de teelt:

- Bepaling van lichtintensiteit op veldniveau met PAR licht meter (Li-cor).
- Lichtspectrum van de lampen
- Meting van temperatuur in het vak met Led lampen en het vak met gloeilampen (uurwaarden).
- Bij aanvang zijn per vak 4 waarnemingsvelden uitgezet. Hierin is waargenomen:
 - o Reactie van de takken op basis van ontwikkelingsstadium op ongeveer een week voor de eerste oogst.
 - o Hoeveelheid stek en pluis.
 - o Lengte van het gewas.
 - o Productieverloop op datum tot 17 mei

Op 4 april, een week voor de oogst, zijn de stadia van de bloemen in de proefvakken beoordeeld. Dit is gedaan aan de hand van een indeling in vijf stadia die op dat moment is gemaakt op basis van de stand van het gewas op dat moment. De diverse stadia zijn weergegeven in foto 3.

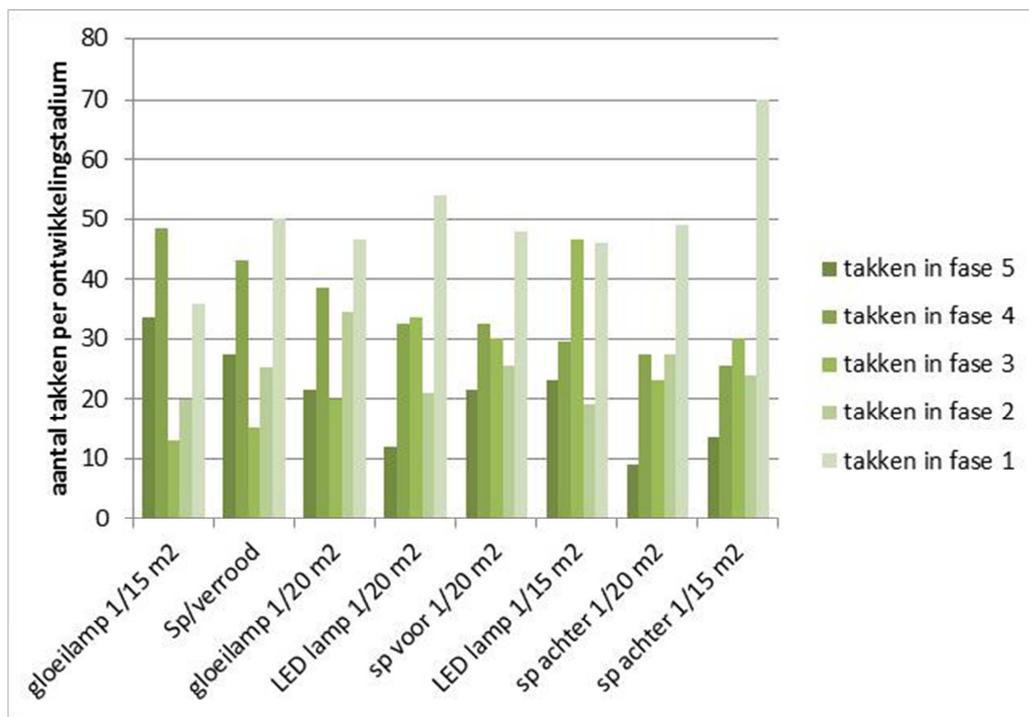


Opvallend lijkt de relatief lage intensiteit die gemeten wordt bij LED lampen. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat alleen PAR licht is gemeten. De LED lampen bevatten een grote hoeveelheid verrood licht (meer dan 50%). Verrood licht is geen PAR straling en is dus ook niet gemeten. Het lichtspectrum van de lampen in de proef is bepaald met een Yazz en weergegeven in bijlage 2.

Er is verschil in lichtniveau als op veldhoogte tussen de lampen gemeten wordt of onder een lamp, maar dit verschil is niet zo groot. Er is ook hoger boven het gewas gemeten. Op 1,5 m boven het gewas is het verschil tussen en onder de lamp al een stuk groter bij alle lamptypen (bijlage 1). In tabel 1 is het vermogen in W/m² weergegeven in combinatie met de gemiddelde hoeveelheid PAR straling op veldniveau.

3.2 Reactie op stuurlicht

Om de reactie op stuurlicht te bepalen zijn vijf stadia van ontwikkeling vastgesteld (H2 en bijlage 3). Het aantal takken per fase (ontwikkelingsstadium) is geteld op 4 april, een week voor de eerste oogst. De resultaten zijn weergegeven in figuur 3.



Figuur 3: aantal takken per stadium van ontwikkelings 4 april onder verschillende lamptypen.

In figuur 3 is af te lezen dat de anjers onder gloeilampen en spaarlampen + verroodlampen het verst waren in ontwikkeling (stadium 4/5). Met name anjers onder spaarlampen in de achterste helft van de kas waren nog weinig ontwikkeld (stadium 1). De anjers onder LED lampen waren wel al voor een groot gedeelte voorbij stadium 2, dus generatief. Er had een reactie op stuurlicht opgetreden, maar de anjers waren vervolgens trager ontwikkeld. De meeste anjers zaten nog in stadium 3/4.

In tabel 2 is het aantal takken dat gereageerd heeft af te lezen. Voor dit percentage is gerekend dat stadium 3 tot 5 gereageerd hadden op stuurlicht en stadium 1 en 2 niet.

Tabel 2: Aantal takken die op 4 april verder waren dan stadium 2 (gereageerd op stuurlicht)

<i>lamp en dichtheid</i>	<i>Takken stadium 3 tm 5/netto m²</i>	<i>% stadium 3 tm 5</i>	<i>Gem. lengte</i>
gloeilamp 1/15 m ²	95	63%	89.0
gloeilamp 1/20 m ²	70	50%	90.8
LED lamp 1/15 m ²	99	61%	91.1
LED lamp 1/20 m ²	78	51%	90.0
Sp/verrood m ²	76	53%	93.4
sp voor 1/20 m ²	81	53%	89.6
sp achter 1/15 m ²	66	42%	91.9
sp achter 1/20 m ²	60	44%	89.5

De informatie in tabel 2 laat zien dat vooral onder gloeilampen en Led lampen bij een dichtheid van 1 lamp per 15 m² veel takken op het stuurlicht gereageerd hebben. Spaarlampen in het achterste deel van de kas hadden duidelijk minder gereageerd, een kleine 20% minder ten opzichte van gloeilampen en LED lampen met een hoge dichtheid. In deze tabel is ook te zien dat onder gloeilampen het gewas misschien iets korter was. Onder spaarlampen + verroodlampen was het gewas iets langer. De takken zagen er ook op het oog iets meer gestrekt uit. Tijdens het waarnemen leek ook een verschil in hoeveelheid stek en pluus te bestaan. Hiervoor is de stek en pluus geteld en verzameld. De stek en pluus is tevens vers gewogen en gedroogd en nogmaals gewogen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 3.

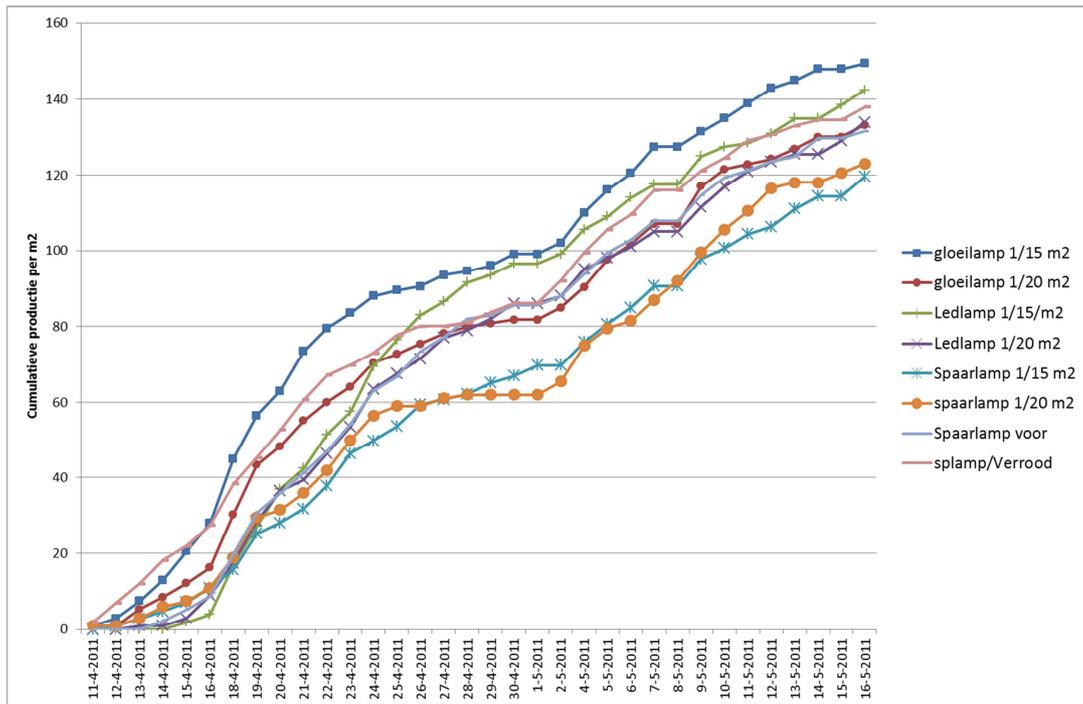
Tabel 3: Hoeveelheid stek en pluus per tak verder ontwikkeld dan stadium 2 (gereageerd).

<i>lamp en dichtheid</i>	<i>Aantal pluus</i>	<i>Aantal stek</i>	<i>Vers gew. stek en pluus</i>	<i>Droog gew. stek en pluus</i>
gloeilamp 1/15 m ²	2.10	0.98	3.22	0.49
gloeilamp 1/20 m ²	1.73	1.05	2.96	0.44
LED lamp 1/15 m ²	1.59	1.16	3.23	0.46
LED lamp 1/20 m ²	1.79	1.57	4.05	0.59
Sp/verrood m ²	1.42	1.37	3.86	0.56
sp voor 1/20 m ²	1.83	1.52	4.02	0.57
sp achter 1/15 m ²	1.66	1.90	5.90	0.81
sp achter 1/20 m ²	1.94	2.42	5.24	0.72

Zoals op het oog al leek was de hoeveelheid stek onder spaarlampen hoog en onder gloeilampen laag. Ook onder LED lampen lijkt de hoeveelheid stek en pluus lager te zijn en lijkt te gelden hoe meer lampen hoe minder stek. Verroodlampen bij spaarlampen lijkt de hoeveelheid stek en pluus te verminderen. De grote hoeveelheid pluus onder gloeilampen kan gedeeltelijk ook veroorzaakt zijn doordat onder gloeilampen de takken het verst ontwikkeld waren. Al is de hoeveelheid stek en pluus wel uitgedrukt per gereageerde tak.

3.3 Productie

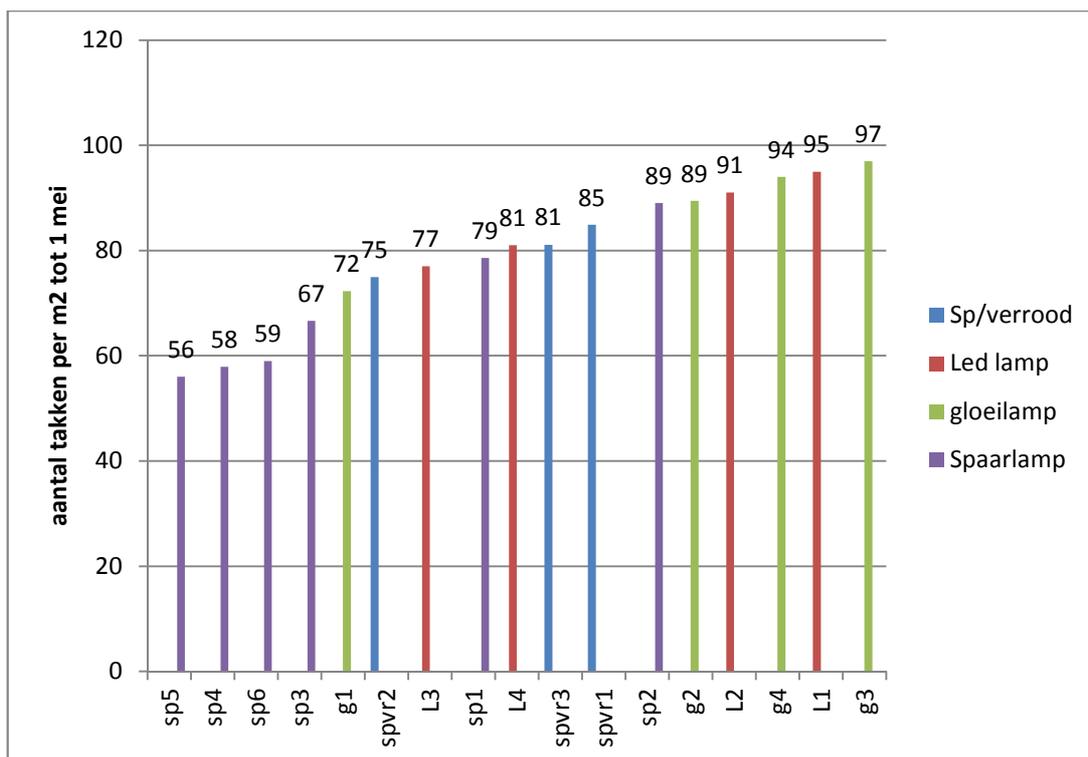
De productie is vanaf de eerste oogst op 11 april tot 15 mei geteld door Louis van der Hoorn. Bij ieder veldje hing een kladblok waarop het aantal takken direct bij de oogst is genoteerd. De cumulatieve productie is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Cumulatieve productie per netto m² per behandeling vanaf start oogst tot 16 mei.

Onder spaarlampen + verroodlampen kwam de productie als eerste los. Met vier dagen vertraging kwam echter ook de productie onder het veld met 1 LED lamp per 15 m² los (1/15). Dit komt overeen met de waarneming van ontwikkelingsstadium op 4 april. Tussen 24 en 30 april vlakke de productie af. Vermoedelijk was toen de productiegolf van de takken die gereageerd hadden op de eerste periode van belichten voorbij. Bij LED lampen is deze afvlakking veel minder zichtbaar. Als gevolg hiervan is het aantal geoogste takken op 1 mei nagenoeg gelijk aan de productie onder gloeilampen. Bij spaarlampen + verroodlampen vlakke de productie vrij vroeg af. Mogelijk hadden op het moment van de eerste belichting nog relatief weinig scheuten meer dan 7 bladparen.

Na 1 mei lijken de lijnen redelijk evenwijdig te lopen, al lijken de veldjes onder spaarlampen de achterstand wel weer enigszins in te lopen. Vervroeging van de productie is met name tot 1 mei interessant. De prijsvorming is over het algemeen beter dan na 1 mei en als een gewas voor 1 mei al veel takken kwijt is worden vaak over het hele jaar ook meer anders geoogst. De telling van de productie is 16 mei gestopt. Niet alle takken waren toen geoogst, dus over de totaal productie van de 1^{ste} snee is geen uitspraak mogelijk. De plant heeft meer tijd om een tweede en derde snee te maken. Daarom is de productie tot 1 mei apart in een grafiek gezet (figuur 5).



Figuur 5: Aantal geogste takken per netto m² tot 1 mei per waarnemingsveldje.

In figuur 5 is af te lezen dat met name de veldjes onder gloeilampen 1/15 m² en Led lampen 1/15 m² voor 1 mei veel takken hebben gegeven. Indien minder lampen zijn opgehangen wordt bij gloeilampen en in mindere mate ook bij LED lampen het resultaat zeer wisselend. Het verschil met spaarlampen op de achterste helft kan meer dan 30 takken per m² zijn. Opvallend is ook dat de veldjes onder spaarlampen + verroodlampen wel vroeg in productie kwamen, maar toch ongeveer 10 takken minder gaven voor 1 mei. Dit productieverval is minder het geval bij de veldjes onder spaarlampen voor in de kas. Dit kan het gevolg zijn van strooilicht, maar ook van temperatuurverschillen in de kas. Het is goed mogelijk dat op het moment dat met belichten is gestart het aantal takken met 7 bladparen niet op alle plaatsen in de kas gelijk was onder invloed van temperatuurverschillen en/of bijvoorbeeld schaduw. Bij een lagere temperatuur kun je een zwaardere kwaliteit bloemen verwachten. Op 3 momenten is ook het gewicht van de gezamenlijke oogst van 2 veldjes per behandeling gewogen. Doordat niet alle veldjes gelijk in productie kwamen moet wel in het oog gehouden worden dat de eerste takken vaak iets zwaarder zijn dan takken die later komen. De takken bij de vroeg producerende veldjes kunnen daardoor iets lichter zijn. In tabel 4 is het resultaat van de gewicht metingen af te lezen.

Tabel 5: <titel invoeren>

<i>lamp en dichtheid</i>	<i>19 april</i>	<i>22 april</i>	<i>5 mei</i>	<i>gemiddeld takgewicht</i>
spaarlamp 1/15 m2	54.5	51.2	59.0	54.9
Spaarlamp 1/20 m2	49.8	47.2	60.0	52.3
Ledlamp 1/20 m2	49.5	49.7	49.3	49.5
Ledlamp 1/15 m2	50.5	45.4	50.3	48.7
Spaarlamp voor	45.0	50.2	48.3	47.8
gloeilamp 1/20 m2	43.4	41.5	42.1	42.3
sp/verrood	42.4	40.6	43.0	42.0
gloeilamp 1/15 m2	38.2	36.2	39.0	37.8

Onder spaarlampen, maar ook onder Led lampen zijn de takken toch wel duidelijk zwaarder. Dit zijn ook de veldjes die later in productie zijn gekomen. Echter het verschil in takgewicht is op alle drie de weegmomenten nagenoeg gelijk. Doordat de takken onder spaarlampen + verrood ook nog langer waren, was de kwaliteit op het oog minder

dan de overige behandelingen. Bij geen van de behandelingen was de kwaliteit uiteindelijk zoveel minder dat een klasse lager gesorteerd moest worden.

Op het ontstaan van dit verschil in takgewicht kunnen twee factoren van invloed zijn geweest; lichtspectrum en temperatuur (langere uitgroei duur).

3.4 Temperatuur

Het verschil tussen de veldjes voor en achter in de kas onder spaarlampen is groot. Andere opvallende waarnemingen zijn de vertraging in de ontwikkeling onder LED lampen en de vroege, maar lage productie onder spaarlampen met verrood. Als verklaring voor deze waarnemingen zijn drie factoren aan te wijzen.

1. Horizontale temperatuurverschillen in de kas.
2. Strooilicht van gloeilampen en LED lampen in vak spaarlampen voor in de kas (maar 1 tralie)
3. Verschil in lichtspectrum

De invloed van temperatuur is vooraf voorzien en in de kas zijn 2 temperatuurloggers geplaatst. Aan de zuidzijde in het vak met LED lampen en aan de noordzijde in het vak met gloeilampen. De verwachting vooraf was dat de zuidzijde de warme kant zou zijn omdat hier vaker de zon schijnt. Deze kant grenst echter ook aan een buitengevel, terwijl het vak gloeilampen aan een binnengevel grenst. Er is helaas geen temperatuurwaarneming gedaan in de achterzijde van de afdeling. De temperatuur is elk uur vastgelegd. Als nachtperiode is 0.00 tot 8.30 uur onderscheiden van de dag. In tabel 6 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 6: Temperatuur (°C) in de kas aan de Noord en Zuidzijde van de kas.

Maand	dag/nacht	Tussen gewas		Meetbox hoogte	
		Noordzijde	Zuidzijde	Noordzijde	Zuidzijde
Feb	Dag	17.1	16.3	17.1	16.3
	Nacht	15.2	14.5	15.1	14.4
Mrt	Dag	20.9	20.1	21.1	20.6
	Nacht	16.0	15.5	16.2	15.7
April	Dag	23.0	21.9	23.2	22.9
	Nacht	16.8	16.3	17.0	16.3
Mei	Dag	22.5	21.7	24.3	22.4
	Nacht	15.8	15.6	16.8	15.7

Er lijkt sprake van een klein temperatuurverschil waarbij de zuidzijde opvallend genoeg kouder lijkt dan de noordzijde. In andere jaren ziet Louis een omgekeerd beeld. Het verschil is echter maar klein. Het overstijgt de meetfout die je normaal gesproken kunt verwachten maar nauwelijks. Het is de vraag of dit temperatuurverschil alleen een verklaring biedt voor de gevonden verschillen in bloeitijdstip. Het is jammer dat de oost/west temperatuurverdeling niet is vastgelegd. Als de temperatuur achter in de kas ook iets lager is geweest kan dit ertoe geleid hebben dat minder scheuten bij de eerste keer belichten 7 bladparen hadden. Dit kan de vroege, maar iets lagere productie bij spaarlampen + verrood verklaren. Bij het verschil tussen het voorste vak spaarlampen speelt strooilicht vermoedelijk toch wel een rol. De aanwezigheid van blauw licht kan een rol spelen bij een hoger takgewicht. Er is relatief lang belicht en er is een hoge temperatuur aangehouden zonder dat de kwaliteit te veel achteruit is gegaan. Dat het voorjaar erg licht was kan hierbij een rol gespeeld hebben. Indien de waargenomen vertraging het gevolg is geweest van temperatuurverschillen dan moet bij vervroegen van een anjergewas met stuurlicht rekening gehouden worden met een interactie tussen daglengte, lichtspectrum en temperatuur.

4 Conclusie en aanbevelingen

4.1 Conclusies

De volgende conclusies kunnen uit de resultaten van dit onderzoek afgeleid worden. bij het lezen van deze conclusies moet rekening gehouden worden met het feit dat de resultaten niet statistisch zijn onderbouwd. Daarnaast dat de omstandigheden in de kas niet gelijk waren en daarmee de ontwikkelingssnelheid van het gewas ook niet.

- Bij gebruik van zowel gloeilampen als LED lampen geeft een dichtheid van 1 lamp per 15 m² een sterkere reactie dan 1 lamp per 20 m². Meer lampen per m² resulteert ook in meer gemeten PAR licht op veldniveau.
- Onder LED lampen is een gelijke productie voor 1 mei gerealiseerd als onder gloeilampen met een zwaardere kwaliteit, maar de productie kwam wel 4 dagen later op gang en liep gelijkmatiger over in de tweede productiepik.
- Spaarlampen geven een sterk wisselend resultaat, maar over het algemeen is de productie tot 1 mei lager, dit kan zeker 30 takken lager zijn ten opzichte van gloeilampen en LED lampen. De takken zijn wel zwaarder dan onder gloeilampen. Ook onder LED lampen waren de takken iets zwaarder dan onder gloeilampen.
- Het aanvullen van spaarlampen met Verrood LED lampen geeft een duidelijke aantoonbare vervroeging. De productie tot 1 mei lijkt iets achter te blijven, maar de locatie van de proefvelden in de kas kan hierbij een rol gespeeld hebben. Door strekking kan de kwaliteit wel iets afnemen.
- Tussen de behandelingen is een duidelijke invloed gezien op het ontstaan van pluis en stek. Onder spaarlampen neemt de hoeveelheid stek toe. Verroodlampen verminderen dit aanzienlijk. Onder LED lampen en gloeilampen is de hoeveelheid stek minder, mits er 1 lampen per 15 m² hangt. De waargenomen verschillen in hoeveelheid pluis zijn als gevolg van verschil in ontwikkelingsstadium niet goed te interpreteren.
- Er is een temperatuurverschil gemeten tussen de Noord en Zuidzijde van de kas. De Noordzijde van de kas, gelegen aan een binnengevel is iets warmer geweest. Dit temperatuurverschil is steeds 0,5 tot 1°C geweest. Er is van Oost naar West geen goede meting verricht.
- Het lichtspectrum bij stuurlicht heeft invloed op zowel de kwaliteit als de bloeminductie bij de plant. De hoeveelheid verroodlicht speelt hierbij een rol, maar waarschijnlijk ook rood en blauw licht.

4.2 Aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek kan voorzichtig geconcludeerd worden dat LED lampen voor vervroegen van de oogst van anjers meer perspectief bieden voor vervanging van de gloeilamp dan spaarlampen. Spaarlampen kunnen misschien weer wel bij sommige soorten ingezet worden om de kwaliteit zwaarder te maken. Het lijkt erop dat het mogelijk is om met lichtspectrum zowel de kwaliteit, de hoeveelheid stek en pluis als het bloeitijdstip te beïnvloeden. Hierbij spelen temperatuur en belichtingsduur ook een rol. Afhankelijk van de wens van de kweker voor het eindproduct van een ras moet op de juiste tijd, gedurende de juiste tijd, de juiste hoeveelheid licht wordt gegeven van de juiste kleur en bij de juiste temperatuur.

Bovenstaande conclusie geeft al aan dat het sturen op zowel bloeitijdstip als kwaliteit een complexe teelthandeling is die veel kennis vereist. Meer onderzoek naar de specifieke invloed van lichtspectrum en de interactie met temperatuur bij sterk en minder sterk reagerende soorten strekt tot de aanbeveling. De volgende aandachtspunten zijn hiervoor belangrijk:

- De optimale verhoudingen rood, verrood en blauw licht op de kwaliteit en bloeminductie van anjer bij het geven van stuurlicht bij sterk en minder sterk reagerende rassen.
- De mogelijkheid om met LED lampen (met specifiek spectrum) ook te belichten bij soorten die met gloeilampen niet goed (met behoud van kwaliteit) te belichten zijn.
- Optimale lichtintensiteit voor vervroegen van anjers en de invloed van lamptype.
- Optimale belichtingsduur bij gebruik van spaarlampen + verrood en Led lampen bij anjers.
- Interactie tussen temperatuur, dagverlenging en kwaliteit bij vervroegen van anjers

Bijlage I. resultaten van alle lichtmetingen

I = LED philips greenpower RWV 18 W									
s = Philips spaarlamp Master PLE 33W									
g = gloeilamp 150 W									
vr = LED philips greenpower V 16 W									
II = LED Lemnis Oreon retrofit strawberry 12 W									
s2 = Philips spaarlamp 20 W									
kas	lamp	W/lamp	lamp/m2	W/m2	lamp hoogte	onder/tussen lamp	meetwaarden PAR in umol		
							veld	1,5 m boven veld	2,25 m boven veld
achter links	I	18	0.05	0.9	4,5m	onder	0.5	0.67	1
achter links	I	18	0.05	0.9	4,5m	tussen	0.46	0.41	0.32
achter links	I	18	0.07	1.2	4,5m	onder	0.57	0.76	1.01
achter links	I	18	0.07	1.2	4,5m	tussen	0.43	0.44	0.39
achter links	s	33	0.05	1.65	4,5m	onder	0.87	1.03	1.46
achter links	s	33	0.05	1.65	4,5m	tussen	0.82	0.88	0.77
achter links	s	33	0.07	2.2	4,5m	onder	1.06	1.5	2
achter links	s	33	0.07	2.2	4,5m	tussen	0.91	1.01	1.02
achter rechts	g	150	0.05	7.5	4,5m	onder	0.8	1.14	1.67
achter rechts	g	150	0.05	7.5	4,5m	tussen	0.75	0.71	0.63
achter rechts	g	150	0.07	10	4,5m	onder	1.28	1.67	2.4
achter rechts	g	150	0.07	10	4,5m	tussen	0.87	0.81	0.68
achter rechts	s + vr	33	0.05	1.65	4,5m	onder	0.83	0.96	1.38
achter rechts	s + vr	33	0.05	1.65	4,5m	tussen	0.76	0.83	0.71
achter rechts	s	33	0.07	2.2	4,5m	onder	0.93	1.31	1.93
achter rechts	s	33	0.07	2.2	4,5m	tussen	0.83	0.88	0.8
overige metingen									
tussenkas	II	12	0.1	1.2	3,5 m	onder	1.3	3.49	7.89
tussenkas	II	12	0.1	1.2	3,5 m	tussen	1.09	0.49	0.14
tussenkas	s2	20	0.1	2	3,5 m	onder	1.25	2.04	5.2
tussenkas	s2	20	0.1	2	3,5 m	tussen	0.98	0.94	0.66
tussenkas	s2 zonder kap	20	0.1	2	3,5 m	onder	0.81	0.8	1.38
tussenkas	s2 zonder kap	20	0.1	2	3,5 m	tussen	0.62	0.66	0.4

Bijlage II. Lichtspectrum van de gebruikte lampen

De absolute hoeveelheid fotonen is niet zuiver gemeten, daarom is in de grafieken op de y-as geen schaalverdeling weergegeven. De grafieken geven het relatieve aandeel van kleuren in het spectrum van de lamp weer. Ter beeldvorming. Grof gesteld kan het licht tussen 700 en 800 nm kan als verrood aangeduid worden, tussen 600 en 700 nm als rood en tussen 400 en 500 als blauw.

