



Onderzoeksrapportage

Monitoring gewasgroei tomaat onder diffuus kasdek 1

Oriënterende praktijkmetingen in een herfstteelt van tomaat



Februari 2010

Opdrachtgevers:



PT projectnummer: 13838

Uitgevoerd door:



Pascal Geukemeijer, Hendrik-Jan van Telgen
Botany BV
Van Vlattenstraat 115
5975 SE Sevenum

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	4
1 Inleiding en doel.....	5
2 Materiaal en methoden	6
2.1 Kasindeling	6
2.2 Plantmateriaal en metingen	6
3 Resultaten en discussie	8
3.1 Lichtverdeling en planttemperatuur	8
3.2 Plant- en productiemetingen	9
4 Conclusies en aanbevelingen	15
Bijlage 1: Licht- en klimaatgegevens	18
Bijlage 2: Karakteristieken glas.....	20

Samenvatting

In het najaar 2009 zijn door het Onderzoeksbureau Botany BV gewasmetingen verricht op het tomatenbedrijf Van Gog in Horst-Hegelsom. De metingen vonden plaats bij een teelt onder helder Crystal Clear glas voorzien van een anti-reflectie coating en een teelt onder hetzelfde type glas dat diffuus was gemaakt (haze-factor 60%). De proef liep van week 34 tot 52.

De groei van de planten verliep in beide afdelingen gelijk, er waren geen verschillen meetbaar in lengtetoeename en bladafsplittingsnelheid. Onder diffuus glas liepen meer dieven uit, maar het totale versgewicht van de dieven onder diffuus glas was lager, wat suggereert dat minder energie naar de vegetatieve groei gaat. Deze suggestie werd nog versterkt doordat onder diffuus glas de trossen steeds iets eerder waren gezet en de vruchten uitgroeiden waardoor zij eerder oogstbaar waren. Dit was zeer verrassend aangezien het gemeten PAR lichtniveau en planttemperatuur in de diffuse kas gemiddeld lager en de RV gemiddeld enkele procenten hoger waren dan in de heldere kas.

Uiteindelijk werd aan het einde van de teelt een extra productie van iets meer dan twee procent gerealiseerd onder diffuus glas. Wel dienen er enkele kanttekeningen bij deze waarnemingen in tomaat gezet te worden.

De voorsprong in snelheid en oogstgewicht in de diffuse kas werd vooral in de periode tot ongeveer week 45-46 geboekt. Er was een duidelijke trend te zien dat het gemiddelde gewicht van de geoogste vruchten uit de diffuse kas tot ongeveer week 45-46 hoger was dan in de heldere kas. Na week 46 neemt het vruchtgewicht in de diffuse kas sterk af ten opzichte van de heldere kas. Vermoedelijk wordt vanaf dat moment in de diffuse kas het lichtniveau beperkend voor vruchtgroei en -rijping. Het energieverbruik was tijdens de testteelt niet lager in de diffuse kas (3% meer gas, maar ook 11% minder water).

Er blijven nog een aantal vragen onbeantwoord zoals de oorzaak van de meerproductie en of en welke minimale lichtniveaus nodig zijn in donkere perioden van het jaar. Ook zal nog een evaluatie gemaakt moeten worden of de voordelen opwegen tegen de hogere kosten van het kasdek. Op basis van de huidige waarnemingen kan daarop nog geen sluitend antwoord worden gegeven. Het project heeft een vervolg gekregen in 2010 waarbij de teelt jaarrond gevolgd wordt.

1 Inleiding en doel

Op het bedrijf Graafsebos van Pieter van Gog in Horst-Hegelsom is een nieuwe kas gebouwd, waarvan de helft gedekt is met Crystal Clear glas voorzien van een anti-reflectie (AR) coating (verder aangeduid als AR-kas) en de nadere helft gedekt met AR-glas dat diffuus gemaakt is (haze-factor 60%, verder aangeduid als ARD-kas). Vanaf augustus tot medio december 2009 is in beide kassen een herfstteelt van tomaat gevolgd en gemeten.

Het doel van het volgen van de teelt was om tijdens de testfase in de twee kasafdelingen de effecten van de twee nieuwe typen kasdek (gecoat en gecoat-diffuus) op de groei en ontwikkeling van individuele tomatenplanten te meten.

Uit metingen bij komkommer en potplanten onder diffuus kasdek is namelijk gebleken dat het natuurlijke licht beter benut wordt. Dit resulteerde bij komkommer in 6,5 à 9,2% hogere productie. De reden voor de hogere productie zoals waargenomen bij komkommer is waarschijnlijk gevolg van een efficiëntere fotosynthese. In de metingen bij komkommer en chrysant (Hemming e.a., 2007) werd onder diffuus licht een hogere fotosynthesesnelheid in lagere bladlagen gemeten (komkommer), resulterend in een hogere relatieve groei (chrysant). De reden hiervan is mogelijk efficiënter gebruik van licht als gevolg van een verbeterde horizontale lichtverdeling en optimalere bladtemperatuur. Onder helder glas werd bij komkommer op heldere dagen bijvoorbeeld een groter temperatuurverschil tussen de kop en lager blad gemeten dan onder diffuus kasdek. Ook namen onder diffuus glasdek de chlorofylgehalten van de tussenlagen toe. Morfologische parameters suggereren dat onder diffuus dek de planten ook generatiever groeiden, met een iets lagere LAI en hogere Specific Leaf Area (SLA; g/m²).

Recent (2008) onderzoek bij komkommer (Groenten & Fruit 28-2009) liet zien dat onder diffuus glas een hogere productie in het najaar kon worden gehaald. De productietoename was onverwacht, omdat algemeen werd aangenomen dat door het lagere lichtniveau in het najaar diffuus glas nadelig zou werken en in het najaar geen duidelijke verschillen in fotosyntheseniveaus van het lagere bladpakket werden gemeten. Mogelijk dat door het afvlakken van extremen een uniformer klimaat ontstaat waarin de planten gemiddeld beter groeien. De vraag is of dit ook bij tomaat kan optreden.

Op het bedrijf Graafsebos zijn tijdens een herfstteelt van tomaat oriënterende plantmetingen gedaan om vast te stellen of zich als gevolg van de veranderde lichtverdeling en – samenstelling, groeiverschillen tussen beide afdelingen voordoen. De te verzamelen gegevens moeten praktisch bruikbare kennis en inzichten leveren waarmee de sector een afweging kan maken over de te verwachten effecten van de nieuwe typen kasdek op de bedrijfsvoering, zowel vanuit plantkundig oogpunt als vanuit energieoogpunt.

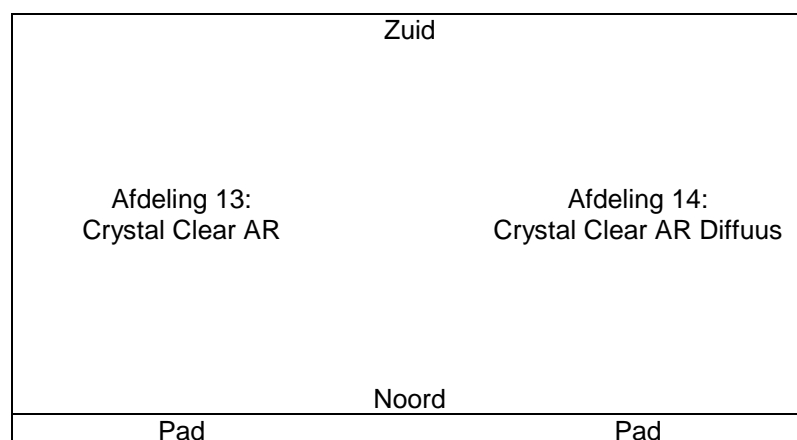
De proef werd begeleid door een telersgroep uit de regio Horst, bestaande uit Bas van Leeuwen (Westburg BV, cherrytomaat), Rene Welles, Frank van Lipzig (beiden telersveniging Komosa) en Geert van Rens (Tomatenkwekerij Van Rens), waarvoor dank.

Eveneens een woord van dank aan medewerkers van het bedrijf Graafsebos/Van Gog en de lokale bedrijfsleiding in de persoon van Grad Basten voor de genoten gastvrijheid en medewerking.

2 Materiaal en methoden

2.1 Kasindeling

De schematische kasindeling op het bedrijf Graafsebos te Hegelsom is als aangegeven in onderstaande figuur. In totaal gaat om 27000 m² kas, verdeeld in twee afdelingen zonder tussenwand met afzonderlijke regelingen. Afdeling 13 was gedekt met Crystal Clear (CC) glas dat voorzien was van een antireflectie coating (AR-glas); afdeling 14 was gedekt met CC-glas dat voor het aanbrengen van de AR-coating via een etsproces eerst diffuus (haze-factor 60%) was gemaakt (ARD-glas). Het diffuus maken gebeurt via een etsproces door een gespecialiseerd bedrijf in Polen en de AR coating wordt uitgevoerd door Sunarc DK.



Het aanbrengen van de coating vindt volgens de leverancier plaats via nanotechnologie, waardoor niet meer vervuiling optreedt dan bij een normaal helder kasdek. Het gecoate kasdek kan gewassen worden met dekwassers en normale reinigingsmiddelen, maar niet met chemicaliën, omdat hierdoor de coating wordt aangetast (Informatie leverancier). Een samenvatting van een aantal gegevens is te vinden in Bijlage 2. Voor meer specifieke informatie over de glaseigenschappen, wordt verwezen naar de website van de leverancier www.glascompany.nl.

Volgens opgave van de glasleverancier liggen de transmissiepercentages voor AR-glas en ARD-glas, gemeten in een laboratoriumopstelling, tussen de 91-97% en 78-86% (Bijlage 2). In de praktijk zijn er tal van invloeden op de transmissie, zoals vervuilingen continu wisselende zonnehoeken. In de periode van de metingen (week 32-51) nam de maximale dagelijkse zonnehoek bijvoorbeeld af van 51° naar 15°. Ook de statische positie van de meetopstelling in de kas zou negatief op de transmissiemeting kunnen uitvallen.

Niettemin stemden de gemeten transmissiecijfers zeer tevreden. De wekelijks ontvangen gemiddelde stralingssommen lagen in de AR-kas tussen 76-89% en in de ARD-kas tussen 60-79% van de totale globale instraling (Bijlage 1, figuur 2). Over de totale periode van week 32 tot en met week 50 was het gemiddelde transmissiepercentage 83% voor de AR-kas en 70% voor de ARD-kas. Theoretisch zit de AR-kas daarmee boven en de ARD kas enkele procenten lager dan standaard tuinbouwglas.

2.2 Plantmateriaal en metingen

In week 32 is in beide kasafdelingen het ras Speedella® geplant op goten die in N-Z richting lopen. Week 35 zijn de meetvakken uitgezet en de metingen gestart. Elk meetvak bestond in eerste instantie uit 30 meetplanten, gelijk verdeeld over een rij links en een rij rechts van het pad. Bij de eerste metingen bleken enkele planten door Pythium aangetast. Deze zijn uit de steekproef verwijderd; met de resterende visueel gezonde planten zijn de metingen voortgezet. De meetvakken ondergingen de zelfde gewaswerkzaamheden als de rest van het gewas.

De groei en -ontwikkeling van de planten zijn gevolgd door wekelijkse metingen van:

- lengtetoeename hoofdscheut
- aantal afgesplitste bladeren per week.
- dieven tellen/wegen (geeft indicatie vegetatieve groei kracht)
- bloeimoment/zetting (gezet=eerste vrucht van tros 5-10 mm),

Nadat de planten voldoende gegroeid waren, zijn tijdens de meetsessies PAR-metingen op verschillende hoogtes in het gewas uitgevoerd om een indruk van de lichtverdeling te krijgen en is op gezette tijden de temperatuur van plantkop, middenlaag en onderste bladeren gemeten. In een latere fase van de teelt zijn de productie (oogstgewicht), vruchtkwaliteit (trosgewicht, aantal vruchten/tros) en productiesnelheid (oogstdatum gemeten vanaf moment zetting) bepaald.

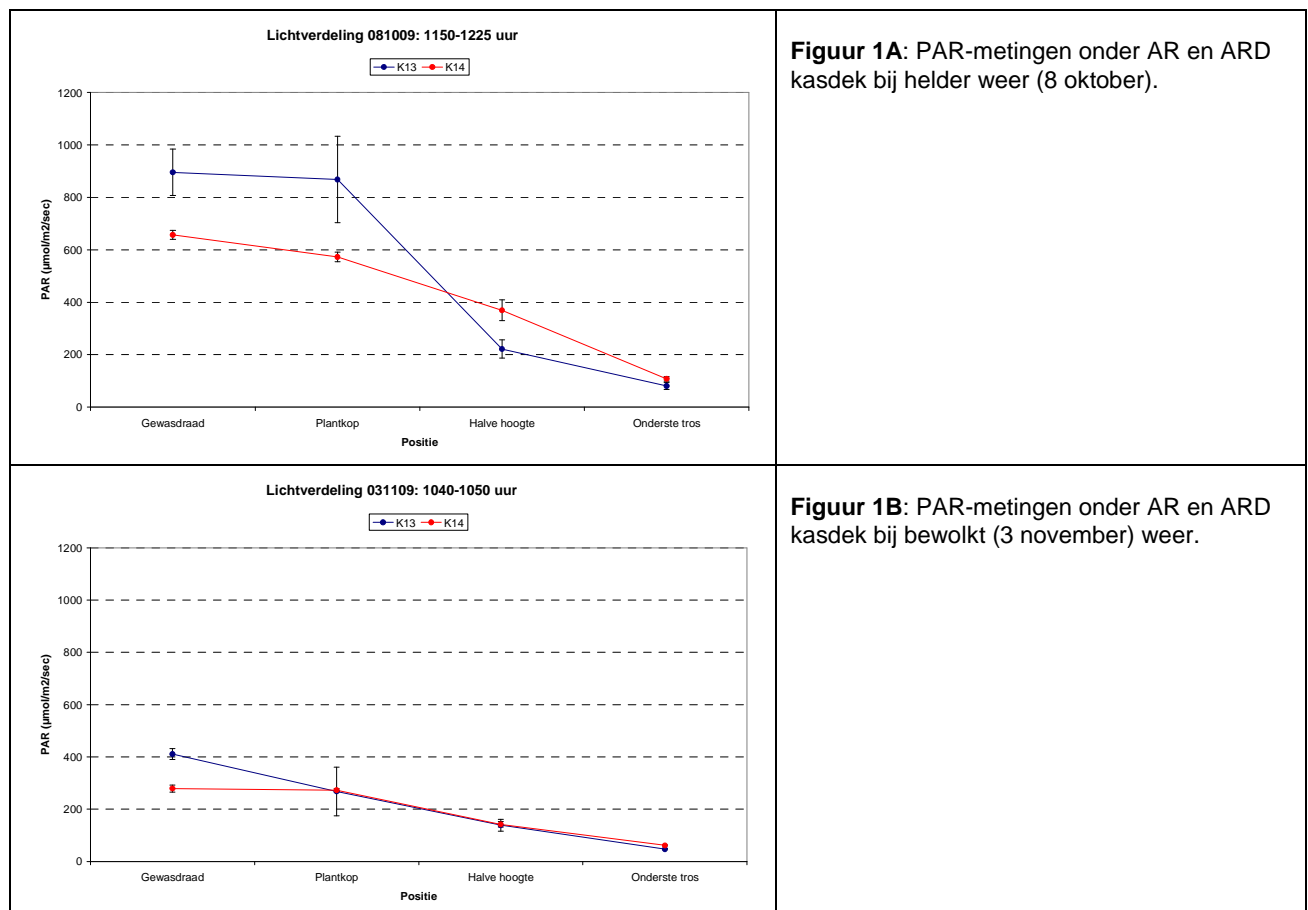
Bij het bladplukken werden bladmonsters genomen waaruit via metingen van vers- en drooggewicht en bepaling van de SLA de bladdikte werd berekend via de methode gepubliceerd door Vile e.a. (2005).

3 Resultaten en discussie

3.1 Lichtverdeling en planttemperatuur

De lichtverdeling in de kas is gemeten door op vijf verschillende plaatsen in het meetvak op vier verschillende hoogten een PAR-meting uit te voeren en de waarden van verschillende meetpunten op dezelfde hoogte te middelen. Daaruit bleek dat de metingen sterk beïnvloed worden door het tijdstip (=zonnehoek) en weersomstandigheden. Niettemin kon een redelijke indruk worden verkregen van de lichtverdeling in het gewas.

Op 8 oktober (een heldere zonnige dag, niveau buitenstraling tijdens meting gemiddeld 1090 $\mu\text{mol PAR}$, zonhoek 30°) lag de gemeten PAR-intensiteit op niveau van gewasdraad en plantkop gemiddeld rond 895 $\mu\text{mol PAR}$ in de AR-kas, ten opzichte van gemiddeld 730 $\mu\text{mol PAR}$ in de diffuse ARD-kas (Figuur 1A). Dieper in het gewas nam het PAR-niveau in de AR-kas sterker af dan in de ARD-kas, waardoor op halve planthoogte het PAR-niveau in de ARD-kas circa 370 $\mu\text{mol PAR}$ was ten opzichte van circa 220 μmol in de AR-kas. Op het niveau van de onderste tros werd in de ARD-kas gemiddeld nog 108 μmol gemeten tegenover 80 μmol in de AR-kas, wat de theorie bevestigt dat diffuus licht dieper in het gewas dringt.

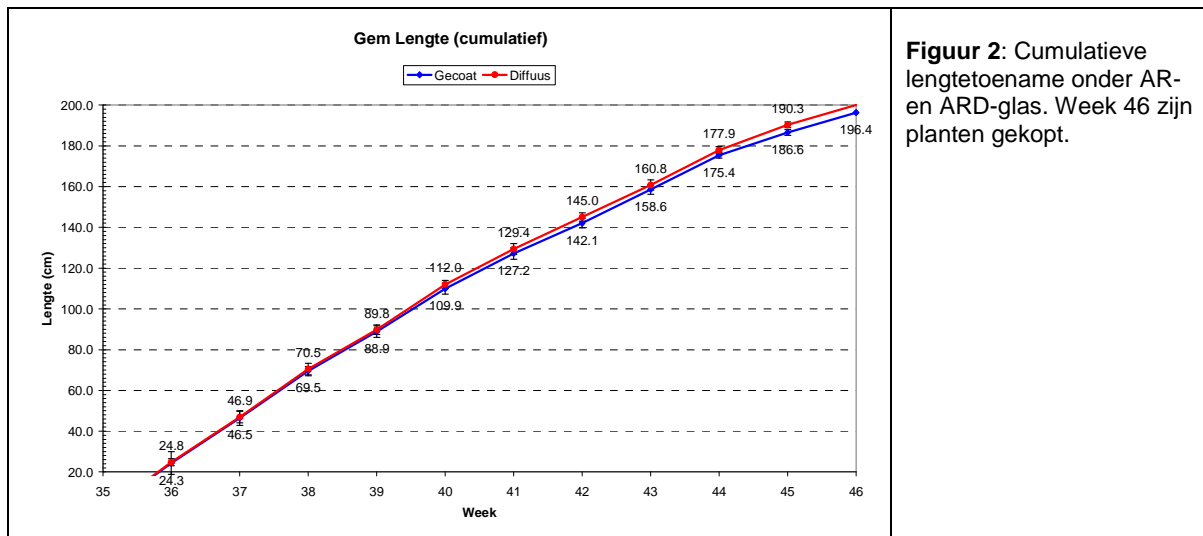


Op een tamelijk bewolkte dag met een groot aandeel natuurlijk diffuus licht was het beeld anders. Op het niveau van de gewasdraad werden nog wel kleine verschillen gemeten (Figuur 1B), maar in het gewas zelf waren tussen de beide kassen geen verschillen meer te meten. Dit geeft aan dat waarschijnlijk vooral bij hogere lichtintensiteiten de lichtverdeling in de diffuse kas beter is met een hogere doordringing in de lagere bladlagen.

Hoewel de gemiddelde etmaaltemperaturen tussen de beide kassen niet verschilden (Bijlage 1, figuur 3), waren de planttemperaturen op de verschillende meetmomenten, in de ARD-kas op halve hoogte gemiddeld 0,8°C en op kophoogte tot maximaal 1,5°C lager dan in de gecoate kas.

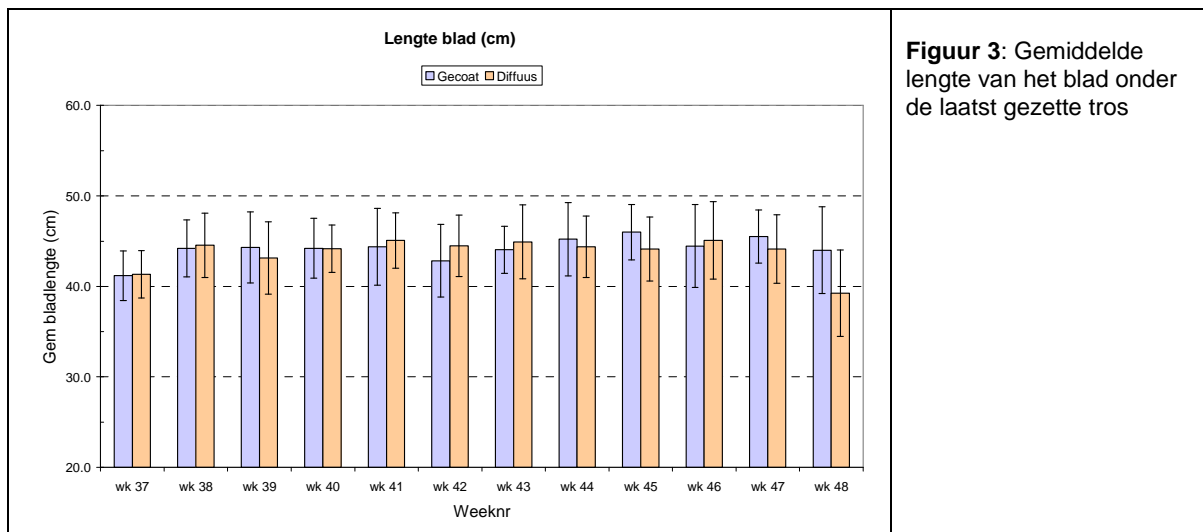
3.2 Plant- en productiemetingen

Qua scheutgroei en aantal afgesplitste bladeren waren in de meetperiode minimale verschillen te meten. De lengtetoe name werd tot week 46 wekelijks gemeten (plant gekopt). Aan het einde van de metingen waren de planten in de diffuse kas uiteindelijk gemiddeld 4 cm langer dan in de niet-diffuse kas (Figuur 2), wat verwaarloosbaar is. In het aantal afgesplitste bladeren waren geen verschillen waar te nemen (grafiek niet getoond).



Figuur 2: Cumulatieve lengtetoe name onder AR- en ARD-glas. Week 46 zijn planten gekopt.

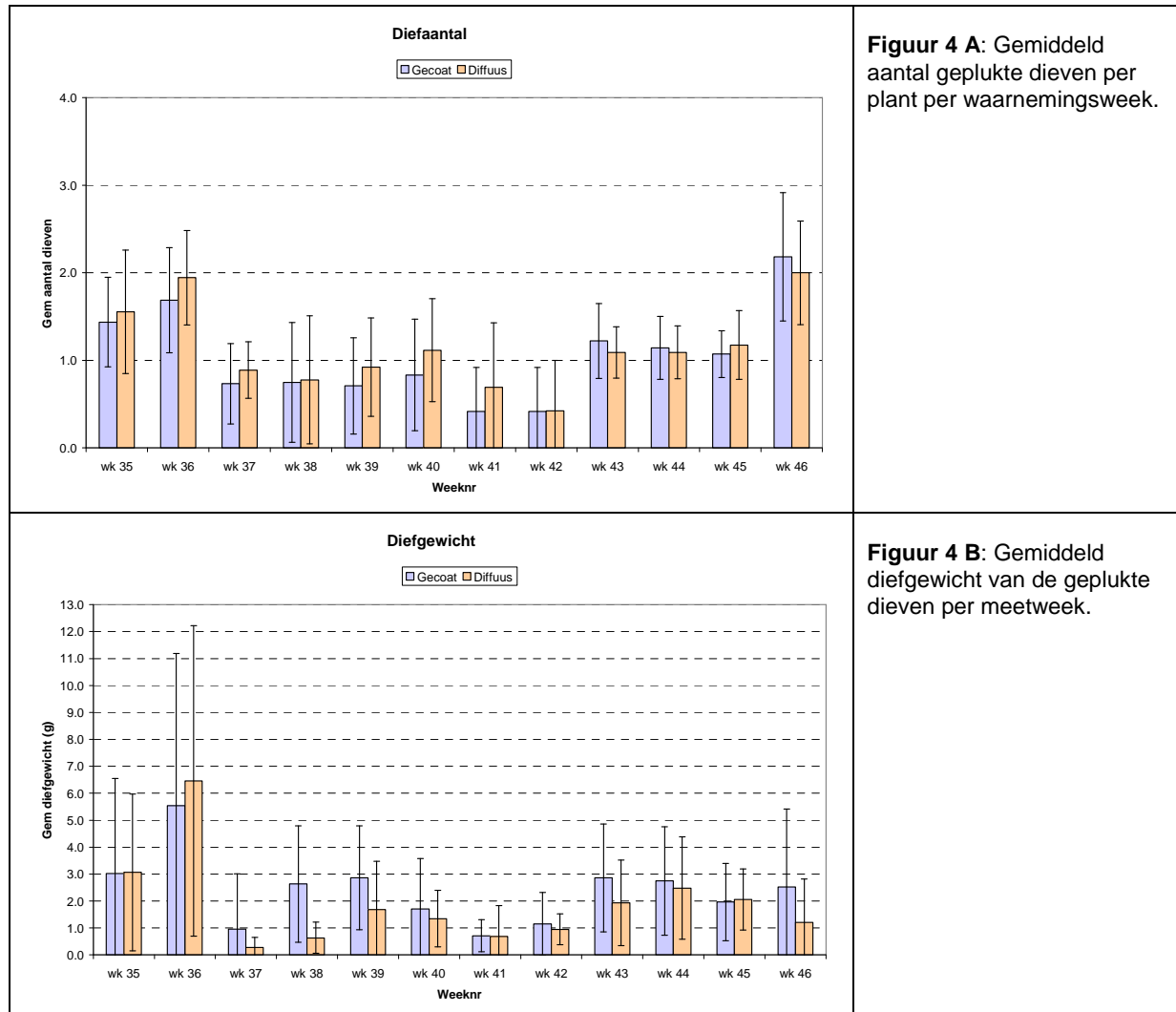
Tussen de beide kassen werd geen verschil in gemiddelde lengte van het volgroeide blad onder de laatst gezette tros waargenomen (Figuur 3). Pas in week 48 was het blad in de ARD-kas duidelijk korter; dit blad was overigens afgesplitst in week 37-38.



Figuur 3: Gemiddelde lengte van het blad onder de laatst gezette tros

De meetbare verschillen in groei, lagen voornamelijk in het aantal dieven en het totale gewicht van de dieven dat werd gevormd. Er is een trend dat het aantal dieven tot week 42 onder diffuus glas licht verhoogd is (Figuur 4A), terwijl het versgewicht van de dieven gelijk of lager is. De verschillen zijn echter klein en de spreiding is groot. Na week 42 lijkt de trend te keren.

Na week 36 is het gemiddelde diefgewicht onder diffuus glas vrijwel altijd lager geweest dan onder gecoat glas (Figuur 4B). Er lopen dus wel meer dieven uit, maar de plant lijkt er minder in te investeren.



Hoewel de waargenomen verschillen niet significant waren, suggereert dit wel dat onder diffuus glas de okselknoppen anders reageren. Op basis van de beschikbare gegevens kan niet geconcludeerd worden of dit een direct effect van de verschillen in lichtsamenstelling in het gewas zelf op de okselknoppen is, of een gevolg van een verandering in het transport van de assimilaten (meer naar vruchten, minder naar dieven).

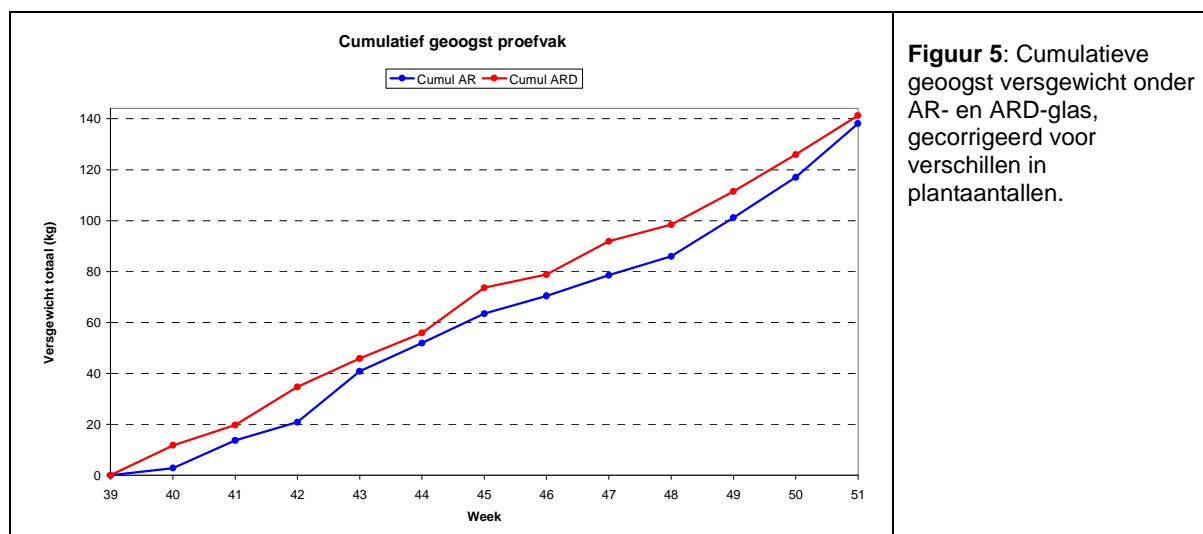
Beide opties zouden mogelijk kunnen zijn, waarbij de directe invloed van lichtsamenstelling zowel een kwantitatieve (hoeveelheid) als een kwalitatieve (andere spectrale samenstelling) oorzaak zou kunnen hebben. Navraag leert echter dat onder diffuus licht geen duidelijke spectrale verschuivingen zouden zijn (E. van Rijssel, mondelinge mededeling), waarmee de laatste mogelijkheid onwaarschijnlijker wordt. Gerichte metingen zouden dit kunnen verduidelijken.

De suggestie van een veranderd assimilatentransport wordt verder nog versterkt doordat bloei en vruchtzetting in de diffuse kas sneller en gelijkmatiger bleken te verlopen dan in de gecoat kas. Hierdoor was het kopmoment (op 7-8 trossen) in de diffuse kas enkele dagen eerder bereikt dan in de heldere kas.

Een tweede gevolg van de snellere ontwikkeling in de ARD-kas was, dat eerder kon worden gestart met oogsten ten opzichte van de AR-gecoate kas. Hierdoor wordt een voorsprong in geogst gewicht genomen die tot het einde blijft bestaan (Tabel 1, Figuur 5).

Tabel 1: Cumulatief geogste aantallen trossen, vruchten en kilo's in de proefvakken onder gecoat (AR) en gecoat diffuus (ARD) glas (afgerond en gecorrigeerd voor verschillen in plantaantallen).

Week	Aantal trossen		Aantal vruchten		Geogst versgewicht (g)	
	AR	ARD	AR	ARD	AR	ARD
39	0	0	0	0	0	0
40	4	15	17	71	2864	11794
41	17	24	78	116	13765	19745
42	28	43	132	207	20863	34697
43	51	58	245	272	40897	45894
44	66	71	315	338	51923	55876
45	82	94	392	433	63560	73731
46	91	101	435	464	70428	78798
47	102	119	485	546	78542	91858
48	111	129	530	589	86007	98384
49	131	147	623	667	101247	111436
50	151	170	724	775	116969	125946
51	180	194	866	895	138127	141310

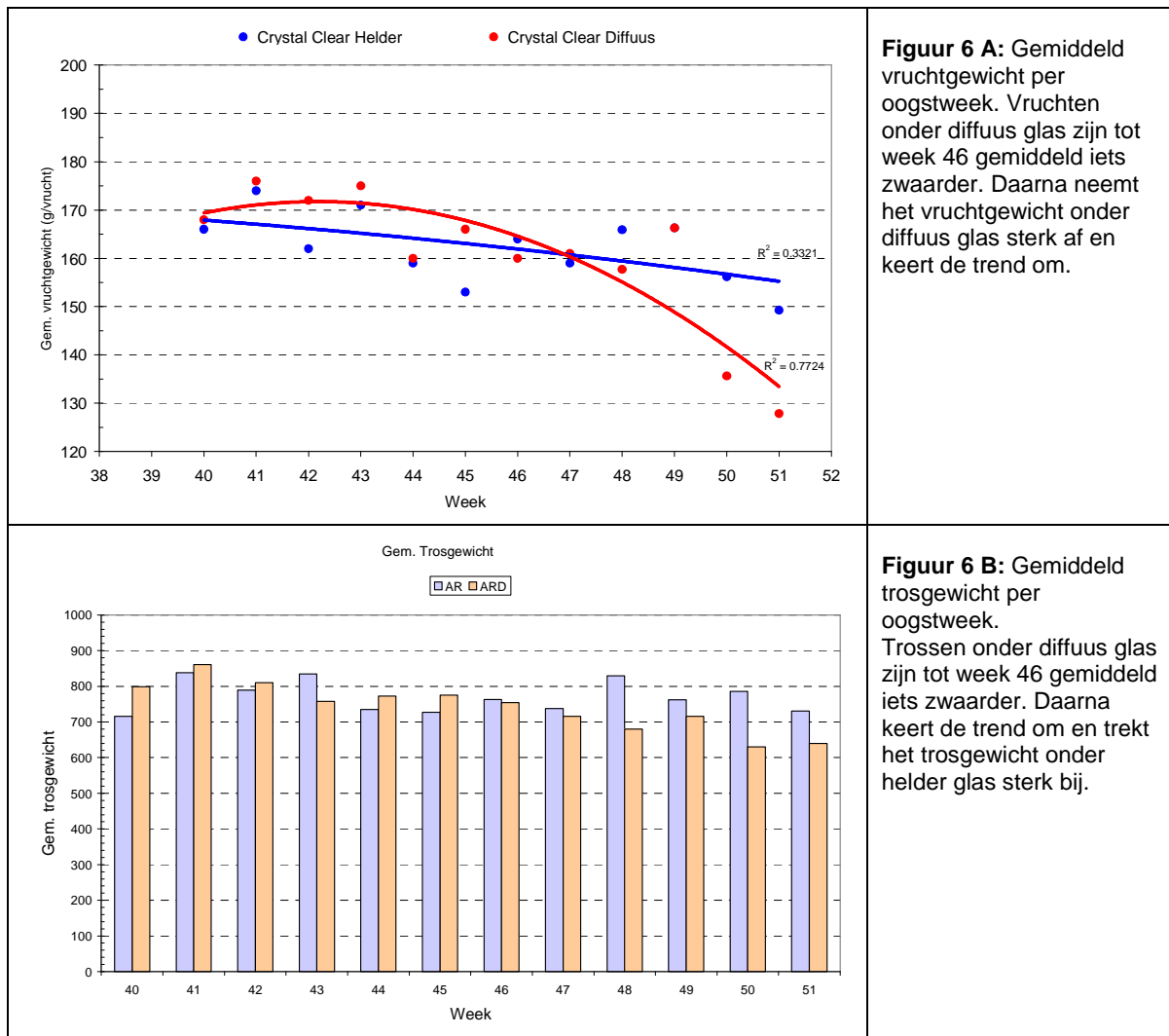


Figuur 5: Cumulatieve geogst versgewicht onder AR- en ARD-glas, gecorrigeerd voor verschillen in plantaantallen.

Op basis van de cumulatieve productie in de proef, is de productie per vierkante meter berekend op 17.84 kg/m^2 voor AR-kas en 18.25 kg/m^2 voor ARD-kas, dus een lichte verhoging (+2%). Deze verhoging komt vooral in de periode tot en met week 45 tot stand, door een combinatie van snellere start en hoger vruchtgewicht in de ARD-kas.

Het gemiddelde vruchtgewicht (en daarmee het trossgewicht) lag tot en met week 45 in de ARD-kas continu hoger (gemiddeld 8 gram) dan in de AR-kas. Daarna treedt een kentering op waarbij het vruchtgewicht en trossgewicht in de AR-kas (aanzienlijk) hoger worden, in het bijzonder in week 48, 50 en 51 (Figuur 6A en B, volgende pagina).

Uiteindelijk leidt deze trendomslag tot een nivellering waardoor, over de totale teeltperiode genomen, de gemiddelde vruchtparameters uiteindelijk vrijwel gelijk uitkomen.



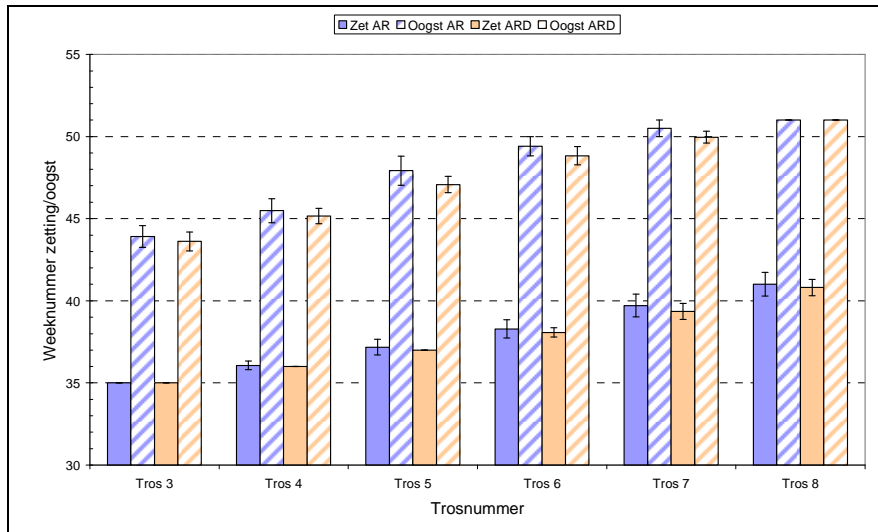
Op basis van de waarnemingen zijn voor de totale teeltperiode overall gemiddelden berekend voor gemiddeld trosgewicht, gemiddeld aantal vruchten per tros en gemiddeld vruchtgewicht (Tabel 2).

Tabel 2: Overall gemiddelden over de totale meetperiode, berekend uit de weekgemiddelden.

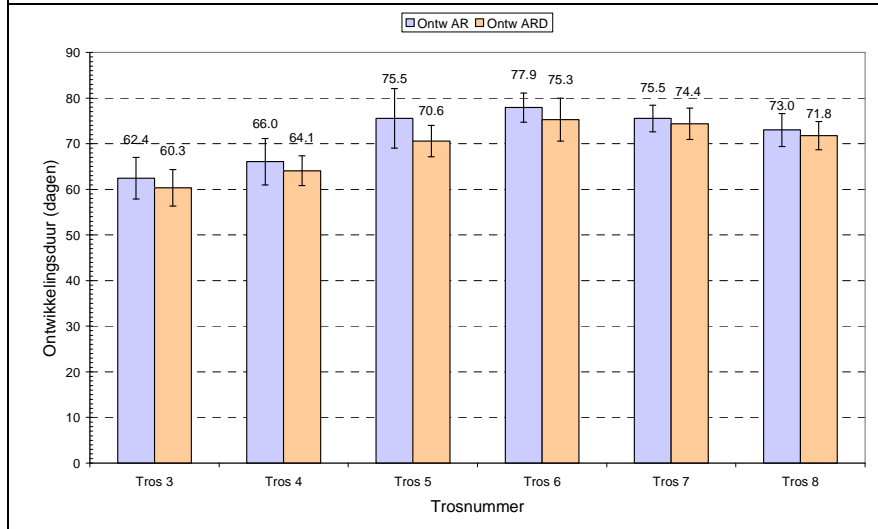
	Trosgewicht	Aantal vruchten/tros	Vruchtgewicht
AR-glas	770.6 ± 42.5	4.7 ± 0.2	161.9 ± 24.7
ARD-glas	742.6 ± 66.2	4.7 ± 0.2	163.4 ± 21.7

De berekende verschillen in aantal vruchten per tros en vruchtgewicht zijn niet significant. Het verschil in trosgewicht moet ook met enige scepsis bekeken worden, omdat dit vooral ontstaat in het laatste deel van de teelt. Na week 46 blijven de trossen onder diffuus glas aanzienlijk lichter, terwijl ze voor week 46 juist gemiddeld zwaarder zijn. Mogelijke oorzaak voor een lager trosgewicht in het laatste deel van de teelt kan zijn dat de lagere lichtniveaus vanaf week 46 de vruchtgroei en rijping in de diffuse kas sterker beïnvloeden dan in de kas met helder glas.

Zoals hiervoor genoemd is een van de opvallendste verschillen dat de zetting en oogst van de vruchten onder diffuus gecoat glas sneller lijkt te verlopen ten opzichte van gecoat glas. De verschillen zijn weliswaar klein (enkele dagen) en niet significant, maar duidelijk aanwezig (Figuur 7, volgende pagina). Als uit de gegevens een berekening wordt gemaakt van de gemiddelde trosontwikkelingsduur in dagen, wordt de trend van een versnelde ontwikkeling onder diffuus glas nog duidelijker zichtbaar (Figuur 8, volgende pagina). Hieruit komt naar voren dat een tros in de diffuse kas consequent eerder gezet is en gemiddeld sneller geoogst is.

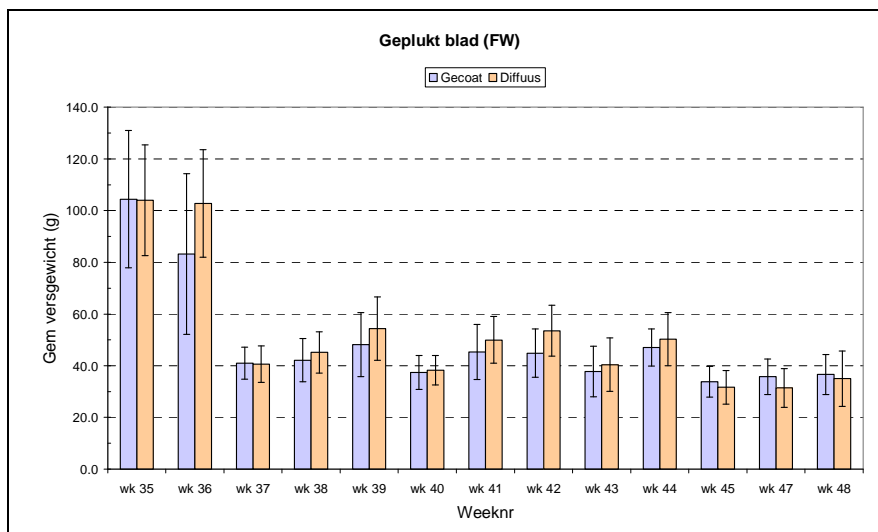


Figuur 7: Gemiddelde zettingweek (Zet, gevulde balken) en bijbehorende oogstweek (Oogst, gearceerde balken) per trosnummer.



Figuur 8: Gemiddelde ontwikkeltijd (het aantal dagen tussen zetting en oogst) per tros, zoals berekend uit de gegevens van figuur 7.

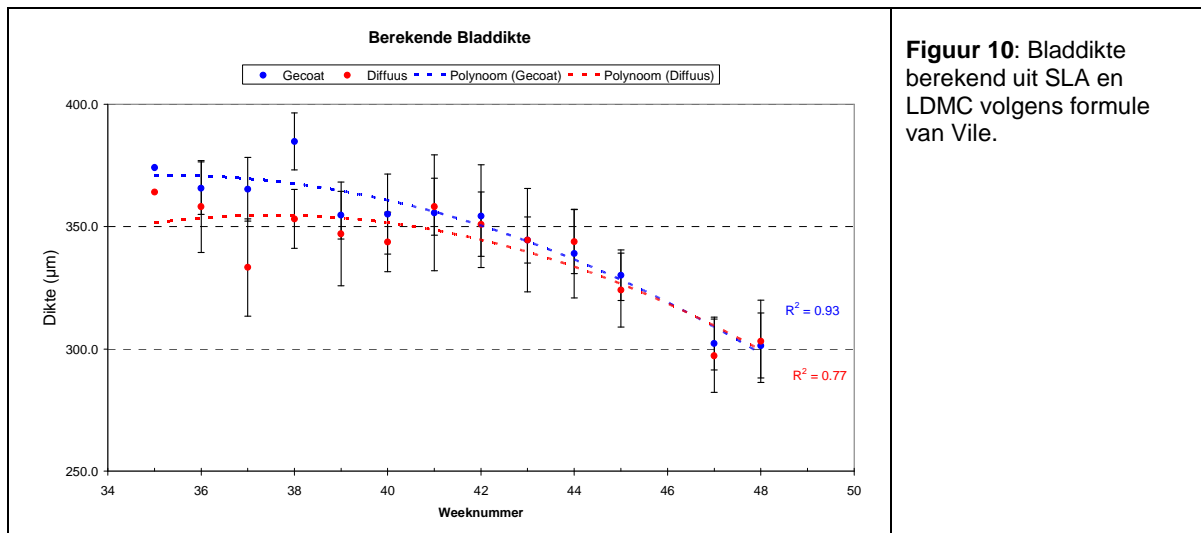
In het vergewicht van het geplukte blad waren geen verschillen te meten. Tot week 44 was het vergewicht van het geplukte blad in de ARD-kas iets hoger dan in de AR-kas, daarna keert de verhouding om (Figuur 9). De verschillen zijn echter niet significant.



Figuur 9: Gemiddeld vergewicht van het geplukte blad per plant

Uit het geplukte blad zijn monsters genomen voor oppervlakte- en drooggewicht bepalingen. Hieruit zijn het specifieke bladoppervlak (SLA) en drogestof gehalte (LDMC=leaf dry matter content) berekend. Deze laten een wisselend beeld zien: aanvankelijk hoger, respectievelijk lager in het diffuse compartiment, maar na week 38 omgekeerd.

De SLA en LDMC zijn gebruikt om met behulp van de formule van Vile e.a. de bladdikte van de bladeren bij de oogstbare tros te berekenen. Hieruit komt naar voren dat de berekende gemiddelde bladdikte tot en met week 40 consequent lager is onder diffuus licht. Bij de komkommerproef onder diffuus glas in Bleiswijk (gemeten in periode februari-juni 2008) werd hetzelfde waargenomen. Na week 40 komen de bladdikten in beide kassen dicht bij elkaar.



Figuur 10: Bladdikte berekend uit SLA en LDMC volgens formule van Vile.

Het is apart dat, ondanks de dunnere bladeren en lagere planttemperaturen in de diffuse kas, tot week 45 de zetting en vruchtontwikkeling sneller gaan en het vruchtgewicht hoger uitkomt. Hiervoor is niet 1-2-3 een verklaring voor te geven.

Wellicht dat de fotosynthese onder diffuus glas efficiënter verloopt. Een indirecte aanwijzing hiervoor is de consequent lagere planttemperatuur in de diffuse kas, die een actievere verdamping ten opzichte van het gewas in de heldere kas suggereert. Dit wordt ondersteund door de klimaatdata waaruit blijkt dat de RV in de diffuse kas met uitzondering van de laatste vier weken van de teelt gemiddeld iets hoger was dan in de gecoate kas (Figuur 4, Bijlage 1). Dit is overigens ook waargenomen in het onderzoek bij komkommer (mondelinge mededeling T. Dueck). De hogere RV kan ook een gevolg zijn van het minder hoeven luchten doordat de temperatuur in de diffuse kas minder vaak extreme waarden bereikt.

Ondanks de snellere ontwikkeling en productie was het waterverbruik in de diffuse kas over de totale teeltperiode 11% lager dan in de heldere kas (informatie bedrijf Van Gog). Dit kan een gevolg zijn van het efficiënter omgaan met water door de plant, maar ook van een lager vochtverlies doordat er minder stressmomenten optreden. Het is voor te stellen dat door de snellere opwarming onder helder kasdek, eerder begonnen moet worden met luchten. Hierdoor verdwijnt ook extra vocht (en CO₂) uit de kas, waardoor de planten in de heldere kas meer water moeten opnemen om het verlies te kunnen compenseren. Helaas zijn er geen luchttingsgegevens beschikbaar.

Op het gebied van verschillen in energieverbruik vallen moeilijk conclusies te trekken uit deze periode omdat er weinig gestookt is. In de beginperiode werd extra gestookt in de diffuse kas, omdat aanvankelijk de indruk bestond dat het gewas te vegetatief groeide. In de laatste fase van de teelt, bij het opstoken voor snellere rijping, is echter waargenomen dat in de diffuse kas minder gestookt hoefde te worden om de kas op temperatuur te houden (informatie bedrijf Van Gog), wat suggereert dat ook de uitstraling naar buiten door het diffuse glas minder is. In totaal is in de testteelt in de diffuse kas 3% meer gas gebruikt, maar vooral omdat in het begin van de teelt extra gestookt is omdat de indruk bestond dat het gewas te vegetatief was. Mogelijk dat een volledige teelt hier meer informatie over geeft.

4 Conclusies en aanbevelingen

Aanvankelijk was de indruk dat na planten in de diffuse kas het gewas iets vegetatiever weggroeide, maar dit beeld veranderde al snel. Na enkele weken al groeiden de planten visueel iets beter en leken ook minder last te hebben van de Pythium aantasting.

De gemeten binnengekomen stralingssommen lagen in de diffuse kas gemiddeld 10-15% lager dan in de afdeling met helder kasdek. Volgens de gegevens van de fabrikant en leverancier heeft het gecoatete AR glas ongeveer 97% transmissie loodrecht en 90% hemisferisch (zie Bijlage 2) en diffuus glas 90% loodrecht en 78% hemisferisch. Beide glastypen zijn met elkaar vergeleken en je mag daarom maximaal een 12% lagere lichttransmissie onder diffuus verwachten. Als het diffuse glas vergeleken had kunnen worden met standaard tuinbouwglas (wat helaas niet mogelijk was), zou er theoretisch circa 5% minder licht in de proef kunnen zijn geweest. Volgens de standaard vuistregel dat 1% minder licht een 1% lagere opbrengst tot gevolg heeft, zou dit minstens tot een 5% lagere opbrengst hebben moeten leiden. Het tegendeel bleek echter het geval! Onder diffuus kasdek ontwikkelden de bloei en vruchten zich iets sneller, resulterend in snellere zetting en het eerder kunnen starten van de oogst en uiteindelijk een 2% hogere productie (in kg/m²). Dit kan worden uitgelegd als een positief effect van het diffuse glas.

Aanvankelijk was het verschil in vruchtgewicht zelfs nog groter dan 2%, omdat het grootste deel van de productiewinst al in het begin van de oogstperiode (bij hogere buitenlichtniveaus) was behaald. Later in de teelt wordt de voorsprong echter weer grotendeels ingeleverd, doordat het vruchtgewicht onder diffuus glas dan aanzienlijk lager wordt. Mogelijk is dit een gevolg van te weinig licht waardoor de vruchtgroei en rijping achterblijven.

De planttemperaturen tijdens de metingen lagen in de diffuse kas ook gemiddeld lager dan in de heldere kas, wat aangeeft dat of de planten zeer actief aan het verdampen waren of dat er aanzienlijk minder warmtestraling de kas binnen komt.

Als lichtgebrek echt de oorzaak is van het inleveren van productie zou, indien de fabrikant er in zou slagen om het diffuse glas een hogere transmissie te geven, het diffuse glas ook na week 45-46 beter kunnen presteren en zodoende ook in de lichtarme periode een meerwaarde hebben. De haze-factor van het toegepaste glas was ook aan de hoge kant (60%), dus mogelijk is er aan die kant ook nog te winnen. Wat de optimale haze is, is echter op basis van dit onderzoek niet te zeggen. Op basis van de bevindingen in dit oriënterende onderzoek en de resultaten bij komkommer (Hemming e.a., 2007) is het niet uitgesloten dat een lagere haze gecombineerd met een betere transmissie het gewone tuinbouwglas zou kunnen verslaan, waarvoor dit type glas dan ook voor toepassing in de sierteelt van belang kan worden.

Samengevat zijn de belangrijkste conclusies die kunnen worden getrokken:

- De voornaamste verschillen die werden waargenomen zijn verschillen in ontwikkelingssnelheid, resulterend in snellere zetting en vruchtgroei in de diffuse kas,
- Deze duidelijke voorsprong in ontwikkelingssnelheid en vruchtgewicht al vroeg in de teelt onder hogere lichtomstandigheden is ontstaan en lang behouden blijft, maar later in de teelt nivelleert,
- De voorsprong in ontwikkeling vooral een gevolg lijkt van het efficiënter omgaan met het beschikbare licht (efficiëntere fotosynthese?) en het afvlakken van extreme lichtomstandigheden onder diffuus glas,
- Over de hele testperiode genomen geen significante verschillen in uitwendige plantparameters opgetreden zijn onder de beide kasdekken,
- In de proef uiteindelijk een 2% hogere productie per m² is behaald onder ARD-glas ten opzichte van als helder AR-glas,
- Het watergebruik over de totale teelt in de diffuse kas ongeveer 11% lager was dan in de heldere kas, wat mogelijk een gevolg is van het lagere lichtniveau in de diffuse kas.

Het grootste voordeel van de toepassing van diffuus glas lijkt te liggen in een hogere fotosynthese efficiëntie door een betere lichtverdeling en minder stress door het vermijden van lokale hoge lichtintensiteiten en opwarming van de bladeren vooral bovenin het gewas (zie ook Hemming, 2007), waardoor het gewas uiteindelijk gelijkmatiger groeit en minder stressmomenten kent. Ook het arbeidsklimaat in de diffuse kas werd door de werknemers als veel aangenamer ervaren.

Op grond van het bovenstaande lijkt een productieverhoging in een jaarronde teelt mogelijk, maar een aantal zaken zijn nog niet helder, zoals:

- Hoe presteert een tomatengewas jaarrond?
- Is er dan ook een snellere ontwikkeling en hoger vruchtgewicht onder diffuus glas?
- Hoe gaat een gewas onder diffuus glas de herfst in en zien we dan hetzelfde als bij deze testteelt?
- Verloopt de fotosynthese ook werkelijk efficiënter en zijn er ook spectrale effecten onder diffuus glas?
- Is de teelt uiteindelijk ook energie-efficiënter?
- Is er invloed van vervuiling en reinigingsmiddelen (dekwasser) op de lichtdoorlatendheid, op de coating of het diffuus glas.

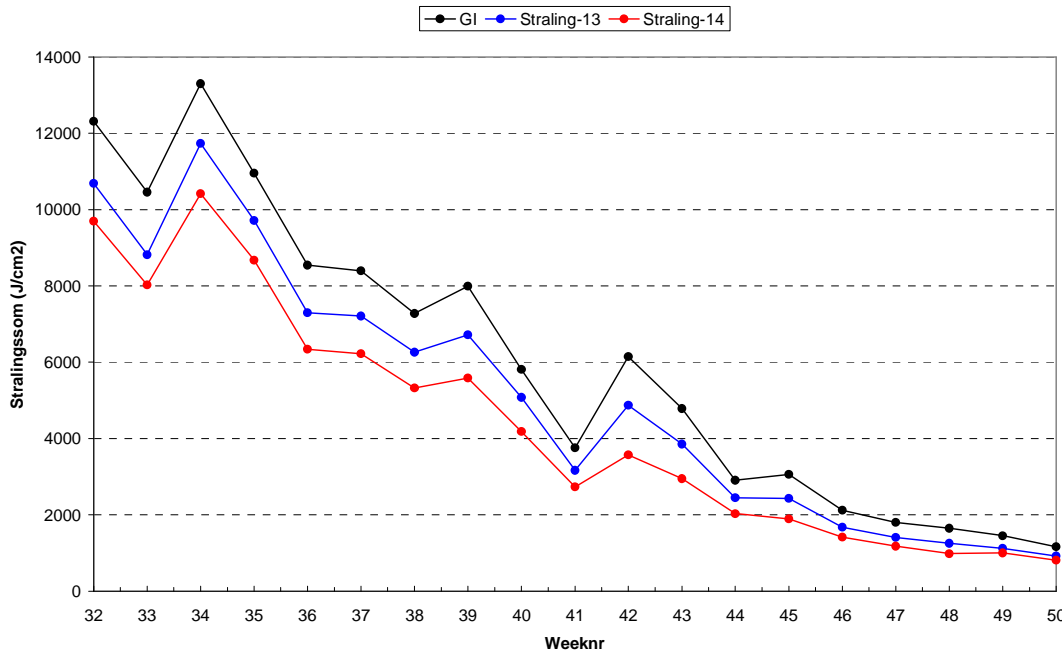
Monitoren van een jaarrond teelt zou wellicht meer licht kunnen werpen op deze vragen.

Geraadpleegde literatuur

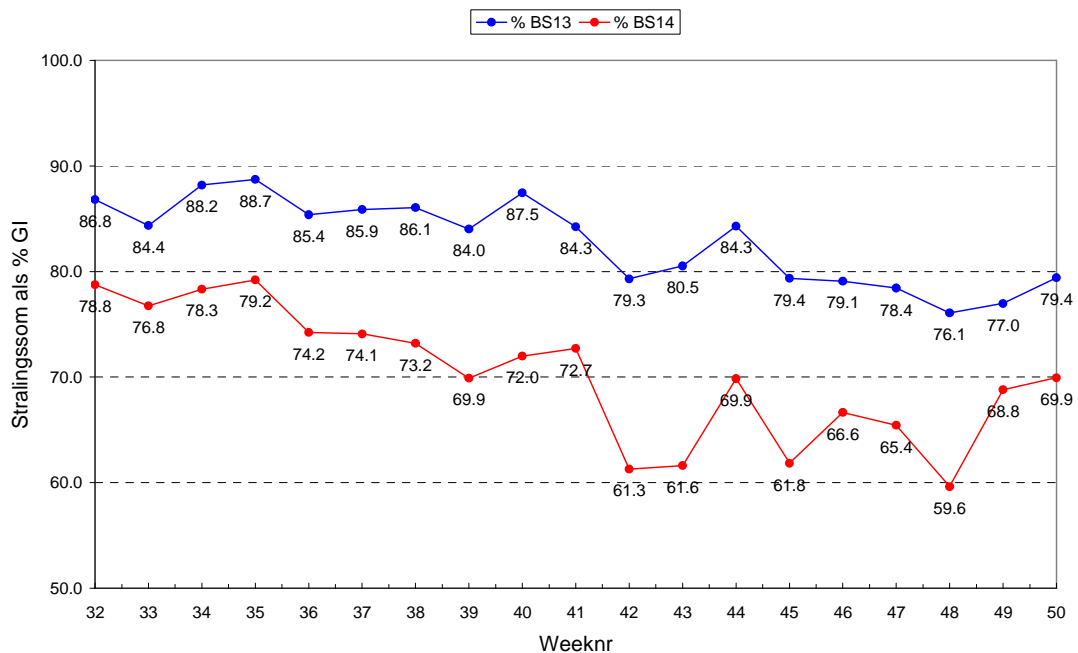
- Dueck, T.A.; Poudel, D.; Janse, J.; Hemming, S. (2009): Diffuus licht - wat is de optimale lichtverstrooiing? Rapport Wageningen UR Glastuinbouw 308.
- Hemming, S (2007): Diffuus licht zorgt voor een hogere groeisnelheid bij potplanten. In: Onder Glas, 6-7, 70-71.
- Hemming-Hoffmann, S.; Jongschaap, R.E.E.; Janse, J.; Dueck, T.A. (2007): Effecten van diffuus licht op komkommer: resultaten van een teelt experiment. Nota Wageningen UR Glastuinbouw 446.
- Hemming, S.; Noort, F.R. van; Hemming, J.; Dueck, T.A. (2007): Effecten van diffuus licht bij potplanten: resultaten van een teeltexperiment. Nota Wageningen UR Glastuinbouw 454.
- Vile e.a. (2005): Specific Leaf Area and Dry Matter Content Estimate Thickness in Laminar Leaves. *Annals of Botany* **96(6)**:1129-1136.

Bijlage 1: Licht- en klimaatgegevens

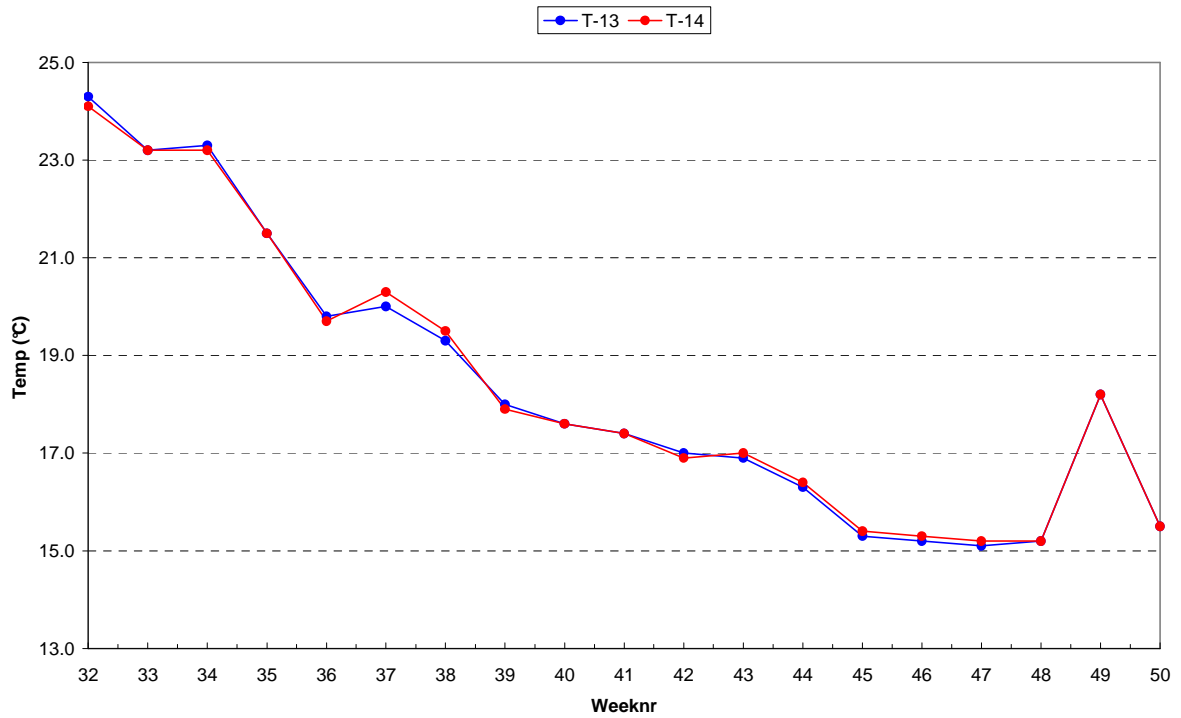
Figuur 1: Ontvangen stralingssom/week (J/cm^2) onder AR (-13) en ARD (-14) kasdek. GI = niveau Globale Buitenstraling.



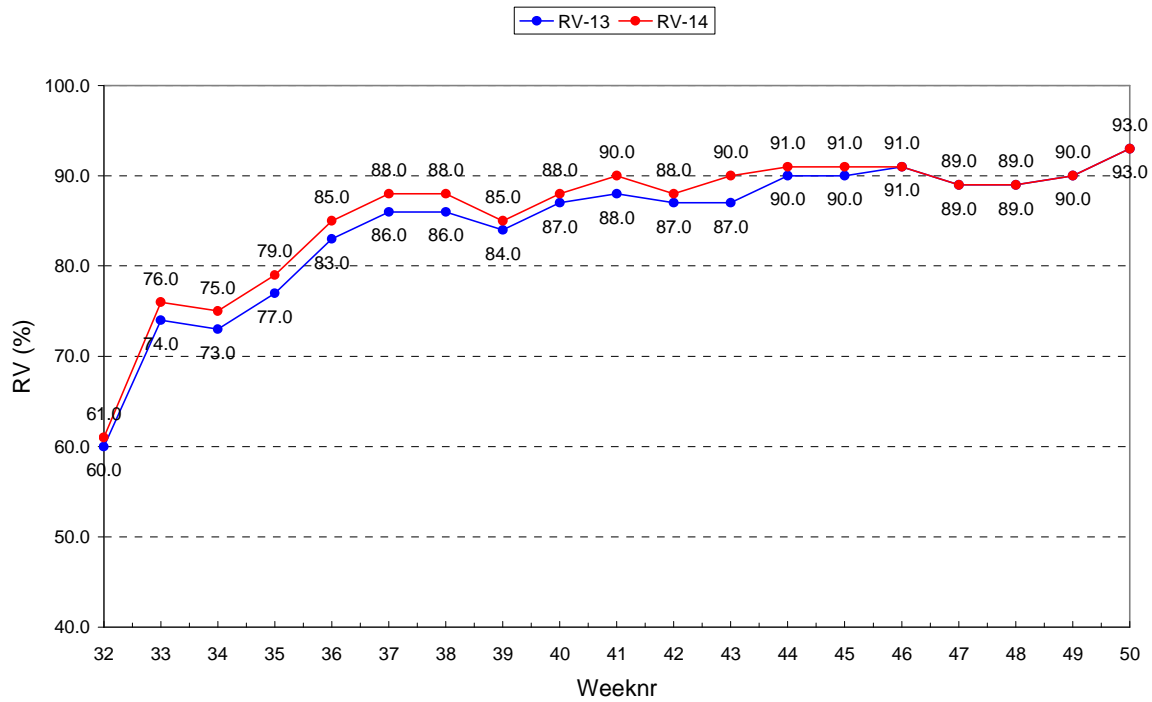
Figuur 2: Wekelijkse stralingssom onder AR (BS13) en ARD (BS14) kasdek, uitgedrukt als percentage van buitenstraling uit figuur 1.



Figuur 3: Gemiddelde etmaaltemp/week onder AR (T-13) en AR-diffuus (T-14) kasdek.



Figuur 4: Gemiddelde RV/week onder AR (RV-13) en ARD (RV-14) kasdek.



Bijlage 2: Karakteristieken glas

Bron: www.glascompany.nl

Crystal-Diffusion

Crystal-Diffusion is the name of the specialized, broad spectrum and illuminating low iron *Crystal-Clear glass*. One side of the glass has been given a diffuse treatment resulting in the dispersion of the incoming light package into numerous smaller light packages.

The total amount of light entering the green-house will remain almost the same (depending on the chosen Haze percentage). The Haze percentage is the amount of light being dispersed. Researchers advice a Haze percentage of 50% or more. Visually, this glass has the effect of a slightly clouded sky. If the outside surface of the treated glass is wet, an almost clear window appears.

	Transmissie Lr*	Transmissie Di*	Haze %*
Crystal-Clear	±91%	±84%	0%
Crystal-Clear Anti Reflex	+6%	+ 6-9%	0%
Standard Horti Glass	±88,5%	± 80%	0%
Crystal-Clear Total Diffusion	>86%	>78%	±70-80%
Crystal-Clear patterned Diffusion	>±91%-86%	>±84-78%	10 – 80%
Crystal-Clear total Diffusion Anti Reflex	+ 6-9%	+ 6-12%	10 – 80%
Tempering	100%	100%	100%

* Lr = Light Transmission direct measurement under 90°

* Di = diffused Transmission is light measurement over all angles (15°-30°-45°-60°-75°-90°)

* Haze = the % of diffused light spreading (normal glass 0 and high diffused is 100%)