



GLITCH

Energie efficiënte belichtingstechnieken in hogedraad komkommer – Teeltronde 2

Proefperiode: 30 oktober 2019 – 20 maart 2020

Proef uitgevoerd door: Innoveins facilitair en Botany BV



Titel	Energie efficiënte belichtingstechnieken in hogedraad komkommer – Teeltronde 2
Proefperiode	30 oktober 2019 – 20 maart 2020
Contactgegevens	Innoveins Facilitair en Botany BV Maarten Vliex / Conny Vervoort maarten.vliex@botany.nl / conny.vervoort@botany.nl
Project	Dit onderzoek vond plaats binnen het project GLITCH. GLITCH zet in op de ontwikkeling van innovatieve energie-efficiënte en klimaatneutrale teelttechnieken en -systemen in de glastuinbouw. https://glitch-innovatie.eu/
Steunvermelding	Dit onderzoek wordt enerzijds mogelijk gemaakt met de steun van het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Anderzijds wordt het project ondersteund vanuit het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), de Provincie Antwerpen, Het Vlaams Kabinet Omgeving, Natuur en landbouw, de provincie Limburg (NL) en het Nederlands Ministerie van Economische zaken.



1. Samenvatting / Abstract

Om in de Nederlandse glastuinbouw jaarrond komkommers te kunnen telen, is assimilatie belichting noodzakelijk. Momenteel worden met name SON-T lampen gebruikt om bij te belichten in de donkere maanden. In verband met de stralingswarmte van deze lichtbron is het noodzakelijk de lampen boven het gewas te hangen. Het nadeel hiervan is dat het licht, net als het natuurlijke licht, voor een deel gereflecteerd wordt en niet onderin het gewas komt. LED tussenbelichting zou in dit geval een optie te kunnen zijn, aangezien LED lampen minder warmte uitstralen en daardoor tussen het gewas gehangen kunnen worden. Daarnaast zijn LED lampen efficiënter dan SON-T lampen waardoor ze potentie hebben om in de glastuinbouw gebruikt te worden. Op dit moment is er nog niet veel bekend over het vergelijk van SON-T belichting met LED belichting (zowel top- als tussenbelichting) en het effect op de plantgroei, ontwikkeling en productie. Daarnaast is het noodzakelijk meer informatie op te doen over het gebruik van verschillende lichtspectra in de komkommerteelt. Daarom werd een onderzoek opgestart waarbij SON-T, in combinatie met LED Toplights vergeleken werd met SON-T in combinatie met Interlights en LED Toplights in combinatie met LED interlights. Daarnaast werden verschillende spectra getest waarbij de 'standaard' toplights (DR/W/LB FR) lampen vergeleken werden met diezelfde Toplights in combinatie met 'extra' groen licht en 'extra' blauw licht dat gegenereerd werd door het toevoegen van dynamische modules. Gedurende de teelt traden enkele verschillen op in plantontwikkeling tussen de verschillende behandelingen, maar deze verschillen verdwenen naarmate de teelt vorderde. Wat betreft opbrengst, werd in de hybride behandelingen een significant verschil gevonden tussen de top- en interlight behandeling waarbij de interlight behandeling achterbleef. Dit verschil was in de volledige LED behandeling niet zichtbaar. Hoewel de verschillen niet significant waren, lieten de verschillende spectra ook verschillen in opbrengst zien: zo was de opbrengst gedurende de gehele teelt het laagst bij de 'extra' blauw behandeling en liet de 'extra' groen behandeling verrassende resultaten zien door aan het einde van de teelt een betere productie te realiseren ten opzichte van de SON-T + Toplight behandeling. Op basis van de resultaten van dit onderzoek, kan voorzichtig geconcludeerd worden dat tussenbelichting geen toegevoegde waarde heeft ten opzichte van topbelichting, met het huidige spectrum in de hoge draad komkommerteelt. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat er interessante resultaten naar boven zijn gekomen door gebruik te maken van verschillende spectra. Het is interessant om hier tijdens een vervolgonderzoek op verder te borduren. Kortom, wanneer het spectrum toegespitst wordt op de komkommerteelt, biedt LED verlichting een interessante mogelijkheden om jaarrond komkommers te produceren.



2. Inhoudsopgave

1. Samenvatting / Abstract	3
3. Inleiding	5
4. Proefopzet	6
4.1 Proefbeschrijving	6
4.2 Teeltgegevens	6
4.3 Beoordelingen.....	6
5. Resultaten en bespreking.....	7
5.1 Lengtegroei	7
5.2 Bladafsplitsing.....	11
5.3 Vruchtzetting	15
5.4 Biomassa bladeren en vruchten.....	19
5.5 Relatieve wateropname	22
5.6 Opbrengst	24
5.6.1 Vruchtgewicht	28
5.7 Lichtefficiëntie	29
5.8 Energieverbruik	31
5.9 Algemene gewasstand	32
6. Conclusies	33
6.1 Effect van top/interlights op de onderzochte parameters.....	33
6.2 Effect van de lichtspectra op de onderzochte parameters.....	34
Bronvermelding.....	36
Bijlage I: Proefopzet	37
Bijlage II: Klimaat condities	38
Bijlage III: Algemene gewasstand	39
Bijlage IV: Aanvullende resultaten.....	39



3. Inleiding

Om jaarrond komkommers te kunnen telen in de Nederlandse glastuinbouw, is assimilatiebelichting noodzakelijk. Omdat de dagelijkse lichtsom (DLI) in de wintermaanden te laag is, wordt gebruik gemaakt van lampen om bij te belichten in deze donkere maanden. In de praktijk worden hiervoor meestal hogedruk natrium lampen (SON-T) gebruikt, die boven het gewas opgehangen worden. Door de stralingswarmte die wordt uitgestoten door de SON-T lampen, is het noodzakelijk om deze lampen boven het gewas te hangen in de Nederlandse kassen (Hovi et al. 2004, Hovi-Pekkanen and Tahvonen 2008). Het nadeel van het plaatsen van SON-T lampen boven het gewas, is dat het assimilatielicht op deze manier snel uitdooft in het gewas (vergelijkbaar met natuurlijk daglicht). Daarnaast wordt bij toplicht een gedeelte van het licht gereflecteerd door de bovenste bladeren (6 – 7%). Tussenbelichting zou in dit geval uitkomst kunnen bieden omdat het gereflecteerde licht niet meteen verloren gaat, maar nog geabsorbeerd kan worden door omliggende bladeren (Goudriaan and Van Laar 1994, Marcelis et al. 1998).

De afgelopen jaren hebben veel ontwikkelingen plaatsgevonden van LED lampen die geschikt zijn voor de glastuinbouw, met name voor lage gewassen zoals sla (Hahn et al. 1996, Li et al. 2014). De efficiëntie van LED verlichting is beter dan van SON-T lampen ($\mu\text{mol PAR J}^{-1}$ elektriciteit) en deze efficiëntie wordt nog steeds verbeterd (Ouzonis et al. 2015). Daarnaast stralen LED lampen vrijwel geen warmte uit en zouden ze hierdoor dus ook geschikt kunnen zijn als tussenbelichting in dichte gewassen, zoals de vruchtgroente gewassen in de Nederlandse glastuinbouw.

De productie van warmte, relatief aan de productie van licht, is hoger in SON-T lampen in vergelijking tot LED lampen. Daarnaast stralen SON-T lampen warmte uit naar beneden, terwijl LED lampen de warmte die ze produceren, naar boven uitstralen. Dit resulteert in een lagere bladtemperatuur onder LED verlichting in vergelijking tot SON-T verlichting, waardoor het in sommige gevallen nodig is om meer buistemperatuur te gebruiken onder LED verlichting (Jokinen et al. 2011).

Momenteel is er weinig bekend over het vergelijk van SON-T belichting met LED belichting (zowel top- als tussenbelichting) en het effect op plantgroei, -ontwikkeling, productie, en energie efficiëntie. Daarnaast is het nodig om meer informatie op te doen over het effect van verschillende lichtspectra op bovengenoemde parameters, aangezien uit onderzoek is gebleken dat het kopiëren van het reguliere tomatenrecept (95% rood 5% blauw) niet succesvol is voor de komkommerteelt (De Win, 2019).

Daarom werd dit jaar een hogedraad teelt komkommer opgezet om onderzoek te doen naar bovenstaande vragen. Hierbij werd effect van tussenbelichting ten opzichte van toplicht onderzocht, in zowel een hybride (SON-T + LED) als een volledige LED situatie. Daarnaast werd het effect van verschillende LED spectra getest, waarbij SON-T lampen dienden als referentie. Zo werd extra blauw toegevoegd omdat de hypothese was dat blauw licht de huidmondjes opent en dat hiermee de wateropname gestimuleerd zou worden. Daarnaast werd extra groen licht toegevoegd omdat SON-T bij de vorige teeltproef een hogere productie liet zien ten opzichte van de LED toplights. Aangezien SON-T lampen een groot aandeel wit licht in het spectrum hebben zitten (waaronder groen licht), werd verwacht dat toevoeging van extra groen licht aan het LED spectrum, wellicht een positief effect zou kunnen hebben op de plantontwikkeling en productie. Tot slot werd er gerekend aan de verschillen in energieverbruik tussen een hybride en volledige LED situatie.



4. Proefopzet

4.1 Proefbeschrijving

Voor dit onderzoek zijn twee kascompartimenten (250 m²) gebruikt. Eén afdeling (afdeling 45) werd een hybride afdeling, met aan de linkerkant SON-T belichting, gecombineerd met LED Toplights (DR/W/LB FR). Aan de rechterkant van de afdeling werd SON-T gecombineerd met LED interlights (R/B). Het tweede kascompartiment (afdeling 46) werd gebruikt als full LED afdeling waarbij de afdeling werd opgedeeld in vier vakken: linksachter werden LED toplights (DR/W/LB FR) opgehangen, links voor werden diezelfde toplights gecombineerd met dynamische LED armaturen waarmee 'extra' groen licht gegeven werd. Rechts achter werden de LED toplights gecombineerd met LED interlights en rechts voor werden LED toplights opgehangen, samen met dynamische LED armaturen waarmee 'extra' blauw licht gegeven werd. Alle lichtrecepten gaven 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR licht. Voor een overzicht van de spectrale verdeling van alle belichtingsbronnen, zie tabel 1.

Beide afdelingen bestonden uit 8 goten, waarop het ras Hi Power (Nunhems) werd gepland. Om randeffecten zoveel mogelijk uit te sluiten, werden de meetplanten geselecteerd op goot 2 en 3 en op goot 6 en 7. Per behandeling werd gebruik gemaakt van vier herhalingen, waarbij iedere herhaling bestond uit 5 planten.

Tabel 1: Lichtkwaliteit per type belichtingsbron

LICHTBEHANDELING	LICHTKLEUREN	PERCENTAGE
SON-T	Blauw; groen; rood; verrood	4%; 43%; 53%; 11%
LED TOPLIGHTS	Blauw; groen; rood; verrood	6%; 9%; 85%; 10%
LED INTERLIGHTS	Blauw; rood	5%; 95%
LED 'EXTRA GROEN'	Blauw; groen; rood; verrood	8%; 13%; 79%; 10%
LED 'EXTRA BLAUW'	Blauw; groen; rood; verrood	15%; 8%; 77%; 10%

4.2 Teeltgegevens

Komkommerplanten (*Cucumis sativus*) van het ras Hi Power werden gezaaid bij een externe platenkweker. Op 30 oktober zijn de planten van beide variëteiten op de steenwolmatten geplaatst bij Botany B.V. Hierbij werd voor een plantdichtheid van 2,6 planten per m² gekozen. Klimaatomstandigheden (temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en CO₂ concentratie) werden in eerste instantie aan elkaar gelijk gesteld in beide afdelingen (bijlage II). Temperatuur werd ingesteld op een etmaaltemperatuur van 21 °C, luchtvochtigheid werd ingesteld op 80% en CO₂ concentratie werd ingesteld op 800 ppm. Na verloop van tijd, bleek een hogere minimum buis nodig te zijn in de full LED afdeling waardoor de etmaaltemperatuur hier ongeveer 0,5 °C hoger lag. De planten kregen water via een druppelirrigatiesysteem met een voedingsoplossing met een gemiddelde EC van 2,5 en een pH van 6.

Nadat de planten geplant waren op 30 oktober, werd gestart met 8 uur assimilatiebelichting. Deze periode van bijbelichten werd iedere twee dagen verhoogd met 1 uur tot een fotoperiode van 18 uur was bereikt. De interlights werden pas ingeschakeld toen de kop van de planten aan de strengen voorbij was. Koptemperatuur van de planten werd wekelijks gemeten met behulp van een infrarood meter. Voor deze data, zie bijlage II. Op het moment dat de straling van buiten hoger was dan 350 W/m²/s, gingen de toplights in beide afdelingen uit.

4.3 Beoordelingen

Tijdens dit onderzoek is de plantontwikkeling (lengtegroei, bladafplitsing en vruchtzetting) en opbrengst (aantal en gewicht) gemeten. Daarnaast het vers- en drooggewicht van enkele bladeren en vruchten per behandelingen bepaald. Tot slot werd het vochtgehalte in de mat gemonitord met behulp van GroSense sensoren. Aan de hand van de vochtpercentages die de GroSense sensoren registreerden, werd de relatieve wateropname van de behandelingen na de eerste 4 watergiftten bepaald aan de hand van de volgende formule: $100 - (\text{Vochtgehalte na interen watergift} / \text{vochtgehalte bij watergift}) \times 100\%$. Naast metingen aan de planten, werd er ook gerekend aan het energieverbruik in beide afdelingen.



5. Resultaten en bespreking

5.1 Lengtegroei

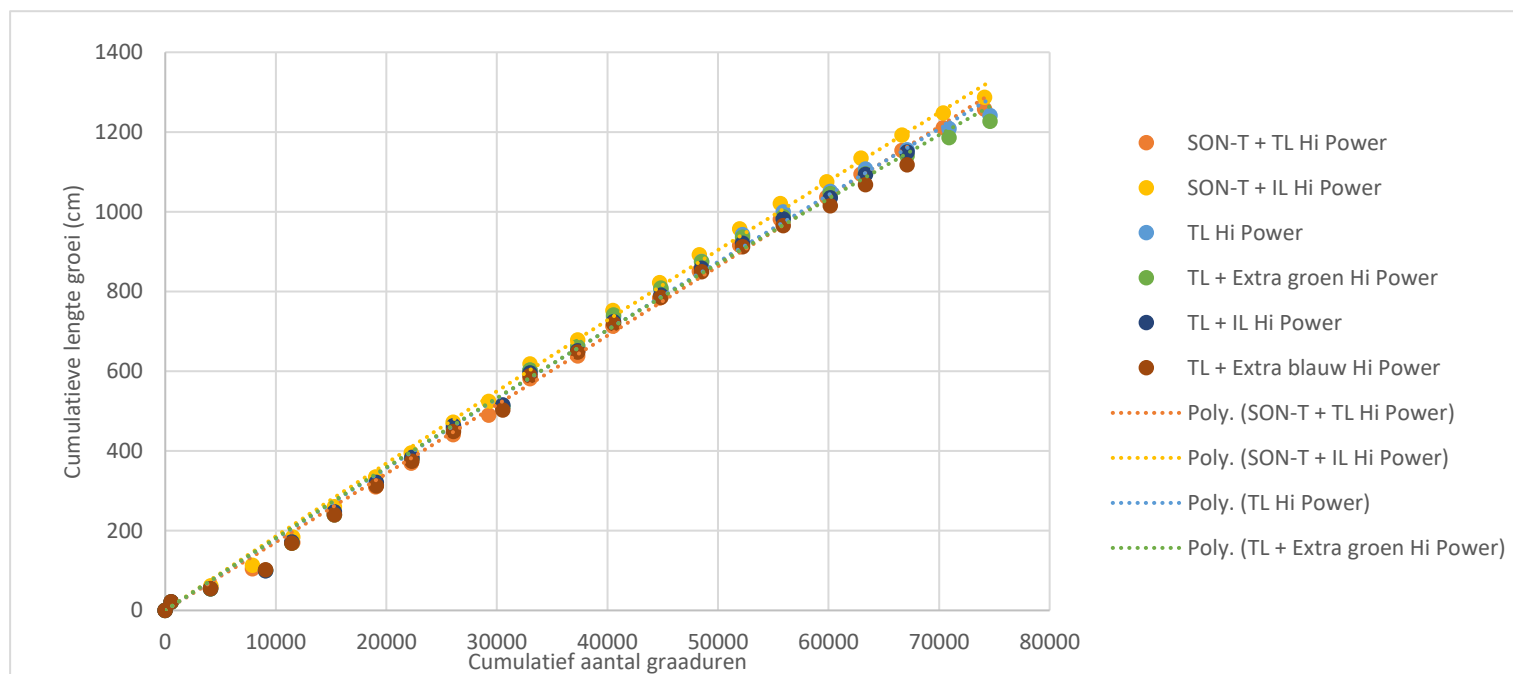
Gedurende de teelt werden significante verschillen in cumulatieve lengtegroei aangetoond tussen de verschillende behandelingen. (In bijlage IV zijn de wekelijkse lengtetoenames terug te vinden). Wanneer meer ingezoomd wordt op de resultaten en de het effect van de toplights vergeleken wordt met de interlights, wordt zichtbaar dat de behandelingen met interlights in een langere cumulatieve lengte resulteerde dan de toplight behandelingen. De interlights werden pas ingeschakeld nadat de kop van de plant er voorbij gegroeid was, waardoor deze behandelingen in het begin van de teelt minder licht hebben ontvangen bij dezelfde temperatuur. Vanaf de negende teeltweek werd het verschil in cumulatieve lengte tussen de interlight en toplight behandelingen kleiner. Na 14 teeltweken waren er geen significante verschillen meer tussen de interlight en toplight behandelingen. Als de verschillende spectra met elkaar vergeleken worden (SON-T + Top; LED Toplights; LED + extra groen en LED + extra blauw), valt op dat de eerste weken geen significante verschillen waarneembaar waren in cumulatieve lengtegroei. Vanaf de zevende week is de cumulatieve lengtegroei in de LED behandelingen significant hoger ten opzichte van de SON-T + Toplights behandeling. Dit effect blijft zichtbaar tot de tiende teeltweek, waarna de planten van de LED + extra blauw behandeling korter blijven ten opzichte van de overige behandelingen. Dit effect blijft tot aan het einde van de teelt zichtbaar.

Samengevat: Aan het begin van de teelt, werd een hogere lengtegroei waargenomen bij de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen. Daarnaast zorgde LED toplights + extra blauw licht voor kortere planten.

Tabel 2: Cumulatieve lengtegroei in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: p = 0.95; n =20

Behandeling	Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power		20.0	58.0 ab	104.9 ab	170.4 b	239.1	309.9 d	369.3 d	441.0 e	490.4 d	581.6 e	638.9 d
SON-T Interlights Hi Power		21.5	61.8 a	113.8 a	184.2 a	240.8	334.8 a	395.3 a	472.2 a	524.6 a	618.8 a	678.5 a
LED Toplights		21.6	54.5 b	99.6 b	170.4 b	240.4	314.7 cd	380.8 bc	456.9 c	512 b	602.2 bc	661.6 b
LED Extra groen		21.3	53.9 b	100.8 b	168.5 b	243	315.9 bc	381.4 bc	457 c	510.9 b	603.4 bc	662.2 b
LED Interlights		21.5	54.5 b	100.0 b	172.1 b	251.8	321.1 b	384.2 b	463.2 b	515.8 b	595.6 cd	651.4 bc
LED Extra blauw		22.1	54.9 b	102.4 b	168.8 b	248.8	312.3 cd	374.3 cd	448.9 d	502.6 c	588.7 d	648.3 cd
Behandeling	Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020	
SON-T Toplights Hi Power		713.2 d	783.9 c	851.7 c	916.6 bc	981.6 bc	1036.4 bc	1094.4 bc	1154.3 ab	1210.8 b	1257.8 ab	
SON-T Interlights Hi Power		752.2 a	822.1 a	892.1 a	957.0 a	1021.0 a	1075.5 a	1134.6 a	1192.3 a	1248.2 a	1287.1 a	
LED Toplights		733.6 bc	805.8 ab	872.9 b	942.7 ab	999.5 ab	1051.6 ab	1107.3 ab	1155.9 ab	1208.4 b	1241.3 b	
LED Extra groen		741.6 ab	809.1 ab	874.7 ab	936.6 abc	987.5 bc	1030.4 abc	1072.2 bc	1110.7 b	1149.4 b	1227.4 b	
LED Interlights		724.2 cd	791.2 bc	858.6 bc	921.3 bc	982.3 bc	1024.8 bc	1068.8 abc				
LED Extra blauw		719.3 cd	785.6 c	849.7 c	912.0 c	965.3 c	1015.3 c	1067.9 c				



Figuur 1: Cumulatieve lengtegroei in hoge draad komkommer

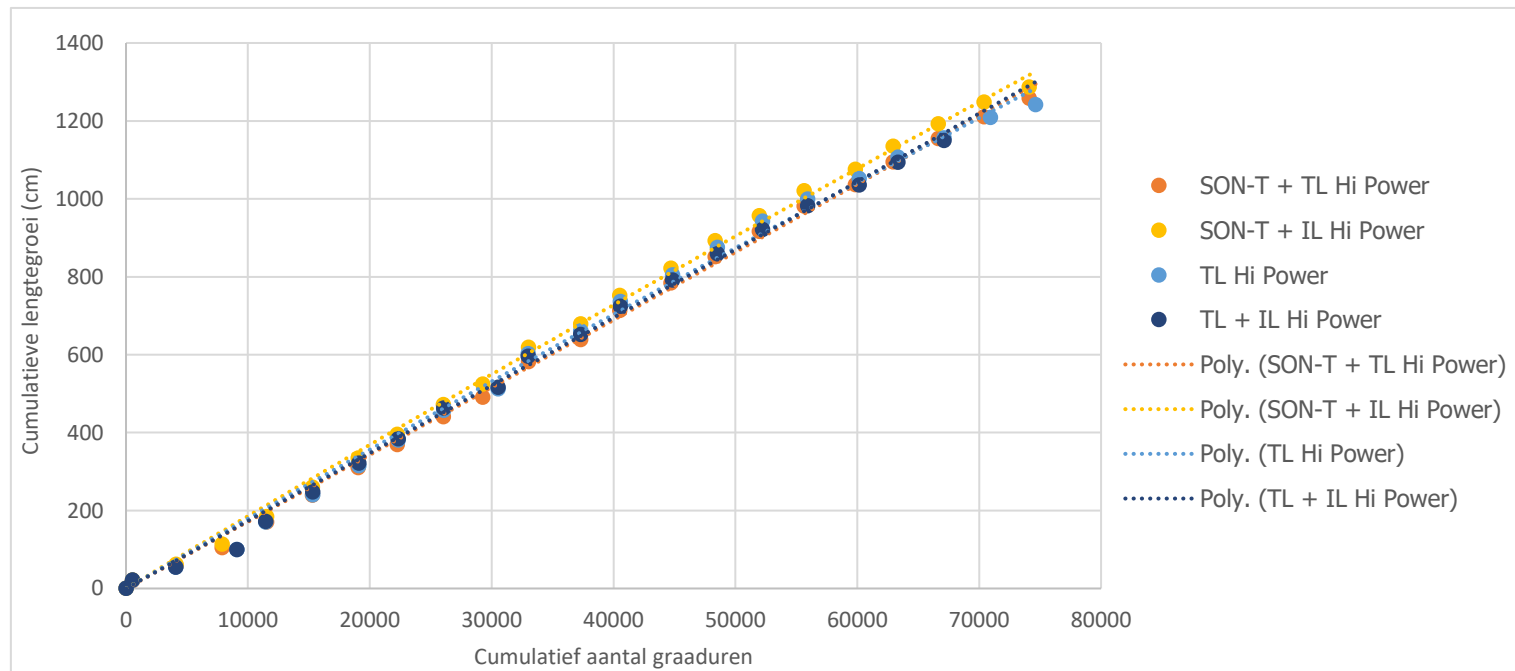
LSD: p = 0.95; n =20

Tabel 3: Effect van toplights en interlights op de cumulatieve lengtegroei in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power	20.0 b	58.0 b	104.9 ab	170.4 b	239.1	309.9 c	369.3 c	441.0 e	490.4 c	581.6 c	638.9 c
SON-T Interlights Hi Power	21.5 a	61.8 a	113.8 a	184.2 a	240.8	334.8 a	395.3 a	472.2 a	524.6 a	618.8 a	678.5 a
LED Toplights	21.6 a	54.5 c	99.6 b	170.4 b	240.4	314.7 c	380.8 b	456.9 c	512.0 b	602.2 b	661.6 ab
LED Interlights	21.5 a	54.5 c	100.0 b	172.1 b	251.8	321.1 b	384.2 b	463.2 b	515.8 ab	595.6 b	651.4 bc

Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020
SON-T Toplights Hi Power	713.2 b	783.9 b	851.7 b	916.6	981.6	1036.4	1094.4	1154.3	1210.8	1257.8
SON-T Interlights Hi Power	752.2 a	822.1 a	892.1 a	957.0	1021.0	1075.5	1134.6	1192.3	1248.2	1287.1
LED Toplights	733.6 ab	805.8 ab	872.9 ab	942.7	999.5	1051.6	1107.3	1155.9	1208.4	1241.3
LED Interlights	724.2 b	791.2 b	858.6 b	921.3	982.3	1024.8	1068.8			



Figuur 2: Effect van toplight en interlights op de cumulatieve lengtegroei in hoge draad komkommer

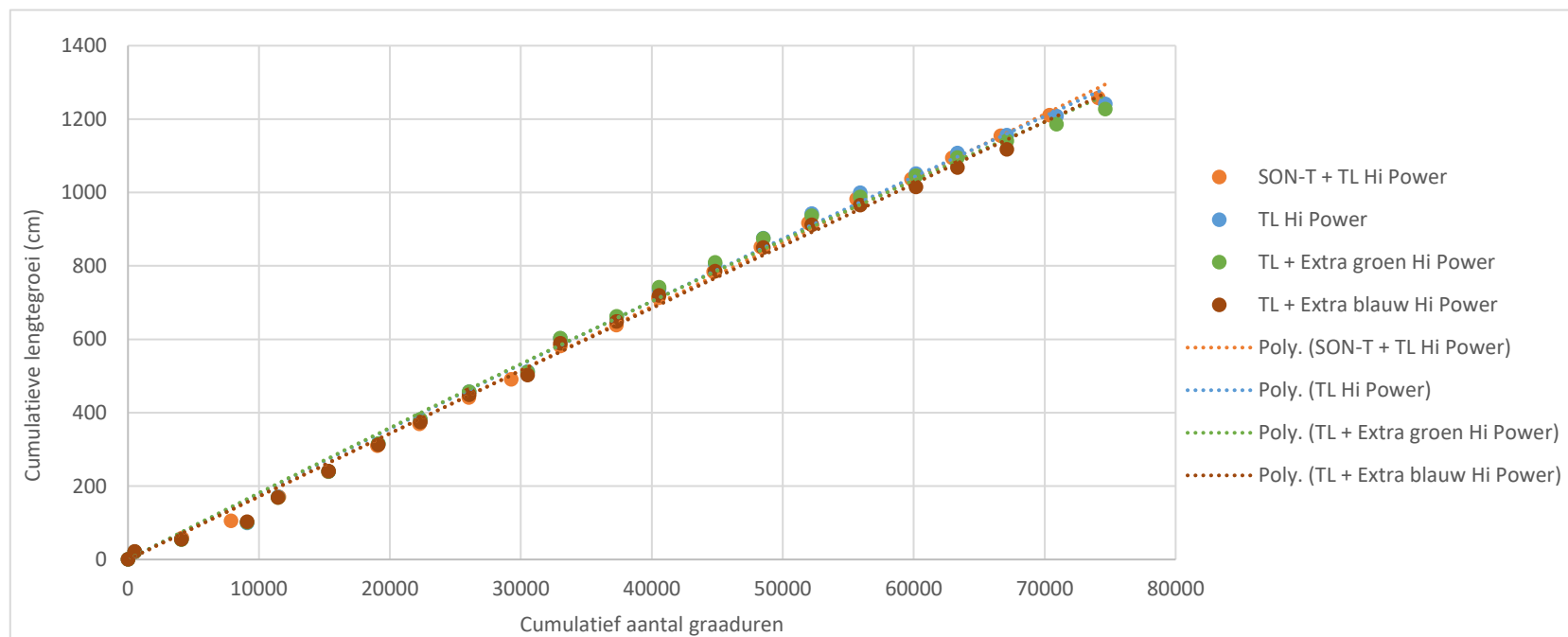
LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Tabel 4: Effect van lichtspectrum op de cumulatieve lengtegroei in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power	20.0	58.0	104.9	170.4	239.1	309.9	369.3 b	441.0 c	490.4 c	581.6 b	638.9 a
LED Toplights	21.6	54.5	99.6	170.4	240.4	314.7	380.8 a	456.9 a	512.0 a	602.2 a	661.6 a
LED Extra groen	21.3	53.9	100.8	168.5	243.0	315.9	381.4 a	457 a	510.9 a	603.4 a	662.2 a
LED Extra blauw	22.1	54.9	102.4	168.8	248.8	312.3	374.3 ab	448.9 b	502.6 b	588.7 b	648.3 b

Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020
SON-T Toplights Hi Power	713.2 b	783.9 b	851.7 b	916.6 b	981.6 b	1036.4 ab	1094.4 a	1154.3 a	1210.8	1257.8
LED Toplights	733.6 a	805.8 a	872.9 a	942.7 a	999.5 a	1051.6 a	1107.3 a	1155.9 a	1208.4	1241.3
LED Extra groen	741.6 a	809.1 a	874.7 a	936.6 a	987.5 ab	1030.4 a	1072.2 a	1110.7 ab	1149.4	1227.4
LED Extra blauw	719.3 b	785.6 b	849.7 b	912.0 b	965.3 c	1015.3 b	1067.9 b			



Figuur 3: Effect van lichtspectrum op de cumulatieve lengtegroei in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$



5.2 Bladafplitsing

Naast dat er verschillen optraden in lengtegroei tussen de verschillende behandelingen, traden er ook verschillen op in bladafplitsing. (In bijlage IV zijn de wekelijkse data van de bladafplitsing terug te vinden) Bij het vergelijken tussen de toplight en de interlight behandelingen, bleef de LED toplight behandeling achter op de overige behandelingen (SON-T + Toplights, SON-T + interlights en LED + interlights). Dit verschil was alleen gedurende de eerste drie teeltweken significant. Hoewel de verschillen niet significant zijn, valt op dat de cumulatieve bladafplitsing gedurende de hele teelt hoger ligt in de SON-T + Toplight behandeling ten opzichte van de LED Toplight behandeling. Ook bij de interlight behandelingen ligt de cumulatieve bladafplitsing vrijwel de hele teelt hoger in de SON-T afdeling ten opzichte van de LED afdeling (met uitzondering van teeltweek 7 t/m 10). Daarnaast lijkt er ook een effect van lichtspectrum op de cumulatieve bladafplitsing op te treden: toevoeging van zowel extra blauw als extra groen licht aan de toplights, zorgt voor een hogere bladafplitsing ten opzichte van de LED toplights. Echter, bij de combinatie van SON-T en Toplights, is de bladafplitsing gedurende vrijwel de gehele teelt hoger ten opzichte van de volledige LED behandelingen.

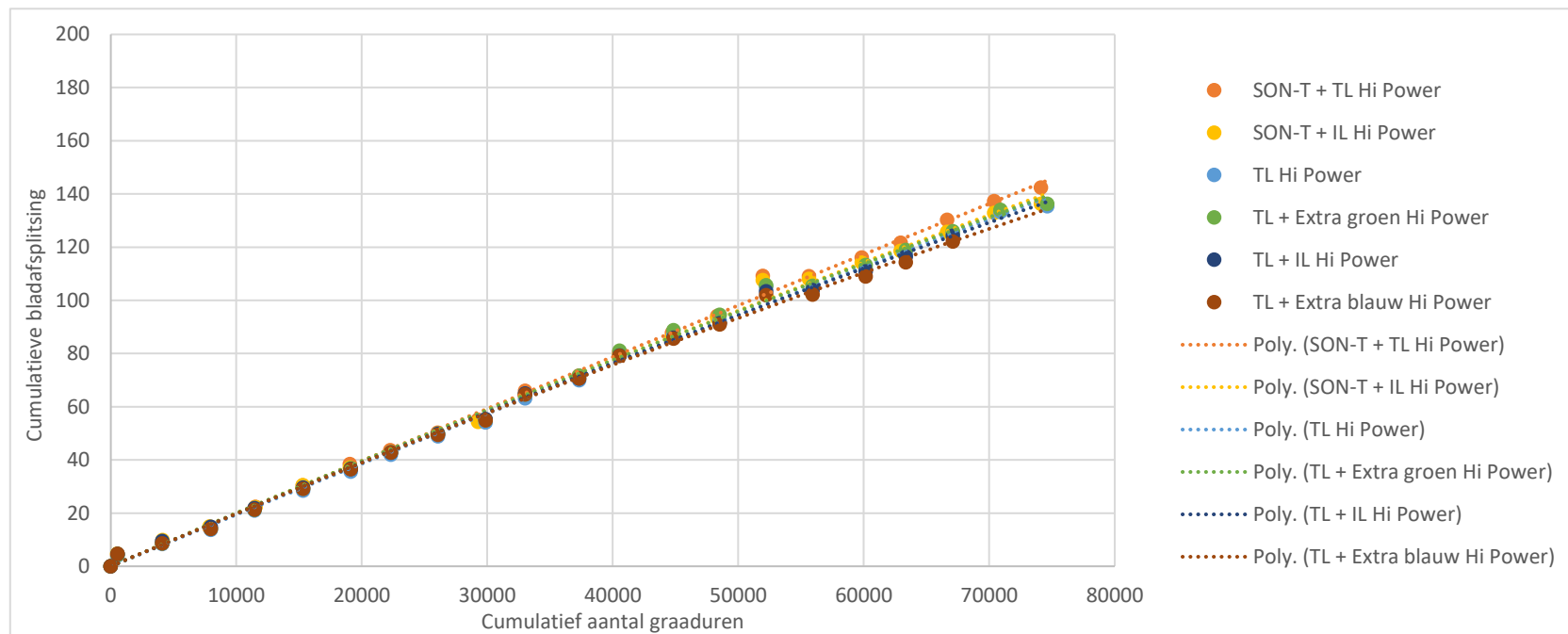
Samengevat: Aan het begin van de teelt, werd een lager cumulatief bladaantal waargenomen bij de LED toplight behandeling ten opzichte van de SON-T toplight en beide interlight behandelingen. Daarnaast ligt de bladafplitsing hoger in de hybride afdeling ten opzichte van de volledige LED afdeling. Tot slot lijkt lichtspectrum ook van invloed te zijn op bladafplitsing aangezien het cumulatief bladaantal hoger lag in de LED + extra groen en de LED + extra blauw ten opzichte van de 'standaard' toplight behandeling.

Tabel 5: Cumulatieve bladafplitsing in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power	4.3 ab	9.4 a	14.6 ab	22.4 a	30.4 a	38.4 a	43.7 a	50.3	55.1	66.0 a	71.7
SON-T Interlights Hi Power	4.8 a	9.9 a	15 a	22.3 a	30.5 a	37.1 b	42.6 ab	49.3	54.4	64.2 ab	70.8
LED Toplights	4.2 ab	8.4 b	13.7 c	21.0 b	28.5 b	35.7 c	41.9 b	48.9	54.1	63.2 b	70.0
LED Extra groen	4.2 b	8.7 b	14.2 bc	21.3 b	29.2 ab	36.8 bc	42.8 ab	49.9	55	64.7 ab	71.7
LED Interlights	4.6 ab	9.5 a	14.8 a	21.9 a	29.6 ab	36.6 bc	42.8 ab	49.8	55.4	65.0 ab	70.7
LED Extra blauw	4.6 ab	8.7 b	14.1 bc	21.3 b	29.1 a	36.5 bc	42.7 ab	49.4	54.9	64.7 ab	70.6

Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020
SON-T Toplights Hi Power	80.5	87.8 ab	94.2 a	102.2 a	109.1 a	116.2 a	121.7 a	130.3 a	137.4 a	
SON-T Interlights Hi Power	79.6	86.2 b	93.3 ab	100.9 ab	108.0 ab	114.2 ab	118.6 b	125.8 b	132.6 b	
LED Toplights	79.1	87.2 ab	92.5 abc	98.8 bcd	104.4 c	111.9 bc	117.9 b	125.5 b	133.3 ab	
LED Extra groen	81.1	88.8 a	94.6 a	100.5 abc	105.4 bc	111.2 bc	116.0 bc	122.0 b	134.0 ab	
LED Interlights	79.2	86.0 b	91.4 bc	98.3 cd	103.8 c	110.9 c	116.5 bc			
LED Extra blauw	79.1	85.7 b	90.9 c	97.4 d	102.2 c	109.0 c	114.3 c			



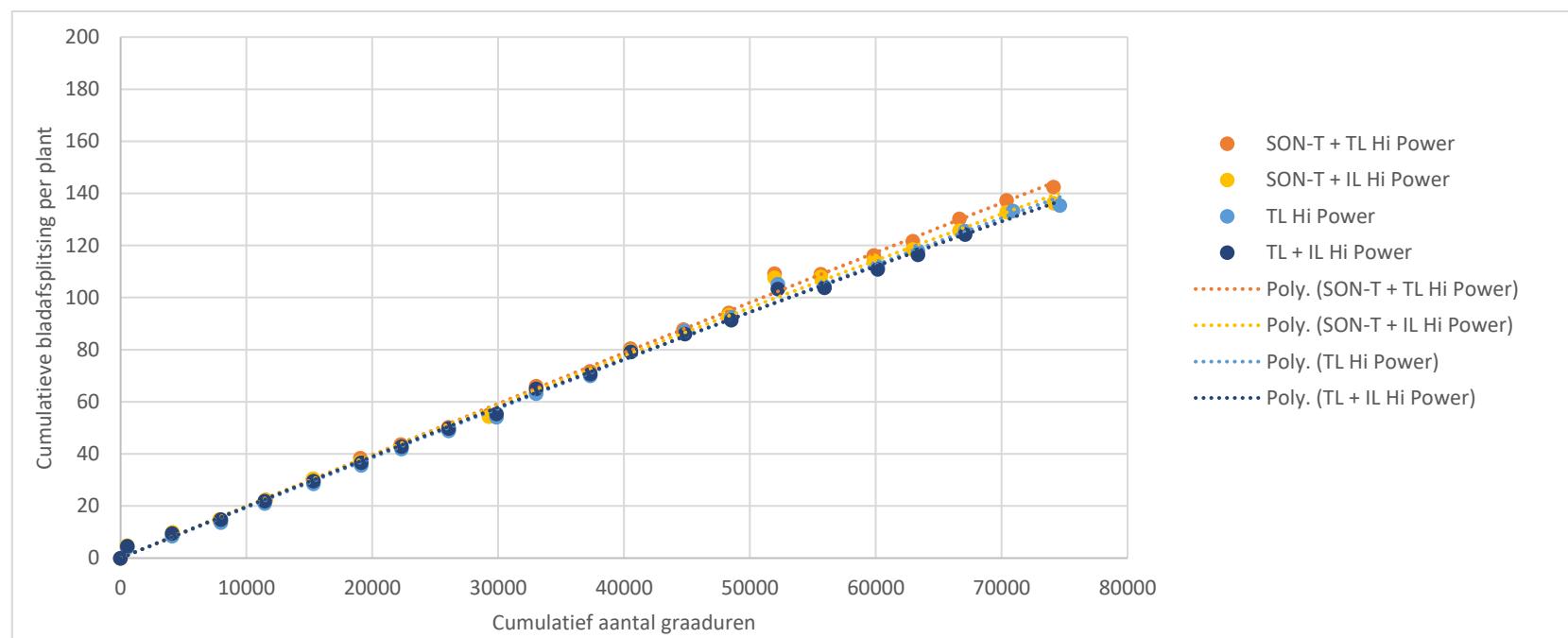
Figuur 4: Cumulatieve bladafplitsing in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Tabel 6: Effect van toplights en interlights op de cumulatieve bladafplitsing in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling	Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power		4.3 b	9.4 a	14.6 a	22.4 a	30.4 a	38.4 a	43.7	50.3	55.1	66.0	71.7
SON-T Interlights Hi Power		4.8 a	9.9 a	15 a	22.3 a	30.5 a	37.1 ab	42.6	49.3	54.4	64.2	70.8
LED Toplights		4.2 b	8.4 b	13.7 b	21.0 b	28.5 b	35.7 b	41.9	48.9	54.1	63.2	70.0
LED Interlights		4.6 ab	9.5 a	14.8 a	21.9 ab	29.6 ab	36.6 ab	42.8	49.8	55.4	65.0	70.7
Behandeling	Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020	
SON-T Toplights Hi Power		80.5	87.8	94.2	102.2 a	109.1 a	116.2 a	121.7 a	130.3	137.4		
SON-T Interlights Hi Power		79.6	86.2	93.3	100.9 ab	108.0 ab	114.2 ab	118.6 ab	125.8	132.6		
LED Toplights		79.1	87.2	92.5	98.8 ab	104.4 b	111.9 b	117.9 ab	125.5	133.3		
LED Interlights		79.2	86.0	91.4	98.3 b	103.8 b	110.9 b	116.5 b				



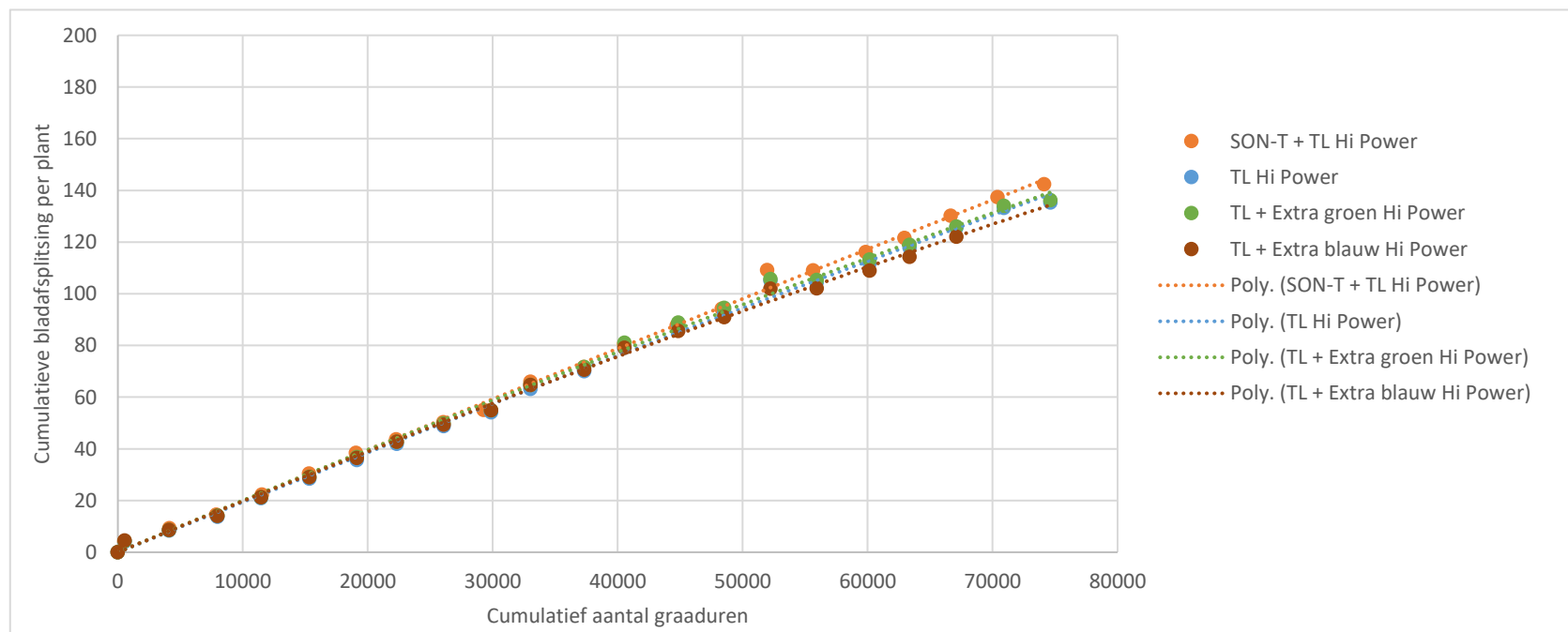
Figuur 5: Effect van toplight en interlights op de cumulatieve bladafplitsing in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Tabel 7: Effect van lichtspectrum op de cumulatieve bladafplitsing in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power	4.3	9.4 a	14.6 a	22.4 a	30.4 a	38.4 a	43.7 a	50.3 a	55.1	66.0 a	71.7
LED Toplights	4.2	8.4 b	13.7 b	21.0 c	28.5 c	35.7 c	41.9 c	48.9 b	54.1	63.2 b	70.0
LED Extra groen	4.2	8.7 b	14.2 ab	21.3 b	29.2 b	36.8 b	42.8 b	49.9 ab	55	64.7 ab	71.7
LED Extra blauw	4.6	8.7 b	14.1 ab	21.3 b	29.1 b	36.5 b	42.7 bc	49.4 ab	54.9	64.7 ab	70.6
Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020	
SON-T Toplights Hi Power	80.5 ab	87.8 ab	94.2 a	102.2 a	109.1 a	116.2 a	121.7 a	130.3 a	137.4		
LED Toplights	79.1 b	87.2 ab	92.5 ab	98.8 ab	104.4 ab	111.9 ab	117.9 ab	125.5 b	133.3		
LED Extra groen	81.1 a	88.8 a	94.6 a	100.5 ab	105.4 ab	111.2 b	116.0 b	122.0 b	134.0		
LED Extra blauw	79.1 b	85.7 b	90.9 b	97.4 b	102.2 b	109.0 b	114.3 b				



Figuur 6: Effect van lichtspectrum op de cumulatieve bladafplitsing in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$



5.3 Vruchtzetting

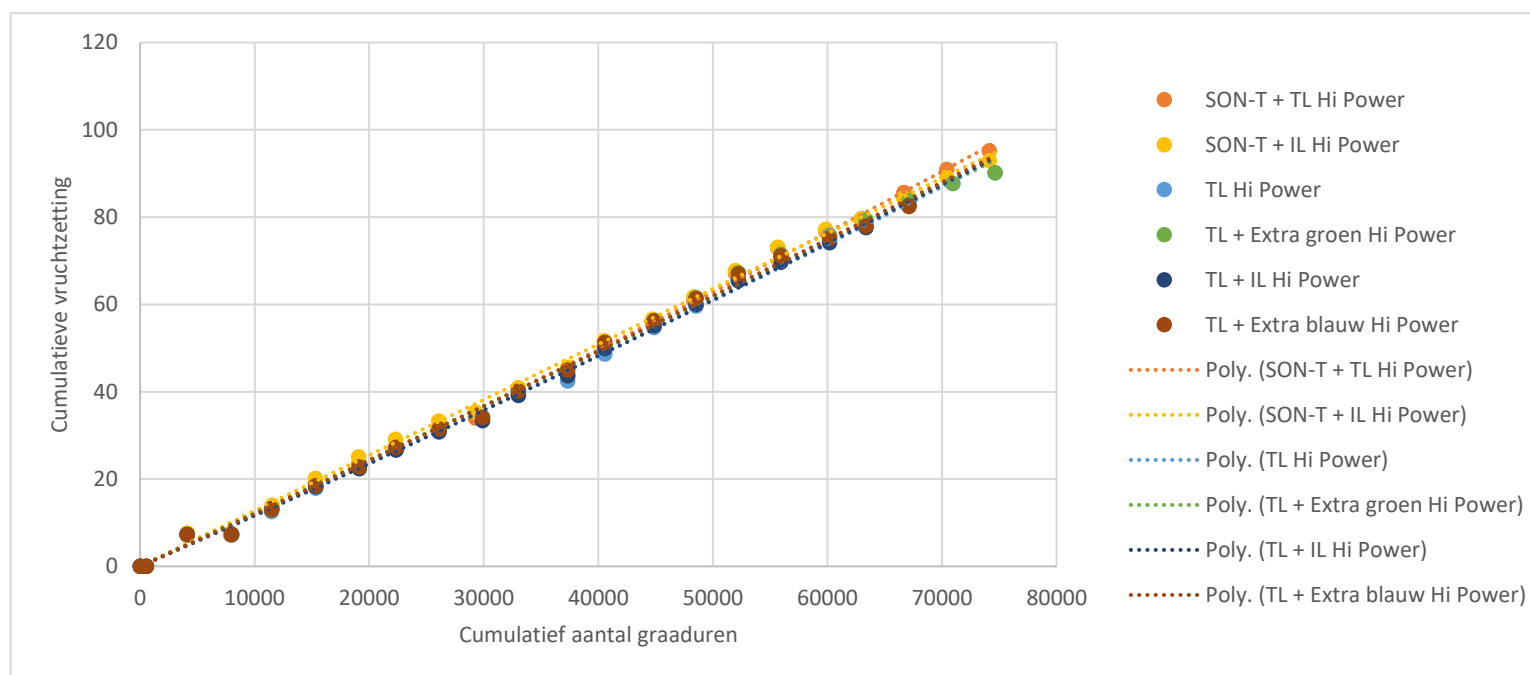
Als gekeken wordt naar het verschil tussen de toplight en de interlight behandelingen, treden er nauwelijks significante verschillen op. In de hybride afdeling is de cumulatieve vruchtzetting gedurende de gehele teelt hoger bij de interlight behandeling ten opzichte van de toplight behandeling (met uitzondering van de laatste vier teeltweken) dit verschijnsel treedt ook op in de volledige LED afdeling, al is deze trend in mindere mate aanwezig in de LED afdeling. Daarnaast valt op dat, hoewel de verschillen niet significant zijn, de cumulatieve vruchtzetting in de hybride afdeling hoger is ten opzichte van de volledige LED afdeling. Gedurende de gehele teelt treden er geen significante verschillen op in cumulatieve vruchtzetting tussen de verschillende lichtspectra. Wat wel opvalt, is dat de vruchtzetting bij de 'standaard' toplights lager ligt ten opzichte van toplights met extra groen of extra blauw licht. (In bijlage IV zijn de wekelijkse data van de vruchtzetting terug te vinden).

Samenvattend: er treden weinig significante verschillen op tussen de verschillende behandelingen. Wel zijn er een aantal trends zichtbaar waarbij er een hogere vruchtzetting is bij de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen. Daarnaast is de vruchtzetting hoger onder de LED behandelingen waar extra groen en extra blauw licht gegeven wordt ten opzichte van de 'standaard' toplights.

Tabel 8 Cumulatieve vruchtzetting in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Meetdatum		07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
Behandeling											
SON-T Toplights Hi Power		3.2	7.2	13.4 ab	19.1 ab	23.4 b	27.2 ab	31.2 ab	34.0	40.9	44.1
SON-T Interlights Hi Power		3.4	7.6	14.0 a	20.2 a	25.1 a	29.2 a	33.3 a	35.4	41.0	45.6
LED Toplights		3.3	7.2	12.6 c	17.9 b	22.5 b	26.9 b	30.8 b	33.5	39.2	42.5
LED Extra groen		3.3	7.3	13.0 ab	18.4 b	22.8 b	26.9 b	31.1 ab	34.2	39.8	43.6
LED Interlights		3.6	7.4	13.2 ab	18.3 b	22.4 b	26.7 b	30.9 b	33.4	39.2	43.7
LED Extra blauw		3.1	7.3	13.0 b	18.5 b	22.8 b	27.3 ab	31.5 ab	34.1	40.2	45.0
Meetdatum		15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020
Behandeling											
SON-T Toplights Hi Power	50.4	56.1	60.9	67.2	73.0	76.8	79.7	85.7	90.9	95.2	
SON-T Interlights Hi Power	51.7	56.6	61.8	67.9	73.3	77.3	79.6	84.3	89.2	92.9	
LED Toplights	48.7	54.7	59.6	65.9	70.9	75.8	79.0	83.3	87.7	90.2	
LED Extra groen	50.5	56.4	61.5	66.0	70.3	75.2	77.5	81.0	87.8	90.3	
LED Interlights	49.9	55.2	60.0	65.9	70.1	74.2	77.6				
LED Extra blauw	51.3	56.3	61.4	68.1	73.2	75.2	78.0				



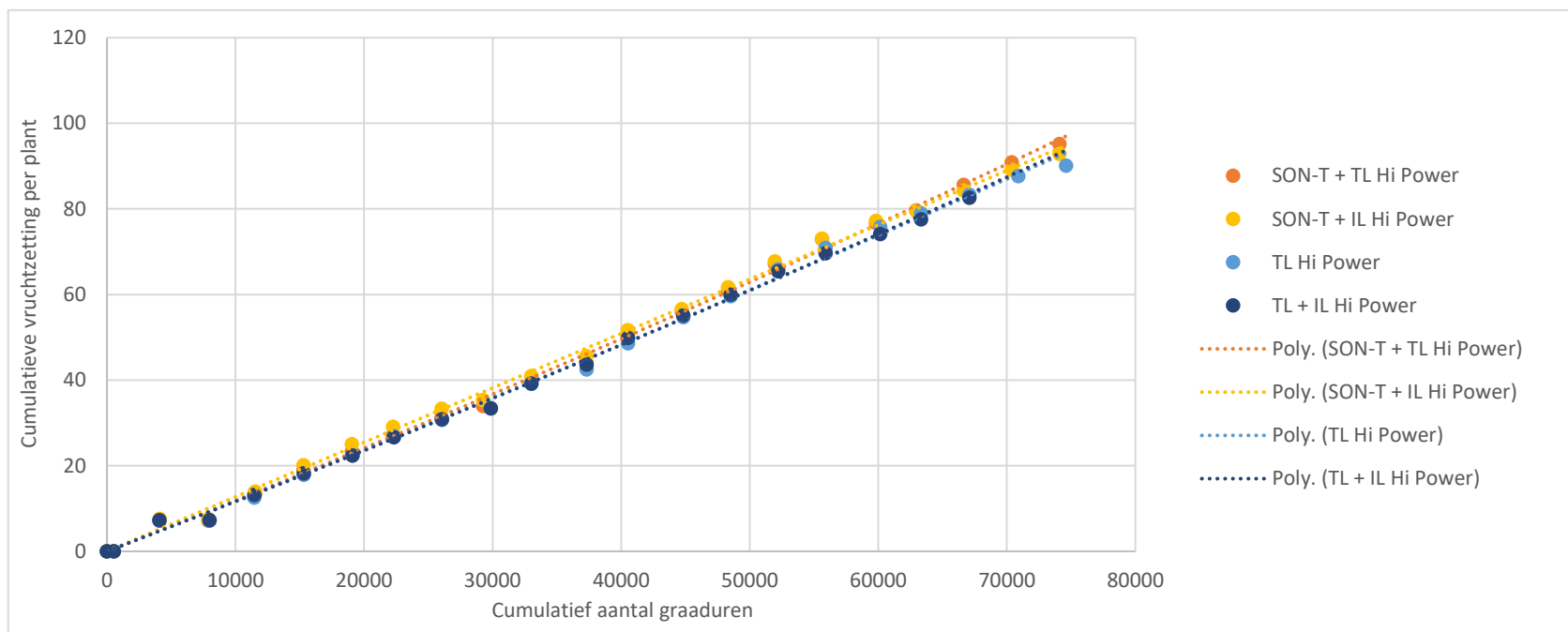
Figuur 7: Cumulatieve vruchtzetting in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Tabel 9: Effect van toplights en interlights op de cumulatieve vruchtzetting in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling	Meetdatum	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power		3.2	7.2	13.4 ab	19.1 ab	23.4 ab	27.2	31.2	34.0	40.9	44.1
SON-T Interlights Hi Power		3.4	7.6	14.0 a	20.2 a	25.1 a	29.2	33.3	35.4	41.0	45.6
LED Toplights		3.3	7.2	12.6 b	17.9 b	22.5 b	26.9	30.8	33.5	39.2	42.5
LED Interlights		3.6	7.4	13.2 ab	18.3 b	22.4 b	26.7	30.9	33.4	39.2	43.7
Behandeling	Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020
SON-T Toplights Hi Power		50.4	56.1	60.9	67.2	73.0	76.8	79.7	85.7	90.9	95.2
SON-T Interlights Hi Power		51.7	56.6	61.8	67.9	73.3	77.3	79.6	84.3	89.2	92.9
LED Toplights		48.7	54.7	59.6	65.9	70.9	75.8	79.0	83.3	87.7	90.2
LED Interlights		49.9	55.2	60.0	65.9	70.1	74.2	77.6			



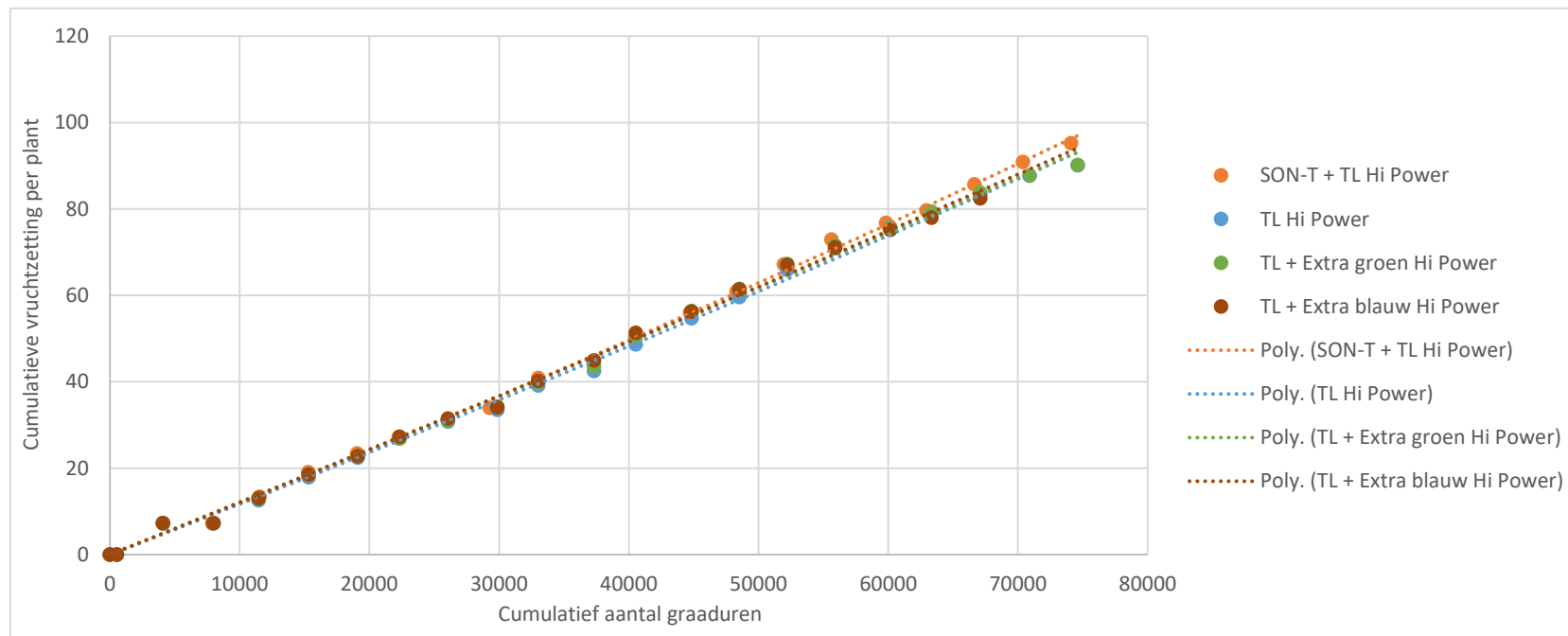
Figuur 8: Effect van toplight en interlights op de cumulatieve vruchtzetting in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Tabel 10: Effect van lichtspectrum op de cumulatieve vruchtzetting in hoge draad komkommer per teeltweek

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Meetdatum		07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
Behandeling											
SON-T Toplights Hi Power		3.2	7.2	13.4	19.1	23.4	27.2	31.2	34.0	40.9	44.1
LED Toplights		3.3	7.2	12.6	17.9	22.5	26.9	30.8	33.5	39.2	42.5
LED Extra groen		3.3	7.3	13.0	18.4	22.8	26.9	31.1	34.2	39.8	43.6
LED Extra blauw		3.1	7.3	13.0	18.5	22.8	27.3	31.5	34.1	40.2	45.0
Meetdatum		15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020
Behandeling											
SON-T Toplights Hi Power	50.4	56.1	60.9	67.2	73.0	76.8	79.7	85.7	90.9	95.2	
LED Toplights	48.7	54.7	59.6	65.9	70.9	75.8	79.0	83.3	87.7	90.2	
LED Extra groen	50.5	56.4	61.5	66.0	70.3	75.2	77.5	81.0	87.8	90.3	
LED Extra blauw	51.3	56.3	61.4	68.1	73.2	75.2	78.0				



Figuur 9: Effect van lichtspectrum op de cumulatieve vruchtzetting in hoge draad komkommer

LSD: $p = 0.95$; $n = 20$



5.4 Biomassa bladeren en vruchten

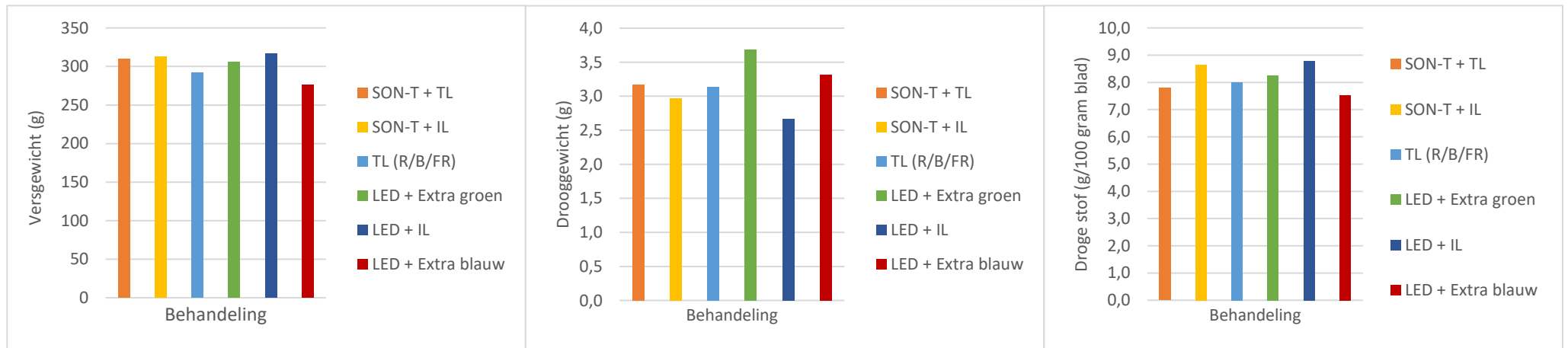
Gedurende teelt werd enkele malen de biomassa van het blad en van de vruchten bepaald (versgewicht, drooggewicht en droge stof gehalte). Als gekeken wordt naar het versgewicht van de bladeren, treden er significante verschillen op tussen behandelingen. Zo is het versgewicht van de bladeren in de interlight behandelingen significant lager ten opzichte van het versgewicht van de toplight behandelingen. Daarnaast geeft de interlight behandeling in de LED afdeling bladeren met een significant lager versgewicht ten opzichte van de interlight behandeling in de hybride afdeling. Het versgewicht van de SON-T + toplight behandeling is vergelijkbaar met de LED toplight behandeling. Ook spectrum lijkt van invloed te zijn op het versgewicht van de bladeren, aangezien de extra groen en extra blauw behandeling een significant hoger versgewicht geven ten opzichte van de LED toplight behandeling. In drooggewicht treden minder significante verschillen op: het verschil tussen de toplight en interlight behandelingen is niet significant. Wel geeft de extra groen behandeling een significant hoger drooggewicht ten opzichte van de LED toplight behandeling. In de drogestof van de bladeren treden geen significante verschillen op tussen de behandelingen. Wel wordt zichtbaar dat de hoogste droge stof gehalten gerealiseerd worden in de interlight behandelingen en wordt het laagste droge stof gehalte teruggevonden in de extra blauw behandeling.

Naast de biomassa bepaling van de bladeren, werd ook de biomassa van de vruchten bepaald. In deze getallen traden geen significante verschillen op tussen de behandelingen. Hoewel de verschillen niet significant zijn, worden ook hier hogere droge stof gehalten gevonden bij de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen. Daarnaast valt op dat de extra blauw behandeling het hoogste droge stof gehalte in de vruchten laat zien, terwijl het droge stof gehalte in de bladeren bij deze behandeling het laagst lag.

Tabel 11: Effect van verschillende lichtbehandelingen op de biomassa van het blad

Voor iedere parameter zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$, $n = 6$

Behandeling	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof per 100 gram
SON-T Toplights Hi Power	38.3 b	3.2 bc	7.8
SON-T Interlights Hi Power	34.6 c	3.0 bc	8.7
LED Toplights	39.5 b	3.1 bc	8.0
LED Extra groen	44.5 a	3.7 a	8.3
LED Interlights	30.6 d	2.7 c	8.8
LED Extra blauw	44.0 a	3.3 ab	7.5



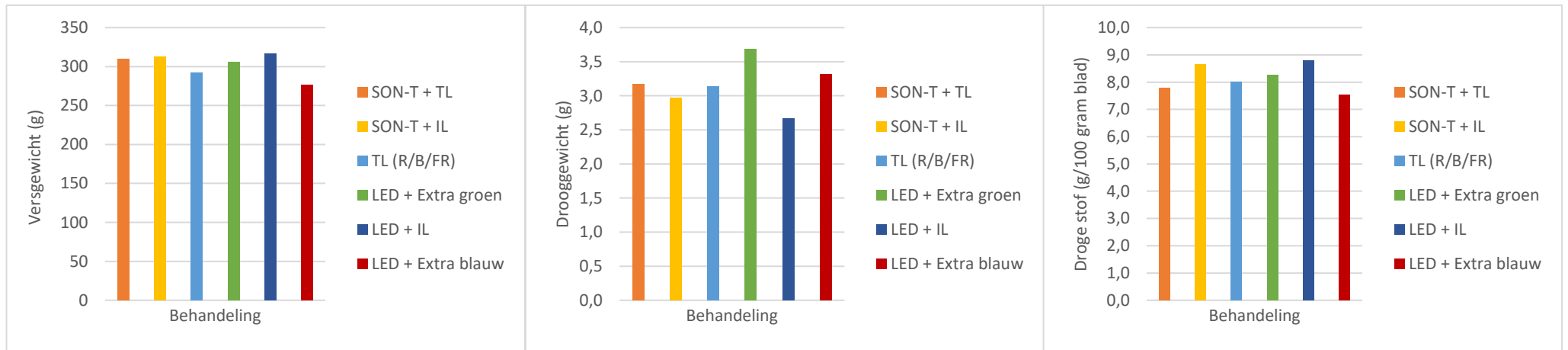
Figuur 10: Effect van verschillende lichtbehandelingen op de biomassa van het blad

Versgewicht links, drooggewicht midden, droge stof rechts. LSD: $p = 0.95$, $n = 6$

Tabel 12: Effect van verschillende lichtbehandelingen op de biomassa van de vrucht

Voor iedere parameter zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$, $n = 6$

Behandeling	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof per 100 gram
SON-T Toplights Hi Power	309.9	9.7	3.13
SON-T Interlights Hi Power	313.0	10.5	3.37
LED Toplights	292.1	10.0	3.33
LED Extra groen	306.1	9.8	3.25
LED Interlights	316.5	10.5	3.35
LED Extra blauw	276.3	9.4	3.41



Figuur 11: Effect van verschillende lichtbehandelingen op de biomassa van de vrucht

Versgewicht links, drooggewicht midden, droge stof rechts. LSD: $p = 0.95$, $n = 6$



5.5 Relatieve wateropname

Aan de hand van de gegevens die verkregen werden van de vochtsensoren, werd bepaald of er verschillen waren in wateropname tussen de verschillende behandelingen. In de vierde oogstweek werd een significant verschil gevonden waarbij de wateropname in de SON-T + Toplight behandeling significant hoger lag ten opzichte van de overige behandelingen. Dit effect verandert gedurende het vorderen van de teelt. Als gekeken wordt naar het effect van toplights in vergelijking tot interlights op de wateropname, wordt zichtbaar dat in de hybride afdeling de wateropname over het algemeen significant hoger is in de Toplight behandeling ten opzichte van de interlight behandeling. In de volledige LED afdeling wordt het omgekeerde waargenomen: hier ligt de wateropname van de interlight behandeling gedurende de gehele teelt significant hoger in vergelijking tot de toplight behandeling. Bij het vergelijken tussen de verschillende spectra, blijkt dat de eerste weken (week 4 en week 5) de wateropname het hoogst is onder de SON-T + Toplight behandeling. Maar vanaf de zesde week is de wateropname in de SON-T + Toplight behandeling vergelijkbaar met de wateropname in de LED + extra groen behandeling. Vanaf de elfde week is de wateropname in de LED + extra groen behandeling significant groter ten opzichte van de overige behandelingen. De wateropname van de LED + extra blauw is vergelijkbaar met de wateropname onder de 'standaard' LED toplight

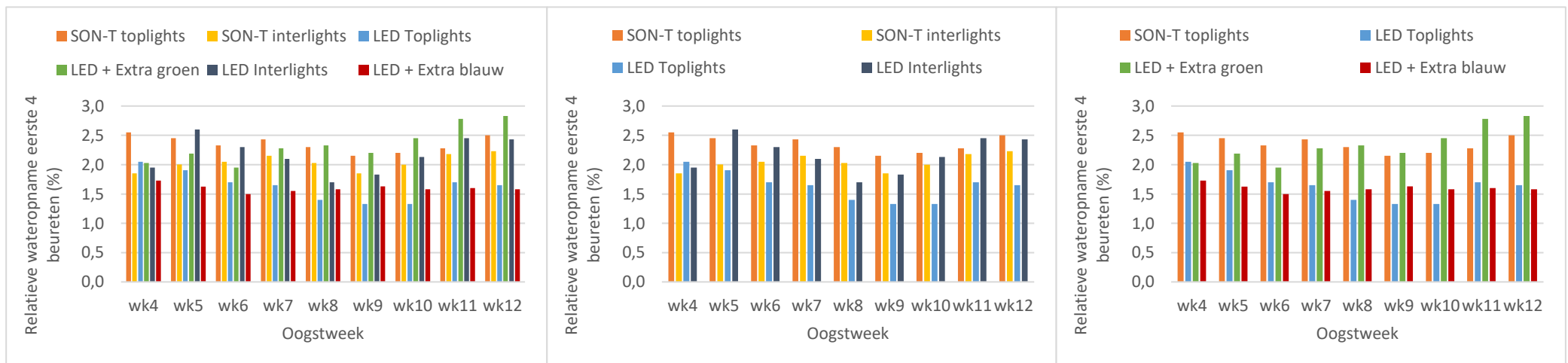
Tabel 13: Relatieve wateropname in procenten (boven) Effect van top/interlights op de relatieve wateropname (midden) Effect van lichtspectrum op de relatieve wateropname (onder)

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$, $n = 28$

Oogstweek	Wk 4 16/12/19 22/12/19	Wk 5 23/12/19 29/12/19	Wk 6 30/12/19 05/01/20	Wk 7 06/01/20 12/01/20	Wk 8 13/01/20 19/01/20	Wk 9 20/01/20 26/01/20	Wk 10 27/01/20 02/02/20	Wk 11 03/02/20 09/02/20	Wk 12 10/02/20 16/02/20
SON-T Toplights Hi Power	2.6a	2.5ab	2.3a	2.4a	2.3a	2.2a	2.2ab	2.3b	2.5b
SON-T Interlights Hi Power	1.9b	2.0c	2.1ab	2.2a	2.0b	1.9b	2.0b	2.2b	2.2b
LED Toplights	2.1b	1.9cd	1.7bc	1.7b	1.4d	1.3d	1.3c	1.7c	1.7c
LED Extra groen	2.0b	2.2bc	2.0ab	2.3a	2.3a	2.2a	2.5a	2.8a	2.8a
LED Interlights	2.0b	2.6a	2.3a	1.7c	1.7c	1.8b	2.1b	2.5b	2.4b
LED Extra blauw	1.7b	1.6d	1.5c	1.6cd	1.6cd	1.6c	1.6c	1.6c	1.6c

Oogstweek	Wk 4 16/12/19 22/12/19	Wk 5 23/12/19 29/12/19	Wk 6 30/12/19 05/01/20	Wk 7 06/01/20 12/01/20	Wk 8 13/01/20 19/01/20	Wk 9 20/01/20 26/01/20	Wk 10 27/01/20 02/02/20	Wk 11 03/02/20 09/02/20	Wk 12 10/02/20 16/02/20
SON-T Toplights Hi Power	2.6a	2.5a	2.3a	2.4a	2.3a	2.2a	2.2a	2.3ab	2.5a
SON-T Interlights Hi Power	1.9b	2.0b	2.1b	2.2a	2.0b	1.9b	2.0a	2.2b	2.2b
LED Toplights	2.1b	1.9b	1.7c	1.7b	1.4d	1.3c	1.3b	1.7c	1.7c
LED Interlights	2.0b	2.6a	2.3a	1.7a	1.7c	1.8b	2.1a	2.5a	2.4ab

Oogstweek	Wk 4 16/12/19 22/12/19	Wk 5 23/12/19 29/12/19	Wk 6 30/12/19 05/01/20	Wk 7 06/01/20 12/01/20	Wk 8 13/01/20 19/01/20	Wk 9 20/01/20 26/01/20	Wk 10 27/01/20 02/02/20	Wk 11 03/02/20 09/02/20	Wk 12 10/02/20 16/02/20
SON-T Toplights Hi Power	2.6a	2.5a	2.3a	2.4a	2.3a	2.2a	2.2a	2.3b	2.5a
LED Toplights	2.1b	1.9bc	1.7bc	1.7b	1.4b	1.3c	1.3b	1.7c	1.7b
LED Extra groen	2.0b	2.2ab	2.0ab	2.3a	2.3a	2.2a	2.5a	2.8a	2.8a
LED Extra blauw	1.7b	1.6c	1.5c	1.6b	1.6b	1.6b	1.6b	1.6c	1.6b



Figuur 12: Effect van toplights/interlights en lichtspectrum op de relatieve wateropname in procenten

LSD: $p = 0.95$, $n = 20$



5.6 Opbrengst

Gedurende de teelt werden er significante verschillen waargenomen in cumulatieve opbrengst per m² per week in zowel aantallen als gewicht tussen de verschillende behandelingen. Cumulatief gezien, presteert de SON-T + Toplight gedurende teelt beter dan de LED Toplight behandeling. Als de interlight behandelingen, cumulatief gezien, met elkaar vergeleken worden treden hier geen significante verschillen op en is de cumulatieve productie in de hybride afdeling over het algemeen te vergelijken met de interlight behandeling in de LED afdeling. Als de toplight behandelingen met de interlight behandelingen binnen de afdelingen vergeleken worden, valt op dat de verschillen tussen top- en interlights in de hybride afdeling veel groter zijn dan in de LED afdeling, waarbij de SON-T + Toplight behandeling een significant betere cumulatieve opbrengst geeft dan de SON-T + interlight behandeling. Cumulatief gezien wordt ook een effect van spectrum op de opbrengst waargenomen, waarbij de LED + extra groen behandeling significant beter presteert dan de LED + extra blauw behandeling. Daarmee presteert de LED + extra groen behandeling, met name aan het eind van de teelt, beter dan de LED Toplight behandeling en doet de LED + extra blauw behandeling het slechter dan de LED Toplight behandeling.

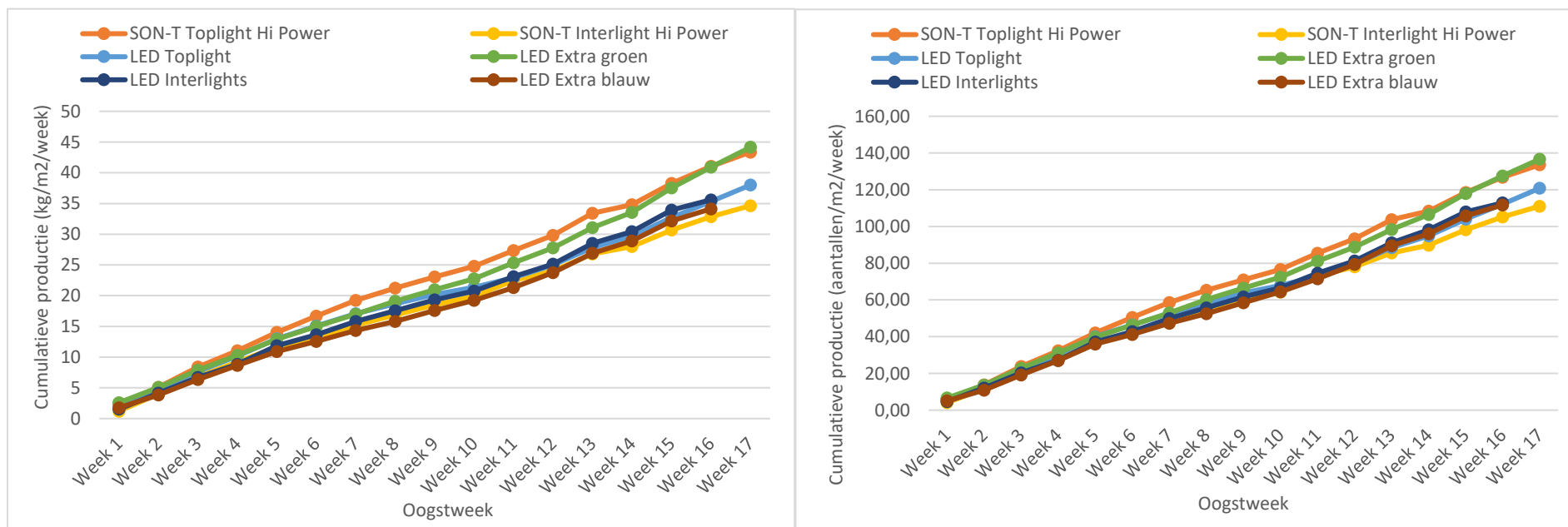
Als verder ingezoomd wordt op de resultaten en de weekproducties met elkaar vergeleken worden, valt op dat in de hybride afdeling, de productie iedere week hoger ligt in de toplight behandeling ten opzichte van de interlight behandeling. In de LED afdeling is het verschil tussen top- en interlights een stuk minder duidelijk: de resultaten wisselen wekelijks. Daarnaast is de productie over het algemeen beter in de SON-T + Toplight behandeling in vergelijking tot de LED Toplight behandeling. Het effect van spectrum op de weekproductie is ook duidelijk zichtbaar: iedere week wordt een hogere productie gerealiseerd in de LED + extra groen behandeling ten opzichte van de LED + extra blauw behandeling. Daarmee presteert de LED + extra groen behandeling vergelijkbaar met de SON-T + Toplight behandeling. Aan het einde van de teelt maakt de LED + extra groen behandeling zelfs een inhaalslag op de SON-T + Toplight behandeling. De eerste zeven weken is de productie van de LED Toplight en LED + extra groen vergelijkbaar maar na deze zevende week presteert de LED + extra groen behandeling beter en dit blijft het geval gedurende de rest van de teelt. De LED + extra blauw behandeling, laat bijna wekelijks, de laagste opbrengst zien wanneer de behandelingen in de volledige LED afdeling met elkaar vergeleken worden.

Samenvattend: Er treden geen bijzonder grote verschillen op tussen top- en interlight behandelingen, hoewel de toplight behandeling in de hybride afdeling beter presteert dan de Toplight behandeling in de volledige LED afdeling. Daarnaast is, gedurende de gehele teelt, een hogere opbrengst gerealiseerd in de SON-T + Toplight behandeling ten opzichte van de SON-T + interlight behandeling. Verschillen in spectrum waren niet significant. Echter, de productie bij de extra blauw behandeling was gedurende de gehele teelt het laagst. De extra groen behandeling laat verrassende resultaten zien door een betere productie te realiseren dan de 'standaard' toplights en op het einde van de teelt zelfs een hogere productie ten opzichte van de SON-T + Toplight te behandeling laten zien.

Tabel 14: Cumulatieve week productie in aantallen / m2 (bovenste tabel) en cumulatieve week productie in kg / m2 (onderste tabel)

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$, $n = 20$

Behandeling	Oogstweek																
	Wk 1 25/11/19 01/12/19	Wk 2 02/12/19 08/12/19	Wk 3 09/12/19 15/12/19	Wk 4 16/12/19 22/12/19	Wk 5 23/12/19 29/12/19	Wk 6 30/12/19 05/01/20	Wk 7 06/01/20 12/01/20	Wk 8 13/01/20 19/01/20	Wk 9 20/01/20 26/01/20	Wk 10 27/01/20 02/02/20	Wk 11 03/02/20 09/02/20	Wk 12 10/02/20 16/02/20	Wk 13 17/02/20 23/02/20	Wk 14 24/02/20 01/03/20	Wk 15 02/03/20 08/03/20	Wk 16 09/03/20 15/03/20	Wk 17 16/03/20 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power	6.0ab	13.8a	23.8a	32.4a	42.1a	50.5a	58.6	65.2	71.0	76.6	85.4	93.2	103.8	108.3	118.5	126.8	133.6
SON-T Interlights Hi Power	4.0c	7.9d	15.1d	22.9c	30.2b	37.5b	46.6	56.5	66.1	74.4	83.1	89.7	97.4	104.6	110.8	115.8	118.0
LED Toplights	6.0ab	12.9bc	21.6abc	30.3a	40.1a	46.5ab	52.6	58.3	63.8	67.8	72.9	79.7	88.5	94.9	104.0	112.1	120.8
LED Extra groen	6.6a	13.7ab	22.8ab	31.3a	39.7a	46.4ab	53.0	60.2	66.4	72.4	81.1	88.8	98.3	106.5	118.0	127.6	136.7
LED Interlights	4.7bc	12.0cd	20.3bc	27.1b	37.1ab	42.8ab	50.0	55.8	61.7	66.7	74.6	81.3	91.1	98.3	108.0	112.8	
LED Extra blauw	5.1bc	10.9d	19.1c	27.0b	36.0ab	41.1ab	47.3	52.5	58.5	64.5	71.5	79.4	89.6	96.1	105.7	111.7	
	Oogstweek																
Behandeling	Wk 1 01/12/19	Wk 2 08/12/19	Wk 3 15/12/19	Wk 4 22/12/19	Wk 5 29/12/19	Wk 6 05/01/20	Wk 7 12/01/20	Wk 8 19/01/20	Wk 9 26/01/20	Wk 10 02/02/20	Wk 11 09/02/20	Wk 12 16/02/20	Wk 13 23/02/20	Wk 14 01/03/20	Wk 15 08/03/20	Wk 16 15/03/20	Wk 17 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power	2.3ab	5.1a	8.4a	11.1a	14.0a	16.7a	19.2a	21.2a	23.0	24.8	27.4	29.8	33.4a	34.8	38.3a	41.1a	43.4a
SON-T Interlights Hi Power	1.2c	4.0bc	6.8bcd	9.2bc	11.7bc	13.1b	15.2b	16.9ab	18.5	19.9	22.5	24.0	26.8b	28.0	30.7b	32.9b	34.6b
LED Toplights	2.5a	4.8ab	7.6abc	10.2ab	13.0ab	15.1ab	17.1ab	18.7ab	20.2	21.4	22.9	25.0	27.8ab	29.7	32.7ab	35.3ab	38.0ab
LED Extra groen	2.6a	5.1a	7.9ab	10.3ab	12.9ab	15.0ab	17.0ab	19.1ab	21.0	22.7	25.4	27.8	31.1ab	33.5	37.5ab	40.9a	44.2a
LED Interlights	1.6c	4.1bc	6.7cd	8.8c	11.9bc	13.7b	15.8ab	17.6ab	19.3	20.8	23.1	25.1	28.5ab	30.4	33.9ab	35.6ab	
LED Extra blauw	1.8bc	3.9c	6.4d	8.7c	10.9c	12.6b	14.3b	15.8b	17.6	19.3	21.3	23.7	26.9ab	28.9	32.1ab	34.1ab	



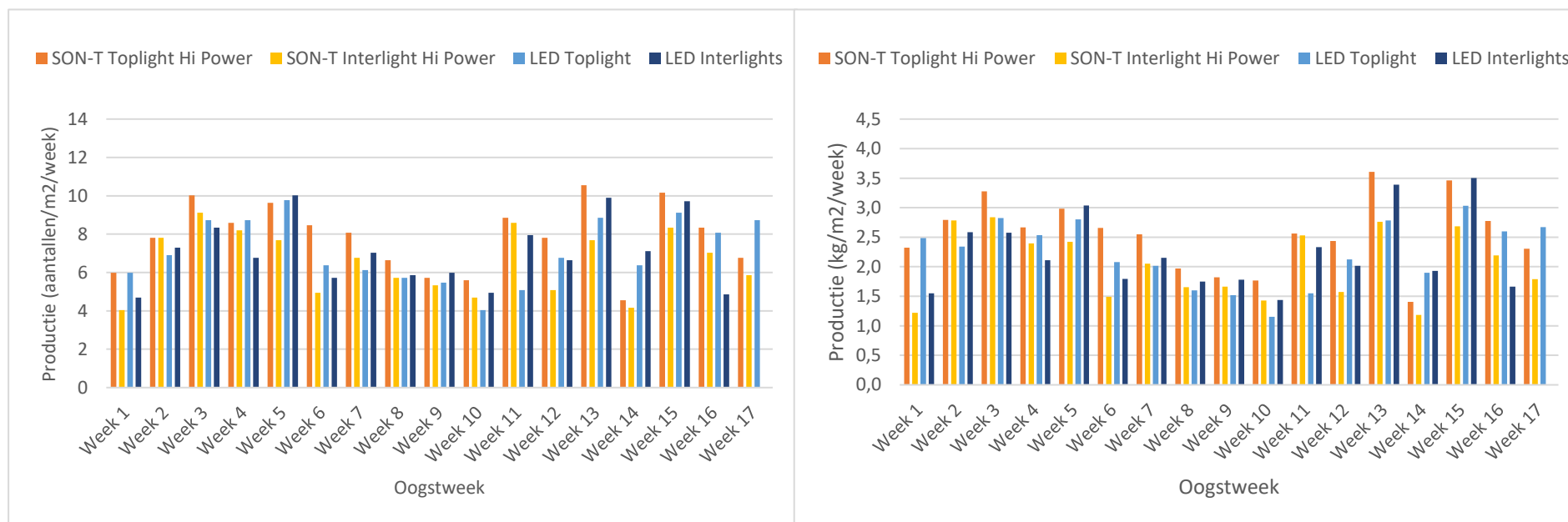
Figuur 13: Cumulatieve week productie in aantallen / m2 (linker figuur) en cumulatieve week productie in kg / m2 (rechterfiguur)

LSD: $p = 0.95$, $n = 20$

Tabel 15: Effect van top/interlights op de week productie in aantallen / m2 (bovenste tabel) en week productie in kg / m2 (onderste tabel)

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: p = 0.95, n = 20

Behandeling	Oogstweek																
	Wk 1 25/11/19 01/12/19	Wk 2 02/12/19 08/12/19	Wk 3 09/12/19 15/12/19	Wk 4 16/12/19 22/12/19	Wk 5 23/12/19 29/12/19	Wk 6 30/12/19 05/01/20	Wk 7 06/01/20 12/01/20	Wk 8 13/01/20 19/01/20	Wk 9 20/01/20 26/01/20	Wk 10 27/01/20 02/02/20	Wk 11 03/02/20 09/02/20	Wk 12 10/02/20 16/02/20	Wk 13 17/02/20 23/02/20	Wk 14 24/02/20 01/03/20	Wk 15 02/03/20 08/03/20	Wk 16 09/03/20 15/03/20	Wk 17 16/03/20 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power	6.0a	7.8a	10.0a	8.6a	9.6	8.5a	8.1a	6.6a	5.7	5.6a	8.9a	7.8a	10.5	4.6	10.2	8.3	6.7a
SON-T Interlights Hi Power	4.0b	7.8c	9.1b	8.2ab	7.7	4.9b	6.8ab	5.7b	5.3	4.7ab	8.6a	5.1b	7.7	4.2	8.3	7.0	2.2b
LED Toplights	6.0a	6.9b	8.7ab	8.7a	9.8	6.4ab	6.1b	5.7b	5.5	4.0b	5.1b	6.8ab	8.9	6.4	9.1	8.1	8.7a
LED Interlights	4.7ab	7.3ab	8.3bc	6.8b	10.0	5.7ab	7.0ab	5.9b	6.0	5.0ab	8.0a	6.6ab	9.9	7.1	9.7	4.9	
Behandeling	Oogstweek																
	Wk 1 25/11/19 01/12/19	Wk 2 02/12/19 08/12/19	Wk 3 09/12/19 15/12/19	Wk 4 16/12/19 22/12/19	Wk 5 23/12/19 29/12/19	Wk 6 30/12/19 05/01/20	Wk 7 06/01/20 12/01/20	Wk 8 13/01/20 19/01/20	Wk 9 20/01/20 26/01/20	Wk 10 27/01/20 02/02/20	Wk 11 03/02/20 09/02/20	Wk 12 10/02/20 16/02/20	Wk 13 17/02/20 23/02/20	Wk 14 24/02/20 01/03/20	Wk 15 02/03/20 08/03/20	Wk 16 09/03/20 15/03/20	Wk 17 16/03/20 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power	2.3a	2.8	3.3a	2.7a	3.0	2.7a	2.5	2.0	1.8	1.8	2.6a	2.4	3.6	1.4	3.5	2.8	2.3ab
SON-T Interlights Hi Power	1.2b	2.8	2.8ab	2.4ab	2.4	1.5b	2.1	1.7	1.7	1.4	2.5a	1.6	2.8	1.2	2.7	2.2	1.8b
LED Toplights	2.5a	2.3	2.8ab	2.5ab	2.8	2.1ab	2.0	1.6	1.5	1.2	1.6b	2.1	2.8	1.9	3.0	2.6	2.7a
LED Interlights	1.6cb	2.6	2.6b	2.1b	3.0	1.8b	2.2	1.8	1.8	1.4	2.3a	2.0	3.4	1.9	3.5	1.7	



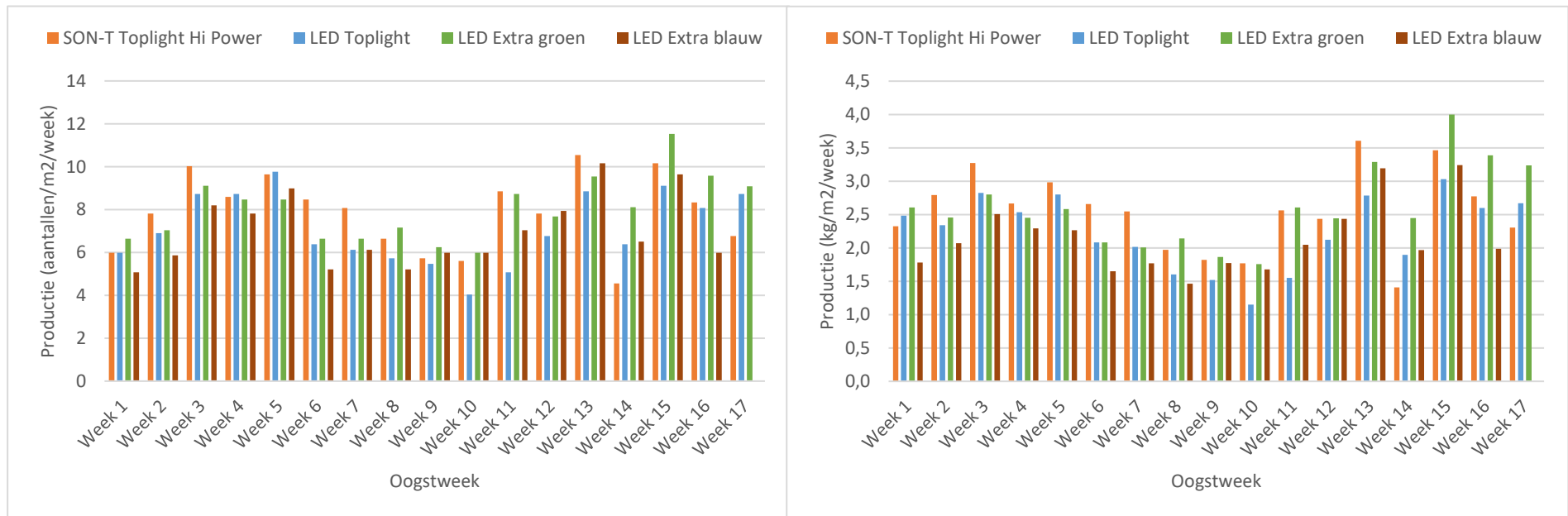
Figuur 14: Effect van top/interlights op de week productie in aantallen / m2 (linker figuur) en week productie in kg / m2 (rechterfiguur)

LSD: p = 0.95, n = 20

Tabel 16: Effect van lichtspectrum op de week productie in aantallen / m2 (bovenste tabel) en week productie in kg / m2 (onderste tabel)

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: p = 0.95, n = 20

Behandeling	Oogstweek	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6	Wk 7	Wk 8	Wk 9	Wk 10	Wk 11	Wk 12	Wk 13	Wk 14	Wk 15	Wk 16	Wk 17
		25/11/19 01/12/19	02/12/19 08/12/19	09/12/19 15/12/19	16/12/19 22/12/19	23/12/19 29/12/19	30/12/19 05/01/20	06/01/20 12/01/20	13/01/20 19/01/20	20/01/20 26/01/20	27/01/20 02/02/20	03/02/20 09/02/20	10/02/20 16/02/20	17/02/20 23/02/20	24/02/20 01/03/20	02/03/20 08/03/20	09/03/20 15/03/20	16/03/20 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power		6.0ab	7.8a	10.0	8.6	9.6	8.5	8.1	6.6	5.7	5.6	8.9a	7.8	10.5	4.6	10.2	8.3	6.8
LED Toplights		6.0ab	7.0ab	8.7	8.7	9.8	6.4	6.1	5.7	5.5	4.0	5.1b	6.8	8.9	6.4	9.1	8.1	8.7
LED Extra groen		6.6a	7.0ab	9.1	8.5	8.5	6.6	6.6	7.2	6.3	6.0	8.7a	7.7	9.5	8.1	11.5	9.6	9.1
LED Extra blauw		5.1b	5.9b	8.2	7.8	9.0	5.2	6.1	5.2	6.0	6.0	7.0ab	7.9	10.2	6.5	9.6	6.0	
Behandeling	Oogstweek	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6	Wk 7	Wk 8	Wk 9	Wk 10	Wk 11	Wk 12	Wk 13	Wk 14	Wk 15	Wk 16	Wk 17
		25/11/19 01/12/19	02/12/19 08/12/19	09/12/19 15/12/19	16/12/19 22/12/19	23/12/19 29/12/19	30/12/19 05/01/20	06/01/20 12/01/20	13/01/20 19/01/20	20/01/20 26/01/20	27/01/20 02/02/20	03/02/20 09/02/20	10/02/20 16/02/20	17/02/20 23/02/20	24/02/20 01/03/20	02/03/20 08/03/20	09/03/20 15/03/20	16/03/20 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power		2.3ab	2.8a	3.3a	2.7	3.0	2.7	2.5	2.0	1.8	1.8	2.6a	2.4	3.6	1.4	3.5	2.8	2.3
LED Toplights		2.5ab	2.3ab	2.8ab	2.5	2.8	2.1	2.0	1.6	1.5	1.2	1.6b	2.1	2.8	1.9	3.0	2.6	2.7
LED Extra groen		2.6a	2.5ab	2.8ab	2.5	2.6	2.1	2.0	2.1	1.9	1.8	2.6a	2.4	3.3	2.4	4.0	3.4	3.2
LED Extra blauw		1.8b	2.1b	2.5b	2.3	2.3	1.7	1.8	1.5	1.8	1.7	2.1ab	2.4	3.2	2.0	3.2	2.0	



Figuur 15: Effect van lichtspectrum op de week productie in aantallen / m2 (linker figuur) en week productie in kg / m2 (rechterfiguur)

LSD: p = 0.95, n = 20



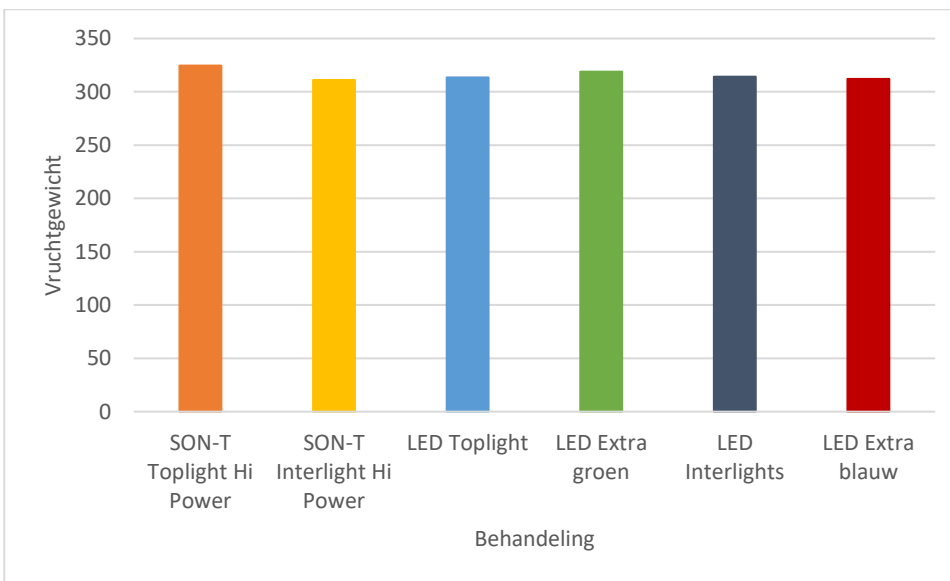
5.6.1 Vruchtgewicht

Gedurende dit onderzoek traden geen significant verschillen op in vruchtgewicht tussen de behandelingen. In alle gevallen is het vruchtgewicht over de gehele teeltperiode hoger in de toplight behandelingen ten opzichte van de interlight behandelingen. Verder geeft de 'extra' groen behandeling een hoger vruchtgewicht ten opzichte van de 'extra' blauw behandeling en de LED toplight behandeling. Het gemiddelde vruchtgewicht over de gehele teeltperiode is lager dan gewenst (doel was om komkommers van 380 – 400 gram te oogsten). Omdat de kas waarin de teelt stond geen hoge draad kas is en dus lager is dan eigenlijk noodzakelijk is, moesten de vruchten vaak geoogst worden nadat er gezakt was, ook al hadden ze nog niet het gewenste vruchtgewicht.

Tabel 17: Effect van lichtbehandeling op het gemiddelde vruchtgewicht

LSD: $p = 0.95$, $n = 4$

Behandeling	Vruchtgewicht
SON-T Toplights Hi Power	324.6
SON-T Interlights Hi Power	311.1
LED Toplights	313.5
LED Extra groen	319.0
LED Interlights	314.2
LED Extra blauw	312.1



Figuur 16: Effect van lichtbehandeling op het gemiddelde vruchtgewicht

LSD: $p = 0.95$, $n = 4$

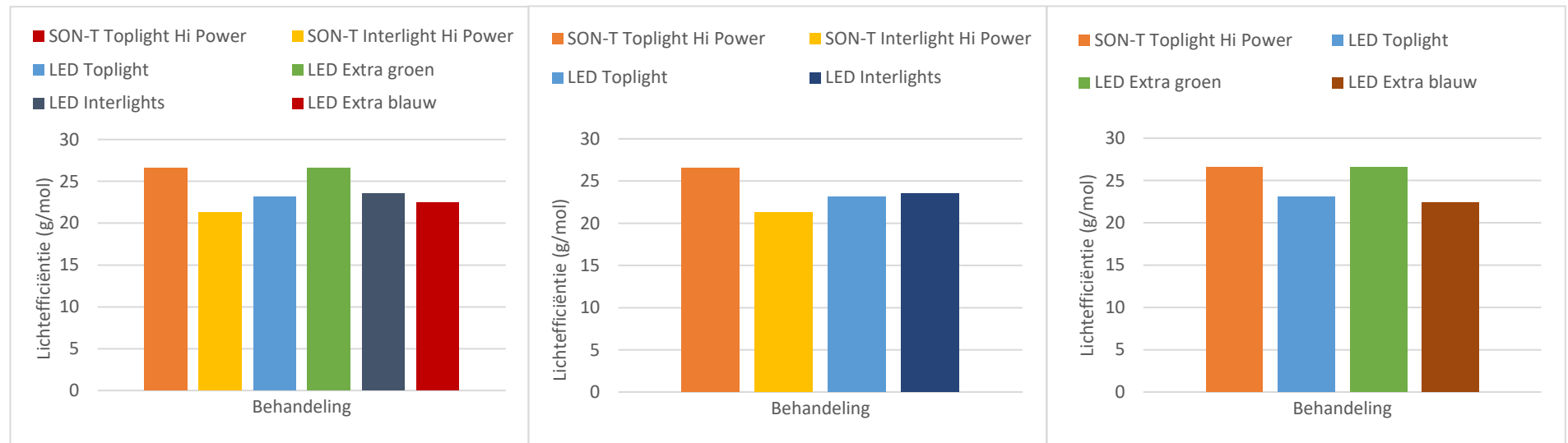


5.7 Lichtefficiëntie

Als de gemiddelde lichtefficiëntie (aantal grammen per mol) over de gehele teelt wordt berekend, wordt duidelijk dat er significante verschillen optreden tussen de verschillende behandelingen. Als de toplight met de interlight behandeling in de hybride afdeling met elkaar vergeleken wordt, valt op dat de lichtefficiëntie van de toplight behandeling significant hoger ligt ten opzichte van de interlight behandeling. In de volledige LED afdeling treed er geen verschil op in lichtefficiëntie tussen de top- en interlight behandeling. Wanneer de verschillende spectra met elkaar vergeleken worden, blijkt dat er geen significante verschillen zijn in lichtefficiëntie. Wel wordt een hogere lichtefficiëntie waargenomen bij de SON-T + Toplight behandeling en de LED + extra groen behandeling ten opzichte van de 'standaard' LED lampen en de LED + extra blauw behandeling. (In bijlage IV zijn de wekelijkse data van de lichtefficiëntie terug te vinden).

Tabel 18: Lichtefficiëntie in gram per mol over de gehele teeltperiode (links) Effect van top/interlights op lichtefficiëntie (midden) Effect van lichtspectrum op lichtefficiëntie (rechts)
 Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$, $n = 20$

Behandeling	Gemiddelde lichtefficiëntie	Behandeling	Gemiddelde lichtefficiëntie	Behandeling	Gemiddelde lichtefficiëntie
SON-T Toplights Hi Power	26.6a	SON-T Toplights Hi Power	26.6a	SON-T Toplights Hi Power	26.6
SON-T Interlights Hi Power	21.3b	SON-T Interlights Hi Power	21.3b	LED Toplights	23.1
LED Toplights	23.1ab	LED Toplights	23.1ab	LED Extra groen	26.6
LED Extra groen	26.6a	LED Interlights	23.6ab	LED Extra blauw	22.4
1LED Interlights	23.6ab				
LED Extra blauw	22.4ab				



Figuur 17: Lichtefficiëntie in gram per mol over de gehele teeltperiode (links) Effect van top/interlights op lichtefficiëntie (midden) Effect van lichtspectrum op lichtefficiëntie (rechts)
 LSD: $p = 0.95$, $n = 20$

5.8 Energieverbruik

Tijdens deze teelt werd het verschil in energieverbruik tussen beide afdelingen uitgerekend. Dit energieverbruik kan worden opgedeeld in twee componenten, namelijk de warmtevraag en het elektriciteitsverbruik. De warmtevraag van een teelt is sterk afhankelijk van de omstandigheden. Tijdens een koude winter zal de warmtevraag veel hoger liggen dan tijdens een warme winter, maar ook de opbouw van de kas, het gebruikte energiesysteem, etc. hebben invloed op de warmtevraag van een teelt. Daarnaast werd deze teelt uitgevoerd in kleine compartimenten, waardoor de effecten van nabijgelegen afdelingen ook een invloed hebben op het energieverbruik. Omdat er zoveel factoren van invloed zijn, is het betrouwbaarder om een relatieve vergelijking te maken tussen beide compartimenten. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een modelmatige aanpak. Deze berekeningen hebben aangetoond dat de LED afdeling 22,6% meer warmte-input nodig had ten opzichte van de hybride afdeling.

Wat betreft elektriciteitsverbruik, is enkel gekeken naar het stroomverbruik van de assimilatielampen. Deze waarden kunnen wel in absolute getallen uitgedrukt worden, al zal dit getal in een lichtrijke winter wellicht lager liggen dan in een donkere winter. In deze proef van die in de winter van 2019-2020 werd uitgevoerd, werd in de hybride afdeling 281 kWh/m² elektrische energie verbruikt. In de LED afdeling was dit 200 kWh/m². Dit komt neer op een energiereductie van 28,8% wanneer de LED afdeling vergeleken wordt met de hybride afdeling.

Het energie verbruik dat hierboven geschetst wordt, is niet 1 op 1 te vergelijken met de praktijk: omdat er met kleine compartimenten gewerkt wordt, zijn er relatief veel gevels. Hierdoor is het noodzakelijk om meer lampen op te hangen dan in de praktijk nodig zou zijn om dezelfde lichthoeveelheid te realiseren.

5.9 Algemene gewasstand

Gedurende de teelt traden ook verschillen op in gewasstand tussen de verschillende behandelingen. Iedere twee weken werd het gewas samen met de telers commissie beoordeeld en werd advies gegeven over klimaatsturen, blad- en vruchtdunning etc. In het begin van de teelt werd besloten om de temperatuur in beide afdelingen zoveel mogelijk gelijk te houden. Maar naarmate de teelt vorderde, viel op dat de snelheid hoger lag in de hybride afdeling ten opzichte van de LED afdeling (vruchten kwamen er sneller af). Daarom werd besloten om extra buis temperatuur toe te voegen in de volledige LED afdeling (vanaf 14 januari). Vanaf dit moment, ligt de gemiddelde etmaal temperatuur in de LED afdeling gemiddeld 0,5 °C hoger ten opzichte van de hybride afdeling.

Wat verder opviel was, dat de behandelingen met interlights een erg gedrongen blad lieten zien (paraplu stand) ten opzichte van de toplight behandelingen. Daarnaast trad wat bladverbranding op, op de plekken waar de bladeren tegen de interlights hingen. In bijlage III zijn een aantal foto's opgenomen van de verschillende behandelingen.

Verder viel op dat er meer blad weggenomen moest worden bij de LED extra groene en LED extra blauw om de gewenste LWA te realiseren (2,5 – 3). Tot slot was er een groot verschil in ziektedruk waarneembaar tussen de behandelingen: vanaf de twaalfde oogstweek begonnen de eerste problemen met Pythium te ontstaan, deze problemen waren zichtbaar groter in de rechterkant van de volledige LED afdeling ten opzichte van de overige behandelingen. Waarschijnlijk houdt dit verband met de wateropname die significant achter bleef bij de LED extra blauw behandeling, waardoor de matten te nat bleven en Pythium zich hier als eerste heeft ontwikkeld.

Later in de teelt viel ook een klein aantal planten uit aan de linkerkant van de volledige LED afdeling maar dit aantal was aanzienlijk kleiner. Door de gevolgen van de Pythium, die aan het einde van de teelt voor erg veel plantuitval zorgde aan de rechterkant van de volledige LED afdeling (te veel om de proef op een representatieve manier door te zetten), is besloten om de proef te stoppen na 20 oogstweken.

6. Conclusies

Tijdens dit onderzoek werd onder andere gekeken naar de mogelijkheden van het gebruik van tussenbelichting, in zowel in hybride als een volledige LED combinatie. Daarnaast werd het effect van verschillende spectra onderzocht. Tot slot werd het energieverbruik van beide kascompartimenten met elkaar vergeleken. Uit deze resultaten bleek dat er 22,6% meer warmte input nodig was in de LED afdeling ten opzichte van de hybride afdeling. Wat betreft het elektriciteitsverbruik van de assimilatiebelichting, werd in de LED afdeling een energiereductie van 28,8% gerealiseerd.

6.1 Effect van top/interlights op de onderzochte parameters

Lengtegroei: de interlight behandelingen lieten met name in het begin van de teelt een sterkere lengtegroei zien ten opzichte van de toplight behandelingen. Waarschijnlijk heeft dit ermee te maken dat de interlights pas zijn aangeschakeld toen de kop van de plant er voorbij gegroeid was, waardoor deze behandelingen dus een korte periode een lagere lichtsom hebben ontvangen dan de toplight behandelingen maar wel bij eenzelfde temperatuur stonden, wat een verklaring kan zijn voor de sterkere strekking in de interlight behandelingen.

Bladafplitsing: in de eerste zes weken van de teelt werd een significant hogere bladafplitsing waargenomen in de SON-T + Toplight behandeling ten opzichte van de LED + Toplicht behandeling. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de extra stralingswarmte in de hybride behandeling bijgedragen heeft aan deze snellere bladafplitsing. Echter, is het verschil in bladafplitsing tussen de interlight behandelingen vrijwel gelijk. In de volledige LED afdeling, is de cumulatieve bladafplitsing de eerste drie teeltweken significant hoger in de interlight behandeling ten opzichte van de toplight behandeling. Echter, aan het einde van de teelt is het cumulatieve bladaantal het kleinst in de LED interlight behandeling. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de licht onderscheppend vermogen van de bladeren in de interlight behandeling kleiner werd gedurende de teelt door het sterk krullen van de bladeren.

Vruchtzetting: in vruchtzetting treden geen significante verschillen op gedurende deze teelt. Wel zijn er een aantal trends zichtbaar waarbij de cumulatieve vruchtzetting hoger ligt bij de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen, in zowel de hybride- als de volledige LED afdeling (met uitzondering van de laatste 6 teeltweken, waar de toplight behandelingen de interlight behandelingen inhalen). Mogelijk wordt deze hogere vruchtzetting behaald door een grotere lichtonderschepping in het gewas bij de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen.

Biomassaproductie blad en vrucht: Als gekeken wordt naar het versgewicht van blad en vrucht, wordt een significant hoger versgewicht in blad gevonden bij de toplight behandelingen ten opzichte van de interlight behandelingen. Dit komt overeen met wat waargenomen werd in de kas: een groter en meer uitgestrekt blad in de toplight behandelingen ten opzichte van de interlight behandelingen. In vruchtgewicht zijn de verschillen niet significant, maar hier wordt een hoger vruchtgewicht behaald in de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen. Echter, als naar het gemiddelde vruchtgewicht over de gehele teeltperiode gekeken wordt, wordt net zoals het hogere versgewicht van het blad, ook een hoger vruchtgewicht behaald in de toplight behandelingen in vergelijking met de interlight behandelingen (5.1.6.1). Hoewel de verschillen niet significant zijn, ligt het droge stof gehalte in zowel de vruchten als in de bladeren hoger in de interlight behandelingen ten opzichte van de toplight behandelingen. Dit kan verklaard worden doordat er wellicht meer assimilaten aangemaakt worden tussen het gewas wanneer er interlights aanwezig zijn, die vervolgens worden opgeslagen in blad en vrucht en resulteren in een hoger droge stof gehalte.

Relatieve wateropname: gedurende de teelt werden significante verschillen in wateropname waargenomen tussen de toplight en interlight behandelingen. In de hybride afdeling was de wateropname de gehele periode significant hoger in de toplight behandeling in vergelijking met de interlight behandeling. In de LED afdeling was de relatieve wateropname gedurende de gehele periode significant hoger in de interlight behandeling ten opzichte van de toplight behandeling. Naast de verschillen tussen interlight en toplight behandelingen, lag de relatieve wateropname gedurende de gehele periode significant hoger in SON-T + Toplight behandeling ten opzichte van de LED Toplight behandeling. Mogelijk zorgt de stralingswarmte van de SON-T voor een sterkere verdamping en daarmee voor een grotere wateropname.

Opbrengst: de cumulatieve oogst is aan het eind van de teelt significant hoger in de SON-T + Toplight behandeling ten opzichte van de SON-T + Interlight behandeling. In de volledige LED afdeling is er geen verschil in cumulatieve opbrengst tussen de toplight en interlight behandeling. Ook in de wekelijkse opbrengst presteert de SON-T + Toplight behandeling voortdurend beter dan de hybride interlight behandeling. Misschien zou de hogere productie verband kunnen houden met de wateropname, die voortdurend hoger lag in de SON-T + Toplight behandeling. Als gekeken wordt naar de weekproductie in de LED afdeling, ligt deze hoger bij de interlight behandeling dan de toplight behandeling gedurende de periode dat de wateropname hoger was in de interlight behandeling (week 4 t/m 12).

Lichtefficiëntie: de gemiddelde licht efficiëntie lag significant hoger in de hybride toplight behandeling ten opzichte van de hybride interlight behandeling. In de volledige LED afdeling was de licht efficiëntie vergelijkbaar in top- en interlight behandeling.

Over de gehele teelt kan geconcludeerd worden dat bij het gebruik van interlights, grotere verschillen optreden in een hybride situatie ten opzichte van een volledige LED opstelling. Waarbij in de hybride situatie grotere nadelige effecten worden waargenomen van de interlights in vergelijking met de toplights, waarbij een verminderde opbrengst het grootste probleem is.

6.2 Effect van de lichtspectra op de onderzochte parameters

Lengtegroei: gedurende de teelt traden er een aantal significant verschillen op van lichtspectrum op de lengtegroei: vanaf de elfde teeltweek tot aan het einde van de teelt, was de cumulatieve lengtegroei van de LED extra blauw behandeling significant lager ten opzichte van de LED toplight en LED extra groen behandeling. Dit komt overeen met de literatuur, waarin vermeld wordt dat blauw licht voor een compactere plant zorgt. Er was geen significant verschil tussen de LED toplight behandeling en de LED extra groen behandeling.

Bladafplitsing: er worden weinig verschillen in bladafplitsing gevonden tussen de verschillende spectra. Gedurende de beginweken van de teelt, is het cumulatieve bladaantal significant hoger in de LED extra groen en LED extra blauw behandeling ten opzichte van de LED toplight behandeling. Naarmate de teelt vordert, verdwijnt dit verschil.

Vruchtzetting: gedurende de gehele teelt werden geen significante verschillen in vruchtzetting aangetoond tussen de verschillende lichtspectra. Wel valt op dat, net als bij de bladafplitsing, de vruchtzetting hoger ligt in de LED extra groen en LED extra blauw behandeling ten opzichte van de LED toplight behandeling.

Biomassaproductie blad en vrucht: als gekeken wordt naar het versgewicht van de bladeren, blijkt dit significant hoger te liggen in de LED extra groen en de LED extra blauw behandeling ten opzichte van de LED toplight behandeling. In het drooggewicht zijn de verschillen minder groot maar geeft de LED extra groen behandeling een significant hoger drooggewicht ten opzichte van de LED toplight behandeling. In droge stof gehalte van het blad worden geen significant verschillen waargenomen, wel heeft de LED extra groen behandeling een hoger droge stof gehalte dan de LED toplight en LED extra blauw behandeling (LED extra blauw behandeling geeft een lager droge stof gehalte dan de LED toplight behandeling, hoewel het versgewicht significant hoger lag). In de biomassa van de vruchten werden geen significante verschillen zichtbaar. Het droge stof gehalte was het hoogst in de LED extra blauw behandeling, hoewel in deze behandeling juist het laagste drogestof gehalte in het blad teruggevonden werd.

Relatieve wateropname: gedurende de gehele periode lag de wateropname in de LED extra blauw behandeling significant lager ten opzichte van de LED extra groen en was vergelijkbaar met de LED toplight behandeling. Over het algemeen was de wateropname van de LED extra groen behandeling significant hoger dan de LED toplight behandeling. Daarmee was de wateropname van de LED extra groen behandeling vergelijkbaar met de SON-T + Toplight behandeling.

Opbrengst: aan het einde van de teelt is de cumulatieve opbrengst in kg/m² van de LED extra groen behandeling significant hoger ten opzichte van de LED extra blauw behandeling en vergelijkbaar met de LED toplight behandeling. Als naar de productie per week gekeken wordt, ligt de productie van de LED extra groen behandeling, al dan niet significant, hoger dan de LED extra blauw behandeling. Daarnaast is de weekproductie

van de LED extra groen behandeling over bijna de gehele teelt hoger ten opzichte van de LED toplight behandeling. Opnieuw houdt dit verband met de wateropname, die significant hoger lag in de LED extra groen behandeling ten opzichte van de LED extra blauw en LED toplight behandelingen. Cumulatief gezien is de productie van de LED extra groen behandeling vergelijkbaar met de SON-T + Toplight behandeling. Hoewel de verschillen niet altijd significant zijn, is de weekproductie van de LED extra groen behandeling vaak groter (met name aan het einde van de teelt) ten opzichte van de SON-T + Toplichtbehandeling.

Lichtefficiëntie: er traden geen significante verschillen op in de gemiddelde lichtefficiëntie van de verschillende lichtspectra gedurende de gehele teelt. Hoewel de verschillen niet significant zijn, is de lichtefficiëntie van de LED extra groen behandeling hoger dan de LED extra blauw en de LED Toplight behandeling, en vergelijkbaar met de lichtefficiëntie van de SON-T + Toplight behandeling.

Over de gehele teelt kan geconcludeerd worden dat lichtspectrum een belangrijke factor is bij de hogedraad teelt van komkommer. Uit dit onderzoek is gebleken dat het spectrum van de 'standaard' LEDs (DR/W/LB FR) waarschijnlijk niet geschikt is voor komkommer, omdat de productie onder deze lampen significant achterblijft ten opzichte van de SON-T + Toplight behandeling. Echter, er lijkt een positief effect waarneembaar wanneer aan deze standaard LED extra groen licht wordt toegevoegd: er wordt een significant hogere productie gerealiseerd die vergelijkbaar is met de SON-T + Toplight behandeling. Dit maakt dat een aangepast LED spectrum zeker potentie bied voor de komkommerteelt. Aangezien het 'extra' groen licht verrassende resultaten heeft gegeven op basis van deze teeltronde, zal hier in de volgende teeltronde opnieuw aandacht aan besteed worden. Daarnaast zal opnieuw gefocust worden op wateropname en stimulering van verdamping.

Bronvermelding

De Win, J., 2019. Energie efficiënte belichtingstechnieken in hogedraad komkommer

Goudriaan J, Van Laar HH (1994) Modelling potential crop growth processes: textbook with exercises. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, p 238

Hahn, E.J., Lee, Y.B. & Ahn, C.H. 1996. A new method on mass-production of micropropagated chrysanthemum plants using microponic system in plant factory. *Acta Horticulturae* 440: 527–532

Hovi, T., Näkkilä, J. & Tahvonen, R. 2004. Interlighting improves production of year-round cucumber. *Scientia Horticulturae* 102: 283–294

Hovi-Pekkanen, T. & Tahvonen, R. 2008. Effects of interlighting on yield and external fruit quality in year-round cultivated cucumber. *Scientia Horticulturae* 116: 152:161

Jokinen, K., Särkkä, L. E. & Näkkilä, J. 2012. Improving sweet pepper productivity by LED interlighting. *Acta Horticulturae* 956: 59–66

Ouzounis T., Rosenqvist E. and Ottosen C.-O. 2015c. Spectral Effects of LEDs on Plant Physiology and Secondary Metabolism - a Review. *HortScience* 50: 1–8

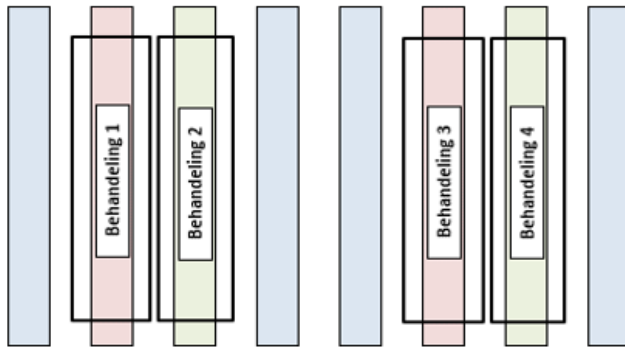


Bijlage I: Proefopzet

Rand (Hi-Power)

99907

Hi Power



Afdeling 45

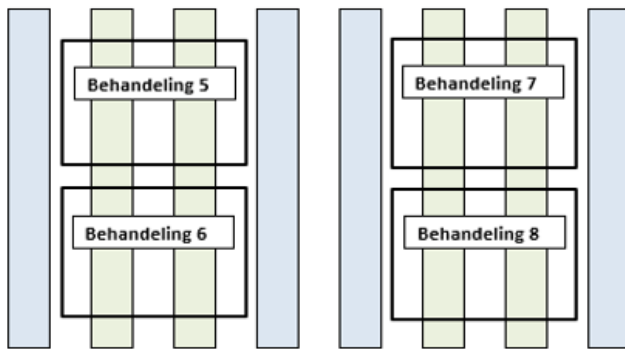
Hybride belichting

Goot 1 t/m 4: SON-T + Toplights (DR/W/LB)

Goot 5 t/m 8: SON-T + Interlights (DR/W/LB)

Goot 2 & 6: 99907

Goot 3 & 7: Hi-Power



Afdeling 46

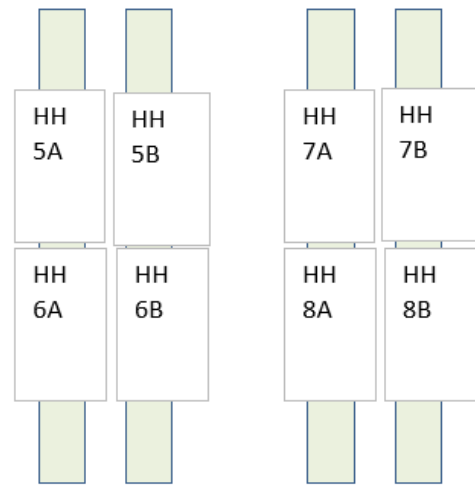
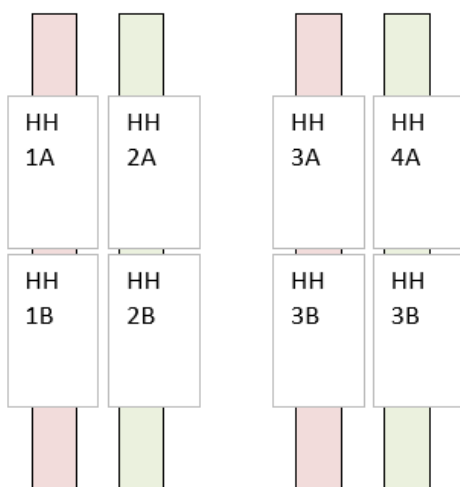
Full LED

Goot 1 t/m 4 (achteraan): LED toplights (DR/W/LB FR)

Goot 1 t/m 4 (vooraan): LED toplights (DR/W/LB FR) + extra blauw toplight

Goot 5 t/m 8 (achteraan): Led toplights (DR/W/LB FR) + interlights

Goot 5 t/m 8 (vooraan): Led toplights (DR/W/LB FR) + extra groen toplight



Bijlage II: Klimaat condities

Datum	T 45 (°C)	T 46 (°C)	RV 45 (%)	RV 46 (%)	CO2 45 (ppm)	CO2 46 (ppm)
30-10-2019	18,2	18,2	58,7	63,1	670,2	643,2
31-10-2019	22,0	22,1	50,1	55,0	602,9	586,0
1-11-2019	21,7	21,4	62,2	66,9	722,5	651,4
2-11-2019	21,8	21,7	65,2	68,2	564,5	522,1
3-11-2019	22,1	21,9	64,7	68,4	514,1	476,1
4-11-2019	21,8	21,7	64,2	68,8	592,6	563,3
5-11-2019	21,5	21,3	69,0	73,1	702,6	630,4
6-11-2019	22,5	22,1	70,1	72,9	700,5	641,1
7-11-2019	22,3	22,0	68,2	70,4	617,8	572,9
8-11-2019	22,5	22,2	62,5	65,3	542,6	513,7
9-11-2019	22,0	21,7	65,2	67,4	566,9	540,8
10-11-2019	22,4	22,2	65,0	67,8	576,1	540,8
11-11-2019	22,1	21,9	69,0	70,8	691,4	660,5
12-11-2019	22,7	22,4	70,3	72,5	677,2	620,7
13-11-2019	22,7	22,5	73,6	75,2	797,3	743,9
14-11-2019	22,4	22,2	75,3	77,3	746,6	702,4
15-11-2019	21,4	21,5	76,4	79,0	738,4	704,3
16-11-2019	21,5	21,7	75,1	78,2	739,7	695,2
17-11-2019	21,6	21,7	76,2	78,6	723,3	682,8
18-11-2019	21,0	21,0	78,4	79,2	735,9	688,9
19-11-2019	21,9	21,9	77,9	80,0	722,1	661,8
20-11-2019	22,2	22,3	80,2	81,0	719,1	669,3
21-11-2019	22,0	22,3	81,0	81,2	714,1	649,7
22-11-2019	22,4	22,9	80,9	81,2	657,8	612,4
23-11-2019	22,1	22,8	82,3	81,6	627,7	567,3
24-11-2019	22,5	23,3	80,2	81,1	630,6	535,8
25-11-2019	22,9	23,5	80,3	80,6	549,3	505,6
26-11-2019	22,7	23,0	83,2	82,3	625,3	550,3
27-11-2019	22,2	22,8	80,5	80,4	599,1	525,1
28-11-2019	21,9	22,2	78,1	78,5	652,0	593,0
29-11-2019	22,8	23,0	78,8	78,4	691,9	636,2
30-11-2019	22,5	22,8	80,4	78,3	765,4	701,9
1-12-2019	22,0	22,4	80,5	78,0	785,9	719,7
2-12-2019	22,3	22,6	80,4	79,9	768,9	709,8
3-12-2019	22,6	22,6	80,2	80,2	728,3	667,5
4-12-2019	22,4	22,5	80,3	80,1	788,2	719,8
5-12-2019	22,1	22,2	79,7	79,2	776,7	703,7



6-12-2019	21,8	21,6	77,3	78,5	706,8	639,0
7-12-2019	22,7	22,8	79,8	80,2	644,6	608,2
8-12-2019	22,6	22,6	76,9	78,5	679,1	610,3
9-12-2019	22,3	22,3	79,9	80,5	700,8	646,7
10-12-2019	22,3	22,5	79,0	78,3	686,0	637,6
11-12-2019	22,5	22,4	77,5	78,4	709,1	653,5
12-12-2019	22,7	22,4	78,6	79,5	715,8	657,6
13-12-2019	22,1	21,9	78,7	79,2	714,0	651,6
14-12-2019	22,2	21,9	78,3	79,1	672,2	626,1
15-12-2019	22,5	22,2	79,5	80,1	658,7	616,1
16-12-2019	22,6	22,6	81,5	81,4	714,6	630,8
17-12-2019	22,6	22,5	79,0	81,2	622,8	570,7
18-12-2019	22,8	22,2	78,6	81,2	743,1	659,7
19-12-2019	22,7	22,5	79,3	81,0	572,7	552,3
20-12-2019	22,1	22,1	79,9	80,1	648,4	593,8
21-12-2019	22,4	22,2	79,7	80,8	652,1	576,2
22-12-2019	22,4	22,4	80,6	80,5	666,8	592,8
23-12-2019	22,4	22,3	79,0	79,3	694,0	618,6
24-12-2019	22,1	21,6	81,0	81,6	662,2	574,0
25-12-2019	22,4	22,4	81,3	80,4	690,1	621,4
26-12-2019	22,3	22,5	81,7	79,2	726,4	651,4
27-12-2019	22,5	22,5	79,8	78,5	744,2	677,1
28-12-2019	22,1	22,1	78,0	76,2	787,1	725,3
29-12-2019	22,1	22,2	79,4	76,8	800,5	734,8
30-12-2019	22,1	22,3	77,8	78,0	776,2	693,0
31-12-2019	22,5	22,3	80,5	81,9	766,1	713,3
1-1-2020	22,5	22,6	78,3	79,6	797,9	727,8
2-1-2020	22,2	22,5	79,6	80,4	768,7	714,6
3-1-2020	22,4	22,3	78,8	79,9	715,2	634,4
4-1-2020	22,2	22,3	79,3	79,9	742,5	674,1
5-1-2020	22,3	22,6	80,5	80,7	714,1	652,7
6-1-2020	22,5	22,5	78,5	81,1	743,0	673,4
7-1-2020	22,2	22,3	80,1	80,7	735,7	688,0
8-1-2020	22,4	22,6	82,0	82,5	710,0	660,0
9-1-2020	22,5	22,8	81,8	82,5	673,3	612,2
10-1-2020	22,4	22,4	81,3	80,9	751,5	712,7
11-1-2020	22,1	22,3	79,8	79,9	803,2	698,9
12-1-2020	21,9	22,0	79,7	80,2	804,1	697,9
13-1-2020	22,4	22,6	80,6	81,0	751,8	670,7
14-1-2020	22,3	22,8	79,1	79,6	674,8	613,1



15-1-2020	22,3	22,6	76,9	79,6	722,1	633,1
16-1-2020	22,3	22,6	79,6	81,5	605,7	578,2
17-1-2020	21,5	21,9	80,6	81,6	640,5	570,3
18-1-2020	21,7	22,2	79,3	81,5	664,2	592,5
19-1-2020	21,9	22,3	80,5	82,1	687,7	617,8
20-1-2020	21,9	22,4	82,6	84,1	748,2	665,6
21-1-2020	21,6	22,2	85,2	86,3	758,6	684,0
22-1-2020	22,0	22,0	82,8	82,6	753,1	689,9
23-1-2020	21,8	22,2	79,5	80,8	686,0	645,0
24-1-2020	21,3	21,7	79,3	79,2	748,4	680,1
25-1-2020	21,3	21,8	80,9	80,9	741,5	675,6
26-1-2020	22,0	22,4	80,5	82,0	651,1	571,8
27-1-2020	21,2	21,6	83,0	83,3	725,6	613,9
28-1-2020	20,9	21,3	77,7	78,2	686,9	611,6
29-1-2020	21,5	21,8	79,4	82,0	736,3	647,0
30-1-2020	21,8	22,2	80,0	83,5	703,4	605,3
31-1-2020	21,7	22,1	83,3	85,8	628,0	589,4
1-2-2020	21,6	21,9	82,9	84,7	662,5	604,1
2-2-2020	21,4	21,8	82,7	84,4	684,9	603,6
3-2-2020	21,7	22,1	82,3	84,7	683,9	623,9
4-2-2020	21,6	21,9	81,7	82,8	703,1	659,6
5-2-2020	22,6	22,7	81,9	83,2	661,8	630,5
6-2-2020	22,1	22,4	81,8	83,9	743,5	665,0
7-2-2020	22,5	22,5	79,9	83,3	651,2	628,4
8-2-2020	22,1	22,5	80,5	83,1	648,3	584,9
9-2-2020	21,1	21,5	76,5	79,5	609,0	538,9
10-2-2020	21,2	21,2	74,9	77,0	611,2	539,0
11-2-2020	21,2	21,3	73,3	73,9	626,2	558,3
12-2-2020	21,6	21,7	74,3	75,5	653,2	587,2
13-2-2020	21,3	21,5	77,8	79,9	681,6	618,5
14-2-2020	21,6	22,2	82,5	82,7	680,8	614,6
15-2-2020	22,3	22,8	77,7	80,0	641,8	567,8
16-2-2020	21,9	22,3	72,3	75,0	591,7	528,1
17-2-2020	22,1	22,1	74,8	76,6	659,4	596,3
18-2-2020	21,9	22,1	73,6	75,2	664,9	602,7
19-2-2020	22,2	22,4	75,9	77,3	675,7	626,9
20-2-2020	21,8	22,2	72,8	75,1	623,1	574,5
21-2-2020	22,1	22,5	76,9	77,0	702,9	633,5
22-2-2020	21,1	21,6	70,9	71,0	635,1	564,6
23-2-2020	21,2	21,6	75,9	75,5	667,6	591,7



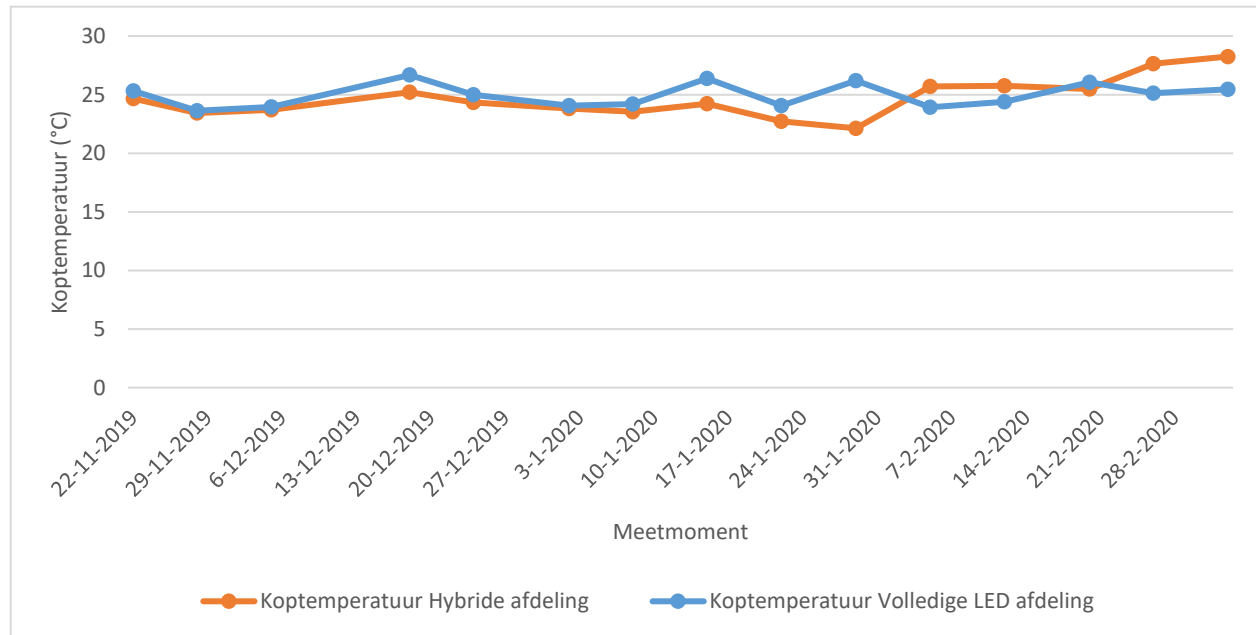
24-2-2020	21,6	22,0	77,7	76,7	682,1	609,4
25-2-2020	22,2	22,6	75,7	76,1	708,6	614,1
26-2-2020	21,7	22,0	77,5	77,7	745,2	661,8
27-2-2020	21,4	21,7	77,3	77,4	762,0	689,1
28-2-2020	22,0	22,4	75,8	75,9	705,3	629,9
29-2-2020	22,1	22,8	75,2	76,4	672,6	581,4
1-3-2020	21,9	22,4	73,6	73,9	666,3	583,6
2-3-2020	22,3	22,7	78,2	78,5	676,0	605,9
3-3-2020	22,5	22,8	75,6	76,0	659,5	587,9
4-3-2020	22,7	23,0	75,8	74,8	675,7	584,0
5-3-2020	22,1	22,6	78,8	77,6	721,3	630,3
6-3-2020	22,1	22,5	79,7	78,3	689,4	628,5
7-3-2020	22,7	23,0	75,7	76,0	636,0	562,9
8-3-2020	21,8	22,3	75,5	76,5	646,8	573,2
9-3-2020	22,6	23,0	76,4	76,4	658,5	571,5
10-3-2020	21,9	22,2	78,5	77,4	655,2	585,1
11-3-2020	22,1	22,2	78,3	78,3	548,3	495,4
12-3-2020	22,2	22,3	69,6	71,0	600,0	461,6
13-3-2020	21,7	21,7	71,0	71,3	594,7	543,1
14-3-2020	22,3	22,2	71,5	70,8	524,1	514,5
15-3-2020	22,0	21,9	74,1	73,6	534,3	505,7
16-3-2020	22,7	22,5	72,7	72,2	466,4	468,3
17-3-2020	22,2	22,1	65,4	66,8	485,8	485,8
18-3-2020	22,2	22,0	65,2	66,0	479,9	467,3
19-3-2020	23,1	22,8	70,1	69,6	475,8	467,7
20-3-2020	18,8	18,9	78,7	76,5	505,5	479,0

Tabel 19: Gemeten kooptemperatuur in de verschillende behandelingen

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$, $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	22-11-2019	28-11-2019	5-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	2-1-2020	8-1-2020	15-1-2020	22-1-2020	29-1-2020	5-2-2020
SON-T Toplights Hi Power	24.0c	23.3ab	24.2ab	25.7b	24.9ab	24.6	23.5	25.5c	22.8b	21.1b	26.4a
SON-T Interlights Hi Power	25.2ab	22.8b	23.1c	24.6c	24.2b	23.8	23.6	23.0d	23.0b	21.8b	25.4ab
LED Toplights	25.7a	23.7ab	23.8ab	27.3a	25.6a	24.4	24.3	27.3ab	23.2b	26.1a	24.8b
LED Extra groen	25.4a	23.6ab	23.5bc	27.5a	25.6a	24.1	23.7	27.7a	24.4a	25.7a	24.3bc
LED Interlights	25.6a	23.8a	24.2ab	26.0b	24.4b	23.6	24.3	25.8bc	24.2a	26.4a	23.3c
LED Extra blauw	24.6bc	23.4ab	24.3a	25.9b	24.3b	24.1	24.5	24.7c	24.4a	26.6a	23.3c

Behandeling \ Meetdatum	12-2-2020	20-2-2020	26-2-2020	4-3-2020
SON-T Toplights Hi Power	26.5a	26.4a	28.2a	30.3a
SON-T Interlights Hi Power	25.3ab	24.7b	27.2ab	28.2ab
LED Toplights	24.9bc	25.9ab	27.0ab	25.8c
LED Extra groen	24.9bc	26.7a	26.8ab	25.1c
LED Interlights	23.8c	25.8ab	23.8ab	
LED Extra blauw	24.0c	25.8ab	22.7d	



Figuur 18: Verskil in gemeten kooptemperatuur in de hybride en volledige LED afdeling
LSD: $p = 0.95$, $n = 80$

Datum	Straling (W/m2)	Stralingssom (J)	PAR som kas (45% transmissie) (mol/m2/dag)	Belichting (uren)	PAR som Toplights (mol)	PAR som Interlights (mol)	PAR som extra groen & extra blauw (mol)	Totale lichtsom Toplights (mol)	Totale lichtsom Interlights (mol)	Totale lichtsom extra groen & extra blauw (mol)
30-10-2019	51,9	448,7	4,3	8,0	5,8	3,9	5,2	10,1	8,2	9,5
31-10-2019	85,8	741,7	7,2	8,0	5,8	3,9	5,2	12,9	11,1	12,4
1-11-2019	16,6	143,4	1,4	9,0	6,5	4,4	5,8	7,9	5,8	7,2
2-11-2019	41,6	359,8	3,5	9,0	6,5	4,4	5,8	10,0	7,9	9,3
3-11-2019	31,9	276,0	2,7	9,0	6,5	4,4	5,8	9,2	7,0	8,5
4-11-2019	35,4	305,6	3,0	10,0	7,2	4,9	6,5	10,2	7,8	9,4
5-11-2019	26,2	226,5	2,2	10,0	7,2	4,9	6,5	9,4	7,1	8,7
6-11-2019	28,3	244,3	2,4	11,0	7,9	5,3	7,1	10,3	7,7	9,5
7-11-2019	24,7	213,0	2,1	11,0	7,9	5,3	7,1	10,0	7,4	9,2
8-11-2019	66,3	572,8	5,5	12,0	8,6	5,8	8,6	14,2	11,4	14,2
9-11-2019	51,3	443,2	4,3	12,0	8,6	5,8	8,6	12,9	10,1	12,9
10-11-2019	66,1	571,2	5,5	12,0	8,6	5,8	8,6	14,2	11,4	14,2
11-11-2019	32,0	276,4	2,7	13,0	9,4	6,3	9,4	12,0	9,0	12,0
12-11-2019	29,1	251,0	2,4	13,0	9,4	6,3	9,4	11,8	8,7	11,8
13-11-2019	21,5	185,5	1,8	14,0	10,1	6,8	10,1	11,9	8,6	11,9
14-11-2019	25,9	223,4	2,2	14,0	10,1	6,8	10,1	12,2	9,0	12,2
15-11-2019	31,7	273,8	2,6	15,0	10,8	7,3	10,8	13,4	9,9	13,4
16-11-2019	43,6	376,5	3,6	15,0	10,8	7,3	10,8	14,4	10,9	14,4
17-11-2019	35,2	304,2	2,9	15,0	10,8	7,3	10,8	13,7	10,2	13,7
18-11-2019	46,1	398,3	3,9	16,0	11,5	7,8	11,5	15,4	11,6	15,4
19-11-2019	28,5	246,0	2,4	16,0	11,5	7,8	11,5	13,9	10,2	13,9
20-11-2019	46,1	398,3	3,9	17,0	12,2	12,2	12,2	16,1	16,1	16,1
21-11-2019	28,5	246,0	2,4	17,0	12,2	12,2	12,2	14,6	14,6	14,6
22-11-2019	47,5	410,8	4,0	17,0	12,2	12,2	12,2	16,2	16,2	16,2
23-11-2019	18,7	161,8	1,6	17,0	12,2	12,2	12,2	13,8	13,8	13,8
24-11-2019	41,7	359,9	3,5	17,0	12,2	12,2	12,2	15,7	15,7	15,7
25-11-2019	44,8	387,0	3,7	18,0	13,0	13,0	13,0	16,7	16,7	16,7



GLITCH

26-11-2019	13,3	114,6	1,1	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1
27-11-2019	23,0	198,5	1,9	18,0	13,0	13,0	13,0	14,9	14,9	14,9
28-11-2019	9,7	83,7	0,8	18,0	13,0	13,0	13,0	13,8	13,8	13,8
29-11-2019	38,6	333,1	3,2	18,0	13,0	13,0	13,0	16,2	16,2	16,2
30-11-2019	39,6	342,1	3,3	18,0	13,0	13,0	13,0	16,3	16,3	16,3
1-12-2019	19,7	170,3	1,6	18,0	13,0	13,0	13,0	14,6	14,6	14,6
2-12-2019	31,4	271,4	2,6	18,0	13,0	13,0	13,0	15,6	15,6	15,6
3-12-2019	20,3	175,7	1,7	18,0	13,0	13,0	13,0	14,7	14,7	14,7
4-12-2019	27,9	241,2	2,3	18,0	13,0	13,0	13,0	15,3	15,3	15,3
5-12-2019	19,7	170,0	1,6	18,0	13,0	13,0	13,0	14,6	14,6	14,6
6-12-2019	6,6	56,9	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,5	13,5	13,5
7-12-2019	13,1	112,9	1,1	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1
8-12-2019	15,5	133,7	1,3	18,0	13,0	13,0	13,0	14,3	14,3	14,3
9-12-2019	14,1	122,0	1,2	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1
10-12-2019	37,7	325,9	3,2	18,0	13,0	13,0	13,0	16,1	16,1	16,1
11-12-2019	7,6	65,8	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,6	13,6	13,6
12-12-2019	36,5	315,4	3,1	18,0	13,0	13,0	13,0	16,0	16,0	16,0
13-12-2019	6,6	57,1	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,5	13,5	13,5
14-12-2019	19,8	171,1	1,7	18,0	13,0	13,0	13,0	14,6	14,6	14,6
15-12-2019	34,5	297,8	2,9	18,0	13,0	13,0	13,0	15,8	15,8	15,8
16-12-2019	9,5	82,0	0,8	18,0	13,0	13,0	13,0	13,8	13,8	13,8
17-12-2019	23,0	199,1	1,9	18,0	13,0	13,0	13,0	14,9	14,9	14,9
18-12-2019	36,7	316,9	3,1	18,0	13,0	13,0	13,0	16,0	16,0	16,0
19-12-2019	37,6	325,3	3,1	18,0	13,0	13,0	13,0	16,1	16,1	16,1
20-12-2019	7,1	61,5	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,6	13,6	13,6
21-12-2019	19,8	171,4	1,7	18,0	13,0	13,0	13,0	14,6	14,6	14,6
22-12-2019	9,6	83,3	0,8	18,0	13,0	13,0	13,0	13,8	13,8	13,8
23-12-2019	20,6	178,0	1,7	18,0	13,0	13,0	13,0	14,7	14,7	14,7
24-12-2019	10,3	89,0	0,9	18,0	13,0	13,0	13,0	13,8	13,8	13,8
25-12-2019	13,6	117,7	1,1	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1



GLITCH

26-12-2019	12,4	107,1	1,0	18,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0
27-12-2019	23,9	206,5	2,0	18,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0	15,0
28-12-2019	31,0	267,5	2,6	18,0	13,0	13,0	13,0	15,5	15,5	15,5
29-12-2019	21,2	182,8	1,8	18,0	13,0	13,0	13,0	14,7	14,7	14,7
30-12-2019	40,6	350,6	3,4	18,0	13,0	13,0	13,0	16,4	16,4	16,4
31-12-2019	13,5	117,1	1,1	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1
1-1-2020	42,8	370,1	3,6	18,0	13,0	13,0	13,0	16,5	16,5	16,5
2-1-2020	12,1	104,5	1,0	18,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0
3-1-2020	7,2	62,1	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,6	13,6	13,6
4-1-2020	13,2	114,1	1,1	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1
5-1-2020	9,3	80,3	0,8	18,0	13,0	13,0	13,0	13,7	13,7	13,7
6-1-2020	39,6	341,9	3,3	18,0	13,0	13,0	13,0	16,3	16,3	16,3
7-1-2020	15,0	129,2	1,2	18,0	13,0	13,0	13,0	14,2	14,2	14,2
8-1-2020	6,1	52,5	0,5	18,0	13,0	13,0	13,0	13,5	13,5	13,5
9-1-2020	7,3	63,3	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,6	13,6	13,6
10-1-2020	11,0	94,9	0,9	18,0	13,0	13,0	13,0	13,9	13,9	13,9
11-1-2020	28,9	249,7	2,4	18,0	13,0	13,0	13,0	15,4	15,4	15,4
12-1-2020	12,0	104,1	1,0	18,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0
13-1-2020	30,2	260,8	2,5	18,0	13,0	13,0	13,0	15,5	15,5	15,5
14-1-2020	7,2	62,6	0,6	18,0	13,0	13,0	13,0	13,6	13,6	13,6
15-1-2020	28,3	244,7	2,4	18,0	13,0	13,0	13,0	15,3	15,3	15,3
16-1-2020	50,2	433,6	4,2	18,0	13,0	13,0	13,0	17,2	17,2	17,2
17-1-2020	10,0	86,1	0,8	18,0	13,0	13,0	13,0	13,8	13,8	13,8
18-1-2020	30,5	263,6	2,6	18,0	13,0	13,0	13,0	15,5	15,5	15,5
19-1-2020	38,5	332,4	3,2	18,0	13,0	13,0	13,0	16,2	16,2	16,2
20-1-2020	25,0	215,8	2,1	18,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0	15,0
21-1-2020	25,5	220,2	2,1	18,0	13,0	13,0	13,0	15,1	15,1	15,1
22-1-2020	14,1	122,1	1,2	18,0	13,0	13,0	13,0	14,1	14,1	14,1
23-1-2020	24,1	208,1	2,0	18,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0	15,0
24-1-2020	5,2	44,7	0,4	18,0	13,0	13,0	13,0	13,4	13,4	13,4



GLITCH

25-1-2020	9,2	79,7	0,8	18,0	13,0	13,0	13,0	13,7	13,7	13,7
26-1-2020	46,9	405,0	3,9	18,0	13,0	13,0	13,0	16,9	16,9	16,9
27-1-2020	11,2	97,2	0,9	18,0	13,0	13,0	13,0	13,9	13,9	13,9
28-1-2020	33,9	293,3	2,8	18,0	13,0	13,0	13,0	15,8	15,8	15,8
29-1-2020	35,3	304,6	2,9	18,0	13,0	13,0	13,0	15,9	15,9	15,9
30-1-2020	41,2	355,9	3,4	18,0	13,0	13,0	13,0	16,4	16,4	16,4
31-1-2020	26,8	231,3	2,2	18,0	13,0	13,0	13,0	15,2	15,2	15,2
1-2-2020	22,3	193,0	1,9	18,0	13,0	13,0	13,0	14,8	14,8	14,8
2-2-2020	10,3	88,9	0,9	18,0	13,0	13,0	13,0	13,8	13,8	13,8
3-2-2020	22,9	198,2	1,9	18,0	13,0	13,0	13,0	14,9	14,9	14,9
4-2-2020	23,2	200,7	1,9	18,0	13,0	13,0	13,0	14,9	14,9	14,9
5-2-2020	34,1	294,3	2,8	18,0	13,0	13,0	13,0	15,8	15,8	15,8
6-2-2020	57,5	496,6	4,8	18,0	13,0	13,0	13,0	17,8	17,8	17,8
7-2-2020	28,4	245,1	2,4	18,0	13,0	13,0	13,0	15,3	15,3	15,3
8-2-2020	81,2	701,9	6,8	18,0	13,0	13,0	13,0	19,8	19,8	19,8
9-2-2020	38,7	334,7	3,2	18,0	13,0	13,0	13,0	16,2	16,2	16,2
10-2-2020	29,8	257,6	2,5	18,0	13,0	13,0	13,0	15,5	15,5	15,5
11-2-2020	48,7	420,8	4,1	18,0	13,0	13,0	13,0	17,0	17,0	17,0
12-2-2020	65,7	567,4	5,5	18,0	13,0	13,0	13,0	18,4	18,4	18,4
13-2-2020	65,3	563,8	5,5	18,0	13,0	13,0	13,0	18,4	18,4	18,4
14-2-2020	31,9	275,6	2,7	18,0	13,0	13,0	13,0	15,6	15,6	15,6
15-2-2020	31,0	268,2	2,6	18,0	13,0	13,0	13,0	15,6	15,6	15,6
16-2-2020	64,1	553,8	5,4	18,0	13,0	13,0	13,0	18,3	18,3	18,3
17-2-2020	31,7	273,9	2,6	18,0	13,0	13,0	13,0	15,6	15,6	15,6
18-2-2020	42,3	365,4	3,5	18,0	13,0	13,0	13,0	16,5	16,5	16,5
19-2-2020	75,5	652,6	6,3	18,0	13,0	13,0	13,0	19,3	19,3	19,3
20-2-2020	33,7	291,5	2,8	18,0	13,0	13,0	13,0	15,8	15,8	15,8
21-2-2020	53,5	462,6	4,5	18,0	13,0	13,0	13,0	17,4	17,4	17,4
22-2-2020	24,7	213,0	2,1	18,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0	15,0
23-2-2020	12,6	108,5	1,1	18,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0



GLITCH

24-2-2020	16,9	145,6	1,4	18,0	13,0	13,0	13,0	14,4	14,4	14,4
25-2-2020	73,6	635,6	6,1	18,0	13,0	13,0	13,0	19,1	19,1	19,1
26-2-2020	54,4	469,7	4,5	18,0	13,0	13,0	13,0	17,5	17,5	17,5
27-2-2020	19,7	170,3	1,6	18,0	13,0	13,0	13,0	14,6	14,6	14,6
28-2-2020	67,2	580,3	5,6	18,0	13,0	13,0	13,0	18,6	18,6	18,6
29-2-2020	54,9	474,7	4,6	18,0	13,0	13,0	13,0	17,6	17,6	17,6
1-3-2020	64,2	554,6	5,4	18,0	13,0	13,0	13,0	18,3	18,3	18,3
2-3-2020	50,2	433,4	4,2	18,0	13,0	13,0	13,0	17,2	17,2	17,2
3-3-2020	94,4	815,5	7,9	18,0	13,0	13,0	13,0	20,8	20,8	20,8
4-3-2020	93,0	803,7	7,8	18,0	13,0	13,0	13,0	20,7	20,7	20,7
5-3-2020	29,1	251,2	2,4	18,0	13,0	13,0	13,0	15,4	15,4	15,4
6-3-2020	34,9	301,2	2,9	18,0	13,0	13,0	13,0	15,9	15,9	15,9
7-3-2020	100,1	864,7	8,4	18,0	13,0	13,0	13,0	21,3	21,3	21,3
8-3-2020	48,2	416,4	4,0	18,0	13,0	13,0	13,0	17,0	17,0	17,0
9-3-2020	85,2	735,9	7,1	18,0	13,0	13,0	13,0	20,1	20,1	20,1
10-3-2020	22,3	192,4	1,9	18,0	13,0	13,0	13,0	14,8	14,8	14,8
11-3-2020	61,6	532,2	5,1	18,0	13,0	13,0	13,0	18,1	18,1	18,1
12-3-2020	137,3	1186,3	11,5	18,0	13,0	13,0	13,0	24,4	24,4	24,4
13-3-2020	98,7	852,7	8,3	18,0	13,0	13,0	13,0	21,2	21,2	21,2
14-3-2020	121,0	1045,8	10,1	18,0	13,0	13,0	13,0	23,1	23,1	23,1
15-3-2020	70,4	608,3	5,9	18,0	13,0	13,0	13,0	18,8	18,8	18,8
16-3-2020	123,7	1068,6	10,3	18,0	13,0	13,0	13,0	23,3	23,3	23,3
17-3-2020	164,8	1424,1	13,8	18,0	13,0	13,0	13,0	26,7	26,7	26,7
18-3-2020	152,9	1321,2	12,8	18,0						
19-3-2020	126,2	1090,6	10,6	18,0						
20-3-2020	41,4	357,3	3,5	18,0	13,0	13,0	13,0	16,4	16,4	16,4

Bijlage III: Algemene gewasstand

SON-T + Toplight



SON-T + Interlights



LED Toplights



LED Toplights + Interlights



LED Toplights + Extra groen



LED Toplights + Extra blauw



Bijlage IV: Aanvullende resultaten

Tabel 20: Effect van behandeling op de wekelijkse lengtetoeename in hogedraad komkommer

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power	20.0	58.0b	104.9b	65.6b	68.7c	70.8b	59.4d	71.7b	49.4b	91.3a	57.3
SON-T Interlights Hi Power	21.5	61.8a	113.8a	70.4a	76.1c	74.6ab	60.5cd	77.0ab	52.4ab	94.2a	59.7
LED Toplights	21.6	53.3c	101.4bc	70.9a	69.7bc	74.6ab	66.1a	76.1ab	55.1a	90.2ab	58.4
LED Extra groen	21.3	55.0bc	99.0bc	67.7b	71.7b	75.8a	65.5ab	75.6ab	54.0a	92.5a	58.8
LED Interlights	21.5	54.5bc	105.1b	72.2a	75.4a	73.7ab	63.1bc	79.1a	52.6ab	79.8c	55.9
LED Extra blauw	22.1	54.9bc	97.2c	66.4b	71.7b	71.9ab	62.0bc	74.6ab	53.7a	86.1b	59.6
Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020	
SON-T Toplights Hi Power	74.4ab	70.7	67.8ab	64.9	65.0a	54.9ab	58.0a	59.9a	56.5a	47.1a	
SON-T Interlights Hi Power	73.7ab	69.9	70.1a	64.9	64.0a	54.5ab	59.1a	57.7ab	58.8a	41.0ab	
LED Toplights	75.8ab	68.5	70.8a	67.1	56.9bc	52.1ab	55.7ab	48.6bc	52.5ab	34.9b	
LED Extra groen	72.8ab	67.1	65.6b	61.9	53.7c	50.5ab	52.6b	48.0c	48.5b	33.3b	
LED Interlights	79.5a	67.5	67.4ab	62.7	61.0ab	57.3a	59.5a	56.8abc			
LED Extra blauw	71.0b	66.4	64.1b	62.3	53.3c	50.0b	52.6b	49.8bc			

Tabel 21: Effect van behandeling op de wekelijkse bladafplitsing in hogedraad komkommer

Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power	4.3ab	5.1a	5.2	7.8a	8.1	8.0a	5.3b	6.6	4.8b	11.0a	5.7b
SON-T Interlights Hi Power	4.8a	5.1a	5.1	7.3b	8.2	6.6d	5.5b	6.7	5.1ab	9.8b	6.6ab
LED Toplights	4.2ab	4.6b	5.3	7.3b	7.6	7.2bc	6.3a	7.0	5.3ab	9.1c	6.9a
LED Extra groen	4.2b	4.2c	5.5	7.2b	7.9	7.6ab	6.0a	7.1	5.2ab	9.7b	7.1a
LED Interlights	4.6ab	4.9a	5.6	7.0b	7.8	6.9cd	5.9a	7.0	5.7a	9.5bc	5.6b
LED Extra blauw	4.6ab	4.1c	5.2	7.2b	7.8	7.4bc	6.3a	6.7	5.5a	9.8b	6.0ab
Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020	
SON-T Toplights Hi Power	8.8ab	7.3abc	6.4ab	8.0a	6.9a	7.1bc	5.5ab	8.6a	7.1	5.1a	
SON-T Interlights Hi Power	8.8ab	6.7c	7.1a	7.6a	7.1a	6.2d	4.8c	7.2b	7.2	3.5b	
LED Toplights	9.1ab	8.1a	5.3a	6.4b	5.6bc	7.5a	6.0a	7.6b	7.8	2.2b	
LED Extra groen	8.6b	7.0bc	5.8ab	5.9b	5.2c	6.8c	5.9a	7.5b	7.3	2.2b	
LED Interlights	9.4a	7.7ab	6.3ab	7.7a	6.6ab	7.2b	5.8ab	7.8b			
LED Extra blauw	8.5b	6.6c	5.3b	6.5b	5.3c	6.9bc	5.3bc	7.8b			

Tabel 22: Effect van behandeling op de wekelijkse vruchtzetting in hogedraad komkommer

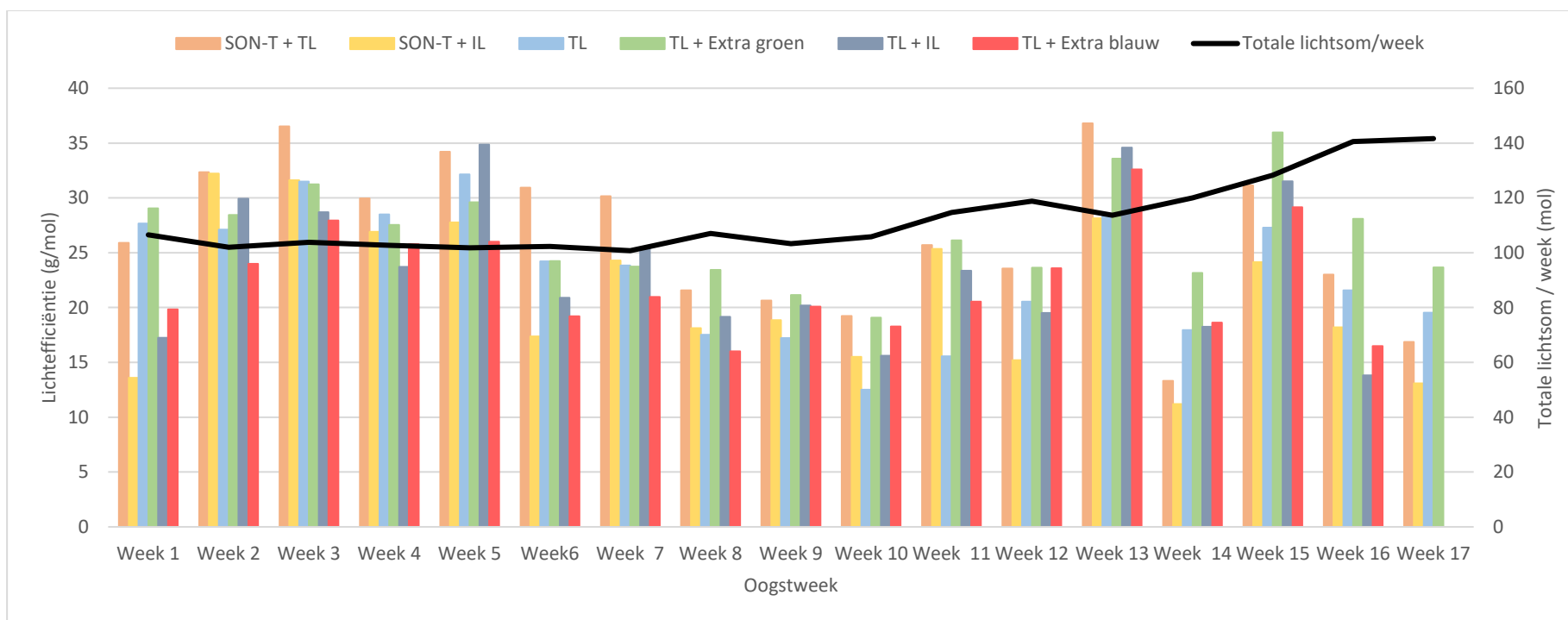
 Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waardes niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 20$

Behandeling \ Meetdatum	31-10-2019	07-11-2019	14-11-2019	21-11-2019	28-11-2019	05-12-2019	11-12-2019	18-12-2019	24-12-2019	02-01-2020	08-01-2020
SON-T Toplights Hi Power		3.2ab	4.0	6.2ab	5.7	4.4b	3.8b	4.0	2.8ab	6.9a	3.3c
SON-T Interlights Hi Power		3.4ab	4.2	6.4a	6.2	4.9a	4.1ab	4.2	2.1c	5.6b	4.7a
LED Toplights		3.5ab	3.9	5.4b	5.4	4.6b	4.4a	3.9	2.8ab	5.7b	3.4c
LED Extra groen		3.1b	4.1	5.7ab	5.5	4.4b	4.1ab	4.2	3.2a	5.6b	3.8bc
LED Interlights		3.6a	4.2	5.8ab	5.4	4.0c	4.1ab	4.5	2.4bc	5.8b	4.4ab
LED Extra blauw		3.1b	3.9	5.8ab	5.5	4.3bc	4.5a	4.3	2.6b	6.1b	4.8a
Behandeling \ Meetdatum	15-01-2020	22-01-2020	29-01-2020	05-02-2020	12-02-2020	20-02-2020	26-02-2020	04-03-2020	11-03-2020	18-03-2020	
SON-T Toplights Hi Power	6.3ab	5.7a	4.9	6.3	5.8a	3.8b	2.9bc	6.0a	5.3	4.3a	
SON-T Interlights Hi Power	6.3ab	4.9c	5.2	6.0	5.4ab	4.2ab	2.6c	4.8ab	5.1	2.9b	
LED Toplights	6.2ab	6.1a	4.9	6.3	5.0ab	4.9a	3.2b	4.3b	4.4	2.7b	
LED Extra groen	6.0b	5.6ab	5.2	5.8	4.5ab	4.3ab	3.0bc	4.3b	4.0	2.5b	
LED Interlights	7.0a	5.9a	4.9	5.8	5.2ab	4.6ab	4.1a	5.1ab			
LED Extra blauw	6.4ab	5.0bc	5.1	5.7	4.1b	4.1ab	2.8bc	4.5b			

Tabel 23: Effect van behandeling op de wekelijkse lichtefficiëntie in hogedraad komkommer

 Per week zijn significante verschillen tussen behandelingen zichtbaar: bij overeenkomst in letter, zijn de waarden niet significant verschillend LSD: $p = 0.95$; $n = 4$

Oogstweek	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6	Wk 7	Wk 8	Wk 9	Wk 10	Wk 11	Wk 12	Wk 13	Wk 14	Wk 15	Wk 16	Wk 17
Behandeling	25/11/19 01/12/19	02/12/19 08/12/19	09/12/19 15/12/19	16/12/19 22/12/19	23/12/19 29/12/19	30/12/19 05/01/20	06/01/20 12/01/20	13/01/20 19/01/20	20/01/20 26/01/20	27/01/20 02/02/20	03/02/20 09/02/20	10/02/20 16/02/20	17/02/20 23/02/20	24/02/20 01/03/20	02/03/20 08/03/20	09/03/20 15/03/20	16/03/20 22/03/20
SON-T Toplights Hi Power	25.9ab	32.3a	36.5a	30.0a	34.2	30.9	30.1	21.6	20.6	19.2	25.7a	23.6a	36.8	13.3	31.2	23.0	16.9ab
SON-T Interlights Hi Power	13.6c	32.2a	31.6ab	26.9ab	27.8	17.4	24.3	18.1	18.8	15.5	25.4a	15.2b	28.2	11.2	24.1	18.2	13.1b
LED Toplights	27.7a	27.1ab	31.5ab	28.5ab	32.2	24.2	23.8	17.5	17.2	12.5	15.6b	20.5ab	28.4	18.0	27.3	21.6	19.5ab
LED Extra groen	29.1a	28.4ab	31.2ab	27.6ab	29.6	24.2	23.7	23.5	21.2	19.1	26.1a	23.6a	33.6	23.1	36.0	28.1	23.7a
LED Interlights	17.2c	30.0ab	28.7b	23.7b	34.9	20.9	25.5	19.3	20.2	15.6	23.4ab	19.5ab	34.6	18.2	31.5	13.8	
LED Extra blauw	19.8bc	24.0b	28.0b	25.8ab	26.0	19.2	21.0	16.0	20.1	18.3	20.6ab	23.6a	32.6	18.6	29.2	16.5	


Figuur 19: Effect van behandeling op de wekelijkse lichtefficiëntie in hogedraad komkommer

 Per LSD: $p = 0.95$; $n = 4$