



**PRAKTIJKONDERZOEK  
PLANT & OMGEVING**

**WAGENINGEN UR**

# Verdere optimalisering belichting bij komkommer

Onderzoek 2004-2005

Jan Janse, René van Paassen en Joop Doorduyn

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Business Unit Glastuinbouw  
november 2005  
PPO nr. 417.17083

**Productschap**  **Tuinbouw**

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is voor het grootste gedeelte gefinancierd door:



en door:



en

Productschap Tuinbouw  
Louis Pasteurlaan 6  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer

Lights Interaction AGRO B.V.  
De Hooge Akker 2  
5661 NG Geldrop

MGL systems  
Richardsweg 23  
5916 RH Venlo

Projectnummer PPO: 417.17083

Projectnummer PT: 12083

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

**Business Unit Glastuinbouw**

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk

: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

Tel. : 0174 – 63 67 00

Fax : 0174 – 63 68 35

E-mail : [infoglastuinbouw.ppo@wur.nl](mailto:infoglastuinbouw.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	6
2 MATERIAAL EN METHODEN .....	7
2.1 Proefopzet.....	7
2.2 Overige proefgegevens .....	8
2.3 Waarnemingen.....	9
3 RESULTATEN .....	10
3.1 Eerste teelt .....	10
3.1.1 Verloop teelt.....	10
3.1.2 Productie en kwaliteit .....	12
3.1.3 Vruchtkwaliteit .....	14
3.1.4 Aantal bladeren.....	15
3.1.5 Plantlengte .....	15
3.1.6 Abortie.....	16
3.1.7 Aantal bladeren per vrucht.....	16
3.1.8 Uitval stengels .....	17
3.2 Tweede teelt .....	17
3.2.1 Verloop teelt.....	17
3.2.2 Productie en kwaliteit .....	19
3.2.3 Vruchtkwaliteit .....	21
3.2.4 Aantal bladeren.....	22
3.2.5 Plantlengte .....	22
3.2.6 Abortie.....	22
3.2.7 Aantal bladeren per vrucht.....	23
3.2.8 Uitval stengels .....	23
3.3 Planttemperatuur .....	24
3.4 Stralingsom en productie in beide teelten.....	27
3.5 Jaarproductie .....	30
3.6 Economische evaluatie belichting .....	30
3.6.1 Uitgangspunten .....	31
3.6.2 Arbeid.....	32
3.6.3 Energie .....	32
3.6.4 Omzet.....	33
3.6.5 Kostprijs- en saldoberekening .....	34
4 DISCUSSIE .....	36
5 CONCLUSIES .....	38
BIJLAGE 1 KLIMAATINSTELLINGEN EERSTE EN TWEEDE TEELT.....	41
BIJLAGE 2 GEREALISEERD KLIMAAT EERSTE TEELT .....	42
BIJLAGE 3 GEREALISEERD KLIMAAT TWEEDE TEELT.....	43
BIJLAGE 4 DRAIN EN BEMESTING EERSTE TEELT .....	44
BIJLAGE 5 DRAIN EN BEMESTING TWEEDE TEELT .....	45



# Samenvatting

In het seizoen 2004-2005 is het belichtingsonderzoek op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Glastuinbouw) voortgezet. Er is hierbij gewerkt aan een verdere optimalisering van de belichting bij komkommers. In het onderzoek is gekeken naar het effect van verschillende aanschakeltijdstippen van de lampen, belichtingswijzen, stengeldichtheden en plantbelastingen. De eerste teelt startte eind oktober en de tweede teelt half februari en liep tot eind mei.

Het aanschakeltijdstip werd alleen in de eerste teelt onderzocht. Hierbij werd in één kas de ene helft van de lampen in principe om middernacht aangeschakeld en de rest een half uur later. In de andere kas werden alle lampen gelijktijdig ingeschakeld. De totale belichtingsduur was in beide kassen gelijk. De helft van elke kas was voorzien van uitsluitend bovenbelichting en de andere helft van een combinatie van 60% bovenbelichting en 40% tussenbelichting met horizontaal en verticaal verplaatsbare SON-T lampen. Er werd maximaal 19,5 à 20 uur belicht met een belichtingsintensiteit van zo'n 220 micromol/m<sup>2</sup>/s. Tijdens de belichte uren in het donker is consequent geschermd met een scherm dat 85% van het licht tegenhield.

De totale belichtingsduur over beide teelten was 3050 uur. Per teelt was dit gemiddeld respectievelijk 18,5 en 10 uur per dag. Het relatieve aandeel van de lampen in de totale hoeveelheid licht bedroeg in de eerste en tweede teelt respectievelijk ruim 80 en 30%. Gemiddeld per dag was er in de eerste en tweede teeltperiode in de kas respectievelijk ongeveer 18 en 27 mol PAR-licht per vierkante meter. Dat komt globaal overeen met een stralingsom buiten de kas van respectievelijk zo'n 1400 en 1800 J/cm<sup>2</sup>.

Bij de beste behandelingen zijn er over beide teelten in ongeveer zeven maanden 235 komkommers ofwel 92 kg/m<sup>2</sup> geoogst. In de eerste en tweede teelt was dit per oogstweek gemiddeld 9,5 en 9,3 stuks/m<sup>2</sup>. Voor één kilo komkommers is in de eerste en tweede teelt respectievelijk 42 en 60 mol/m<sup>2</sup> PAR-licht nodig. In de eerste teelt is dit wat minder dan gepland, in de tweede teelt is dit duidelijk hoger dan gepland. In de donkere maanden gaat een komkommer veel efficiënter om met het licht dan in de voorjaarsperiode. Inclusief een derde hogedraadteelt in de rest van het jaar zou de totale jaarproductie bij in totaal 3200 uur belichten uit kunnen komen op 142 kilo of 346 vruchten/m<sup>2</sup>.

Lampen gefaseerd aanschakelen leverde in de proef zeker geen voordeel op qua productie. Mobiele tussenbelichting heeft in beide teelten een lagere productie, maar een betere vruchtkleur en minder *Botrytis*-aantasting gegeven dan uitsluitend bovenbelichting. De lagere productie werd mede veroorzaakt door bladverbranding als gevolg van de hete lampen. Een verhoging van de stengeldichtheid met circa 30% leidde in de eerste teelt (van 2,66 naar 3,46 stengels/m<sup>2</sup>) en tweede teelt (van 3,6 naar 4,6 stengels/m<sup>2</sup>) tot respectievelijk 14 en 8% meer kilos. Bij een lage plantdichtheid was in de eerste teelt weinig dunnen, dat is één op drie vruchten in plaats van om en om dunnen, duidelijk positief voor de productie (+14%). Bij een hoge plantdichtheid was het verschil met 4% duidelijk geringer. Mede door veel abortie, leidden verschillen in dunnen ofwel plantbelasting in de tweede teelt nauwelijks tot verschillen in productie. In deze teelt heeft het gebruik van een lichtreductiescherm hoogstwaarschijnlijk geleid tot verlies aan productie. De gemeten planttemperatuur lag vanaf januari bij de bovenbelichting gemiddeld circa 1 °C boven de kasttemperatuur. In april kon het verschil bij gesloten scherm oplopen tot 3 à 4 °C.

De berekende kostprijs en het saldo zijn sterk afhankelijk van de uitgangspunten, gasprijzen en bedrijfssituatie. Bij het scenario van 1/3 van de oppervlakte belicht en 2/3 onbelicht kan 94% van het warmteoverschot in het belichte gedeelte nuttig worden gebruikt in de onbelichte kas. Bij dit scenario en een hoge commodity-gasprijs van € 0,25/m<sup>3</sup>, ligt de kostprijs € 0,05 per kilo hoger dan in de normale onbelichte situatie. Door de hogere productprijzen in combinatie met hoge producties in de wintermaanden komt belichting echter zo'n € 4,50/m<sup>2</sup> gunstiger uit dan in de onbelichte situatie. Per cent gasprijzdaling, neemt het positieve saldooverschil voor belichting toe met € 0,20/m<sup>2</sup>. Als de productprijs in december en januari met € 0,20/kg zou stijgen, dan neemt het saldooverschil toe met bijna € 2/m<sup>2</sup>.

# 1 Inleiding

Telers van vruchtgroentegewassen hebben de laatste jaren veel belangstelling voor de toepassing van assimilatiebelichting in de donkere maanden van het jaar. Dit wordt mede gestimuleerd door hoge producties met belichting in landen als Finland en Noorwegen. In onderzoek op het PPO zijn bij komkommer inmiddels prima resultaten met belichting behaald (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2003; 2004). Toch blijven er voor wat betreft belichting bij komkommers nog verschillende vragen over.

Toepassing van belichting bij komkommers verhoogt de kostprijs per kilo product. Het is dan ook belangrijk om mede via productieverhoging de kostprijs te verlagen. Uiteindelijk gaat het echter om het saldo, ofwel opbrengsten min kosten. Veel belichte komkommers worden immers in de wintermaanden bij relatief hoge prijzen geoogst. Hierdoor kan het saldo van belichte komkommers toch hoger uitkomen dan van een normale onbelichte teelt (Janse, Van Weel en Raaphorst, 2005).

De gewenste productieverhoging zou bereikt kunnen worden door efficiënter met het licht om te gaan, een hogere stengeldichtheid en/of een hogere plantbelasting aan te houden. In voorgaande belichtingsproeven gaf een hogere stengeldichtheid in het hogedraadsysteem steeds de hoogste productie. De vraag is waar in de verschillende teeltperiodes de grens qua stengeldichtheid ligt.

Ondanks positieve resultaten met tussenbelichting in ondermeer Finland (Anonymus, 2003; Hovi, Näkkilä en Tahvonen, 2005), bleef een positief effect door tussenbelichting op de productie in voorgaand PPO-onderzoek tot nog toe uit. Hoogstwaarschijnlijk is dit veroorzaakt door de lagere lichtefficiëntie van de gebruikte TL-buizen ten opzichte van SON-T lampen. Door gebruik te maken van SON-T lampen in een mobiel systeem, zou de productie (en kwaliteit) mogelijk kunnen worden verhoogd.

Om de lichthinder tijdens de donkere periode te beperken wordt het in de nabije toekomst verplicht om het licht met 85 of 95% te reduceren met een lichtreductiescherm. Het gebruik van zo'n scherm kan echter duidelijke consequenties hebben voor de planttemperatuur en daarmee de plantgroei, productie en kwaliteit.

Soms ontstaat bij belichte komkommerplanten een chlorotisch beeld in het bovenste gedeelte van de plant. De vraag is of dit mede wordt veroorzaakt doordat midden in de nacht alle lampen gelijktijdig worden ingeschakeld, waardoor de plant plotseling in het volle licht staat. Het is de vraag of gefaseerd inschakelen niet beter is voor de plant.

In het seizoen 2003-2004 zijn al deze aspecten onder de loep genomen in een belichtingsonderzoek op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Glastuinbouw). Hierbij is gewerkt aan een verdere optimalisering van de belichte komkommerteelt. In dit rapport wordt hiervan verslag gedaan.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Proefopzet

In overleg met de Begeleidingscommissie Onderzoek (BCO) van de belichtingsproef konkommer is de proefopzet bepaald. De proefperiode was eind oktober 2004 tot eind mei 2005, in totaal ruim 30 weken. Binnen deze periode zijn er in twee kasafdelingen twee teelten uitgevoerd.

In de eerste teelt is gekeken naar het effect van het gefaseerd aanschakelen van de lampen, verschillende belichtingssystemen, plant- en/of stengeldichtheden en plantbelastingen. Alle combinaties van behandelingen kwamen voor. In de tweede teelt is de behandeling van het gefaseerd aanschakelen van de lampen vervallen en is per stengeldichtheid een aparte kasruimte gebruikt. Een bepaalde stengeldichtheid kan namelijk invloed hebben op het klimaat.

Hieronder volgen de verschillende behandelingen:

#### *Belichtingswijze:*

- **Bovenbelichting.** Uitsluitend bovenbelichting met een berekende lichtintensiteit van 220 micromol/m<sup>2</sup>/s. Dit is enigszins vergelijkbaar met 15.000 Lux. De armaturen waren van het type Papillon 270 (Lights Interaction) met daarin 600 W/400 V lampen SON-T Green Power (Philips). Het systeemvermogen was 134 W/m<sup>2</sup>.
- **Tussenbelichting.** Combinatie van bovenbelichting met SON-T lampen en in de paden tussenbelichting met verticaal en horizontaal beweegbare SON-T lampen in speciaal ontwikkelde reflectoren door Lights Interaction. Het mobiele belichtingssysteem was vervaardigd door MGL-Systems. De verdeling van de lampen was 60% boven- en 40% tussenbelichting. Per pad waren er drie lampen bovenin en twee lampen naast elkaar als mobiel tussenlicht. Door de reflectoren van de tussenbelichting werd het licht in een bepaalde bundel naar de planten gericht.

#### *Gefaseerd aanschakelen lampen (alleen eerste teelt):*

- **Standaard.** Lampen gelijktijdig aan en uit, respectievelijk om 0.00 en 19.30 uur.
- **Lampen gefaseerd aan.** Om 0.00 uur 60% van de bovenbelichting aan (bij behandeling bovenbelichting) en bij de behandeling met tussenbelichting alle lampen van de bovenbelichting aan. Een half uur later de rest van de belichting, dat is 40% van lampen bij bovenbelichting en bij behandeling met tussenbelichting de lampen van de tussenbelichting aan. Deze bleven in principe 19.5 uur branden. De laatste lampen gingen dus uit om 20.00 uur.

#### *Plant/stengeldichtheid:*

- **Lage stengeldichtheid.** Eerste teelt 2,0 planten/m<sup>2</sup>, in het zesde oksel is bij één op de drie planten een extra stengel aangehouden, waardoor de stengeldichtheid op **2,66 stengels/m<sup>2</sup>** uitkwam. In de tweede teelt start met 1,8 planten/m<sup>2</sup>, in zesde oksel is bij elke plant extra stengel aangehouden, waardoor de stengeldichtheid uitkwam op **3,6 stengels/m<sup>2</sup>**.
- **Hoge stengeldichtheid.** Eerste teelt 2,6 planten/m<sup>2</sup>, extra stengel bij één op de drie planten, daardoor stengeldichtheid van **3,46 stengels/m<sup>2</sup>**. Tweede teelt start met 2,3 stengels/m<sup>2</sup> en aantal stengels verdubbeld door in zesde oksel van elke plant een scheut aan te houden. Stengeldichtheid werd hierdoor **4,6 stengels/m<sup>2</sup>**.

In de eerste teelt werden de behandelingen met verschillende stengeldichtheden in dezelfde afdeling uitgevoerd, in de tweede teelt in twee aparte afdelingen.

### *Plantbelasting:*

- **Lage plantbelasting.** Zowel in eerste als tweede teelt steeds om en om dunnen.
- **Hoge plantbelasting.** De manier van dunnen was afhankelijk van de stengeldichtheid. Bij de **lage stengeldichtheid** is zowel in de eerste als tweede teelt één op drie gedund. In de tweede teelt is hiermee echter pas in week 13, dat is ruim 6 weken na planten, begonnen. Bij de **hoge stengeldichtheid** is in de eerste teelt wekelijks vanaf het begin de ene week om en om gedund en de andere week één op drie. In de tweede teelt vanaf de start om en om dunnen, maar vanaf week 13 afwisselend één week om en om en de volgende week één op drie dunnen.

De helft van een kas werd belicht met alleen bovenbelichting (=bovenbelichting) en de andere helft met een combinatie van boven- en tussenbelichting (=tussenbelichting). Per belichtingswijze waren er per combinatie van plantdichtheid en plantbelasting in de eerste en tweede teelt respectievelijk twee en vier veldjes, zodat de proef in respectievelijk twee- en viervoud stond.

### Lichtreductiescherm

In verband met de nieuwe normen voor lichtuitstoot is in de proef gebruik gemaakt van een beweegbaar lichtreductiescherm met 85% lichtreductie, namelijk XLS Obscura SE (3W/W-1w/w-2W/W-1w/w). Tegen de achtergevel aan de noordkant is ook een vast lichtreductiescherm van hetzelfde materiaal aangebracht en tegen een zijgevel vast PE-folie.

### Planttemperatuur

Vanaf week 2 tot aan het einde van de teelt zijn er continu planttemperatuurmetingen verricht in beide afdelingen, zowel bij de boven- als tussenbelichting. Voor een goede vergelijkbaarheid is ook de ruimtetemperatuur in het kasgedeelte met de boven- en tussenbelichting gemeten. De ruimtetemperatuur werd echter steeds gestuurd op de gemeten temperatuur in het gedeelte met de bovenbelichting. De vier infrarood-planttemperatuurmeters (Brinkman) werden boven het gewas geplaatst, zodanig dat de temperatuur van vooral het bovenste gedeelte van de planten inclusief de koppen werd gemeten. Bij de groei naar de draad werden de planttemperatuurmeters daarom steeds verplaatst.

## 2.2 Overige proefgegevens

Hieronder worden een aantal proefgegevens vermeld:

Kas:	PPO-kas 303, afdeling 2 en 6, locatie Naaldwijk
Kasgrootte:	Circa 250 m <sup>2</sup>
Poothoogte tot goot:	4,25 m
Bodem:	Betonvloer
Bevochtiging:	Via bevloeimatten op betonvloer, welke regelmatig werden natgemaakt. In de tweede teelt is zonder bevloeimatten gewerkt, maar werd de vloer frequent nat gemaakt
Ras:	Aviance (Rijk Zwaan)
Opkweek:	Plantenkwekerij Van der Lugt, Bergschenhoek
Zaai- en plantdata:	- Eerste teelt respectievelijk 28 september en 29 oktober 2004 - Tweede teelt respectievelijk 17 januari 2005 en 16 februari 2005
Plantleeftijd	Eerste en tweede teelt respectievelijk 32- en 31-daagse plant
Laatste oogstdatum:	Eerste en tweede teelt respectievelijk 14 februari en 30 mei 2005
Oogstfrequentie:	Dagelijks
Aanhouden eerste vrucht:	Vijfde oksel
Aanbinden bij hogedraad:	Er is gebruik gemaakt van de Qlipr (Pellikaan). De planten zijn direct schuin omhoog geleid om kans op knakken van de stengels te minimaliseren. Om knakken te voorkomen is in de tweede teelt een tonkin stokje met een sterk elastiekje schuin in de pot gestoken.



Toppen plant hogedraad:	- Eerste teelt op 24 januari (21 dagen voor einde teelt) - Tweede teelt op 4 mei (26 dagen voor einde teelt)
Klein blad verwijderen:	In de tweede teelt werd er in de afdeling met de hoge stengeldichtheid wekelijks een klein blaadje weggenomen in een oksel zonder vrucht
Streef oogstgewicht:	- Eerste teelt 360 – 400 g - Tweede teelt 410 – 450 g
Draadhoogte	3,40 m van de grond
Lamphoogte bovenbelichting	3,60 m van grond tot onderkant armatuur
Lamphoogte tussenbelichting:	Varieerde tijdens de teelt: in het begin ongeveer 30 cm boven kop plant, daarna tussenin de planten, maar om bladverbranding en lichtverlies naar de onderkant te voorkomen niet te laag
Reflector tussenbelichting:	Tussenin twee teelten aanpassing reflector: nieuwe reflector was kleiner en gaf een grotere hellingshoek van lichtbundel in verband met verbrandingsschade blad
Loopsnelheid mobiel licht:	Meestal 30 m/uur, in naburige paden is de looprichting tegengesteld
Belichtingsduur:	Steeds in overleg met BCO. In principe in eerste en tweede teelt meestal 19,5 uur, maar lampen mochten uit bij instraling boven de 250 W/m <sup>2</sup> en gingen weer aan bij 200 W/m <sup>2</sup>
Hoogte teeltgoot:	Afstand onderkant goot tot grond 0,6 m
Veldgrootte:	Eerste en tweede teelt respectievelijk 12 en 14 stengels
Aantal veldjes:	16 veldjes per afdeling
Klimaatsinstellingen:	In overleg met BCO, die wekelijks à tweewekelijks de proef bezocht
CO <sub>2</sub> -dosering:	Overdag via centrale CO <sub>2</sub> -dosering, als de ketel 's nachts niet brandde dosering met zuivere CO <sub>2</sub> .

## 2.3 Waarnemingen

In de proef werden de volgende gewas- en vruchtwaarnemingen verricht:

- Aantal vruchten, gewicht, klasse II en stek bij de dagelijkse oogst.
- Wekelijks het aantal ontwikkelde bladeren aan de hoofdstengel. Het kleinste blad dat werd meegenomen had een bladschijflengte van circa 4 cm.
- Aan het einde van beide teelten de totale plantlengte van dezelfde planten als waar de bladwaarnemingen aan waren verricht.
- Aan het einde van beide teelten het aantal uitgevallen stengels door schimmels (met name *Botrytis*).
- Beoordeling op kwaliteit (vruchtvorm, vrucht lengte, vruchtkleur en algemeen oordeel) op 4 januari, 23 maart en 1 april 2005.

## 3 Resultaten

### 3.1 Eerste teelt

#### 3.1.1 Verloop teelt

##### **Klimaatinstellingen**

De klimaatinstellingen staan per datum weergegeven in Bijlage 1 tabel 30. Door vrij rustig te telen, dus niet te hoge temperaturen aan te houden, is getracht om terugval in productie te voorkomen. Deze trad namelijk in eerdere belichtingsproeven na circa vier productieweken op (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2004). Ook duurde de teelt twee weken langer dan vorig jaar. Tijdens de eerste teelt is er in principe 19,5 uur belicht. Alleen in de laatste weken van de teelt zijn hoge stooktemperaturen aangehouden om nog zoveel mogelijk vruchten te kunnen oogsten.

Als de lampen aangingen terwijl het donker was, is steeds het lichtreductiescherm gebruikt. Afhankelijk van de buitentemperatuur (onder de 4 of 7 °C) is het scherm ook in de periode van 20.00 uur tot 24.00 uur dicht geweest.

##### **Gerealiseerd klimaat**

In Bijlage 2 tabel 32 en 33 is het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. De etmaaltemperatuur kwam gemiddeld over de gehele teeltperiode in beide afdelingen uit op zo'n 21,5 °C. De gerealiseerde RV en het CO<sub>2</sub>-gehalte kwamen in de twee kassen op een vrijwel gelijk niveau uit. De gemiddelde RV was 81 à 82% en het CO<sub>2</sub>-gehalte lag gemiddeld rond de 980 ppm. In totaal is er in de eerste teelt bijna 2000 uur belicht; dat is gemiddeld 18,5 uur per dag. Tijdens en na de bespuitingen tegen echte meeldauw zijn de lampen uitgedaan in verband met de betere werking van de meeldauwmiddelen.

##### **Ziekten en plagen**

Ruim een week na het planten is in beide kassen *Pythium* waargenomen. Mogelijk was dit mede het gevolg van de grote planten (32-daagse plant) die op de matten zijn gezet. Planten die ernstig waren aangetast zijn vervangen en er is Aaterra bij alle planten gegoten. Twee dagen erna is nog een keer gedruppeld met Aaterra en later is nog tweemaal Previcur met het druppelwater meegegeven. De planten bleken er goed doorheen te groeien.

Half december is in één kas een enkel plekje meeldauw geconstateerd. Daarna is in beide kassen een cyclus van drie bespuitingen met Baycor uitgevoerd en in januari is driemaal met Collis gespoten. De meeldauw bleef goed onder controle. Vanaf eind december waren er enkele planten aangetast door *Botrytis*, maar pas in de laatste weken van de teelt trad er vrij veel plantuitval op (zie paragraaf 2.1.8). De uitval werd zeker gestimuleerd door het aanhouden van hoge etmaaltemperaturen.

Mede door de regelmatige inzet van biologische bestrijders (*T. Swirskii* en *A. cucumeris*) tegen trips en *Encarsia formosa* tegen wittevlug zijn deze plagen geen echt probleem geweest. Om te voorkomen dat trips en wittevlug over zouden gaan op de tweede teelt is in de laatste drie weken drie maal met Vertimec gespoten en de voorlaatste dag met Spruzit.

Vooraf in december en begin januari zijn er in de proef veel problemen geweest met muizen. Deze muizen vreten soms een hele rij kleine vruchtjes van een plant. Door middel van muizenklemmen en -korrels is het aantal muizen flink gedecimeerd en de schade duidelijk afgenomen en later tot 0 gereduceerd. Het kan de productie echter wat hebben verlaagd.

##### **Bemesting en watergeven**

Bij het watergeven werd gebruik gemaakt van het PPO-watergeefmodel. Hierbij werd ook rekening gehouden met de straling van de lampen. In verband met een betere stuurbaarheid van de voeding in de proefkassen is het drainagesysteem toegepast. Er is een vrij hoog drainpercentage aangehouden, mede

om de EC-verschillen in de mat tussen de boven- en tussenbelichting zo klein mogelijk te houden. In Bijlage 4 tabel 36 zijn enkele gegevens voor wat betreft het watergeven en voeding vermeld. Het drainpercentage lag in de eerste belichte komkommerteelt gemiddeld rond de 50%. De gerealiseerde EC in de mat lag bij de bovenbelichting op 2,4 mS/cm. Bij de tussenbelichting was deze 0,3 à 0,4 mS/cm hoger. De pH kwam gemiddeld uit op rond de 6. In verband met het optreden van bladchlorose is veelal extra ijzer en mangaan gedoseerd.

### ***Gewasstand***

Bij de start zijn er erg grote planten op de mat gezet: deze hebben bij het poten 8 à 9 bladeren. Half november beginnen de bladeren wat vlekkelig te worden en staan ze wat getrokken. De kop van de aangehouden zijscheut ziet er qua grootte en vorm al snel hetzelfde uit als die van de hoofdstengel. Begin december zijn de vruchtsteeltjes opvallend lang. Dat is waarschijnlijk een teken van een sterke vegetatieve groei. De planten staan in december goed in evenwicht en er is in beide afdelingen relatief weinig chlorose op de bladeren te zien. Half december was de kop wat minder sterk en waren de vruchten wat korter bij de tussenbelichting dan bij de bovenbelichting. Tussen de lampen gelijktijdig en gefaseerd aanschakelen zijn er weinig verschillen in plantopbouw en bladkleur. Half januari lijken de bovenste bladeren weer iets chlorotischer te worden. Vooral bij de bovenbelichting en lampen gefaseerd aanschakelen staan de planten er erg sterk op. Bij de tussenbelichting en lampen gelijktijdig aanschakelen staan de planten dan het meest generatief. Drie weken voor het einde van de teelt zijn de planten getopt en is er één scheut aan de plant gelaten. Mede door de aangehouden hoge temperaturen vergeelden de bladeren onderin het gewas in de laatste teeltweken erg snel.

Om meer ruimte te maken voor de mobiele tussenbelichting zijn de gewasdraden wat naar elkaar toegetrokken. Toen de tussenbelichting tussen het gewas op circa 1,70 m hoogte werd gehangen, trad er namelijk nogal wat bladverbranding op. Als de lampen te dicht (minder dan 20 cm) bij de bladeren kwamen, kon de bladtemperatuur oplopen tot rond de 40 °C en dit was funest voor dit bladgedeelte. In verband met de verbranding hebben de lampen minder laag gehangen dan in eerste instantie de bedoeling was. Meer naar boven toe was er namelijk meer ruimte voor de lampen.



*Foto:* Als de mobiele tussenbelichting te laag hing, trad een behoorlijke bladverbranding op.

### 3.1.2 Productie en kwaliteit

De eerste oogst viel op woensdag 17 november. Dat is 19 dagen na het planten ofwel 52 dagen na het zaaien.

In de volgende paragrafen worden achtereenvolgens de productie en kwaliteit per aanschakeltijdstip van de lampen, belichtingswijze, stengeldichtheid en plantbelasting en de combinatie van de beste behandelingen weergegeven.

#### 3.1.2.1 Belichtingswijze

In tabel 1 is gemiddeld over alle behandelingen met een verschillende plantdichtheid en -belasting de productie en kwaliteit per aanschakeltijdstip van de lampen weergegeven vroeg (per 12 december 2004) en aan het einde van de teelt (14 februari 2005).

*Tabel 1:* Productie en kwaliteit bij de lampen gelijktijdig en gefaseerd aan, gemiddeld over alle overige behandelingen in de eerste belichte teelt tot en met respectievelijk week 50 (na circa 3½ oogstweek = vroeg) en week 7 (na zo'n 13 oogstweken = einde teelt).

Lampen aan	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Gelijktijdig	26,1	103,2	10,0	38,1	382	368	0,45	6,6	0,0	1,0
Gefaseerd	24,5	94,1	9,4	34,5	384	365	0,15	7,8	0,0	1,5

- Vroeg blijft de productie bij lampen gefaseerd aan in stuks en kilos iets achter bij de productie bij lampen gelijktijdig aan.
- Aan het einde van de proef is de productie bij lampen gefaseerd aan zowel qua stuks als kilos 9% lager dan bij lampen gelijktijdig aan.
- Er zijn meer stekvruchten geoogst bij lampen gefaseerd aan dan bij lampen gelijktijdig aan.

In tabel 2 is gemiddeld over alle behandelingen met een verschillende plantdichtheid en -belasting de productie en kwaliteit bij de boven- en tussenbelichting weergegeven vroeg (per 12 december 2004) en aan het einde van de teelt (14 februari 2005).

*Tabel 2:* Productie en kwaliteit bij de boven- en tussenbelichting gemiddeld over alle overige behandelingen in de eerste belichte teelt tot en met respectievelijk week 50 (na circa 3½ oogstweek = vroeg) en week 7 (na zo'n 13 oogstweken = einde teelt).

Belichtingswijze	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Bovenbelichting	27,0	105,4	10,7	39,7	395	376	0,27	9,0	0,0	1,0
Tussenbelichting	23,6	91,9	8,8	32,9	371	358	0,33	8,4	0,0	1,4

- Zowel vroeg als aan het einde van de teelt ligt de productie in stuks en kilos bij de tussenbelichting achter op die van de bovenbelichting. Na 3½ oogstweek is het verschil respectievelijk 16 en 18%. Aan het einde van de teelt is dit respectievelijk 13 en 17%.
- Bij de tussenbelichting worden er rond de 20 g lichtere vruchten geoogst dan bij de bovenbelichting.
- Het percentage stek is iets hoger bij de tussenbelichting dan bij de bovenbelichting.

#### 3.1.2.2 Stengeldichtheid

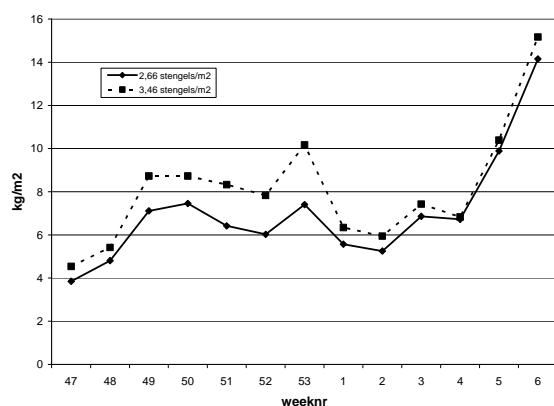
In tabel 3 is de productie en kwaliteit per stengeldichtheid weergegeven, gemiddeld over alle overige behandelingen zowel vroeg (per 12 december 2004) als aan het einde van de teelt (14 februari 2005).

Tabel 3: Productie en kwaliteit per stengeldichtheid bij de eerste belichte teelt tot en met respectievelijk week 50 (na circa 3½ oogstweek = vroeg) en week 6 (na zo'n 13 oogstweken = einde teelt).

Plantdichtheid	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
2,66 stengels/m <sup>2</sup>	23,2	91,5	9,0	33,9	386	369	0,45	6,8	0,0	0,9
3,46 stengels/m <sup>2</sup>	27,4	105,8	10,4	38,7	380	364	0,15	7,5	0,0	1,5

- Door 30% meer stengels per m<sup>2</sup> aan te houden, stijgt de productie in kilos vroeg en aan het einde van de teelt met rond de 15%. Bij het aantal stuks is dit een paar procent hoger.
- Het vruchtgewicht neemt slechts weinig af bij een hogere stengeldichtheid.
- De stengeldichtheid heeft nauwelijks effect op het percentage klasse 2 vruchten.
- Bij de hoogste stengeldichtheid zijn er uiteindelijk meer stekvruchten geoogst.

In de volgende figuur is de productie in de eerste teelt bij de twee stengeldichtheden weergegeven.



Figuur 1: Weekproductie in stuks/m<sup>2</sup> per stengeldichtheid gemiddeld over alle behandelingen in de eerste teelt.

- In alle oogstweken is de productie bij de hoogste stengeldichtheid het hoogst.
- De grootste verschillen tussen beide stengeldichtheden ontstaan in de derde tot en met de zevende oogstweek. De productievoorsprong bij de hoge stengeldichtheid wordt dus vooral in deze weken opgebouwd.

### 3.1.2.3 Plantbelasting

In tabel 4 is de productie en kwaliteit per plantbelasting weergegeven gemiddeld over alle overige behandelingen zowel vroeg (per 12 december 2004) als aan het einde van de teelt (14 februari 2005).

Tabel 4: Productie en kwaliteit per plantbelasting bij de eerste belichte teelt gemiddeld over alle behandelingen tot en met respectievelijk week 50 (na circa 3½ oogstweek = vroeg) en week 6 (na zo'n 13 oogstweken = einde teelt).

Plantbelasting	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Een op twee eruit	24,8	95,3	9,5	35,0	385	367	0,24	7,1	0,0	1,1
Een op drie eruit <sup>1)</sup>	25,9	102,5	9,9	37,7	380	366	0,37	7,3	0,0	1,3

<sup>1)</sup> Bij de hoge stengeldichtheid de ene week 1 op 2 en de andere week 1 op 3

- Meer vruchten aanhouden ofwel minder dunnen leidt vooral later in de teelt tot meer geoogste vruchten en kilos. Bij de hoogste plantbelasting zijn er aan het einde 8% meer vruchten en kilos geoogst.

- Er is geen verschil in vruchtgewicht tussen de beide behandelingen.
- De kwaliteit (percentage klasse 2 en stek) is bij de verschillende plantbelastingen gelijk.

Bij de productie lijkt er een interactie te zijn tussen de plantbelasting en stengeldichtheid. Dit is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 5: De kiloproductie per **stengeldichtheid en plantbelasting** aan het einde van de eerste teelt.

Plantbelasting \ stengeldichtheid	2,66 stengels/m <sup>2</sup>	3,46 stengels/m <sup>2</sup>	% verschil
Een op twee eruit	31,7	38,0	20
Een op drie eruit <sup>1)</sup>	36,0	39,6	10
% verschil	14	4	

<sup>1)</sup> Bij de hoge stengeldichtheid de ene week 1 op 2 en de andere week 1 op 3

- Een hogere plantbelasting heeft vooral effect bij de lage stengeldichtheid. Het verschil tussen de beide plantbelastingen is bij de hoge stengeldichtheid niet zo groot. Dit is waarschijnlijk mede het gevolg van het feit dat er bij de hoge plantbelasting wekelijks afwisselend één op twee en één op drie is gedund.
- Als naar de productie per week wordt gekeken (niet weergegeven in verslag), dan blijkt dat de productie bij de lage plantdichtheid in combinatie met een hoge plantbelasting elke week hoger is dan bij de combinatie lage plantdichtheid met een lage plantbelasting. Bij de hoge plantdichtheid is dit pas het geval vanaf week 1.

### 3.1.2.4 Combinatie van optimale behandelingen

In de vorige paragrafen bleek dat de beste producties worden bereikt bij alleen bovenbelichting, lampen tegelijk aan, een hogere stengeldichtheid en een hogere plantbelasting. Door de beste behandelingen met elkaar te combineren, ontstaat een combinatie van optimale behandelingen. Het blijkt nu dat het bij de beste behandelingen weinig uitmaakt of de lampen gelijktijdig of gefaseerd aangaan; daarom zijn deze behandelingen bij elkaar genomen. De beste combinatie van behandelingen is dus: bovenbelichting + stengeldichtheid 3,46 stengels/m<sup>2</sup> + één op drie dunnen. De productie en kwaliteitscijfers zijn een gemiddelde van vier veldjes. De productie vroeg en totaal is weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: De productie en kwaliteit bij de combinatie van beste behandelingen in de eerste belichte teelt tot en met respectievelijk week 50 (na circa 3½ oogstweek = vroeg) en week 6 (na zo'n 13 oogstweken = einde teelt).

	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II/m <sup>2</sup>	Kg stek/m <sup>2</sup>
Vroeg	31,7	12,3	387	0,0	0,0
Eind	122,9	46,2	376	5,9	1,5

- Na drie en een halve week oogsten zijn er bij de beste combinatie van behandelingen 32 vruchten ofwel ruim 12 kilo per vierkante meter geoogst. Dat is per week 9 vruchten of 3,5 kg/m<sup>2</sup>.
- Aan het einde van de eerste teelt zijn er 123 vruchten of ruim 46 kg/m<sup>2</sup> geoogst. Dat is per week gemiddeld 9,5 vrucht en 3,6 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.1.3 Vruchtkwaliteit

Vooral in het eerste gedeelte van de teelt is de kwaliteit erg goed geweest. Eind december waren er wat getailleerde vruchten en bleek de kwaliteit bij de tussenbelichting wat beter te zijn dan bij de bovenbelichting. In week 1 is er nogal wat abortie opgetreden: zelfs vrij grote vruchten aborteerden nog. Er kwamen toen flessierige vruchten voor. Ook begin februari waren er vruchten bij die niet geheel strak van vorm waren. Bij de laatste vruchten waren er relatief veel puntige vruchten. Dit resulteerde in een relatief hoog percentage klasse 2 vruchten.

In tabel 6 is de kwaliteitsbeoordeling in week 1 weergegeven.

Tabel 6: Resultaten beoordeling op verschillende kwaliteitsaspecten in week 1 per behandeling weergegeven.

Behandeling	vorm	lengte	kleur	Algemeen oordeel
<i>Lampen aan:</i>				
Gelijktijdig	6,9	7,2	6,5	6,7
Gefaseerd	6,8	7,2	6,6	6,6
<i>Belichtingswijze:</i>				
Bovenbelichting	6,5	7,2	5,9	6,3
Tussenbelichting	7,2	7,2	7,2	6,9
<i>Stengeldichtheid:</i>				
2,66 stengels/m <sup>2</sup>	7,1	7,1	6,7	6,5
3,46 stengels/m <sup>2</sup>	6,6	7,3	6,3	6,5
<i>Plantbelasting:</i>				
Een op twee eruit	6,8	7,1	6,7	6,7
Een op drie eruit	6,9	7,3	6,4	6,7

- Lampen gelijktijdig of gefaseerd aanschakelen heeft geen effect op de kwaliteit.
- In week 1 zijn de kleur, vorm en daarom ook het algemeen oordeel beter bij de tussenbelichting dan bij de bovenbelichting.
- Bij een lage stengeldichtheid zijn de vruchten wat beter van vorm en kleur.
- De kwaliteitsverschillen tussen de beide behandelingen met plantbelasting zijn gering.

### 3.1.4 Aantal bladeren

Vanaf week 44 tot het toppen (begin week 4) is bij alle behandelingen wekelijks het aantal gevormde bladeren waargenomen. Omdat er tot en met week 52 te verwaarlozen verschillen waren tussen beide afdelingen, zijn de waarnemingen vanaf week 53 alleen in de afdeling met lampen gelijktijdig aanschakelen verricht. In tabel 7 is het verloop per week bij de behandelingen met de boven- en tussenbelichting weergegeven.

Tabel 7: Het aantal gevormde bladeren per stengel per week bij de boven- en tussenbelichting in de eerste teelt.

	start	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3	Gem.
Bovenbelichting	8,5	1,2	7,1	7,0	7,0	7,4	7,2	6,8	6,4	7,2	6,4	7,2	7,7	8,0	7,1
Tussenbelichting	8,5	1,3	7,1	7,3	6,9	6,4	5,5	5,6	5,7	6,3	6,2	7,0	7,1	7,0	6,5
<i>Gemiddeld</i>	<i>8,5</i>	<i>1,2</i>	<i>7,1</i>	<i>7,1</i>	<i>7,0</i>	<i>6,9</i>	<i>6,3</i>	<i>6,2</i>	<i>6,0</i>	<i>6,8</i>	<i>6,3</i>	<i>7,1</i>	<i>7,4</i>	<i>7,5</i>	<i>6,8</i>

- In totaal worden er per stengel bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk 95 en 87 bladeren gevormd. Dat is gemiddeld respectievelijk 7,1 en 6,5 bladeren per week. Bij de bovenbelichting worden er dus duidelijk de meeste bladeren aangemaakt. Alleen in de eerste weken, wanneer de mobiele lampen vrij dicht boven de planten hangen, zijn er nauwelijks verschillen
- Tussen de verschillende stengeldichtheden en plantbelastingen zijn er geen verschillen in bladvorming geconstateerd (niet in tabel weergegeven).
- Dit geldt ook voor de lampen gelijktijdig of gefaseerd aanschakelen.

### 3.1.5 Plantlengte

De plantlengtemetingen zijn verricht in de afdeling met lampen gelijktijdig aan, hoge stengeldichtheid en hoge plantbelasting. Aan het einde van de teelt was de plantlengte bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk 9,03 en 8,52 m per stengel.

De internodielengte kan berekend worden uit de plantlengte en het aantal bladeren (zie vorige paragraaf). De internodielengte bij de boven- en tussenbelichting is respectievelijk 9,8 en 9,5 cm. De kortere planten bij de tussenbelichting worden voornamelijk veroorzaakt door minder bladeren, maar deels ook door kortere internodiën.

### 3.1.6 Abortie

Op basis van het aantal waargenomen bladeren en het aantal geogste vruchten (klasse 1 en 2) is het totale percentage geaborteerde vruchten berekend. Hierbij zijn ook de stekvruchten gerekend tot de geaborteerde vruchten.

In tabel 10 is het berekende percentage geaborteerde vruchten weergegeven bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met een lage en hoge plantbelasting bij de twee plantdichtheden.

*Tabel 10:* De berekende procentuele abortie per stengeldichtheid bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met de twee snoeibehandelingen in de eerste teelt.

\Stengeldichtheid \Plantbelasting Belichtingswijze	2,66 stengels/m <sup>2</sup>		3,46 stengels/m <sup>2</sup>		<i>Gemiddeld</i>	
	1 op 2 eruit	1 op 3 eruit	1 op 2 eruit	1 op 3 eruit <sup>1)</sup>	1 op 2 eruit	1 op 3 eruit
Bovenbelichting	22	37	30	41	26	39
Tussenbelichting	25	36	27	52	26	44
<i>Gemiddeld</i>	24	37	29	47	26	42

<sup>1)</sup> Bij de hoge stengeldichtheid de ene week 1 op 2 en de andere week 1 op 3

- Het percentage abortie in de eerste belichte teelt is gemiddeld 34%, dus circa een derde van de vruchtbeginsels aborteert of wordt stek.
- Er is gemiddeld niet veel verschil in abortie tussen de boven- en tussenbelichting. De tussenbelichting in combinatie met weinig dunnen geeft relatief veel abortie.
- Bij een hoge stengeldichtheid is er meer abortie dan bij de lage stengeldichtheid. Gemiddeld is het verschil 8%: percentage abortie bij de lage en hoge stengeldichtheid is respectievelijk 30 en 38%.
- Minder dunnen betekent ook meer abortie. Het abortiepercentage is bij weinig dunnen ongeveer anderhalf maal zo hoog.

### 3.1.7 Aantal bladeren per vrucht

Omdat het aantal bladeren en geogste vruchten bekend is, kan het aantal bladeren per vrucht worden berekend. Dit gegeven is min of meer een maat voor de efficiëntie van de plant. In de volgende tabel is dit weergegeven.

*Tabel 11:* Aantal bladeren per geogste vrucht per stengeldichtheid in combinatie met de twee plantbelastingen en Belichtingswijzen in de eerste teelt.

Plantbelasting	2,66 stengels/m <sup>2</sup>		3,46 stengels/m <sup>2</sup>		<i>Gemiddeld</i>	
	Boven- belichting	Tussen- belichting	Boven- belichting	Tussen- belichting	Boven- belichting	Tussen- belichting
Een op twee eruit	2,58	2,68	2,87	2,74	2,73	2,71
Een op drie eruit	2,33	2,28	2,50	3,07	2,42	2,68
<i>Gemiddeld</i>	2,46	2,48	2,69	2,91	2,58	2,70

- Omdat de productie bij de combinatie 3,46 stengels/m<sup>2</sup> + tussenbelichting + hoge plantbelasting aan de lage kant is, komt het aantal bladeren per vrucht op een relatief hoog niveau te liggen.
- Bij een hoge plantbelasting (=minder dunnen) zijn er in het algemeen minder bladeren per vrucht.
- Door het lagere abortiepercentage bij de lage stengeldichtheid zijn er bij een lagere stengeldichtheid minder bladeren per vrucht dan bij een hoge stengeldichtheid.
- Gemiddeld over alle behandelingen zijn er in de eerste teelt 2,6 bladeren per vrucht nodig.



### 3.1.8 Uitval stengels

Het aantal stengels dat aan het einde van de teelt met name door *Botrytis* is uitgevallen, is weergegeven in tabel 12.

Tabel 12: Het percentage uitgevallen stengels aan het einde van de teelt bij de twee belichtingswijzen en stengeldichtheden in de eerste teelt.

Belichtingswijze\stengeldichtheid	2,66 stengels/m <sup>2</sup>	3,46 stengels/m <sup>2</sup>	Gemiddeld
Bovenbelichting	8,0	10,3	9,2
Tussenbelichting	1,5	6,6	4,1
Gemiddeld	4,8	8,4	6,6

- Bij de tussenbelichting vallen er meer dan de helft minder stengels weg dan bij uitsluitend de bovenbelichting.
- Gemiddeld stijgt het aantal uitgevallen stengels aan het einde van de teelt bij de hoge stengeldichtheid met 75% ten opzichte van de lage stengeldichtheid

## 3.2 Tweede teelt

### 3.2.1 Verloop teelt

#### **Klimaatinstellingen**

In Bijlage 1 in tabel 31 zijn de klimaatinstellingen weergegeven gedurende de tweede teelt. Evenals in de eerste teelt zijn deze instellingen meestal gedaan in overleg met de BCO-leden.

In het begin van de teelt zijn hoge stook- en ventilatietemperaturen ingesteld om zo snel mogelijk weer in productie te zijn. Deze zijn aangehouden tot 8 maart. Vanaf deze datum zijn er verschillen aangebracht in temperaturen tussen de donkerperiode en de belichte periode tijdens de nacht. Door de instelling van een wat hogere ventilatietemperatuur in de middag mocht vanaf medio april de temperatuur in deze dagperiode wat hoger oplopen dan in de morgen. In de laatste drie teeltweken is de groeibuis als eerste net gebruikt om zoveel mogelijk warmte dichtbij de vruchten te brengen.

In principe is er steeds 20 uur belicht, maar de lampen gingen bij zowel de boven- als tussenbelichting uit boven een instraling van 250 W/m<sup>2</sup> en gingen weer aan als de instraling beneden de 200 W/m<sup>2</sup> kwam. Op dagen met veel instraling in combinatie met hoge buitentemperaturen is in de nacht veelal korter belicht. Als de lampen aangingen terwijl het donker was, is steeds het lichtreductiescherm gebruikt. Voornamelijk afhankelijk van de buitentemperatuur werd het scherm ook in de periode van 20.00 uur tot 24.00 uur gesloten.

In het begin van de teelt is wat voorzichtig aan gedaan met het CO<sub>2</sub>-gehalte. Vanaf half maart is steeds gestreefd naar een CO<sub>2</sub>-niveau van 1000 ppm. In de laatste drie weken van de teelt is dit verhoogd naar 1200 ppm.

#### **Gerealiseerd klimaat**

In Bijlage 3 tabel 34 en 35 is het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. In beide afdelingen kwam de gemiddeld gerealiseerde etmaaltemperatuur vrijwel gelijk uit, namelijk 22,1 en 22,2 °C. Ook in CO<sub>2</sub>-gehalte en ventilatie waren de verschillen tussen beide afdelingen te verwaarlozen. Bij de hoge plantdichtheid was de gemiddelde RV ruim 2% hoger, waarschijnlijk veroorzaakt door de grotere vegetatieve massa in deze kas. Door erg koud weer was de RV in de eerste teeltweken met zo'n 60% aan de lage kant.

Gemiddeld over de gehele teeltperiode (half februari tot eind mei) is 9 uur en 50 minuten per dag belicht en is het scherm 7 uur en een kwartier per dag dicht geweest. Op 10 mei is door de BCO besloten om, gezien de gewasstand, tot het einde van de teelt niet meer te belichten. In totaal is er in de tweede teelt 1060 uur belicht.

### **Ziekten en plagen**

Hoewel er in deze teelt geen enkele keer preventief of curatief is bestreden, is er in de gehele tweede teelt geen meeldauw opgetreden. Dit is waarschijnlijk vooral dankzij het gebruik van een partiëel meeldauwresistent komkommerras (Aviance).

Vanaf half april zijn enkele *Botrytis*-plekjes op de stengels gevonden, maar er vielen toen nauwelijks stengels weg. Tegen het einde van de teelt was dit wel het geval (zie paragraaf 2.2.8).

Begin maart zijn er enkele planten met een *Pythium*-aantasting geconstateerd in de afdeling met de lage stengeldichtheid (kas 2). Er is toen direct aangegoten met Aaterra. Bij het poten waren de planten al preventief in een Previcur-oplossing gedoopt. Later is nog een aantal keren Previcur toegepast. De *Pythium*-aantasting was daarna goed onder controle.

Waarschijnlijk vooral dankzij het uitzetten van de nieuwe roofmijt *T. Swirskii* via bladdelen van ricinus in een dichtheid van circa 40 roofmijten per plant, is trips totaal geen probleem geweest. Dit geldt ook voor wittevlug (Messelink en Van Steenpaal, 2005).

Tegen het einde van de teelt is een keer met Turex gespoten, omdat er een flinke rupsaantasting in het gewas op kwam zetten. Ook is half mei een keer bestreden tegen katoenluis.

### **Bemesting en watergeven**

In Bijlage 5 zijn een aantal gegevens over het watergeven en de voeding vermeld.

Tijdens de teelt is er vrij veel water gegeven. Gemiddeld over de gehele teelt kwam het drainpercentage in de afdeling met de lage plantbelasting 10 à 20% hoger uit dan in de afdeling met een hoge plantdichtheid. De EC was in beide afdelingen gemiddeld 2,5 en de pH in de afdeling met een lage en hoge stengeldichtheid respectievelijk 6,1 en 5,9. Tussen de boven- en tussenbelichting waren er nauwelijks verschillen.

### **Gewasstand**

Bij de start van de teelt zijn er goede planten gepoot. Het aantal bladeren bij de start was circa 7. Twee weken na het planten was er weinig verschil te zien tussen de kop van de hoofdstengel en de scheut, welke in de zesde oksel is aangehouden. In de eerste teeltweken heeft het gewas het echter niet gemakkelijk gehad. Door het koude weer moest flink worden gestookt en dit leidde tot een lage RV. De vloeren werden daarom zeer frequent bevochtigd. Het systeem waarbij de jonge planten aan schuin geplaatste tonkinstokjes in combinatie met stevige elastiekjes hingen, werkte erg goed om knakken van de stengel bij het laten zakken te voorkomen.

Om een te vol gewas in de afdeling met de hoge stengeldichtheid tegen te gaan, is wekelijks in deze afdeling een blaadje in een oksel zonder vrucht verwijderd.

Half maart vertoonden de planten een goede vruchtopvolging. Wel was er wat chlorotisch blad te zien: dit was meer dan in de eerste teelt. De koppen van de planten in de afdeling met de hoge stengeldichtheid leken toen wat zwakker dan bij de lage stengeldichtheid.

Begin april zagen de koppen er goed uit. Het blad was op dat moment vrij licht van kleur, maar niet chlorotisch. Circa een meter onder de kop was er wel abortie te zien. Alle hogedraadtelers hadden hier op hetzelfde moment last van, hetgeen waarschijnlijk het gevolg is geweest van één of meer dagen rond 2 april met een te hoge dag- en/of planttemperaturen door de hoge instraling.

Half april waren de koppen nog steeds sterk, vooral in de afdeling met de hoge stengeldichtheid.

Begin mei stond er een erg vegetatief gewas. De kop bleef sterk en de planten hadden relatief veel blad. Er trad veel abortie op, soms groeiden ook grotere vruchten niet meer uit. De onderste bladeren vergeelden snel door te weinig licht onderin, met name in de afdeling met de hoge stengeldichtheid in combinatie met de bovenbelichting.

### **Tussenbelichting.**

Ondanks de aanpassing van de reflectoren trad er toch nog bladverbranding op. Daardoor moest de tussenbelichting weer hoger gehangen worden dan in eerste instantie de bedoeling was. Ook zijn de draden bovenin van de naast elkaar liggende rijen komkommers in het gedeelte met de tussenbelichting weer wat bij elkaar getrokken. Hierdoor ontstond er in het pad meer ruimte voor de lampen.

### 3.2.2 Productie en kwaliteit

De eerste vruchten in de tweede teelt werden geoogst op 9 maart 2005. Dat is 21 dagen na het planten ofwel 52 dagen na het zaaien.

In de volgende paragrafen worden van de tweede teelt achtereenvolgens de productie en kwaliteit per belichtingswijze, stengeldichtheid, plantbelasting en de combinatie van de beste behandelingen weergegeven.

#### 3.2.2.1 Belichtingswijze

In tabel 13 is gemiddeld over alle behandelingen met een verschillende plantdichtheid de productie en kwaliteit per belichtingswijze weergegeven vroeg (per 3 april) en aan het einde van de teelt (30 mei 2005).

*Tabel 13:* Productie en kwaliteit gemiddeld over alle behandelingen in de tweede teelt bij de boven- en tussenbelichting tot en met respectievelijk week 13 (na 3½ oogstweek= vroeg) en week 21 (na bijna 12 oogstweken = einde teelt).

Belichtingswijze	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Bovenbelichting	32,0	104,6	12,6	43,6	394	417	0,1	5,1	0	1,7
Tussenbelichting	31,6	102,6	11,8	41,2	375	402	0,1	6,3	0	1,7

- Na 3½ oogstweek is er geen verschil in stuksproductie. Door een circa 20 g lager vruchtgewicht bij de tussenbelichting is er vroeg bijna één kilo minder geoogst dan bij de bovenbelichting. Dit is 6%.
- Aan het einde van de teelt zijn er bij de tussenbelichting 2 vruchten (2%) en is zo'n 2,5 kilo (6%) per vierkante meter minder geoogst dan bij de bovenbelichting.
- Gemiddeld over de gehele teelt zijn de vruchten bij de tussenbelichting 15 g lichter in gewicht dan bij de bovenbelichting.
- Bij de tussenbelichting is gemiddeld over de gehele teelt het percentage klasse 2-vruchten eerder hoger dan lager in vergelijking met de bovenbelichting.
- In stek zijn er geen verschillen tussen de behandelingen.

#### 3.2.2.2 Stengeldichtheid

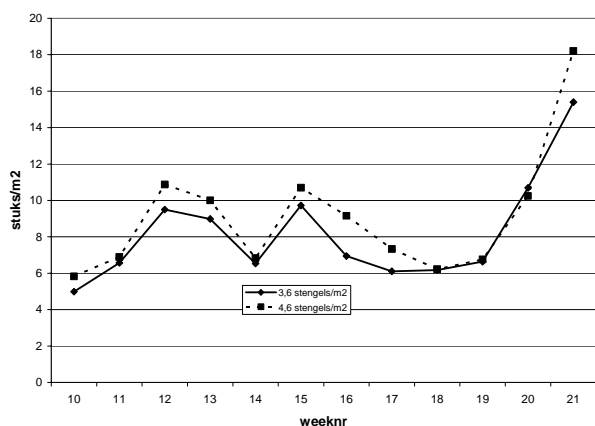
In tabel 14 is gemiddeld over de plantbelastingsbehandelingen en belichtingswijzen de productie en kwaliteit per stengeldichtheid weergegeven zowel vroeg (per 3 april 2005) als aan het einde van de teelt (30 mei 2005).

*Tabel 14:* Productie en kwaliteit per plantdichtheid bij de tweede belichte teelt gemiddeld over alle behandelingen tot en met respectievelijk week 13 (na 3½ oogstweek = vroeg) en week 21 (na bijna 12 oogstweken = einde teelt).

Stengeldichtheid	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
3,6 stengels/m <sup>2</sup>	30,0	98,2	12,2	40,8	392	416	0	5,1	0	1,5
4,6 stengels/m <sup>2</sup>	33,6	109,0	12,7	44,0	377	403	0,1	6,3	0	2,0

- Door 28% meer stengels per m<sup>2</sup> aan te houden, stijgt de vroege productie in stuks met 12% en aan het eind bedraagt de meerproductie 11 vruchten/m<sup>2</sup> ofwel 11%.
- Door een lager vruchtgewicht zijn de verschillen in kilo's kleiner: aan het einde van de teelt bedraagt het verschil in kiloproductie 8%.
- Bij de hoge stengeldichtheid wordt er over de gehele teelt iets meer klasse 2 en stek geoogst.

In figuur 2 is de productie in de tweede teelt bij de twee stengeldichtheden weergegeven.



Figuur 2: Weekproductie in stuks/m<sup>2</sup> per stengeldichtheid gemiddeld over alle behandelingen in de tweede teelt.

- In zeven van de twaalf weken is de productie bij de hoge stengeldichtheid duidelijk hoger dan bij de lage stengeldichtheid.
- In de weken 11, 14 en 18 tot en met 20 zijn de productiever verschillen in stuks gering of afwezig.

### 3.2.2.3 Plantbelasting

In tabel 15 is gemiddeld over de twee behandelingen met een verschillende plantdichtheid en belichtingswijze de productie en kwaliteit per plantbelasting weergegeven zowel vroeg (per 3 april 2005) als aan het einde van de teelt (30 mei 2005).

Tabel 15: Productie en kwaliteit per plantbelasting bij de tweede teelt gemiddeld over de belichtings- en plantdichtheidsbehandelingen tot en met respectievelijk week 13 (na 3½ oogstweek = vroeg) en week 21 (na bijna 12 oogstweken = einde teelt).

Plantbelasting	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Een op twee eruit	31,3	102,9	12,1	42,4	387	411	0,1	5,7	0	1,7
Een op drie eruit <sup>1)</sup>	32,4	104,2	12,4	42,4	382	407	0	5,6	0	1,7

<sup>1)</sup> Pas vanaf week 13 toegepast: bij de hoge stengeldichtheid de ene week 1 op 3 en de andere week 1 op 2, bij lage stengeldichtheid wekelijks 1 op 3 dunnen

- Zowel vroeg als laat zijn er nauwelijks of geen verschillen in productie en kwaliteit als gevolg van het aanhouden van verschillende hoeveelheden stamvruchten.
- Bij een hoge plantbelasting daalt het gemiddeld vruchtgewicht iets.
- Er is geen interactie tussen plantbelasting en stengeldichtheid.

### 3.2.2.4 Combinatie van optimale behandelingen

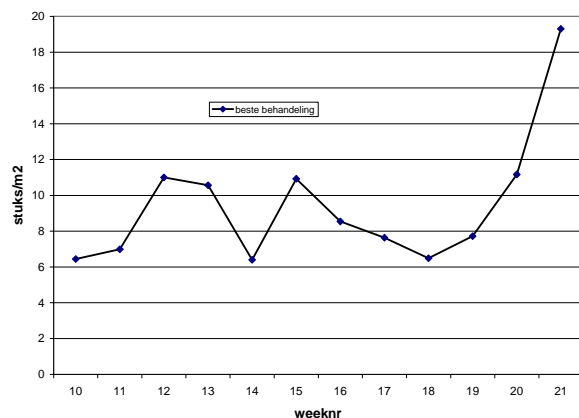
De beste combinatie van behandelingen was: bovenbelichting + stengeldichtheid 4,6 stengels/m<sup>2</sup>. De plantbelastingsbehandeling had weinig invloed: daarom zijn de beide behandelingen samen genomen. De productie en kwaliteitcijfers zijn een gemiddelde van acht veldjes. De productie vroeg en totaal is weergegeven in tabel 16.

Tabel 16: De productie en kwaliteit bij de combinatie van beste behandelingen in de tweede belichte teelt tot en met respectievelijk week 13 (na circa 3½ oogstweek = vroeg) en week 21 (na bijna 12 oogstweken = einde teelt).

	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II/m <sup>2</sup>	Kg stek/m <sup>2</sup>
Vroeg	35,0	13,4	383	0	0
Eind	112,0	45,7	408	6,5	1,7

- Na drie en een halve week oogsten zijn er bij de beste combinatie van behandelingen 35 vruchten ofwel zo'n 13,5 kilo per vierkante meter geoogst. Dat is per week 10 vruchten of 3,9 kg/m<sup>2</sup>.
- Aan het einde van de eerste teelt zijn er 112 vruchten of bijna 46 kg/m<sup>2</sup> geoogst. Dat is per week gemiddeld 9,3 vruchten en 3,8 kg/m<sup>2</sup>.

In figuur 3 is de productie per week van de optimale behandeling weergegeven.



Figuur 3: De weekproductie in stuks/m<sup>2</sup> bij de optimale behandeling in de tweede belichte teelt.

- In week 14 is er een terugval in productie. Ook in de weken 17 tot en met 19 is de productie relatief laag.
- Meer dan 10 vruchten worden geoogst in de weken 12, 13, 15, 20 en 21. Vooral aan het eind worden er nog veel vruchten geoogst.

### 3.2.3 Vruchtkwaliteit

Na circa twee weken oogsten viel het op dat er verschillen waren in de kwaliteit en dan met name in de kleur tussen de vruchten afkomstig van de verschillende behandelingen. Daarom zijn de vruchten in week 12 en 13 beoordeeld op respectievelijk vorm, lengte, kleur en algemeen oordeel. In de tabellen 17 en 18 is respectievelijk in week 12 en 13 de invloed van de stengeldichtheid in combinatie met de belichtingswijze op de verschillende kwaliteitseigenschappen weergegeven.

Tabel 17: De invloed van de stengeldichtheid en de belichtingswijze op de kwaliteit in de tweede teelt in week 12.

Stengeldichtheid	Vorm		Kleur		Lengte		Algemeen oordeel	
	Boven-belichting	Tussen-belichting	Boven-belichting	Tussen-belichting	Boven-belichting	Tussen-belichting	Boven-belichting	Tussen-belichting
3,6 stengels/m <sup>2</sup>	8,0	8,0	7,0	8,0	7,5	7,0	7,8	8,0
4,6 stengels/m <sup>2</sup>	8,0	8,0	7,0	7,5	7,5	7,0	7,0	7,5

- De behandelingen hebben in week 12 geen effect op de vorm.
- De kleur van de vruchten is bij de tussenbelichting iets donkerder. De combinatie lage plantdichtheid en tussenbelichting geeft vruchten met de beste kleur.
- Bij de tussenbelichting zijn de vruchten iets korter.
- Het algemeen oordeel is bij de tussenbelichting en de lage stengeldichtheid iets hoger.

Tabel 18: De invloed van de stengeldichtheid en de belichtingswijze op de kwaliteit in de tweede teelt in week 13.

Stengeldichtheid	Vorm		Kleur		Lengte		Algemeen oordeel	
	Boven-belichting	Tussen-belichting	Boven-belichting	Tussen-belichting	Boven-belichting	Tussen-belichting	Boven-belichting	Tussen-belichting
3,6 stengels/m <sup>2</sup>	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	7,5	8,0
4,6 stengels/m <sup>2</sup>	8,0	8,0	6,0	8,0	8,0	8,0	6,5	8,0

- Op de beoordelingsdatum in week 13 zijn er tussen de behandelingen geen verschillen in vorm en vruchtlengete.
- De tussenbelichting heeft een duidelijk positief effect op de vruchtkleur.
- Bij de bovenbelichting is de kleur duidelijk beter bij de lage dan bij de hoge stengeldichtheid.
- Bij de tussenbelichting is het algemeen oordeel het hoogst; bij de combinatie bovenbelichting en 4,6 stengels/m<sup>2</sup> is deze het laagst.

### 3.2.4 Aantal bladeren

Eén dag na het planten zijn de bladeren geteld. Gemiddeld waren er toen 7 bladeren per plant. Daarna is het aantal bladeren wekelijks waargenomen tot en met toppen in week 18. In tabel 19 zijn de resultaten van de blad tellingen bij de stengeldichtheden en belichtingswijzen weergegeven.

Tabel 19: Het aantal gevormde bladeren per stengel per week bij de hoge en lage stengeldichtheid en de boven- en tussenbelichting in de tweede belichte teelt.

Stengeldichtheid	Start	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	<i>gem. (wk 8-17)</i>
3,6 stengels/m <sup>2</sup>	7	3,5	6,0	6,5	7,8	7,4	7,2	7,4	6,1	6,3	6,7	6,7	3,0	<i>6,8</i>
4,6 stengels/m <sup>2</sup>	7	3,7	5,9	6,1	7,9	7,4	7,0	7,1	6,1	6,0	6,4	6,9	3,2	<i>6,7</i>
Bovenbelichting	7	3,7	6,0	6,5	7,8	7,1	7,5	7,4	6,3	6,3	6,6	6,8	3,2	<i>6,8</i>
Tussenbelichting	7	3,5	5,8	6,1	7,9	7,6	6,8	7,1	5,9	6,0	6,5	6,8	3,0	<i>6,6</i>
<i>Gemiddeld</i>	<i>7</i>	<i>3,6</i>	<i>5,9</i>	<i>6,3</i>	<i>7,9</i>	<i>7,4</i>	<i>7,1</i>	<i>7,2</i>	<i>6,1</i>	<i>6,2</i>	<i>6,6</i>	<i>6,8</i>	<i>3,1</i>	<i>6,7</i>

- In totaal worden er per stengel gemiddeld 81 bladeren gevormd. In de volledige weken (week 8 tot en met 17) is dit gemiddeld 6,7 bladeren per week.
- De stengeldichtheid heeft nauwelijks invloed op het aantal gevormde bladeren.
- Bij de boven- en tussenbelichting worden er in totaal respectievelijk 80 en 82 bladeren gevormd. Gemiddeld wordt er per week 0,2 blad meer gevormd bij de bovenbelichting dan bij de tussenbelichting.

### 3.2.5 Plantlengte

Aan het einde van de teelt zijn er nauwelijks verschillen in plantlengte gemeten tussen de boven- en tussenbelichting en tussen de lage en hoge stengeldichtheid. De stengellengte lag in alle behandelingen rond de 7,90 m. De gemiddelde internodielengte was voor alle behandelingen praktisch gelijk: gemiddeld 9,7 cm per internodie.

### 3.2.6 Abortie

Evenals in de eerste teelt is op basis van het aantal waargenomen bladeren en het aantal geoogste vruchten (klasse 1 en 2) het totale percentage geaborteerde vruchten berekend. Hierbij werden de stekvruchten ook gerekend tot de geaborteerde vruchten.

In tabel 20 is het berekende percentage geaborteerde vruchten weergegeven bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met een lage en hoge plantbelasting bij de twee plantdichtheden.

Tabel 20: De berekende procentuele abortie per stengeldichtheid bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met de twee snoeibehandelingen in de tweede belichte teelt.

\Stengeldichtheid \Plantbelasting Belichtingswijze	3,6 stengels/m <sup>2</sup>		4,6 stengels/m <sup>2</sup>		<i>Gemiddeld</i>	
	1 op 2 eruit	1 op 3 eruit <sup>1)</sup>	1 op 2 eruit	1 op 3 eruit <sup>1)</sup>	1 op 2 eruit	1 op 3 eruit <sup>1)</sup>
Bovenbelichting	28	38	37	42	32	40
Tussenbelichting	30	30	38	43	34	37
<i>Gemiddeld</i>	29	34	38	42	33	38

<sup>1)</sup> Pas vanaf week 13 toegepast: bij de hoge stengeldichtheid de ene week 1 op 3 en de andere week 1 op 2, bij lage stengeldichtheid wekelijks 1 op 3 dunnen

- Gemiddeld over alle behandelingen aborteert 36% van alle vruchtbeginsels.
- De belichtingswijze heeft geen duidelijke invloed op het abortiepercentage.
- Bij de lage en hoge plantbelasting is het percentage abortie gemiddeld respectievelijk 33 en 38%. Bij de hoge plantbelasting is er dus iets meer abortie.
- Een hoge stengeldichtheid geeft meer abortie. Het abortiepercentage bij de lage en hoge stengeldichtheid is respectievelijk 31 en 40%.

### 3.2.7 Aantal bladeren per vrucht

In tabel 21 is aan de hand van het totaal aantal bladeren en geoogste vruchten, het aantal bladeren per vrucht berekend.

Tabel 21: Aantal bladeren per geoogste vrucht per stengeldichtheid in combinatie met de twee plantbelastingen en belichtingswijzen in de tweede belichte teelt.

Plantbelasting	3,6 stengels/m <sup>2</sup>		4,6 stengels/m <sup>2</sup>		<i>Gemiddeld</i>	
	Boven- belichting	Tussen- belichting	Boven- belichting	Tussen- belichting	Boven- belichting	Tussen- belichting
Een op twee eruit	2,77	2,84	3,19	3,25	2,98	3,05
Een op drie eruit	2,92	2,62	3,13	3,22	3,03	2,92
<i>Gemiddeld</i>	2,85	2,73	3,16	3,24	3,00	2,98

- Gemiddeld worden er per vrucht drie bladeren gevormd.
- Bij de hoogste stengeldichtheid wordt er gemiddeld 0,4 blad per vrucht meer gevormd dan bij de laagste stengeldichtheid. Gemiddeld is het aantal bladeren per vrucht bij de lage en hoge stengeldichtheid respectievelijk 2,79 en 3,20 bladeren per vrucht.
- De belichtingswijze en plantbelasting hebben geen duidelijke invloed op het aantal bladeren per vrucht.

### 3.2.8 Uitval stengels

Het aantal stengels dat aan het einde van de teelt door met name *Botrytis* is uitgevallen, is weergegeven in tabel 22.

Tabel 22: Het percentage uitgevallen stengels aan het einde van de tweede teelt bij de twee belichtingswijzen en stengeldichtheden.

Belichtingswijze\stengeldichtheid	3,6 stengels/m <sup>2</sup>	4,6 stengels/m <sup>2</sup>	<i>Gemiddeld</i>
Bovenbelichting	4,2	9,6	6,9
Tussenbelichting	1,8	5,3	3,5
<i>Gemiddeld</i>	3,0	7,4	5,2

- Bij de tussenbelichting valt de helft minder stengels weg dan bij de bovenbelichting.
- Bij de hoogste plantdichtheid vallen er meer dan twee maal zoveel stengels weg dan bij de lage stengeldichtheid.

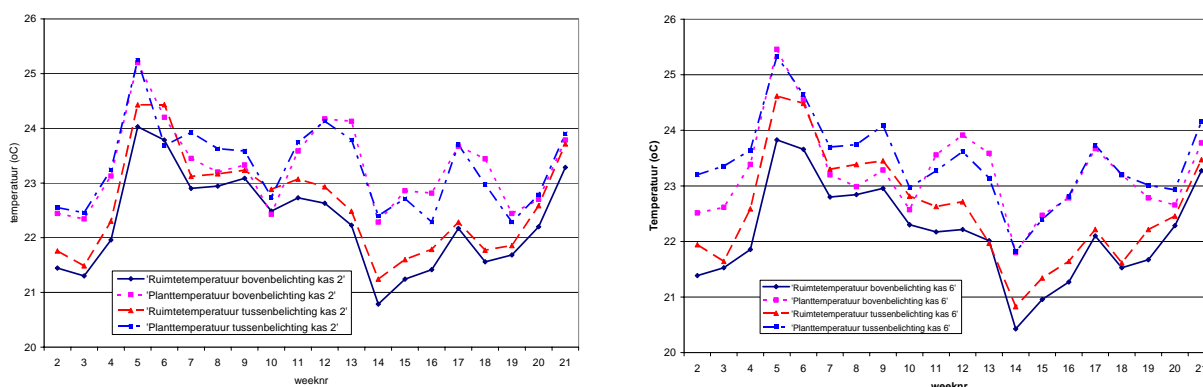
### 3.3 Planttemperatuur

De planttemperatuurmetingen zijn verricht vanaf week 2 tot en met het einde van de tweede teelt. In tabel 23 zijn de gemiddelde plant- en ruimtetemperatuur weergegeven gemiddeld over de gehele meetperiode in beide proefkassen. Tot en met week 6 waren kas 2 en 6 afdelingen met respectievelijk gefaseerd en gelijktijdig aanschakelen van de lampen. In de tweede teelt (vanaf week 7) waren kas 2 en 6 afdelingen met respectievelijk de lage en hoge stengeldichtheid. In figuur 4 zijn de weekgemiddeldes gegeven in de beide proefafdelingen.

Tabel 23: De gemiddelde ruimte- en planttemperatuur per belichtingswijze in de twee proefafdelingen gedurende de meetperiode vanaf week 2 tot en met week 21.

Belichtingswijze	Kas 2 (gefaseerd/lage plantdichtheid)		Kas 6 (gelijktijdig/ hoge plantdichtheid)	
	Ruimtetemperatuur	Planttemperatuur	Ruimtetemperatuur	Planttemperatuur
Bovenbelichting	22,3	23,3	22,2	23,2
Tussenbelichting	22,6	23,3	22,6	23,4
<i>Gemiddeld</i>	<i>22,4</i>	<i>23,3</i>	<i>22,4</i>	<i>23,3</i>

- Bij de bovenbelichting ligt de gemiddelde planttemperatuur in beide afdelingen 1 °C boven de ruimtetemperatuur. Bij de tussenbelichting is het verschil gemiddeld 0,7 à 0,8 °C.
- De ruimtetemperatuur in het gedeelte met de tussenbelichting is in beide afdelingen 0,3 à 0,4 °C hoger dan in het kasgedeelte met de bovenbelichting.
- Tussen de planttemperatuur bij de boven- tussenbelichting is er gemiddeld weinig verschil.
- Als de periode wordt gesplitst in de teeltperiode gedurende respectievelijk de eerste en tweede teelt, dan zijn ongeveer dezelfde trends zichtbaar.

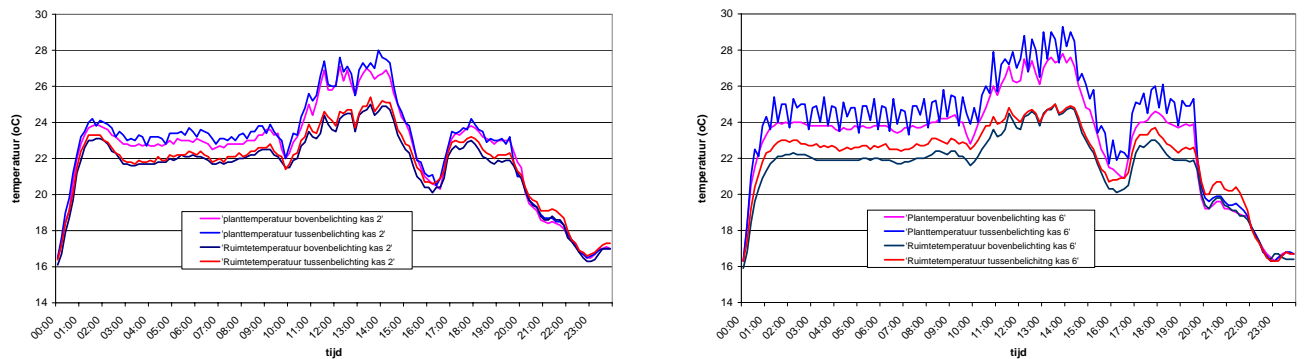


Figuur 4: Ruimte- en planttemperatuur gemiddeld per week in kasgedeelte met bovenbelichting en in kasgedeelte met tussenbelichting in respectievelijk kas 2 (links) en kas 6 (rechts).

- In de figuren is duidelijk te zien dat aan het einde van beide teelten hogere temperaturen zijn aangehouden en gerealiseerd.
- In beide kassen is de ruimtetemperatuur continu wat hoger in het kasgedeelte met tussenbelichting dan bij de bovenbelichting.
- Met name in de eerste drie weken van de tweede teelt (week 7 tot en met 9) is de planttemperatuur bij de bovenbelichting wat lager dan bij de tussenbelichting. Waarschijnlijk komt dit doordat ook de mobiele lampen zelf deels mee gemeten zijn door de infraroodtermometer.

Om het verloop per dag van de plant- en ruimtetemperatuur inzichtelijk te maken, zijn een aantal dagen eruit gelicht. In de figuren 5 tot en met 8 het verloop van de ruimte- en kastemperatuur weergegeven in één of twee kassen op respectievelijk 23 januari, 8 april, 21 april en 1 mei.

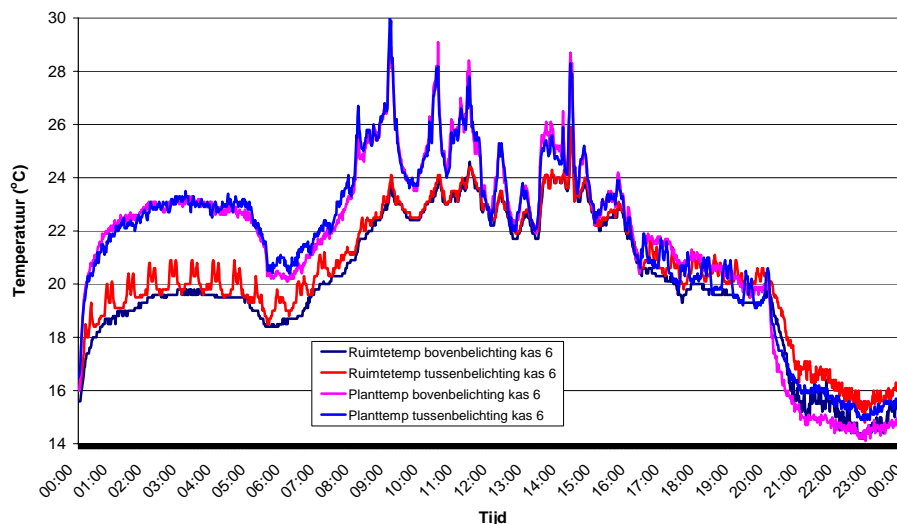




Figuur 5: De ruimte- en planttemperatuur bij de boven- en tussenbelichting in kas 2 met lampen gefaseerd aan (links) en in kas 6 met lampen gelijktijdig aan (rechts) op 23 januari.

Enkele klimaatgegevens van 23 januari: lampen aan van 0.00 uur tot 20.00 uur, scherm dicht van 0.00 uur tot circa 09.00 uur en van 16.30 tot 24.00 uur, stralingssom 402 J/cm<sup>2</sup>.

- Als de lampen aangaan stijgen de ruimte- en planttemperatuur binnen een uur 6 tot 8 °C. In kas 6 met lampen gelijktijdig aan stijgt de temperatuur het snelst.
- 's Nachts met lampen aan is de planttemperatuur 1 à 2 °C boven de ruimtetemperatuur. Rond het middaguur is dit circa 2 à 3 °C. Als de lampen uit zijn na 20.00 uur is de planttemperatuur vrijwel gelijk aan de ruimtetemperatuur.
- In de figuren is goed te zien dat voor zononder de temperatuur flink daalt, maar door het sluiten van het scherm de temperatuur weer duidelijk stijgt.
- In kas 6 fluctueert de planttemperatuur meer dan in kas 2. Mogelijk kwamen de mobiele lampen in deze kas meer in het gezichtsveld van de camera dan in kas 2.



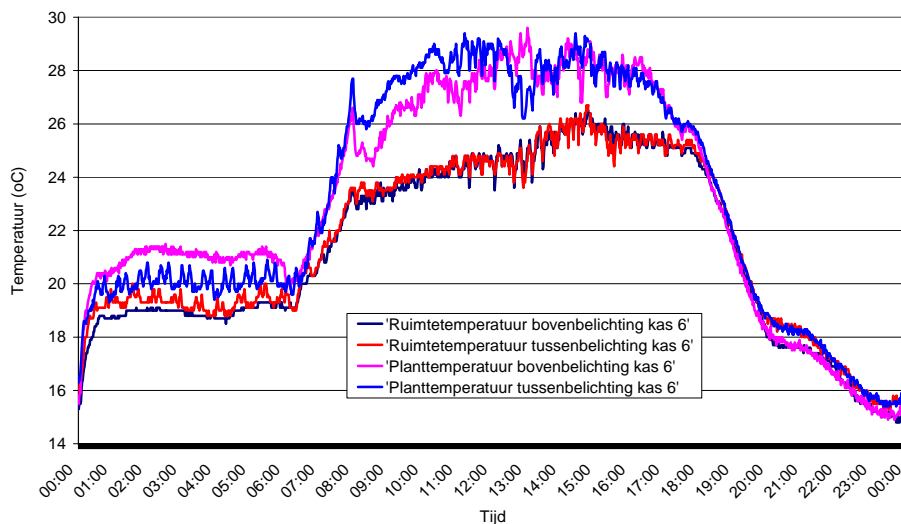
Figuur 6: De ruimte- en planttemperatuur bij de boven- en tussenbelichting in kas 6 (hoge plantdichtheid) op 8 april.

Enkele klimaatgegevens van 8 april: lampen aan van 0.00 tot 9.00 uur en van 16.45 tot 20.00 uur. Scherm dicht van 0.00 uur tot circa 05.00 uur, stralingssom 919 J/cm<sup>2</sup>.

- Als de lampen 's nachts aangaan stijgt de ruimtetemperatuur binnen een uur circa 3 °C en de planttemperatuur circa 6 °C.
- In de nacht met de lampen aan, ligt de planttemperatuur ongeveer 3 à 4 °C boven de ruimtetemperatuur. Als het scherm om 5.00 uur wordt geopend daalt dit tot circa 2 °C. Als de

lampen uitgaan om circa 9.00 uur daalt het verschil tot circa 1 °C. Daarna komen pieken voor in planttemperatuur tot 6 °C boven de ruimtetemperatuur, hoogstwaarschijnlijk door plotseling toenemende instraling.

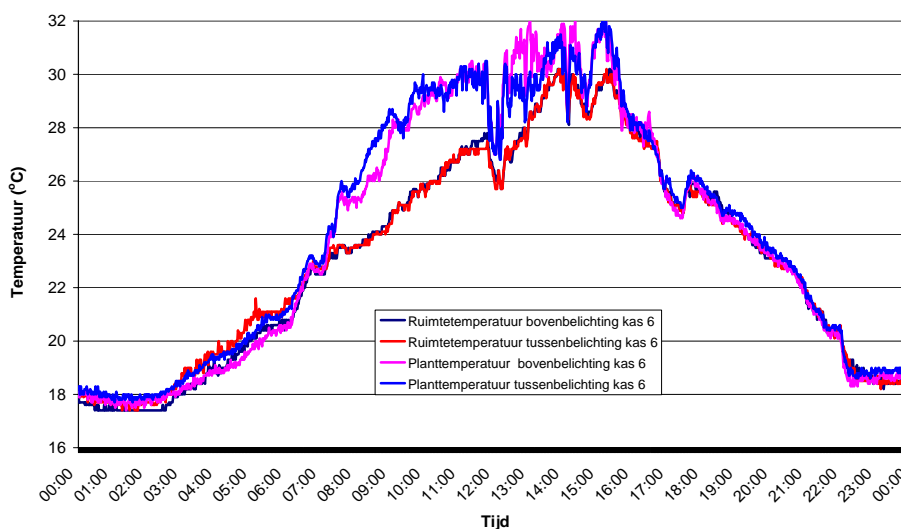
- Nadat de lampen tegen 17.00 uur zijn aangegaan, zijn de verschillen tussen de ruimte- en planttemperatuur vrij gering.



Figuur 7: De ruimte- en planttemperatuur bij de boven- en tussenbelichting in kas 6 (hoge plantdichtheid) op 21 april.

Enkele klimaatgegevens van 21 april: lampen aan van 0.00 tot 9.00 uur en van 16.45 tot 20.00 uur. Scherm dicht van 0.00 uur tot circa 05.00 uur, stralingssom 2230 J/cm<sup>2</sup>.

- Als de lampen aan zijn, fluctueren zowel de ruimte- als planttemperatuur in het gedeelte met tussenbelichting vrij sterk. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de voorbijkomende lamp.
- Overdag is er een verschil van 3 à 4 °C tussen de plant- en ruimtetemperatuur. Vanaf circa 18.00 uur liggen de plant- en ruimtetemperaturen dicht bij elkaar.



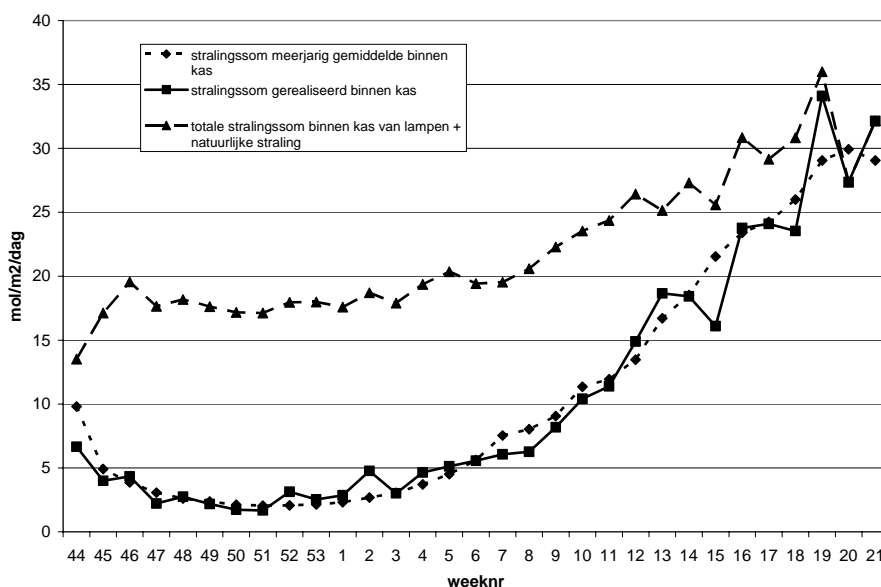
Figuur 8: De ruimte- en planttemperatuur bij de boven- en tussenbelichting in kas 6 (hoge plantdichtheid) op 1 mei.

Enkele klimaatgegevens van 1 mei: zeer warme dag met veel instraling. Lampen zijn deze dag niet aan geweest. Stralingsom 1960 J/cm<sup>2</sup>, gerealiseerde etmaaltemperatuur in kas 23 °C.

- 's Nachts liggen de ruimte- en planttemperaturen dicht bij elkaar. Naar de morgen toe is de planttemperatuur iets lager dan de ruimtetemperatuur.
- Vanaf circa 08.00 uur tot 12.00 uur ligt de planttemperatuur 3 à 4 °C boven de ruimtetemperatuur.
- Tot circa 16.00 fluctueert de temperatuur meer en is het verschil 1 à 3 °C. De ruimte- en planttemperatuur stijgen tot maximaal respectievelijk ruim 30 en 32 °C.
- Na 16.00 uur is de planttemperatuur vrijwel gelijk aan de ruimtetemperatuur.

### 3.4 Stralingsom en productie in beide teelten

Voor beide teelten is per week berekend wat de hoeveelheid licht is geweest van de lampen omgerekend naar de binnenomstandigheden en uitgedrukt in mol lichtdeeltjes per vierkante meter per dag. Het verloop van de gerealiseerde natuurlijke instraling, het meerjarig gemiddelde van de natuurlijke instraling én de totale stralingsom van de lampen en de natuurlijke instraling is weergegeven in figuur 9.



*Figuur 9:* Het verloop van de gemiddelde stralingsom per dag van de natuurlijke instraling, het meerjarig gemiddelde van de instraling en de totale stralingsom van de natuurlijke instraling en lampen omgerekend in mol PAR licht per vierkante meter **binnen** de kas.

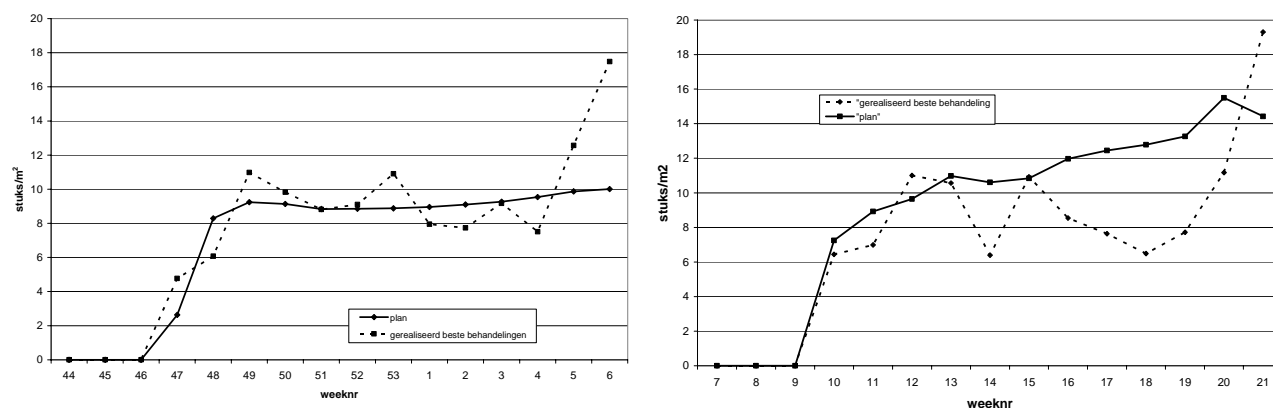
- In het algemeen ligt de gerealiseerde (natuurlijke) instraling in de eerste teelt (tot en met week 6) boven of op het meerjarig gemiddelde. Gemiddeld is de gerealiseerde instraling 3,6% hoger dan normaal.
- In het begin van de tweede teelt ligt de natuurlijke instraling een aantal weken onder het meerjarig gemiddelde. Relatief erg weinig instraling was er in week 15. In week 19 vertoont de instraling een duidelijke piek naar boven. Gemiddeld over de gehele tweede teelt was de instraling 1,5% lager dan normaal.
- Vanaf week 47 tot en met week 3 is de totale stralingsom van de lampen en natuurlijke instraling relatief stabiel en schommelt rond de 17,5 mol PAR licht per vierkante meter per dag.
- Later in de tijd neemt het relatieve stralingsaandeel van de lampen af ten opzichte van de natuurlijke straling. Dit komt door de toenemende natuurlijke instraling, terwijl de lampen minder branden.
- In de laatste weken zijn de lampen niet meer aan geweest, waardoor de totale stralingsom gelijk is aan de som van de natuurlijke instraling.

De gemiddelde stralingssom per dag binnen de kas komt in de eerste teelt uit op bijna 18 mol/m<sup>2</sup>. Omgerekend naar instraling buiten de kas is dit zo'n 1400 J/cm<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een natuurlijke instraling in week 15. Het relatieve aandeel van de lampen in de totale straling komt in de eerste teelt uit op 81%.

In de tweede teelt is de gemiddelde stralingssom per dag (binnen de kas) bijna 27 mol/m<sup>2</sup>. Omgerekend naar instraling buiten de kas is dit circa 1800 J/cm<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een normale instraling in ongeveer week 19. Het relatieve aandeel van de lampen in de totale straling is in de tweede teelt 31%.

Voordat de proef werd opgestart is berekend welke weekproductie gehaald zou kunnen worden op basis van de proefresultaten in het voorafgaande jaar (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2004). Er is daarbij uitgegaan van de gemiddelde instraling over een groot aantal jaren en bij een belichtingsduur in de eerste en tweede teelt van respectievelijk gemiddeld 19 en 11 uur per week. De benodigde hoeveelheid PAR-licht in de kas bedroeg in de eerste en tweede teelt in het seizoen 2003-2004 bij de combinatie van beste behandelingen respectievelijk 44 en 50 mol per kilo komkommers. De vooraf berekende productie lag in de eerste teelt op 113 stuks en 43 kg/m<sup>2</sup> bij een vruchtgewicht van 380 g. In de tweede teelt was dit 139 stuks en 57 kg/m<sup>2</sup> bij een vruchtgewicht van bijna 410 g. De productie bij de beste behandelingen is in de eerste teelt uiteindelijk uitgekomen op 123 stuks en 46 kg/m<sup>2</sup> bij een gemiddeld vruchtgewicht van 380 g en in de tweede teelt op 112 stuks en 46 kg/m<sup>2</sup> bij een gemiddeld vruchtgewicht van 408 g. Bij de beste behandelingen is er in de eerste teelt dus wat meer geoogst dan vooral was gepland en in de tweede teelt is er minder geoogst.

In figuur 10 wordt de verwachte en gerealiseerde weekproductie bij de optimale combinatie van behandelingen weergegeven.



*Figuur 10:* De weekproducties bij de combinatie van optimale behandelingen volgens opgesteld plan en hetgeen in werkelijkheid is gerealiseerd in de eerste en tweede belichte teelt (respectievelijk links en rechts).

- Tot en met week 3 schommelt de werkelijk gerealiseerde productie in de eerste teelt wat rondom de geplande productie. In de laatste oogstweek zijn er nog duidelijk meer komkommers geoogst dan gepland.
- In de tweede teelt ligt de werkelijke productie in de eerste vier oogstweken in de lijn der verwachting. In week 14 en week 16 tot en met week 20 ligt deze duidelijk lager dan gepland. In de laatste oogstweek worden er weer duidelijk meer vruchten geoogst dan verwacht.

Op basis van de gerealiseerde producties en stralingssommen kan worden berekend hoeveel mol lichtdeeltjes (fotonen) per vierkante meter nodig is voor één kilo komkommers. Zoals hiervoor al is aangegeven, is voor de start van de proef een plan gemaakt voor de productie per week. In tabel 24 is voor beide teelten de hoeveelheid PAR-licht in de kas weergegeven die benodigd is voor één kilo komkommers bij de beste combinatie van behandelingen. Tevens wordt in de tabel de vooraf geplande producties weergegeven.

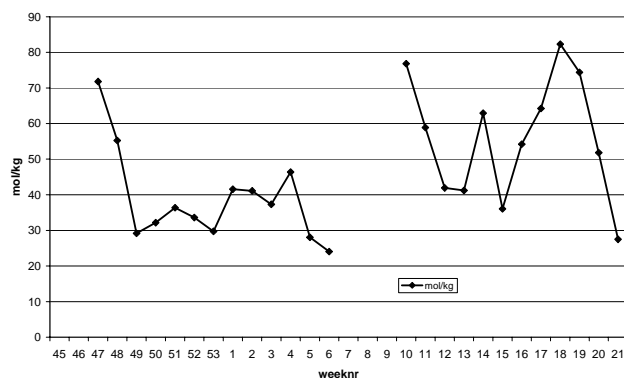
Tabel 24: Berekening per teelt van de benodigde hoeveelheid licht omgerekend naar mol/m<sup>2</sup> PAR in de kas die nodig is voor de productie van één kilo komkommers bij de beste combinaties van behandelingen.

Teelt	Totale stralingssom per teelt (mol/m <sup>2</sup> )		Productie per teelt (kg/m <sup>2</sup> )		Stralingssom per kilo (mol/m <sup>2</sup> )	
	plan	realisatie	plan	realisatie	plan	realisatie
1 <sup>e</sup> teelt	1888	1956	42,8	46,2	44	42
2 <sup>e</sup> teelt	2840	2748	56,8	45,7	50	60

- De gerealiseerde stralingssom is in de eerste en tweede teelt respectievelijk 3,6% hoger en 3,2% lager dan vooraf gepland.
- De gerealiseerde productie ligt in de eerste en tweede teelt respectievelijk zo'n 8% hoger en 20% lager dan vooraf gepland. De totaal gerealiseerde productie komt over beide teelten uit op 92 kilo/m<sup>2</sup>.
- De benodigde hoeveelheid straling per kilo was in de eerste teelt iets lager dan gepland, in de tweede teelt fors hoger dan gepland.
- In de eerste teelt is de plant veel efficiënter met de hoeveelheid licht omgegaan dan in de tweede teelt. Het verschil is 42%.

Omgerekend naar instraling buiten de kas is voor één kilo komkommers in de eerste en tweede teelt een stralingssom van respectievelijk 3311 en 3987 J/cm<sup>2</sup> nodig.

In figuur 11 is per oogstweek de totale hoeveelheid benodigd PAR-licht per kg weergegeven voor de beste behandelingen. Hierbij is de totale stralingssom in respectievelijk twee weken en één week voor de oogstweek en in de oogstweek zelf vermenigvuldigd met een factor van respectievelijk 0,25 0,50 en 0,25. Deze werkwijze wordt ook door sommige teeltadviseurs gehanteerd.



Figuur 11: De berekende hoeveelheid mol PAR-licht per kg per oogstweek weergegeven voor de beste behandelingen in de twee belichte teelten.

- In beide teelten is de benodigde hoeveelheid PAR-licht per kilo in de eerste twee teeltweken relatief hoog. In deze weken moet de productie echter nog op gang komen.
- In de eerste teelt blijft de hoeveelheid PAR-licht per kilo na de eerste weken vrij constant en daalt in de laatste twee weken. Dit laatste heeft mede te maken met de dan aangehouden hoge kastemperaturen.
- In de tweede teelt stijgt de hoeveelheid benodigd PAR-licht fors. In deze weken was er veel abortie. Evenals in de eerste teelt daalt de PAR-licht per kilo in de laatste twee oogstweken.
- De gemiddeld benodigde hoeveelheid PAR-licht is volgens deze berekeningswijze in beide teelten respectievelijk 36 en 51 mol/kg. Dit is lager dan de voorgaande tabel, omdat daar de hoeveelheid licht over de gehele teeltperiode is meegenomen.

### 3.5 Jaarproductie

Mede op basis van de gerealiseerde producties bij de beste behandelingen in de proef, kan een inschatting worden gemaakt van de productie die er in een geheel jaar mogelijk zou moeten zijn. Hierbij wordt uitgegaan van in totaal drie teelten. De derde teelt zou dan lopen van week 22 tot en met 42. Week 43 wordt gebruikt om de kas grondig te reinigen. Voor de productiegegevens van de derde teelt is gebruik gemaakt van producties in een zomerteelt aan de hogedraad die een teler heeft gerealiseerd in een ongeveer vergelijkbare periode een aantal jaren geleden. Hierbij is uitgegaan van een gemiddeld vruchtgewicht van 450 g.

Omdat de lampen er toch hangen kan in deze periode ook van de lampen gebruik worden gemaakt onder bijvoorbeeld donkere weersomstandigheden. Stel dat in deze periode nog 150 uur wordt belicht. Uit de hoeveelheid benodigde stralingssom per kilo komkommers (zie paragraaf 2.4), kan worden afgeleid dat de extra productie door deze belichting ruim 2 kilo/m<sup>2</sup> zou bedragen.

In de volgende tabel zijn een aantal gegevens van de drie teelten en de totale producties weergegeven.

*Tabel 25:* Gerealiseerde productie in de eerste en tweede teelt (respectievelijk herfst/winter en voorjaar) bij de beste behandelingen en de deels ingeschatte productie in een vervolgteelt inclusief 150 uur belichten.

Teeltperiode	Plant-week	Week einde teelt	Totaal oogst-weken	Aantal belichte uren	Totaal-productie (stuks/m <sup>2</sup> )	Week-productie (stuks/m <sup>2</sup> )	Kilo-productie (kilo/m <sup>2</sup> )	Gemiddeld vrucht-gewicht (g)
Herfst/winter	44	6	13	1990	123	9,5	46	376
Voorjaar	7	21	12	1060	112	9,3	46	408
Zomer	22	42	18	150	111	6,2	50	450
<i>Totaal/gem.</i>			<i>43</i>	<i>3200</i>	<i>346</i>	<i>8,0</i>	<i>142</i>	<i>406</i>

- In drie hogedraadteelten met zo'n 3200 uur belichten zou het mogelijk moeten zijn om een jaarproductie te realiseren van 346 komkommers ofwel 142 kilo per vierkante meter. Er wordt dan 43 weken van het jaar geoogst.
- De gemiddelde weekproductie zou dan uitkomen op zo'n 8 vruchten/m<sup>2</sup>.

### 3.6 Economische evaluatie belichting

Om een kostprijsberekening op jaarbasis te kunnen maken is een inschatting gemaakt van de productie voor een derde teelt van week 22 tot en met week 42 (zie ook paragraaf 2.5). Evenals in de voorgaande paragraaf, is in de kostprijsberekening uitgegaan van de gemiddelde producties van de twee beste combinaties van behandelingen in de eerste en tweede belichte teelt.

Bij een belichtingsniveau van 220 micromol/m<sup>2</sup>/sec ontstaat al snel een warmteoverschot, waarbij de warmte van de lampen niet kan worden getransporteerd. Om het warmteoverschot toch te beperken is in de berekeningen uitgegaan van een fictief bedrijf van 6 hectare, waarvan 2 hectare aan de hogedraad is belicht met 220 micromol/m<sup>2</sup>/s. In deze verhouding kan het warmteoverschot vrijwel volledig worden benut voor de verwarming van het onbelichte deel van het bedrijf.

Als referentie is in de berekeningen een traditioneel onbelichte teelt weergegeven, welke is gebaseerd op een bovengemiddeld komkommerbedrijf (81 kg/m<sup>2</sup>, KWIN 2003/2004).

De productie van de belichte teelt is 46,2 kg/m<sup>2</sup> in de eerste teelt en 45,7 kg/m<sup>2</sup> in de tweede teelt. In de derde teelt wordt er van uitgegaan dat er nog circa 150 uur wordt belicht, waardoor de productie is geschat op 50,0 kg/m<sup>2</sup>. Hiervan is circa 2,3 kg extra door de belichting. Op jaarbasis komt de totale productie in een volledig belichte kas uit op 141,9 kg/m<sup>2</sup>. Gemiddeld over het belichte en het onbelichte deel van de kas komt de productie voor het fictieve bedrijf uit op 101,3 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.6.1 Uitgangspunten

#### *Energie*

- Gerekend is met 100% eigen elektriciteitsopwekking met een WKK installatie
- Teruglevering elektriciteit met name overdag in zomer: € 0,05/kWh
- Kosten gas
  - Commodity € 0,25/m<sup>3</sup>
  - Onbelicht (inclusief transportkosten) € 0,29/m<sup>3</sup>
  - Belicht (incl. transport, maar vlak afnamepatroon) ruim € 0,27/m<sup>3</sup>

Alle benodigde elektriciteit voor belichting wordt opgewekt met een WKK installatie. Voor de berekening van de gasprijzen is gebruik gemaakt van de CDS-module op [www.tuinbouw.nl](http://www.tuinbouw.nl). Omdat de gasprijzen in 2005 sterk zijn gestegen en ook sterk fluctueren, is een vrij hoge commodity aangehouden van 25 cent per m<sup>3</sup> gas. Voor de onbelichte teelt is een gasprijs (inclusief transport) berekend van 29 cent/m<sup>3</sup>, voor de belichte teelt bedraagt deze ruim 27 cent/m<sup>3</sup>. Bij de belichte teelt is de gasprijs lager doordat hier een vlakker afnamepatroon wordt gerealiseerd. Dit effect wordt nog eens versterkt doordat er in de berekening van is uitgegaan dat er elektriciteit wordt teruggeleverd aan het energiebedrijf. Voor de verkoop van elektriciteit is uitgegaan van een tarief van 5 cent/kWh.

#### *Belichting*

- In totaal 2083 SON-T lampen per ha
- Prijs SON-T lamp: € 29,50
- Prijs armatuur, bekabeling, installatie € 200
- Verwijderingsbijdrage per lamp € 0,25
- Verwijderingsbijdrage per armatuur € 1,16
- Levensduur SON-T lamp 10.000 uur
- Vermogen lamp inclusief voorschakel, bekabeling, etc. 645 W/armatuur
- Afschrijvingsduur belichtingsinstallatie 5 jaar
- Afschrijving naar individuele teelten op basis van uren belichting per teelt
  - Uren belichting 1<sup>e</sup> teelt 2000 uur
  - Uren belichting 2<sup>e</sup> teelt 1000 uur
  - Uren belichting 3<sup>e</sup> teelt 150 uur

#### *Arbeid*

Voor de arbeidskosten is uitgegaan van loonkosten van € 13 per uur, gemiddeld over de vaste en losse werknemers. Deze gegevens zijn op basis van door komkommertelers aangeleverde gegevens. Ook het ondernemersloon is meegenomen in de berekeningen. De arbeidsbehoefte is berekend met het arbeidsbegrotingsmodel van het PPO. Voor de belichte teelten is uitgegaan van dagelijks oogsten om zoveel mogelijk 35- en 40-ers te oogsten. Iedere vijf dagen wordt er ingedraaid, botjes gebroken en vruchten gesnoeid. Bij de belichte hogedraadteelt wordt er van uitgegaan dat men iedere 5 dagen het gewas laat zakken en blad breekt. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het aantal stengels bij de meest optimale behandeling, namelijk in de eerste en tweede teelt respectievelijk 3,46 en 4,6 stengels/m<sup>2</sup>. De laatste 2,5 weken van iedere teelt wordt er geen blad meer geplukt of ingedraaid. Voor de onbelichte traditionele teelt wordt er voor de stookteelt van uitgegaan dat er vier maal per week wordt geoogst tot week 12, en daarna drie maal per week. Voor de zomerteelt en de herfstteelt wordt er van uitgegaan dat er 3 weken lang iedere dag, en daarna vier maal per week wordt geoogst. Men streeft ook bij de onbelichte teelt namelijk zoveel mogelijk naar één of twee sorteringen. Voor de onbelichte teelt is gerekend met een arbeidsbehoefte van 992 uur per 1000 m<sup>2</sup> per jaar.

#### *Toegerekende kosten*

De toegerekende kosten bestaan o.a. uit plantkosten, energiekosten, bemestingskosten, gewasbeschermingskosten, afzetkosten, etc. Voor de plantkosten is voor de eerste en tweede belichte teelt uitgegaan van €1,50/plant. Voor de derde teelt is uitgegaan van €0,86/plant.

### *Productprijs*

Voor de berekening van de productprijs is gebruik gemaakt van cijfers per week die door een komkommerteler zijn aangeleverd. Hiervoor zijn de gemiddeld gerealiseerde prijzen genomen over de jaren 2002 - 2004. Per periode van vier weken is een gewogen gemiddelde genomen.

De prijs voor het product in periode 12 en 13 en week 53 is grotendeels ingeschat, omdat hiervan geen goede cijfers voorhanden waren. In deze periode is er immers normaal nauwelijks of geen aanvoer vanuit Nederland.

### *Duurzame productiemiddelen*

De kosten voor duurzame productiemiddelen bestaan uit afschrijvingskosten, onderhoudskosten en rentekosten van o.a. de kasopstanden, schermen, verwarmingsinstallatie, inventaris, etc. Tevens bevat deze post de rentekosten over de grond. De totale jaarkosten voor de duurzame productiemiddelen bedragen op bedrijfseconomische basis (vervangingswaarde) ruim €11,- per m<sup>2</sup>, uitgaande van een nieuw modern bedrijf. Dit komt overeen met beschikbare accountantsgegevens. Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke subsidies. Bij berekeningen op basis van vervangingswaarde wordt er, vanuit oogpunt van continuïteit, van uitgegaan dat er reserveringen worden opgebouwd voor vervanging van duurzame productiemiddelen.

### *Berekeningswijze*

De kostprijs is berekend op bedrijfseconomische basis en is daardoor hoger dan wanneer deze op fiscale grondslag zou worden berekend. Het is echter wel een zuiverder berekening omdat hierbij rekening wordt gehouden met de continuïteit van het bedrijf en reserveringen worden aangelegd voor vervangingen. In de praktijk zal de toepassing van belichting per bedrijf maatwerk vereisen en worden afgestemd op de financiële en fysieke randvoorwaarden van een bedrijf.

## 3.6.2 Arbeid

In tabel 26 is per teelt het berekende aantal benodigde uren gegeven bij de twee stengeldichtheden.

*Tabel 26:* Uren arbeid belichte teelt.

Arbeid	stengels/m <sup>2</sup>	uren arbeid per 1000 m <sup>2</sup>
Teelt 1	2,66	524
	3,46	626
Teelt 2	3,6	537
	4,6	611
Teelt 3		836

Als het hele bedrijf belicht zou zijn in combinatie met de hogedraadteelt, zou het aantal berekende uren bij de lage en hoge stengeldichtheid respectievelijk 1897 en 2073 uur per 1000 m<sup>2</sup> per jaar bedragen. Zoals al eerder is aangegeven (paragraaf 2.6.1), is dit bij een traditioneel teeltsysteem in een onbelichte teelt 992 uur per 1000 m<sup>2</sup> per jaar. De totale hoeveelheid benodigde arbeid voor blad breken bedraagt bij de hoge stengeldichtheid 264 uur per 1000m<sup>2</sup> per jaar.

## 3.6.3 Energie

Voor de onbelichte teelt is uitgegaan van een gasverbruik van 45,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Bij een volledig belicht bedrijf en 100% stroomopwekking met de WKK zou het gasverbruik bijna 149 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> bedragen.

In de situatie waarmee is gerekend, namelijk de combinatie van 33% van het bedrijf met belichting + 100% stroomopwekking via de WKK en de rest onbelicht, bedraagt het gasverbruik over het gehele bedrijf gemiddeld 64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Op het belichte deel van het bedrijf is er een warmteoverschot van ruim 53 m<sup>3</sup>. Hiervan kan met behulp van de warmtebuffer ruim 50 m<sup>3</sup> nuttig op het onbelichte deel worden gebruikt op momenten met warmtevraag in het onbelichte deel. Dit wijst er op dat de verhouding belicht – onbelicht redelijk optimaal is. Door de verhouding belicht – onbelicht valt het gasverbruik op het onbelichte deel van het bedrijf zo'n 25 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> lager uit.



In tabel 27 wordt het berekende gasverbruik per periode weergegeven.

*Tabel 27: Berekend gasverbruik per periode*

periode	gasverbruik (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
1	11,8
2	9,7
3	5,9
4	6,3
5	6,3
6	2,5
7	1,0
8	1,2
9	1,6
10	1,6
11	2,0
12	5,1
13	8,7
week 53	0,4
<b>Totaal</b>	<b>64,0</b>

In totaal wordt er 73 kWh per belichte vierkante meter teruggeleverd aan het elektriciteitsnet, dit levert over het gehele bedrijf € 1,22/m<sup>2</sup> op. Deze levering vindt met name overdag plaats in de zomer. Als gerekend wordt met een hogere prijs dan 5 cent/kWh, dan stijgt uiteraard dit bedrag.

### 3.6.4 Omzet

In de volgende tabel wordt de productie, productprijs en omzet per periode van vier weken weergegeven. Omdat er van de periodes 1, 13 en week 53 onvoldoende of geen productprijzen bekend zijn, zijn in deze periodes de productprijzen in samenspraak met de BCO vastgesteld.

*Tabel 28: Productie, productprijs en omzet per periode in het belichte en onbelichte gedeelte.*

Periode	Productie belicht	Productie onbelicht	Gemiddelde prijs 2002-2004*	Omzet belicht	Omzet onbelicht	Omzet totale bedrijf
	33.3%	66.6%		33.3%	66.6%	100%
	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(Euro/kg)	(Euro/m <sup>2</sup> )	(Euro/m <sup>2</sup> )	(Euro/m <sup>2</sup> )
1	12,27	0,50	1,80	22,09	0,90	7,96
2	10,58	3,50	1,60	16,93	5,60	9,38
3	8,92	6,50	0,85	7,59	5,53	6,21
4	15,88	8,30	0,47	7,46	3,90	5,09
5	13,10	10,80	0,45	5,90	4,86	5,21
6	7,82	4,80	0,39	3,05	1,87	2,26
7	13,50	11,00	0,29	3,92	3,19	3,43
8	12,15	10,50	0,38	4,62	3,99	4,20
9	11,25	9,10	0,67	7,54	6,10	6,58
10	9,23	8,00	0,43	3,97	3,44	3,62
11	3,83	5,00	0,46	1,76	2,30	2,12
12	4,12	3,00	0,60	2,47	1,80	2,02
13	15,07	0,00	1,10	16,58	0,00	5,53
week 53	4,18	0,00	1,50	6,27	0,00	2,09
<b>Totaal</b>	<b>141,90</b>	<b>81,00</b>		<b>110,73</b>	<b>43,57</b>	<b>65,96</b>

\* bron: Info telers, met uitzondering van periode 13, week 53 en periode 1. In overleg met BCO is voor deze weken prijs vastgesteld.

De berekende omzet bedraagt in het belichte en onbelichte gedeelte respectievelijk € 110,73 en € 43,57 per vierkante meter. Bij het scenario 1/3 belicht en de rest onbelicht bedraagt de omzet bijna € 66.

De gemiddelde productprijs bij belicht en onbelicht komt uit op respectievelijk € 0,78 en € 0,54. In de situatie dat 1/3 deel van het bedrijf belicht en 2/3 deel onbelicht wordt, komt de gemiddelde prijs uit op € 0,65.

Stel dat de prijzen in periodes 1, 13 en week 53 € 0,20 hoger liggen dan waarmee nu is gerekend, dan stijgt de omzet op het totale bedrijf met bijna € 2 naar zo'n € 68.

### 3.6.5 Kostprijs- en saldoberekening

In tabel 29 is de berekening gegeven van de bedrijfseconomische kostprijs en het saldo bij onbelicht en in de situatie van 1/3 van de oppervlakte wordt belicht en de rest niet wordt belicht.

Tabel 29: Resultaten berekening bedrijfseconomische kostprijs en saldo (€) bij onbelicht en 33% belicht en verschil in beide situaties.

	Onbelicht	Scenario 33% belicht teruglevering elektriciteit	Vershil
Productie (kg)	81,0	101,3	20,3
Plantmateriaal	5,06	6,40	1,34
Gas	13,17	17,61	4,44
Elektriciteit (inkoop)	0,00	0,00	0,00
Elektriciteit (verkoop)	0,00	-1,22	-1,22
Overige toegerekende kosten	<u>7,51</u>	<u>8,85</u>	<u>1,34</u>
Totaal toegerekende kosten	25,97	31,86	6,12
Duurzame productie middelen	11,29	11,29	0,00
Belichtingsinstallatie	0,00	4,25	4,25
WKK	<u>0,00</u>	<u>2,89</u>	<u>2,89</u>
Totaal duurzame productie middelen	11,29	18,42	7,13
Arbeid	12,89	17,58	4,69
Algemene kosten	1,70	1,70	0,00
<b>Kostprijs / kg</b>	<b>0,64</b>	<b>0,69</b>	<b>0,05</b>
<b>Kostprijs / m<sup>2</sup></b>	<b>51,62</b>	<b>69,56</b>	<b>17,94</b>
<b>Opbrengsten / m<sup>2</sup></b>	<b>43,57</b>	<b>65,97</b>	<b>22,40</b>
<b>Netto bedrijfsresultaat</b>	<b>- 8,05</b>	<b>-3,47</b>	<b>4,58</b>

Zoals in tabel 29 is te zien, is de kostprijs wanneer 1/3 van het bedrijf wordt belicht € 0,05 per kilo hoger dan in de onbelichte situatie. De kostprijs kan in de belichte teelt echter hoger zijn omdat er ook productie is in de winterperiode, wanneer de opbrengstprijzen hoger liggen (zie tabel 28). Hierdoor is het netto bedrijfsresultaat in de belichte situatie € 4,58 per m<sup>2</sup> hoger dan in de onbelichte situatie bij een commodity-prijs voor het gas van € 0,25.

Per eurocent stijging van de gasprijs, neemt het verschil in netto bedrijfsresultaat tussen 1/3 belicht ten opzichte van geheel onbelicht af met bijna € 0,20. Als daarentegen de gasprijs met een eurocent daalt, stijgt het verschil in netto bedrijfsresultaat in het voordeel van de belichte komkommers met zo'n € 0,20.

Stel dat de prijs voor komkommers midden in de winter (periode 13, week 53 en periode 1) € 0,20 per kilo hoger zou liggen, dan stijgt het verschil in saldo ten voordele van de belichting met bijna € 2 (zie ook paragraaf 2.6.4). In deze weken worden er met belichting immers veel kilos geoogst.

De kosten voor de duurzame productiemiddelen (exclusief belichtingsinstallatie en WKK) zijn niet van invloed op de verandering van het netto bedrijfsresultaat, omdat deze kosten in beide scenario's gelijk zijn.

## 4 Discussie

Ondanks de hoge verwachtingen van de tussenbelichting en de nagestreefde gelijke lichtintensiteit van de tussenbelichting en de bovenbelichting, heeft deze vorm van belichting tot nog toe een lagere productie opgeleverd. In de eerste en tweede teelt was de kiloproductie namelijk respectievelijk 17 en 6% lager dan bij de bovenbelichting. Een oorzaak hiervan is de hoge lamptemperatuur en daardoor bladverbranding als de lamp vlakbij (=circa minder dan 20 cm van) het blad komt. Er zijn bladtemperaturen gemeten van zo'n 40°C. Om dit te voorkomen zijn de lampen hoger gehangen dan in eerste instantie de bedoeling was. Tevens zijn de gewasdraden bovenin dichter bij elkaar getrokken, zodat er meer ruimte ontstond voor de mobiele belichting. Maar de plant kon hierdoor minder goed het licht van de bovenbelichting opvangen. Dit heeft ongetwijfeld de productie ook negatief beïnvloed. Ook het mobiel maken van lampen lijkt in verschillende onderzoeken met diverse gewassen eerder een negatief dan een positief effect op de productie te hebben (Blom en Zheng, 2005; Marissen et al, 2005; Zheng, Blom en Dixon, 2005). Evenals in voorgaand onderzoek heeft tussenbelichting wél een positieve invloed op de kwaliteit en dan met name op de vruchtkleur. Vooral bij hogere stengeldichtheden is dit gunstig, omdat hierbij de kans op een lichtere vruchtkleur toeneemt.

In beide teelten is de stengeluitval door Botrytis aan het einde van de teelt bij tussenbelichting ongeveer de helft lager dan bij bovenbelichting. Dit is uiteraard positief.

Een ander positief punt van tussenbelichting is, dat uit lichtmetingen uitgevoerd door Lights Interaction is gebleken dat de lichtreflectie door het gewas bij toepassing van tussenbelichting lager is dan bij bovenbelichting. Dit heeft tot gevolg dat er minder licht naar buiten toe wordt uitgestraald.

Het gefaseerd aanschakelen van de lampen heeft niet tot een hogere productie geleid. In de proef was de productie in de afdeling met gefaseerd inschakelen van de lampen zelfs lager dan in de afdeling met gelijktijdig inschakelen van de lampen. In hoeverre het optreden van Pythium dit resultaat beïnvloed heeft, is niet geheel duidelijk. De Pythium-aantasting was namelijk in de eerste teeltweken ernstiger in de afdeling met gefaseerd inschakelen van de lampen dan in de andere afdeling. In beide teelten zijn er trouwens minder gewasafwijkingen, zoals bladchlorose, opgetreden dan in de voorgaande proef.

In voorgaande belichtingsproeven op het PPO bleek een hogere stengeldichtheid bij de hogedraadteelt steeds een fors hogere meerproductie op te leveren (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2004). Steeds ontstond echter een discussie of dit mede het gevolg was van dezelfde klimaatomstandigheden. De hoge stengeldichtheid zou immers op deze wijze kunnen profiteren van bijvoorbeeld een lagere RV die het gevolg zou kunnen zijn van de lage stengeldichtheid. Ook in de eerste teelt in het seizoen 2004-2005 werden de verschillende stengeldichtheden in dezelfde kas beproefd. Om het een en ander uit te sluiten zijn de twee stengeldichtheden in de tweede teelt van 2004-2005 in een aparte kas gezet. Wel is bij de hoge stengeldichtheid bij het clippen steeds een blaadje weggenomen. In de eerste en tweede teelt gaf respectievelijk 30 en 28% meer stengels een respectievelijk 14 en 8% hogere kiloproductie. In de tweede teelt was de stengeldichtheid echter erg hoog, namelijk maximaal 4,6 stengels/m<sup>2</sup>. Voor deze hoge stengeldichtheid is gekozen om de grenzen van wat qua productie en kwaliteit mogelijk is op te zoeken. Bij de hoogste stengeldichtheid werd nog steeds de hoogste productie gevonden. Ook de kostenkant moet echter in de gaten worden gehouden, met name de arbeids- en plantkosten. Hoewel de hoge plantdichtheid niet echt tot problemen heeft geleid, lijkt zo'n hoge plantdichtheid voor de praktijk bij belichting echter niet aan te bevelen. Aan de andere kant is de sterke indruk dat sommige belichtende komkommertelers nu een te lage stengeldichtheid aanhouden voor een optimaal resultaat.

De ruimtetemperatuur in het gedeelte met de tussenbelichting is in beide afdelingen 0,3 à 0,4 °C hoger dan in het kasgedeelte met de bovenbelichting. Dit heeft mogelijk te maken een plastic folie langs de gevel in het gedeelte met de tussenbelichting. In het gedeelte met de bovenbelichting was dit niet aanwezig. Het blijkt dat er bij de boven- tussenbelichting gemiddeld weinig verschil zit in planttemperatuur. Bij de

tussenbelichting hangen er minder lampen boven de plant, waardoor de temperatuur bij de kop hoogstwaarschijnlijk toch lager zal zijn. Aan de andere kant wordt met de planttemperatuurmeter ook de hoge lamptemperatuur deels meegemeten als de mobiele lampen in het zichtveld van de infrarood-camera komen. Omdat het aantal bladeren bij de tussenbelichting vooral in de eerste teelt minder was dan bij de bovenbelichting, is het aannemelijk dat de koptemperatuur bij de tussenbelichting toch wat lager geweest. De vorming van het aantal bladeren is namelijk sterk afhankelijk van de kop/planttemperatuur.

Uit de proeven kan worden berekend dat in drie hogedraadteelten met zo'n 3200 uur belichten het mogelijk zou moeten zijn om een jaarproductie te realiseren van 346 komkommers ofwel 142 kilo per vierkante meter. Er wordt dan 43 weken van het jaar geoogst. De gemiddelde weekproductie zou dan uitkomen op zo'n 8 vruchten/m<sup>2</sup>. Dit is iets minder dan vorig jaar, toen de geschatte weekproductie uitkwam op bijna 8,5 vrucht/m<sup>2</sup>.

Bij de beste behandelingen was de productie in de eerste teelt juist beter dan vooraf berekend, in de tweede teelt juist duidelijk minder. Waarschijnlijk heeft de relatief lage productie in de tweede teelt mede te maken met het gebruik van het lichtreductiescherm. Als het buiten donker was en de belichting ging aan, is in de proef consequent het scherm gebruikt. Bij relatief hoge buitentemperaturen gedurende de nacht in het voorjaar, leidde dit ertoe dat de gewenste kastemperatuur gemakkelijk zonder buisverwarming werd gehaald. Er werd op deze wijze nauwelijks warmte onderin bij de vruchten gebracht, waardoor ze langer aan de plant bleven hangen dan gewenst. In april bleek ook de planttemperatuur tijdens belichting met gesloten scherm 3 à 4 °C hoger te zijn dan de kastemperatuur. Waarschijnlijk hebben beide factoren bijgedragen aan het optreden van veel abortie in de tweede helft van de teelt, met als gevolg een lagere productie. Bij hogere buitentemperaturen is de combinatie van belichting met een lichtreductiescherm dus ongunstig. Een mogelijkheid is om in deze situatie meer te ventileren boven het scherm al dan niet in combinatie met een minimumbuis, maar hierdoor zal wel de CO<sub>2</sub>-concentratie en de RV dalen.

In de eerste teelt is de plant veel efficiënter met het beschikbare licht omgegaan dan in de tweede teelt. Het verschil in het aantal molen PAR-licht per kilo product bij de eerste en tweede teelt was in dit onderzoek 42%. Vorig jaar was er ook een verschil, maar met 15% was dit geringer. Hoogstwaarschijnlijk heeft de hogere lichtefficiëntie in de winterperiode te maken met het dan beter kunnen beïnvloeden van het klimaat zoals het CO<sub>2</sub>-gehalte, temperatuur en RV.

Volgens de economische berekeningen stijgt het saldo bij 1/3 van het bedrijf belichten in combinatie met 2/3 onbelicht met bijna € 4,60 ten opzichte van een onbelichte teelt. Voor de berekeningen zijn de gerealiseerde productprijzen genomen van de afgelopen jaren. De prijs voor het product midden in de winter is in overleg met telers grotendeels ingeschat, omdat hiervan geen goede cijfers voorhanden waren vanwege het ontbreken van komkommeraanvoer in deze periode. Omdat er dan bij belichting veel komkommers worden geoogst, heeft de gekozen productprijs echter wel een grote invloed op het bedrijfsresultaat. Een 20 eurocent hogere kiloprijs in deze weken heeft tot gevolg dat het saldooverschil met bijna € 2 toeneemt. Ook de gasprijs is een onzekere factor. Bij de berekeningen is uitgegaan van een vrij hoge commodity-prijs van € 0,25. Elke daling of stijging van de gasprijs veroorzaakt een respectievelijke daling of stijging van het saldo met € 0,20.

Voor de teruggeleverde elektriciteit is voorzichtigheidshalve een vrij lage prijs van 5 eurocent per kWh aangehouden, terwijl in de herfst van 2005 tarieven golden in de piekuren (7 tot 23 uur) en superplateau-uren (8 tot 20 uur) van 6,5 eurocent. Het dalurentarief bedroeg toen ongeveer 4,6 eurocent (Boonekamp, 2005).

Volgens gegevens verstrekt door Lights Interaction is het elektriciteitsverbruik bij toepassing van elektronische voorschakelapparatuur en 1000 W lampen circa 4% lager dan in de situatie waarmee in dit onderzoek is gerekend. Als het gehele bedrijf wordt belicht met 220 umol/m<sup>2</sup>/s, zouden de totale kosten dalen met € 0,87/m<sup>2</sup>/jaar. Bij 1/3 gedeelte belicht en de rest onbelicht wordt dit € 0,29/m<sup>2</sup> per jaar. Hierdoor stijgt het saldo dus met een even groot bedrag.

In de praktijk zal de toepassing van belichting per bedrijf maatwerk vereisen en worden afgestemd op de financiële en fysieke randvoorwaarden van een bedrijf.

## 5 Conclusies

### *Eerste teelt:*

- In de eerste teeltperiode die liep van eind oktober tot half februari (bijna 16 teeltweken) is in totaal bijna 2000 uur belicht met een belichtingsintensiteit van 220  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .. De gemiddelde belichtingsduur per dag was 18,5 uur.
- 30% meer stengels (3,46 ten opzichte van 2,66 stengels/ $\text{m}^2$ ) geeft circa 14% meer kilos.
- Lampen gefaseerd aanschakelen levert in de proef zeker geen voordeel op qua productie. De productie is in de proef juist 9% lager dan bij lampen gelijktijdig inschakelen.
- Tussenbelichting met mobiele SON-T lampen geeft 13% minder stuks, 17% minder kilos en een 20 g lager vruchtgewicht. Midden in de winter verbetert wel de vruchtkleur.
- Bij een lage plantdichtheid geeft wekelijks één op drie dunnen een 14% hogere productie dan continu om en om dunnen. Bij een hoge plantdichtheid is het verschil in productie tussen de ene week om en om en de andere week één op drie dunnen in vergelijking met continu om en om dunnen, met 4% geringer.
- De betere combinaties van behandelingen zijn: bovenbelichting + hoge stengeldichtheid + hoge plantbelasting. De productie bij deze behandelingen is in de 13 oogstweken gemiddeld 9,5 vruchten en 3,6  $\text{kg}/\text{m}^2$ . De totale productie in deze periode bedraagt 123 stuks en ruim 46  $\text{kg}/\text{m}^2$ .
- Bij de tussenbelichting ontwikkelen zich 8% minder bladeren: per week is het aantal bladeren per stengel bij boven- en tussenbelichting respectievelijk 7,1 en 6,5. De internodielengte is gemiddeld respectievelijk 9,8 en 9,5 cm. Aan het einde van de teelt is de stengel respectievelijk 9,0 en 8,5 m lang.
- Aan het einde van de teelt is circa 7% van de stengels uitgevallen, met name veroorzaakt door *Botrytis*. Bij een hoge stengeldichtheid valt zo'n driekwart meer stengels uit dan bij de lage stengeldichtheid. Bij de tussenbelichting valt meer dan de helft minder stengels uit dan bij de bovenbelichting.
- Gemiddeld over alle behandelingen aborteert eenderde van de vruchtbeginsels. Weinig dunnen geeft ongeveer anderhalf maal zoveel abortie dan continu om en om dunnen.

### *Tweede teelt:*

- In de tweede teelt die liep van half februari tot eind mei (circa 15 teeltweken) is gemiddeld bijna 10 uur per dag belicht. In totaal bedraagt het aantal belichte uren ruim 1050.
- 28% meer stengels (4,6 ten opzichte van 3,6 stengels/ $\text{m}^2$ ) geeft 11% meer stuks en 8% meer kilos per vierkante meter. Bij de bovenbelichting kan de vruchtkleur bij de hoogste stengeldichtheid wat afnemen.
- De mobiele tussenbelichting met aangepaste reflector geeft 6% lagere kilo-productie, vooral door een 15 g lagere gemiddeld vruchtgewicht. De tussenbelichting geeft zeker in de tweede helft van maart een beter gekleurde komkommer.
- Verschillen in dunnen ofwel plantbelasting leiden in deze teelt nauwelijks tot verschillen in productie.
- De betere combinaties van behandelingen in de tweede teelt zijn: bovenbelichting + 4,6 stengels/ $\text{m}^2$ . De gemiddelde productie bij deze behandelingen is 112 komkommers met een vruchtgewicht van 408 g en in totaal bijna 46  $\text{kg}/\text{m}^2$ .
- Per week worden er gemiddeld 6,7 bladeren gevormd. De tussenbelichting gemiddeld 0,2 bladeren minder dan bij bovenbelichting. Plantlengte einde teelt bijna 8 m: internodielengte 9,7 cm.
- Gemiddeld aborteert 36% van de vruchtbeginsels. Bij een hoge stengeldichtheid aborteert eenderde meer vruchtjes/bloemetjes dan bij een lage stengeldichtheid.
- Aan het einde van de teelt is circa 5% van de stengels uitgevallen. Bij een hoge stengeldichtheid valt meer dan twee maal zoveel stengels uit dan bij de lage stengeldichtheid. Bij de tussenbelichting valt de helft minder stengels uit dan bij de bovenbelichting.

*Beide teelten:*

- De totale productie in twee teelten gedurende 7 maanden is bij de betere behandelingen in totaal 92 kilo ofwel 235 komkommers/m<sup>2</sup>. Inclusief een derde hogedraadteelt in de rest van het jaar zou de jaarproductie uit kunnen komen op 142 kilo of 346 vruchten/m<sup>2</sup>.
- Gemiddeld per dag was er in de eerste en tweede teeltperiode in de kas respectievelijk ongeveer 18 en 27 mol PAR-licht per vierkante meter. Dat komt globaal overeen met een stralingssom buiten de kas van respectievelijk zo'n 1400 en 1800 J/cm<sup>2</sup>. Dit is de normale stralingssom in week 15 en 19.
- Voor één kilo komkommers is in de eerste en tweede teelt respectievelijk 42 en 60 mol/m<sup>2</sup> PAR-licht nodig. In de eerste teelt is dit wat minder dan gepland, in de tweede teelt is dit duidelijk hoger dan gepland. In de donkere maanden gaat een komkommer veel efficiënter om met het licht dan in de voorjaarsperiode.
- Omgerekend naar straling buiten de kas, waarbij rekening is gehouden met een verschillende lichtdoorlatendheid van het kasdek gedurende het seizoen, is voor één kilo komkommers in de eerste en tweede teelt *van planten tot einde teelt* een stralingssom van respectievelijk ruim 3300 en bijna 4000 J/cm<sup>2</sup> benodigd.
- De planttemperatuur is vanaf januari tot en met mei bij de bovenbelichting gemiddeld 1 °C hoger dan de ruimtetemperatuur. Bij de tussenbelichting is dit verschil 0,7 à 0,8 °C.
- In januari en april is de planttemperatuur 's nachts bij lampen aan en scherm dicht respectievelijk 1 à 2 °C en 3 à 4 °C hoger dan de ruimtetemperatuur.
- De berekende kostprijs en het saldo zijn sterk afhankelijk van de uitgangspunten, gasprijzen en de bedrijfssituatie.
- Bij het scenario van 1/3 van de oppervlakte belicht en 2/3 onbelicht kan 94% van het warmteoverschot in het belichte gedeelte nuttig worden gebruikt in de onbelichte kas.
- Bij dit scenario en een hoge commodity-gasprijs van € 0,25/m<sup>3</sup>, ligt de berekende kostprijs € 0,05 per kilo hoger dan in de normale onbelichte situatie.
- Door de hogere productprijzen in combinatie met hoge producties in de wintermaanden komt belichting echter zo'n € 4,50/m<sup>2</sup> gunstiger uit dan in de onbelichte situatie.
- Per cent gasprijzdaling, neemt het positieve saldoverschil voor belichting toe met € 0,20/m<sup>2</sup>.
- Als de productprijs in december en januari met € 0,20/kg zou stijgen, dan neemt het saldoverschil toe met bijna € 2/m<sup>2</sup>.

## Literatuur

- Anonymus, 2003. Nieuwe belichtingsmethode belooft hogere productie. Groenten & Fruit, week 4, p. 16.
- Boonekamp, G., 2005. Elk bedrijf boven de 3 hectare aan de wkk. Groenten & Fruit, week 42 2005, p. 22-23.
- Blom, T. J. en Y. Zheng, 2005. The effect of moving high intensity lights on potted campanula haylodgensis. ISHS 5<sup>th</sup> Symposium on artificial lighting in horticulture, June 2005, Norway (in press).
- Hovi, T, J. Näkkilä en R. Tahvonen, 2005. Effect of interlighting on cucumber yield and yield quality in year-round production. ISHS 5<sup>th</sup> Symposium on artificial lighting in horticulture, June 2005, Norway (in press)
- Janse, J., R. van Paassen en B. Berkhout, 2003. Belichting bij komkommer. Onderzoek 2002-2003. Rapport PPO project 417.04355, pp. 57.
- Janse, J., R. van Paassen en B. Berkhout, 2004. Optimalisering belichting bij komkommer. Onderzoek 2003-2004. Rapport PPO project 417.17020, pp. 50.
- Janse, J., P. van Weel en M. Raaphorst, 2005. Haalbaarheid mobiel systeem bij komkommer. Korte notitie PPO 417.80163.
- Marissen, N, J. Snel, A. Elings en M. Warmenhoven, 2005. Mobile light in roses. ISHS 5<sup>th</sup> Symposium on artificial lighting in horticulture, June 2005, Norway (in press).
- Messelink, G., S. van Steenpaal, R. van Holstein, W. Wensveen, E. de Groot, M. van Slooten en P. Ramakers, 2005. Nieuwe predatoren van trips en witte vlieg voor komkommer. PPO rapport project 412.03706.
- Woerden, S.C. van, 2003. Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004. Groenten-Snijbloemen-Potplanten. PPO 580, pp. 154+
- Zheng, Y., T. Blom en M. Dixon, 2005. Does moving light increase the production of greenhouse potted gerbera? ISHS 5<sup>th</sup> Symposium on artificial lighting in horticulture, June 2005, Norway (in press).



## Bijlage 1 Klimaatinstellingen eerste en tweede teelt

*Tabel 30:* Klimaatinstellingen voor beide kasafdelingen tijdens de eerste teeltperiode van 29 oktober 2004 tot 14 februari 2005 tijdens de donkerperiode (=VN) en de lichte periode (=D).

Datum	Stooktemperatuur VN/D (°C)	Ventilatietemperatuur VN/D (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)
29/10	20/22	26/26	600
3/11	20/22	26/26	1000
11/11	18/22	26/26	1000
20/11	18/21	26/26	1000
2/12	16/20,5	26/26	1000
13/12	16,5/21	26/26	1000
24/12	16,5/21,5	26/26	1000
11/01	17/22	26/26	1000
28/01	23/23	26/26	1500
31/01	24/24	26/26	1500

*Tabel 31:* Klimaatinstellingen voor de kasafdelingen met een lage en hoge stengeldichtheid tijdens de tweede teeltperiode van 16 februari tot 30 mei 2005 tijdens de donkerperiode (=VN), de belichte periode tijdens de nacht (N), de morgen (=Mo) en de middagperiode (=Mi).

Datum	Stooktemperatuur (°C)		Ventilatietemperatuur (°C)		CO <sub>2</sub> (ppm)	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Dagperiode	VN/N/Mo/Mi	VN/N/Mo/Mi	VN/N/Mo/Mi	VN/N/Mo/Mi		
16/2	23/23/23/23	23/23/23/23	27/27/27/27	27/27/27/27	600	600
18/2	23/23/23/23	23/23/23/23	26/26/26/26	26/26/26/26	900	900
24/2	23/23/23/23	23/23/23/23	26/26/26/26	26/26/26/26	1000	1000
1/3	23/23/23/23	23/23/23/23	27/27/27/27	27/27/27/27	700	700
4/3	23/23/23/23	23/23/23/23	27/27/27/27	27/27/27/27	800	800
8/3	20/22/22/22	19/22/22/22	26/26/26/26	26/26/26/26	900	900
14/3	20/22/22/22	18/22/22/22	26/26/26/26	26/26/26/26	1000	1000
20/3	18/21/22/22	16/20/22/22	26/26/26/26	26/26/26/26	1000	1000
23/3	16/20/20/20	15/19/20/20	19/25/25/25	18/25/25/25	1000	1000
1/4	16/18/20/20	15/17/20/20	19/25/25/25	18/25/25/25	1000	1000
5/4	16/18/20/20	15/17/20/20	19/23/23/25	18/23/23/25	1000	1000
18/4	16/19/20/20	16/19/20/20	19/23/23/25	19/23/23/25	1000	1000
10/5	18/21/21/21	18/21/21/21	19/23/23/26	19/23/23/26	1200	1200
20/5	20/21/21/23	20/21/21/23	21/24/24/27	21/24/24/27	1200	1200

## Bijlage 2 Gerealiseerd klimaat eerste teelt

Tabel 32: Gerealiseerd klimaat per week in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 29 oktober 2004 tot 14 februari 2005) in de afdeling met lampen tegelijk aan.

Week	Kastemp. etmaal (°C)	RV etmaal (%)	Temp. buisrail (°C)	Temp. groebuis (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Ventilatie (%)	Belichtings- duur (uur/dag)	Schermen (uur/dag)
44 (3 dgn)	21,8	69	49,4	23,9	586	1,2	8,7	.
45	22,1	76	34,8	24,1	733	0,1	16,6	15,3
46	21,7	76	40,5	23,9	905	0,2	19,2	11,9
47	21,1	80	41,7	22,8	924	0,0	19,5	11,0
48	20,9	84	34,4	23,1	930	0,0	19,5	15,4
49	20,4	87	33,6	22,8	939	0,0	19,5	14,9
50	20,0	86	38,1	22,6	943	0,0	19,5	15,3
51	20,3	84	45,1	23,3	927	0,0	19,5	15,0
52	20,5	84	43,3	24,9	942	0,0	18,7	15,8
53	20,7	84	42,6	24,0	912	0,0	19,5	14,9
1	20,8	87	26,5	32,9	914	0,0	18,6	16,2
2	21,4	83	25,0	39,4	1069	0,0	17,6	16,2
3	21,5	84	24,8	41,3	1066	0,0	18,8	17,0
4	21,9	82	27,6	49,6	1170	0,0	18,6	16,9
5	23,8	83	43,8	37,1	1291	0,0	19,2	16,6
6	23,7	80	54,8	31,4	1306	0,0	17,5	16,4
<b>Gem,</b>	<b>21,4</b>	<b>82</b>	<b>37,9</b>	<b>29,2</b>	<b>972</b>	<b>0,1</b>	<b>18,5</b>	<b>15,3</b>

Tabel 33: Gerealiseerd klimaat per week in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 29 oktober 2004 tot 14 februari 2005) in de afdeling met lampen gefaseerd aan.

Week	Kastemp. etmaal (°C)	RV etmaal (%)	Temp. buisrail (°C)	Temp. groebuis (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Ventilatie (%)	Belichtings- duur (uur/dag)	Schermen (uur/dag)
44 (3 dgn)	22,2	69	46,6	25,4	597	1,4	8,7	.
45	22,3	76	33,7	23,9	739	0,2	16,6	15,3
46	21,9	76	35,7	22,9	926	0,3	19,2	11,9
47	21,2	79	37,7	22,3	922	0,0	19,5	11,0
48	21,1	83	31,3	21,8	916	0,0	19,5	15,4
49	20,7	85	29,9	21,2	946	0,0	19,5	14,8
50	20,0	85	31,3	20,5	942	0,0	19,5	15,3
51	20,2	82	39,9	21,5	909	0,0	19,5	14,5
52	20,5	83	38,9	22,4	923	0,0	18,7	15,8
53	20,7	83	38,6	21,8	916	0,0	19,5	14,4
1	20,8	84	33,9	21,5	887	0,0	18,6	15,9
2	21,4	83	38,4	23,2	1102	0,0	17,6	16,2
3	21,3	84	40,8	23,1	1130	0,0	18,8	16,6
4	22,0	84	46,4	25,4	1201	0,0	18,6	16,9
5	24,0	81	48,1	28,0	1368	0,0	19,2	16,6
6	23,8	78	51,4	28,8	1366	0,0	17,5	16,4
<b>Gem,</b>	<b>21,5</b>	<b>81</b>	<b>38,9</b>	<b>23,4</b>	<b>987</b>	<b>0,1</b>	<b>18,5</b>	<b>15,1</b>

## Bijlage 3 Gerealiseerd klimaat tweede teelt

*Tabel 34:* Gerealiseerd klimaat per week in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 16 februari 2005 tot 30 mei 2005) in de afdeling met lage plantdichtheid.

Week	Kastemp. etmaal (°C)	RV etmaal (%)	Temp. buisrail (°C)	Temp. groeibuis (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Ventilatie (%)	Belichtings- duur (uur/dag)	Schermen (uur/dag)
7 (4 dgn)	22,9	58,7	45,9	26,3	693	0,0	17,0	16,2
8	22,9	59,0	48,1	26,5	826	0,0	18,1	16,1
9	23,1	65,2	52,3	29,0	774	0,0	17,8	15,8
10	22,5	78,1	39,1	23,9	877	0,2	16,6	14,0
11	22,7	83,0	31,8	23,6	896	1,0	16,4	8,2
12	22,6	81,4	27,0	23,7	849	4,4	14,6	6,5
13	22,2	81,3	25,2	23,1	849	6,7	8,2	5,1
14	20,8	82,3	30,1	22,2	887	3,6	11,2	4,7
15	21,2	83,9	25,9	22,4	1010	5,5	12,0	6,3
16	21,4	79,8	29,0	23,2	910	9,7	8,9	6,1
17	22,2	83,7	25,4	23,4	771	17,0	6,4	4,2
18	21,6	83,8	25,7	22,7	590	7,3	9,2	3,7
19	21,7	77,1	29,6	31,2	692	7,7	2,4	1,8
20	22,2	83,2	28,0	34,9	784	8,6	0,0	0,0
21	23,3	80,6	28,0	31,3	678	32,3	0,0	0,0
<i>Gem.</i>	<i>22,2</i>	<i>77,4</i>	<i>32,7</i>	<i>25,8</i>	<i>806</i>	<i>6,9</i>	<i>9,8</i>	<i>7,3</i>

*Tabel 35:* Gerealiseerd klimaat per week in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 16 februari 2005 tot 30 mei 2005) in de afdeling met hoge plantdichtheid.

Week	Kastemp. etmaal (°C)	RV etmaal (%)	Temp. buisrail (°C)	Temp. groeibuis (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Ventilatie (%)	Belichtings- duur (uur/dag)	Schermen (uur/dag)
7 (4 dgn)	22,8	59,1	48,7	27,7	684	0,0	17,0	16,2
8	22,8	61,2	51,7	29,0	811	0,0	18,1	16,1
9	23,0	68,2	55,9	32,0	755	0,0	17,8	15,8
10	22,3	80,5	42,8	26,3	865	0,2	16,6	14,0
11	22,2	85,2	32,0	24,9	912	0,9	16,4	8,0
12	22,2	86,0	27,9	25,6	863	3,6	14,6	6,5
13	22,0	82,5	25,3	24,4	847	7,6	8,2	5,1
14	20,4	84,0	29,8	23,8	899	3,3	11,2	4,7
15	21,0	85,8	26,9	24,2	1013	6,0	12,0	6,3
16	21,3	82,6	30,5	25,2	928	10,2	8,9	6,1
17	22,1	84,8	26,4	25,0	778	16,7	6,4	4,2
18	21,5	85,5	26,5	24,5	597	7,2	9,2	3,7
19	21,7	81,9	31,7	33,1	712	6,7	2,4	1,8
20	22,3	85,7	29,2	35,7	770	9,0	0,0	0,0
21	23,3	81,6	29,0	32,8	680	32,2	0,0	0,0
<i>Gem.</i>	<i>22,1</i>	<i>79,6</i>	<i>34,3</i>	<i>27,6</i>	<i>808</i>	<i>6,9</i>	<i>9,8</i>	<i>7,2</i>

## Bijlage 4 Drain en bemesting eerste teelt

Tabel 36: Percentage gerealiseerde drain bij boven- en tussenbelichting, EC van het druppelwater en de EC en pH in de mat bij de boven- en tussenbelichting in de **eerste belichte komkommerteelt** (teeltperiode 29 oktober 2004 tot 14 februari 2005) in de afdeling met lampen **gelijktijdig** aan.

Week	% drain		Druppelwater EC	Mat bovenbelichting		Mat tussenbelichting	
	Boven	Tussen		EC	pH	EC	pH
45	.	.	3,0	3,2	6,8	3,2	6,8
46	13	16	3,2	2,8	6,7	2,4	6,6
47	43	44	3,3	2,5	6,6	2,3	6,8
48	53	45	2,8	2,8	6,3	2,7	6,5
49	58	58	2,3	2,6	6,1	2,9	6,0
50	60	61	2,8	2,0	5,9	2,7	5,4
51	58	61	2,8	2,5	5,5	3,0	5,2
52	53	53	2,5	2,4	5,9	3,0	5,0
53	53	56	2,5	2,1	5,8	2,7	5,1
1	61	61	2,5	1,7	6,0	2,6	5,2
2	59	59	2,8	1,5	6,2	2,4	5,9
3	58	58	2,5	2,3	5,9	3,1	5,9
4	45	46	2,5	2,5	5,5	2,9	5,0
5	49	49	2,0	2,7	5,6	2,9	5,3
6	52	52	2,0	.	.	.	.
<b>Gem,</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>2,6</b>	<b>2,4</b>	<b>6,1</b>	<b>2,8</b>	<b>5,8</b>

Tabel 37: Percentage gerealiseerde drain bij boven- en tussenbelichting, EC van het druppelwater en de EC en pH in de mat bij de boven- en tussenbelichting in de **eerste belichte komkommerteelt** (teeltperiode 29 oktober 2004 tot 14 februari 2005) in de afdeling met lampen **gefaseerd** aan.

Week	% drain		Druppelwater EC	Mat bovenbelichting		Mat tussenbelichting	
	Boven	Tussen		EC	pH	EC	pH
45	.	.	3,0	3,2	6,7	3,2	6,7
46	31	20	3,2	2,9	6,7	2,7	6,8
47	47	43	3,3	2,5	6,8	2,5	6,7
48	39	55	3,3	2,3	6,8	2,3	6,7
49	55	53	2,8	2,6	6,3	3,0	6,6
50	53	61	3,3	2,0	6,6	2,9	6,1
51	59	63	2,5	2,5	6,4	3,2	5,8
52	58	61	2,5	2,4	6,2	2,6	5,9
53	53	55	2,5	2,1	6,2	2,8	5,6
1	55	59	2,5	2,4	5,7	2,6	5,1
2	56	58	2,5	2,3	6,1	2,6	5,3
3	43	51	2,5	2,0	6,2	2,5	5,5
4	38	53	2,5	2,2	6,3	2,6	5,7
5	38	50	2,0	2,6	6,5	2,6	5,9
6	39	52	2,0	.	.	.	.
<b>Gem,</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>2,7</b>	<b>2,4</b>	<b>6,4</b>	<b>2,7</b>	<b>6,0</b>

## Bijlage 5 Drain en bemesting tweede teelt

*Tabel 38:* Percentage gerealiseerde drain bij boven- en tussenbelichting, EC van het druppelwater en de EC en pH in de mat bij de boven- en tussenbelichting in de **tweede belichte komkommerteelt** (teeltperiode 16 februari 2005 tot 30 mei 2005) in de afdeling met de **lage plantdichtheid**.

Week	% drain		Druppelwater EC	Mat bovenbelichting		Mat tussenbelichting	
	Boven	Tussen		EC	pH	EC	pH
7	0	0	2,8	.	.	.	.
8	25	20	2,5	3,2	6,6	3,2	6,6
9	32	25	2,5	3,0	6,6	3,0	6,9
10	54	40	2,5	2,6	6,4	2,4	6,7
11	62	49	2,5	2,5	5,9	2,5	6,1
12	62	49	2,5	2,2	6,0	2,2	6,1
13	63	51	2,5	2,0	6,0	2,1	5,8
14	53	52	2,5	2,5	5,7	2,4	5,7
15	65	63	2,6	2,4	5,9	2,3	5,3
16	67	67	2,7	2,2	5,8	2,2	5,7
17	64	65	2,3	2,7	5,8	2,8	5,9
18	68	62	2,3	.	.	.	.
19	65	63	2,3	2,3	5,9	2,3	5,8
20	60	45	1,8	2,7	6,0	2,8	5,9
21	56	46	1,8	2,4	6,1	2,6	6,2
<i>Gem.</i>	<i>53</i>	<i>46</i>	<i>2,4</i>	<i>2,5</i>	<i>6,1</i>	<i>2,5</i>	<i>6,1</i>

*Tabel 39:* Percentage gerealiseerde drain bij boven- en tussenbelichting, EC van het druppelwater en de EC en pH in de mat bij de boven- en tussenbelichting in de **tweede belichte komkommerteelt** (teeltperiode 16 februari 2005 tot 30 mei 2005) in de afdeling met de **hoge plantdichtheid**.

Week	% drain		Druppelwater EC	Mat bovenbelichting		Mat tussenbelichting	
	Boven	Tussen		EC	pH	EC	pH
7	0	0	2,8	.	.	.	.
8	11	8	2,5	3,2	6,8	3,2	6,8
9	19	20	2,5	3,0	6,7	3,1	6,8
10	34	36	2,5	2,7	6,5	2,8	6,8
11	40	43	2,5	2,5	6,4	2,6	6,1
12	38	43	2,5	2,1	6,1	2,2	5,8
13	39	45	2,5	2,2	4,5	2,3	4,5
14	39	36	2,5	2,5	5,5	2,7	5,2
15	42	37	2,5	2,4	4,9	2,4	4,9
16	44	44	2,7	2,2	5,8	2,6	5,8
17	45	45	2,4	2,6	5,2	2,6	5,4
18	40	39	2,4	2,1	5,6	2,3	5,7
19	37	39	2,4	.	.	.	.
20	41	42	1,8	2,9	6,3	2,8	5,9
21	33	32	1,8	2,5	6,2	2,7	6,5
<i>Gem.</i>	<i>31</i>	<i>34</i>	<i>2,4</i>	<i>2,5</i>	<i>5,9</i>	<i>2,6</i>	<i>5,9</i>