



De waterhuishouding bij belichte komkommers

Invloed van 10 en 15 kLux.m² op de waterhuishouding van komkommer

R. de Graaf, M. Roos en C. Blok

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 gefinancierd door:



PT nummer : 11330
Projectnummer : 416.04807

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 636700
Fax : 0174 - 636835
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL EN METHODEN	7
2.1	Proefopzet	7
2.2	Waarnemingen.....	7
2.3	Behandelingen.....	8
3	RESULTATEN	9
3.1	Eerste teelt	9
3.1.1	Verloop teelt.....	9
3.1.2	Productie	10
3.1.3	Straling.....	10
3.1.4	Verdamping.....	11
3.1.5	EC verloop in de mat.....	12
3.1.6	Gewasgroei.....	12
3.2	Tweede teelt	13
3.2.1	Verloop teelt.....	13
3.2.2	Productie	14
3.2.3	Straling.....	15
3.2.4	Verdamping.....	17
3.2.5	EC en pH verloop in de mat	17
3.2.6	Gewasgroei.....	18
4	DISCUSSIE.....	19
5	CONCLUSIES	21
	LITERATUUR.....	22
BIJLAGE 1	INGESTELD KLIMAAT	23
BIJLAGE 2	GEREALISEERD KLIMAAT.....	24
BIJLAGE 3	EC EN PH.....	25
BIJLAGE 4	BESTRIJDINGEN	26
BIJLAGE 5	VERDAMPING CUMULATIEF EN PROCENTUEEL	27
BIJLAGE 6	STRALING VS VERDAMPING EN GEWASGROEI.....	30
BIJLAGE 7	DAGVERLOOP VAN DE VERDAMPING.....	34
BIJLAGE 8	BLADTEMPERATUUR.....	35

1 Inleiding

In Nederland worden er in de wintermaanden normaal gesproken geen komkommers geproduceerd. In deze periode is er voor een goede groei, productie en kwaliteit te weinig licht. In de wintermaanden neemt Spanje een belangrijk deel van de afzet voor zijn rekening. De betrouwbaarheid van dit product is echter niet optimaal. De afzet via handelsbedrijven en grootwinkelketens zou gebaat zijn bij continu levering van een kwalitatief goed product. Met belichting is het in Nederland mogelijk om in de wintermaanden productie te realiseren. In Finland wordt circa een derde, 25 hectare, van het komkommerareaal belicht (Disco, 2003). In Finland heeft men echter te maken met een min of meer beschermde markt met een relatief hoge komkommerprijs. In de wintermaanden is er in Finland minder licht en de elektriciteitsprijs was in ieder geval tot voor kort niet zo hoog als in Nederland. Al met al groeide de belangstelling om de mogelijkheden van belichting bij komkommers onder Nederlandse omstandigheden na te gaan.

In een onderzoek uitgevoerd op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Glastuinbouw) zijn de mogelijkheden van belichting nader onderzocht. In de periode van oktober 2002 tot half april 2003 zijn er bij komkommers twee opeenvolgende teelten met belichting uitgevoerd (Janse et al, 2003; Kersten, 2003). Tevens werd besloten een parallelonderzoek, project 41604807, te verrichten naar de invloed van belichten op verdamping en momentane gewichtsgroei. In dit rapport wordt daar verslag van gedaan. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van recent ontwikkelde meetgoten (Blok en de Gelder, 2004). Het onderzoek is uitgevoerd door R. De Graaf en M. Roos. Het verslag is uitgewerkt door C. Blok, waarbij voor wat betreft opzet en productiegegevens gebruik is gemaakt van het verslag van Janse et al, 2003.

Het doel van de proef was informatie verkrijgen over de invloed van aanvullende belichting op gewasverdamping en gewasgroei. Aanvullende belichting heeft naast grote invloed op de fotosynthese tevens een grote invloed op de gewasverdamping en hiermee op de waterhuishouding. De grootte en de frequentie van watergeven moet dan ook worden aangepast aan de extra belichting.

Aan de hand van Figuur 1 volgt een korte toelichting op de gebruikte weeggoten. Een weeggoot - zoals deze door PPO ontwikkeld is - bestaat uit een aantal instrumenten waarvan de gegevens in samenhang geanalyseerd worden. Een eenvoudige weeggoot voor komkommer bestaat uit een goot van vier tot zes meter, een drainage-opvangbak en twee gewasbalken. Van alle onderdelen wordt het gewicht on line gemeten; de weeggegevens worden per minuut weggeschreven in een databestand.

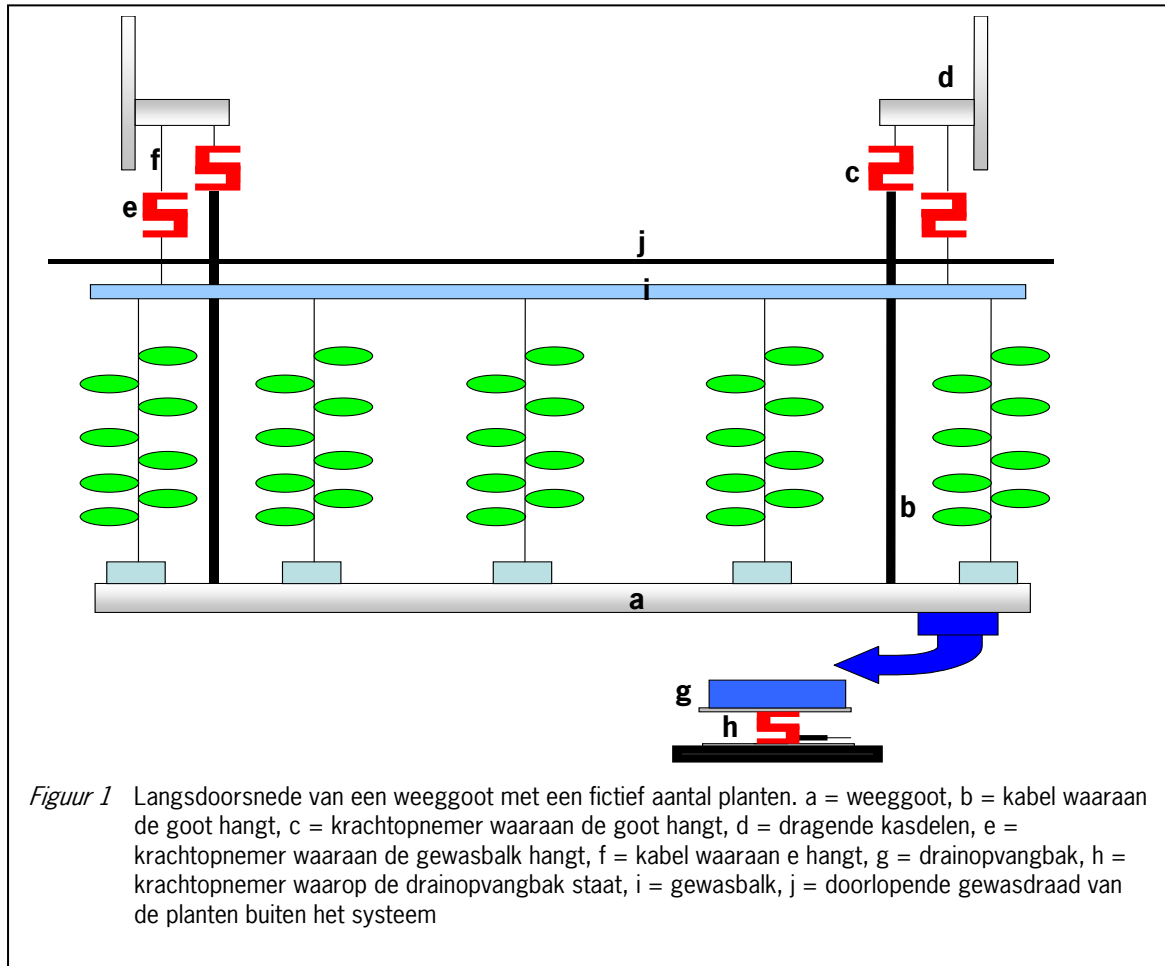
Voor het meten van het gewicht worden krachtopnemers gebruikt. De basis van een krachtopnemer is een plat stuk metaal dat vervormt onder belasting. De vervorming wordt gemeten met een op het metaal geplakt rekstrookje. De weerstand van het rekstrookje voor stroom verandert bij vervorming en wordt als meetwaarde on line doorgegeven aan een computer. Het type krachtopnemers in dit onderzoek bestond uit Stekon krachtopnemers met een maximaal toelaatbare belasting van 250 kg.

De goot en, in dit geval, twee gewasbalken hangen elk aan twee krachtopnemers, de drainage-opvangbak staat op één krachtopnemer. Samen zeven krachtopnemers.

Door directe meting zijn gootgewicht, plantgewicht en drainagegewicht bekend. Met behulp van software kan een kortdurende snelle toename van het gootgewicht worden geregistreerd als een watergift. Hiermee wordt de aanvoer onafhankelijk van de klimaatcomputer gemeten. De afname in gootgewicht tussen de beurten wordt gecorrigeerd voor drainage en geregistreerd als wateropname. Wateropname bestaat uit de componenten verdamping en groei. De verandering in gootgewicht ten opzichte van een referentiewaarde wordt als verandering in substraatwatergehalte geregistreerd. In formule:

AANVOER = VERDAMPING + DRAIN + GROEI + VERANDERING SUBSTRAATWATERGEHALTE +
ONVERKLAARD (1)

Alle termen van de formule in grammen per goot of grammen per vierkante meter. ONVERKLAARD is een maat voor de kwaliteit van de verwerking. Bij veel trillingen in de kas, zoals bij storm, zal de term toenemen. De termen ONVERKLAARD en VERANDERING SUBSTRAATWATERGEHALTE kunnen positief en negatief zijn. GROEI is meestal positief en soms, tijdelijk, negatief. VERDAMPING en DRAIN zijn steeds positief.



Door met een watergehaltemeter het substraatwatergehalte te meten kan GROEI ook berekend worden uit de andere termen. Dat is vooral nuttig bij gewassen waarbij de plant op het substraat rust zoals roos en gerbera (Baas, 2003; De Graaf et al, 2003).

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In eerste instantie werd uitgegaan van één lange teelt, maar dit bleek al snel niet haalbaar in verband met de gewasveroudering. De proefperiode was 1 oktober 2002 tot en met 15 april 2003. De proef is uitgevoerd bij een min of meer traditioneel teeltsysteem aan de lage draad, het paraplusysteem. In de eerste teelt ging de kop eruit bij twee bladeren boven de draad. In de tweede teelt mocht de kop door groeien en enkele malen rond draad winden tot bij de volgende plant. De plant werd pas halverwege de afstand van de draad naar de grond getopt. De stamvruchten zaten niet allemaal onder de draad omdat er maar circa 17 bladeren onder de draad waren.

Voor het onderzoek waren twee afdelingen beschikbaar. In de proef werden behandelingen opgenomen met belichtingsintensiteiten, rassen, plantdichtheden en plantbelastingen (Janse, 2003). Tabel 1 en 2 tonen de belangrijkste proefgegevens voor het deel van de teelt dat is gevolgd met de weeggoten.

Tabel 1 Overzicht van de kasgegevens

Kasnummer	eenheid	303-6	303-8
Oppervlakte	M ²	250	250
Poothoogte	M ¹	4.25	4.25
Gewasdraad	M ¹	2.10	2.10
Goothoogte	M ¹	0.35	0.35
Lamphoogte	M ¹	3.15	3.15
Belichtingsintensiteit	kLux. M ²	10	15
Scherf	n.v.t.	AC-folie	LS-10 ultra vanaf februari

Tabel 2 Overzicht van de teeltgegevens

Eerste teelt		Tweede teelt		Opmerking
Ras	Euphoria	Ras	Balance	
Plantdatum	01-10-02	Plantdatum	07-01-03	
Planten per m ²	1.8	Planten per m ²	1.8	Stamvruchten
Plantbelasting	9	Plantbelasting	11	
Einde teelt	03-01-03	Einde teelt	14-04-03	

2.2 Waarnemingen

In de proef werden de volgende waarnemingen verricht:

- Ingesteld en gerealiseerd klimaat (Bijlage 1 en Bijlage 2)
- Buitenstraling
- Aantal vruchten, gewicht, klasse II en stek bij de oogst
- Aantal planten met Botrytis of, alleen in tweede teelt, dode planten veroorzaakt door Botrytis
- Plaats eerste goede vrucht aan de stam
- De stand van het gewas werd globaal beoordeeld tijdens de één- à tweewekelijkse bijeenkomsten met de BCO (BegeleidingsCommissie Onderzoek).
- Met de weegoot werden gootgewicht, plantgewicht en drainagehoeveelheid gemeten en watergift, verdamping en groei berekend.
- Toen de gelegenheid zich voordeed zijn bladtemperatuurmetingen met een vaste Infra Rood camera verricht.

2.3 Behandelingen

Er zijn twee behandelingen vergeleken. Behandeling 1 betrof één afdeling met 10 kLux.m² en behandeling 2 één afdeling met 15 kLux.m².

Er werd gebruik gemaakt van Son-T hogedruk natriumlampen, van 230 Volt/600 Watt met een 'diep reflector' voorschakelapparaat tussen het gewas (Hortilux). Bij 10 kLux.m² hangt 1 lamp van 600 Watt per 7 m², dat is circa 92 W.m². Bij 15 kLux.m² is dit circa 138 W.m². Dat komt overeen met respectievelijk 24,4 en 36,6 W.m² PAR (Photo Active Radiation).

In de eerste teelt werd tijdens de groei naar de draad niet of weinig belicht, bij toenemende plantbelasting nam het aantal belichtingsuren toe tot maximaal 20 uur. Tot en met november is de belichting uitgeschakeld bij instraling boven 200 W.m². In de tweede teelt is in de eerste 2 weken 12 uur belicht, daarna meestal 20 uur. De belichting werd uitgeschakeld bij instraling > 200 W.m² of 300 W.m² (beide kwam voor).

Om de totale hoeveelheid licht in praktijktermen te kunnen vergelijken met de globale straling, is de lichthoeveelheid van de lampen omgerekend naar de hoeveelheid buitenlicht. Bij 10 en 15 kLux.m² is een hoeveelheid licht in PAR gegeven van achtereenvolgens 24,4 en 36,6 W.m². Bij 1 uur belichten met 10 kLux.m² is dit: $24,4 \times (3600 \text{ s} : 10.000) = 24,4 \times 0,36 = 8,8 \text{ J.cm}^{-2} \text{ PAR}$. Bij de omrekening naar buitenomstandigheden is rekening gehouden met het feit dat de lichttransmissie van het kasdek afhankelijk is van de stand van de zon en dus varieert in het jaar. Deze varieert van 61% tot 74% respectievelijk in periode 13 en 5/6 (vierwekelijkse periodes). Omrekening van 10 kLux.m² belichting naar een lichtsom buiten de kas in december wordt dan $8,8 \text{ J.cm}^{-2} \text{ PAR} \times (1 : 0,45) \text{ (45\% van zonlicht is groeilicht)} \times (1 : 0,61) \text{ (=transmissie kas in december)} = 32 \text{ J.cm}^{-2} \text{ per uur}$. Bij 20 uur belichten is dit 640 J.cm². Bij 15 kLux.m² is dit 1,5 maal zoveel, namelijk 960 J.cm². Dit is voor alle perioden uitgewerkt.

3 Resultaten

3.1 Eerste teelt

3.1.1 Verloop teelt

Gerealiseerd klimaat

In Bijlage 2 is het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. De gemiddelde etmaaltemperatuur over de gehele teeltperiode bij 10 en 15 kLux.m² was respectievelijk 20,8 en 21,5°C. De gerealiseerde temperatuur was dus gemiddeld 0,7°C hoger bij 15 dan bij 10 kLux.m². Dit verschil is deels veroorzaakt door een hogere ingestelde temperatuur en deels door het hoger oplopen van de temperatuur omdat er door het groter aantal lampen bij 15 kLux.m² meer warmte in de kas wordt ingebracht. De RV is bij 15 kLux.m² steeds wat hoger dan bij 10 kLux.m². De buistemperatuur is bij 15 kLux.m² gemiddeld 10°C lager dan bij 10 kLux.m². Uit een berekening volgde dat dit resulteerde in ongeveer 30% minder gasverbruik. Het CO₂-gehalte komt over de gehele teeltperiode tijdens de uren dat het licht was (natuur- en/of lamplicht) gemiddeld uit op rond de 750 ppm. Het totale aantal belichte uren over de eerste teelt is bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk 1394 en 1384 uur. Dit betekent dat het aantal belichte uren per dag respectievelijk 14,6 en 14,5 uur bedraagt. In het begin is wat voorzichtig van start gegaan met de belichting. De lampen gingen uit boven een instraling van meestal 200 en later 250 W.m². Door het vele spuiten tegen de meeldauw (zie hieronder bij ziekten en plagen) is er ook minder belicht dan in principe had gekund. Om de werking van de middelen te verbeteren is geprobeerd het gewas zolang mogelijk nat te houden. Daarom zijn vanaf eind oktober een uur voordat de bespuiting werd uitgevoerd, de lampen uitgedaan en gingen ze die dag niet meer aan.

Ziekten en plagen

Echte meeldauw bleek met het plantmateriaal meegekomen te zijn en moest al snel worden bestreden (zie Bijlage 4). De meeldauw was zeer hardnekkig en was moeilijk onder de knie te krijgen. In totaal zijn over de gehele teelt 14 meeldauwbespuitingen uitgevoerd. Dat is één meeldauwbespuiting per week. Bij de hoogste lichtintensiteit was de meeldauwaantasting het ernstigst. Botrytis was geen probleem. Tegen trips zijn met succes roofmijten (*Amblyseius cucumeris*) ingezet door uitstrooien. Daarna zijn regelmatig kweekzakjes met roofmijt in het gewas gehangen. Half november was er witte vlieg in de kassen en zijn twee bestrijdingen direct achter elkaar toegepast. Deze bespuitingen waren effectief. Tijdens de teelt zijn enkele planten met slavergelingsvirus verwijderd.

Bemesting en watergeven

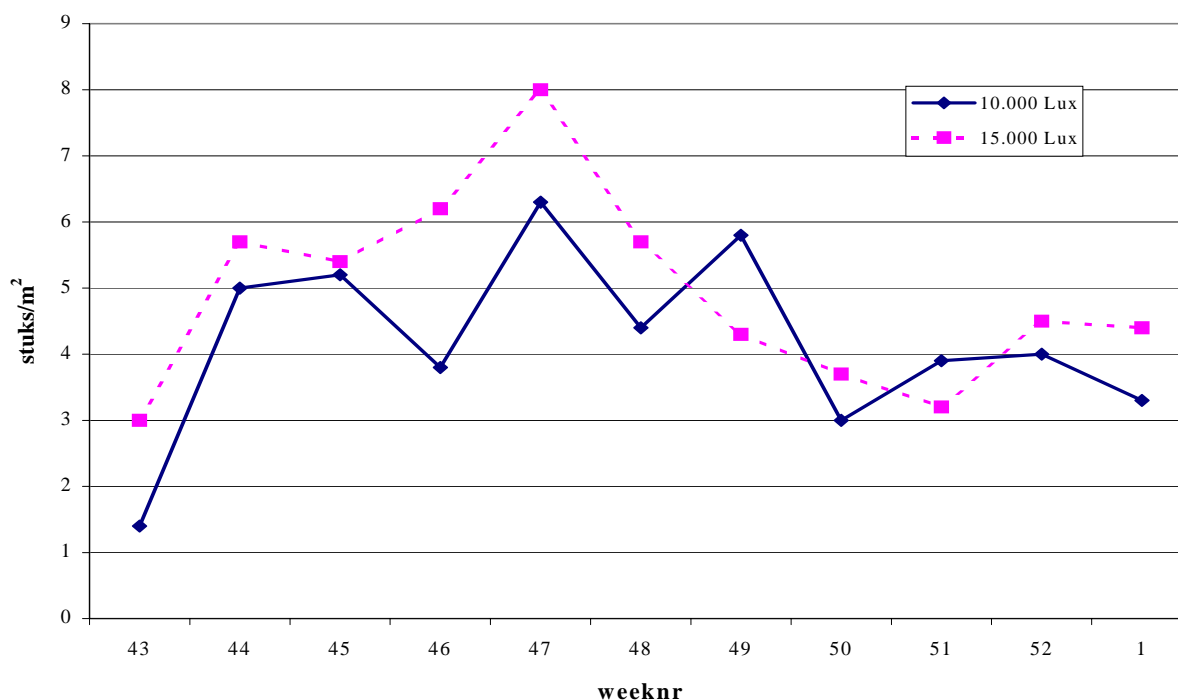
Het watergeven gebeurde via de weeggoet met krachtopnemers. Dit systeem functioneerde goed. Als er tijdelijk wat te weinig drain werd gerealiseerd, werd dit later automatisch gecorrigeerd door extra giften. Er is gestreefd naar een drainpercentage van 30%. De gerealiseerde EC en pH in de mat waren EC 3,2 dS.m⁻¹ en pH 6,6 (Bijlage 3).

Gewasstand

De ontwikkeling van het gewas en vruchten verliep zichtbaar sneller in de afdeling met 15 kLux.m². Dit is het gevolg van de grotere hoeveelheid licht en de hogere gerealiseerde temperatuur. Half november waren de scheuten sterker in het gewas bij 10 kLux.m². Vanaf eind november was de gewasgroei gering, vooral in de afdeling met de hoogste lichtintensiteit. De geringe gewasgroei was waarschijnlijk het gevolg van de combinatie van een hoge plantbelasting aan de ranken en de sterke meeldauwaantasting. De vele bespuitingen tegen hebben de gewasgroei zeker niet bevorderd.

3.1.2 Productie

De eerste vruchten zijn bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk op 26 en 25 oktober geoogst. Dat is ongeveer 24 dagen na het planten, ofwel 46 dagen na het zaaien. Tot en met week 1 zijn er per m² bij 15 kLux.m² 8 stuks (= 17%) meer vruchten geoogst. Er is bijna 5 kilo (= 27%) meer geoogst dan bij 10 kLux.m². De vruchten bij 15 kLux.m² zijn ruim 6% (= 25 g) zwaarder dan bij 10 kLux.m². Het verloop van de productie per week per belichtingsintensiteit is weergegeven in Figuur 2.



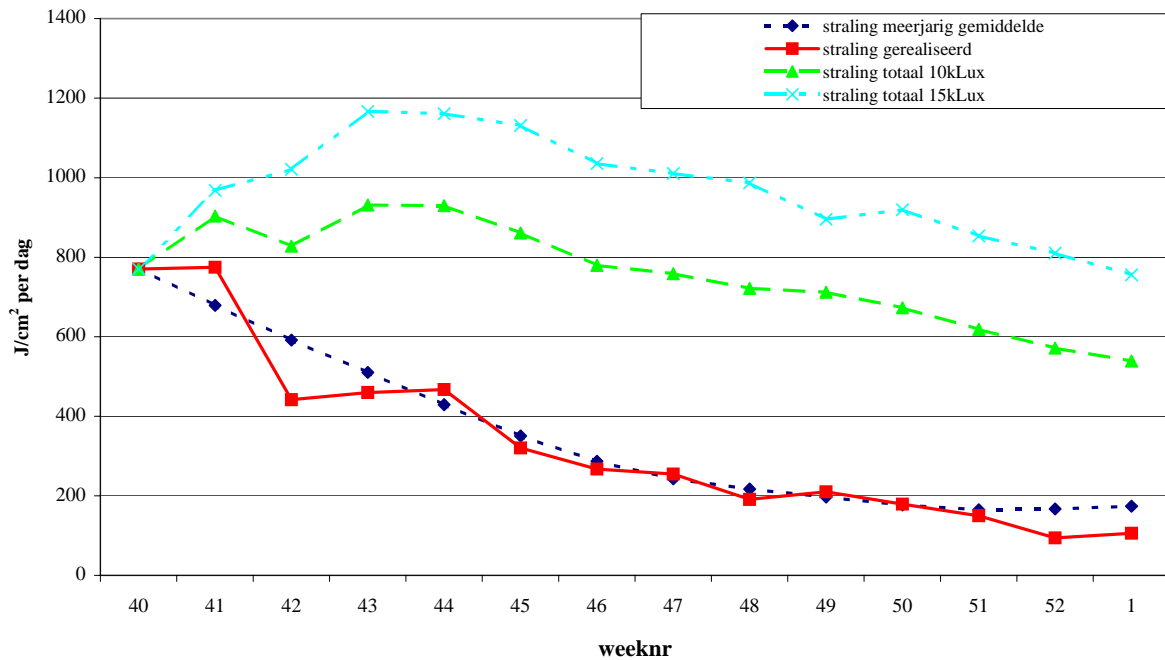
Figuur 2 Het verloop van de productie in de eerste teelt

De hoogste productie wordt bij 10 en 15 kLux.m² gehaald in week 47, respectievelijk 6,3 en 8 stuks.m². In de laatste oogstweken is de stuksproductie niet hoog. In de eerste zes oogstweken is de productie in stuks bij 15 kLux.m² steeds hoger dan bij 10 kLux.m². Daarna is het beeld wisselend. De hogere productie bij 15 kLux.m² is dus vooral in de eerste zes oogstweken gerealiseerd.

3.1.3 Straling

In Figuur 3 is het verloop van de hoeveelheid licht voor de afdeling met 10 en 15 kLux.m² weergegeven in combinatie met de hoeveelheid natuurlijk licht tijdens de teeltperiode. De totale stralingssom omgerekend naar het buitenlicht was over de gehele periode bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk 44.846 en 66.757 J.cm². De hoeveelheid natuurlijke instraling was in deze periode in totaal 32.8 J.cm². De totale stralingssom komt dan bij 10 en 15 kLux.m² uit op respectievelijk 77.6 en 99.6 J.cm². De hoeveelheid straling van de lampen bij 10 en 15 kLux.m² komt overeen met respectievelijk 137 en 203% van de natuurlijke straling in deze periode. Gemiddeld over de proefperiode was de stralingssom per dag (natuur + lamp, omgerekend naar buitenlicht) bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk 792 en 1016 J.cm². Dit benadert de gemiddelde stralingssom in respectievelijk week 10 à 11 (begin maart) en week 13 (eind maart).

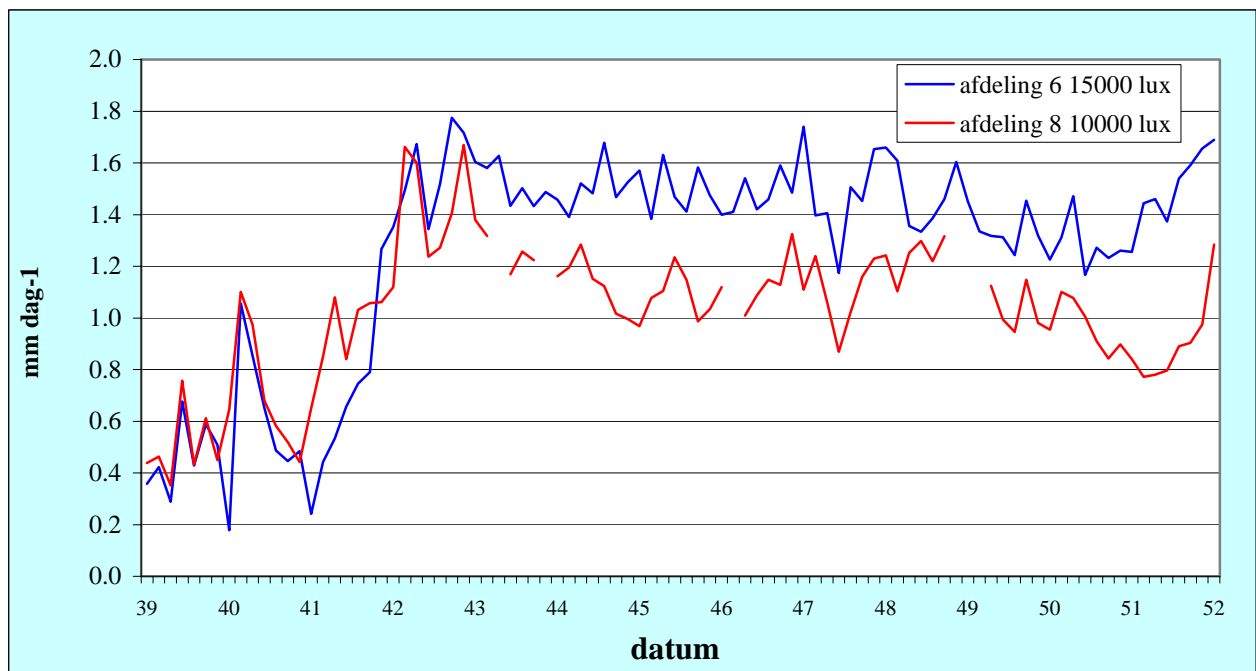
Over de totale teeltperiode is het verschil in totale stralingssom tussen de afdeling met 10 en 15 kLux.m² 28%. Het verschil in kiloproductie bij 10 en 15 kLux.m² aan het eind van de eerste teelt is 27%. Dit betekent dat 1% meer licht, in deze proef 1% meer productie heeft opgeleverd. Als nu de productie tot en met week 48 wordt genomen, dat is na een teeltduur van 9 weken, dan is het productieverschil 33%. Het verschil in hoeveelheid straling is 24%. Dit betekent dat na 9 teeltweken 1% meer straling, 1,4% meer productie oplevert.



Figuur 3 Hoeveelheid natuurlijke instraling, het meerjarige gemiddelde en de totale straling (kunstlicht + natuurlijk) per dag tijdens de tweede teelt bij 10 en 15 $kLux.m^2$

3.1.4 Verdamping

Het verloop van de gewasverdamping per etmaal voor de twee behandelingen wordt weergegeven in Figuur 4 (ook in Bijlage 5). Tot circa 25 oktober geeft de behandeling 10 $kLux.m^2$ een gelijke of soms iets grotere gewasverdamping dan de behandeling 15 $kLux.m^2$. Een duidelijke verklaring hiervoor is er niet. Mogelijk was een aanvullende belichting van 15 $kLux.m^2$ aanvankelijk te veel voor het gewas.



Figuur 4 Verloop gewasverdamping per etmaal eerste teelt

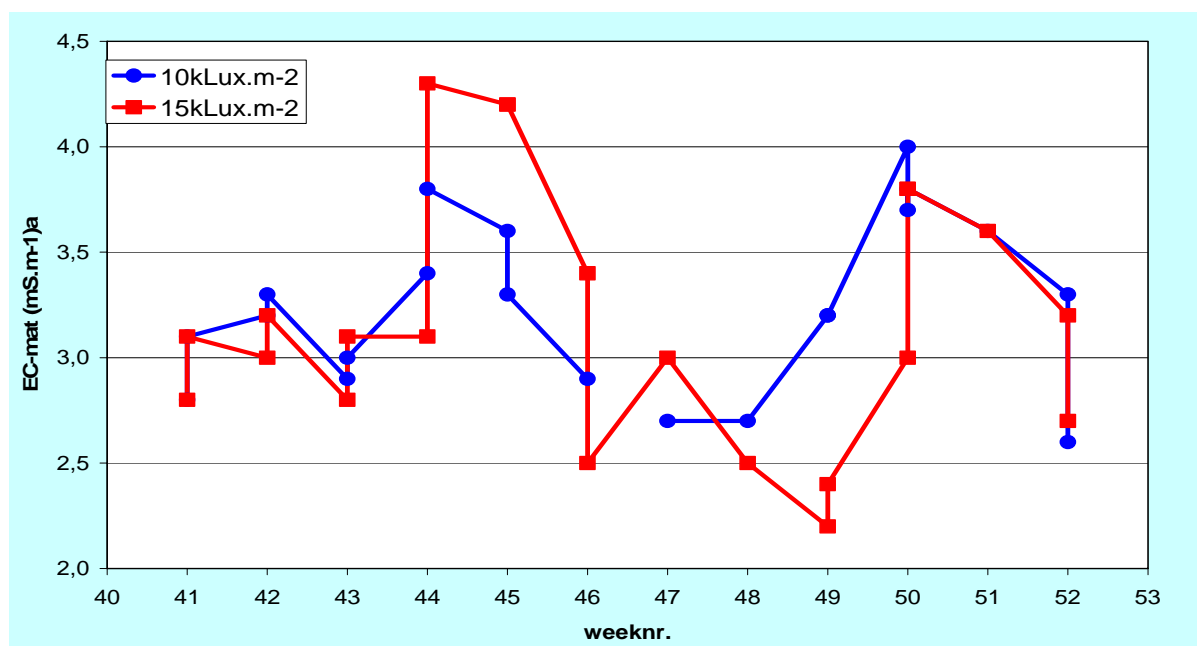
De etmaal-kasluchttemperatuur van behandeling 15 kLux.m² was vanaf 19 oktober circa een halve graad hoger dan de behandeling met 10 kLux.m². Over de gehele eerste teeltperiode gaf de behandeling 15 kLux.m² 19.6 % meer gewasverdamping dan de behandeling met 10 kLux.m².

De verschillen in gewasverdamping tussen de twee behandelingen liepen over korte perioden nogal uiteen in vergelijking met het totale verschil over de hele teelt.

De metingen van de bladtemperatuur bij 15 kLux.m² hebben een kenmerkend verloop (Bijlage 8). In de nacht, van 20.00-04.00 uur (op 6 december is de nacht van 0.00 uur tot 04.00 uur), is het verschil tussen bladtemperatuur en kasluchttemperatuur ruim 2 graden. Als de lampen aangaan, stijgt de bladtemperatuur binnen 15 minuten 4-5 graden. De kasluchttemperatuur wordt daarna teruggebracht tot 2 graden boven de nachttemperatuur. Bij het uitschakelen van de lampen daalt de bladtemperatuur in 15 minuten 5 graden, de kasluchttemperatuur daalt iets trager en minder ver. Kenmerkend is dat de verwarming, bij het uitschakelen van de lampen, de temperatuurdaling niet goed op kan vangen waardoor de bladtemperatuur ongeveer een uur lang onder de 19.5 graden komt (8 december wordt een lagere nachttemperatuur geaccepteerd).

3.1.5 EC verloop in de mat

Het EC verloop is wisselend (Figuur 5 en Bijlage 3). In week 44 wordt de EC snel hoog. Dit lijkt samen te hangen met een sterke afname in gewasgroei terwijl oogst en verdamping relatief hoog blijven. Dit duidt op een combinatie van hoge verdamping en lage voedingsopname. Verder is de fluctuatie in mat-EC in de behandeling met 15 kLux.m², tot 0,5 dS.m⁻¹ hoger of lager dan bij 10 kLux.m².

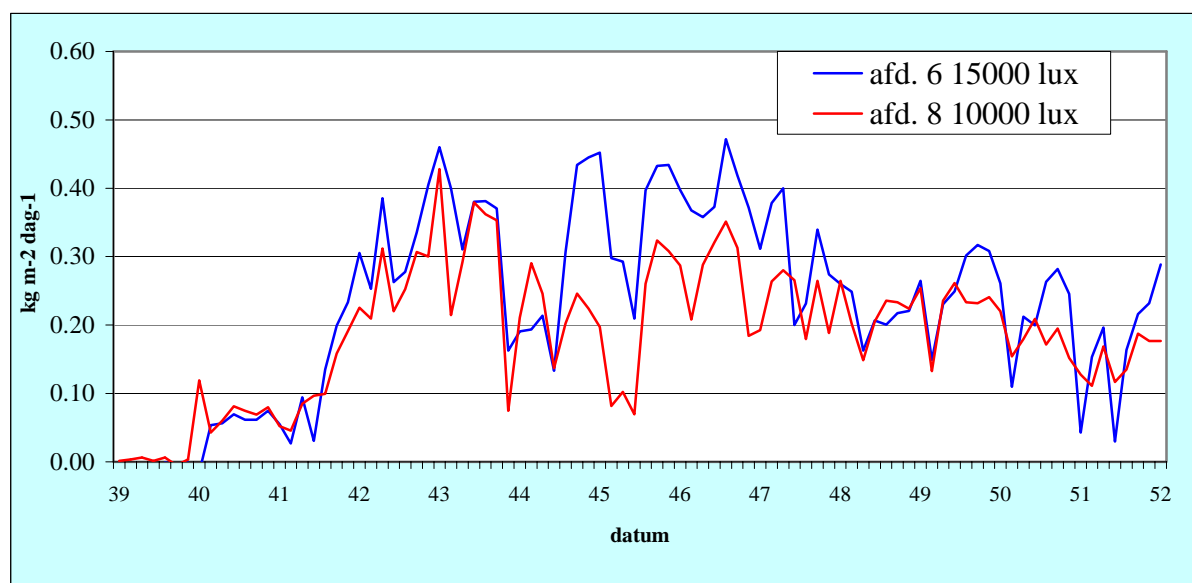


Figuur 5 Verloop van de EC in het substraat in de eerste teelt

3.1.6 Gewasgroei

In Figuur 6 wordt het verloop van de groei (versgewichtstoename) van kommer weergegeven in de eerste teelt. De twee groeilijnen lopen parallel. In de maand november is er het grootste absolute verschil in gewasgroei. Uit het cumulatieve verloop bleek dat er over de gehele teelt een verschil in gewasgroei optrad van 23.6 procent. Aanvankelijk was er een iets grotere groei bij de behandeling 10 kLux.m². Vanaf 17 oktober werd de aanvullende belichting beduidend verhoogd en nam de gewasgroei bij de behandeling 15 kLux.m² eveneens toe. Dit effect werd ook gemeten bij de gewasverdamping. Vanaf 8 november werd het aantal aanvullende uren licht, hoewel minder dan de eerste keer, opnieuw verhoogd. Het effect hiervan was

vooral groot bij de behandeling met 15 kLux.m². In de maand december zijn de verschillen tussen de twee behandelingen wat verstoord.



Figuur 6 Verloop gewasgroei komkommer in de eerste teelt

3.2 Tweede teelt

3.2.1 Verloop teelt

Gerealiseerd klimaat

In Bijlage 2 is voor deze teelt het gerealiseerde klimaat weergegeven. De gemiddelde etmaaltemperatuur over de gehele teeltperiode bij 10 en 15 kLux.m² was respectievelijk 22,4 en 22,8°C. Het verschil van 0,4°C is grotendeels te verklaren uit de grotere hoeveelheid warmte die door de lampen bij 15 kLux.m² in de kas wordt geproduceerd. De RV was gemiddeld 6% hoger bij 15 kLux.m² dan bij 10 kLux.m². De buistemperatuur was in deze periode bij 15 kLux.m² ruim 6°C lager dan bij 10 kLux.m². Berekend is dat daardoor circa 30% minder gas benodigd was. Het CO₂-gehalte in de periode dat er natuur- en of lamplicht was, kwam voor beide afdelingen uit op gemiddeld bijna 800 ppm. De belichtingsduur in beide afdelingen kwam in totaal over de tweede teeltperiode uit op 1343 uur. Dit is gemiddeld 13,7 uur per dag.

Ziekten en plagen

Eén maand na het planten is voor het eerst echte meeldauw op een blad geconstateerd. Begin maart is voor de eerste keer gespoten met een meeldauwmiddel, omdat er meer bladeren met stippen meeldauw waren. Er is toen een cyclus van drie maal Fungaflor toegepast (zie Bijlage 4). Dit heeft goed gewerkt. In de gedeeltelijk resistente rassen is daarna geen meeldauw meer gevonden en er zijn er ook geen behandelingen tegen meeldauw meer toegepast. Tegen het einde van de teelt trad wat Botrytis op de stam op. Op 14 april zijn het aantal planten met Botrytisplekken en het aantal dode planten als gevolg van Botrytis waargenomen (Tabel 3).

Tabel 3 Percentage planten met plekken en percentage dode planten als gevolg van Botrytis bij de rassen Balance en Phoenix bij 10 en 15 kLux.m².

Ras	10 kLux.m ²			15 kLux.m ²		
	% planten met Botrytisplek	% dode planten	totaal % aangetaste planten	% planten met Botrytisplek	% dode planten	totaal % aangetaste planten

Balance	2,5	1,3	3,8	13,8	2,5	16,3
---------	-----	-----	-----	------	-----	------

De plantdichtheid en de plantbelasting hebben geen duidelijke invloed op het aantal aangetaste planten. In Tabel 3 zijn de resultaten van de waarnemingen weergegeven voor de rassen Balance en Phoenix bij de twee belichtingsintensiteiten. Deze waarnemingen zijn per belichtingsintensiteit gebaseerd op 80 planten. Bij 15 kLux.m² zijn er duidelijk meer aangetaste planten door Botrytis dan bij 10 kLux.m².

Plagen, zoals witte vlieg en trips, waren zeer goed onder controle dankzij het regelmatig uitzetten van respectievelijk sluipwespen en roofmijten. Tegen de plagen zijn geen bespuitingen uitgevoerd. Er zijn geen verschillen geconstateerd tussen beide belichtingsintensiteiten.

Bemesting en watergeven

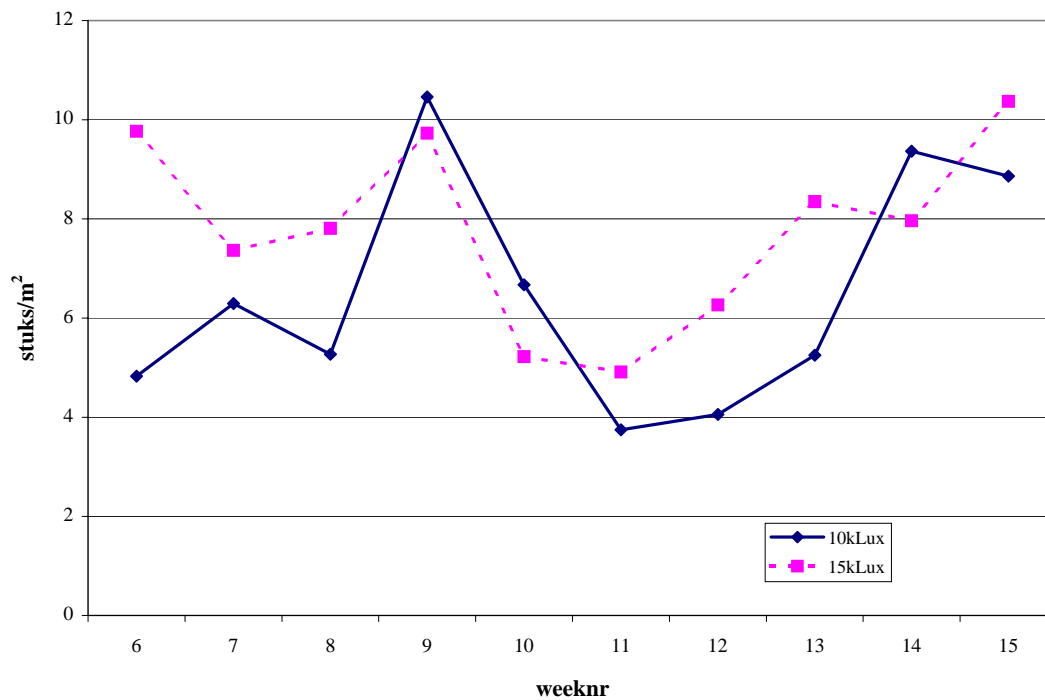
Evenals in de eerste teelt gebeurde het watergeven via de weegoot met krachtopnemers. Er is gestreefd naar een drainpercentage van circa 30%. Het gerealiseerde drainpercentage over de gehele teelt is zowel bij 10 als 15 kLux.m² 31%. In Bijlage 3 zijn de gerealiseerde EC en pH weergegeven. Gemiddeld over deze teelt was de EC 2,5 dS.m⁻¹ en de pH 6,6. De gemeten verdamping was bij 15 kLux.m² 23% hoger dan bij 10 kLux.m² (Bijlage 3).

Gewasstand

De gewas- en vruchtontwikkeling verliepen duidelijk sneller bij 15 kLux.m² dan bij 10 kLux.m². Half februari stond het gewas bij 10 kLux.m² er wat steviger bij met minder chlorose en sterkere scheuten dan bij 15 kLux.m². Aan de doorgaande hoofdstengel na de draad naar beneden groeide, zijn er een aantal vruchtjes afgestoten. In de tweede helft van februari bleef er in beide afdelingen voldoende groei. In maart was de scheutgroei sterker in de afdeling met 10 kLux.m² dan bij 15 kLux.m². De scheuten zijn verschillende keren (vooral bij 10 kLux.m²) getopt en regelmatig is er oud blad weggehaald. Tot het einde van de proef bleef er ruim voldoende groei in het gewas.

3.2.2 Productie

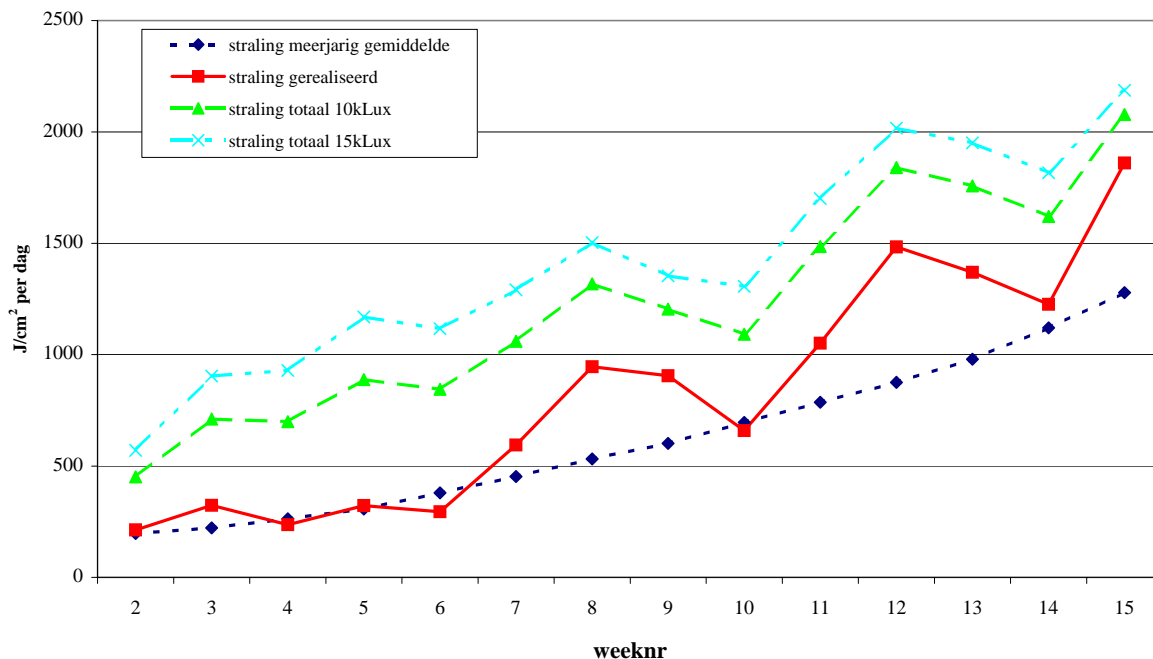
De eerste vruchten zijn bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk op 5 en 2 februari geoogst. Dat is respectievelijk 29 en 26 dagen na het planten. Tot en met het einde van de proef (14 april) zijn er bij 15 kLux.m² meer dan 13 stuks (= ruim 20%) meer vruchten en ongeveer 6,5 kilo (= 27%) meer per m² geoogst dan bij 10 kLux.m². De vruchten zijn bij 15 kLux.m² wat zwaarder dan bij 10 kLux.m². Het verloop van de productie per week per belichtingsintensiteit gemiddeld over alle behandelingen is weergegeven in figuur 7.



Figuur 7 Het verloop van de productie in de tweede teelt

3.2.3 Straling

Evenals in de eerste belichte teelt, is er bij de tweede teelt uitgerekend wat de stralingsom per week is geweest van de lampen, omgerekend naar de buitenomstandigheden. In Figuur 8 is het verloop van de totale hoeveelheid licht voor de afdeling met 10 en 15 kLux.m² weergegeven in combinatie met de hoeveelheid natuurlijke instraling en het meerjarige gemiddelde voor de instraling tijdens de teeltperiode.



Figuur 8 Hoeveelheid natuurlijke instraling, het meerjarige gemiddelde en de totale straling (kunstlicht + natuurlijk) per dag tijdens de tweede teelt bij 10 en 15 kLux.m²

De gerealiseerde stralingssom van het natuurlijk licht ligt alleen in week 6 iets onder het gemiddelde. In de weken 8, 9, 11, 12, 13 en 15 ligt deze duidelijk boven het gemiddelde. Gedurende de gehele teeltperiode (week 2 tot en met 15) is de stralingssom in 2003 32% hoger geweest dan het meerjarige gemiddelde.

Bij 10 en 15 kLux.m² is de stralingssom van de lampen omgerekend naar het buitenlicht over de gehele periode respectievelijk 38.4 en 57.6 J.cm². De hoeveelheid natuurlijke instraling is in deze periode in totaal 80.4 J.cm². De totale stralingssom is bij 10 en 15 kLux.m² dan ook respectievelijk 118.8 en 138.0 J.cm². De stralingssom van de lampen komt bij 10 en 15 kLux.m² overeen met respectievelijk 48 en 72% van de natuurlijke straling in deze periode.

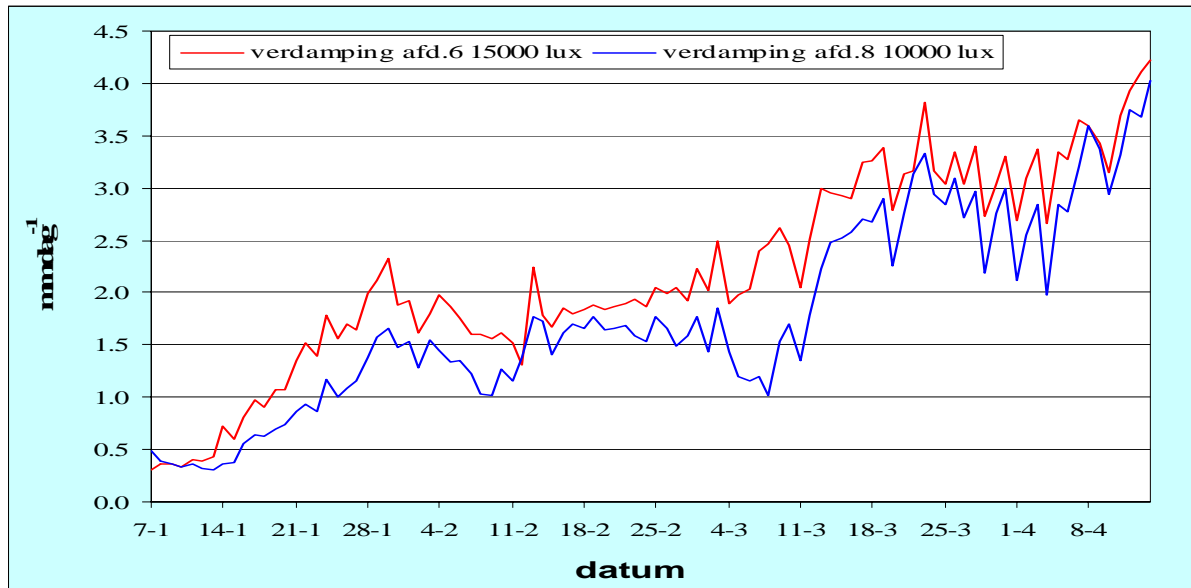
De gemiddelde stralingssom (natuur + lamplicht) per dag bedraagt in deze teelt bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk 1212 en 1408 J.cm². Deze stralingssom komt overeen met een normale stralingssom van respectievelijk week 14 (begin april) en week 15 à 16 (half april).

Over de gehele teeltperiode is het verschil in stralingssom tussen de afdeling met 10 en 15 kLux.m² ongeveer 16%. Het verschil in kiloproductie bij 10 en 15 kLux.m² aan het eind van de tweede teelt is ongeveer 26%. Dit betekent dat 1% meer licht, in de tweede teelt heeft geresulteerd in 1,6% meer productie.

Bij de optimale combinatie van behandelingen is bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk 26,5 en 33,3 kg.m² ofwel ongeveer 70 en 82 stuks.m² geproduceerd. Gezien de totale hoeveelheid straling tijdens de teeltperiode is er voor één kg product bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk ongeveer 4483 en 4144 J.cm² benodigd. Per komkommer is dit respectievelijk 1709 à 1677 J.cm².

3.2.4 Verdamping

Het verloop van de gewasverdamping van de tweede teelt is weergegeven in Figuur 9 (ook in Bijlage 5).

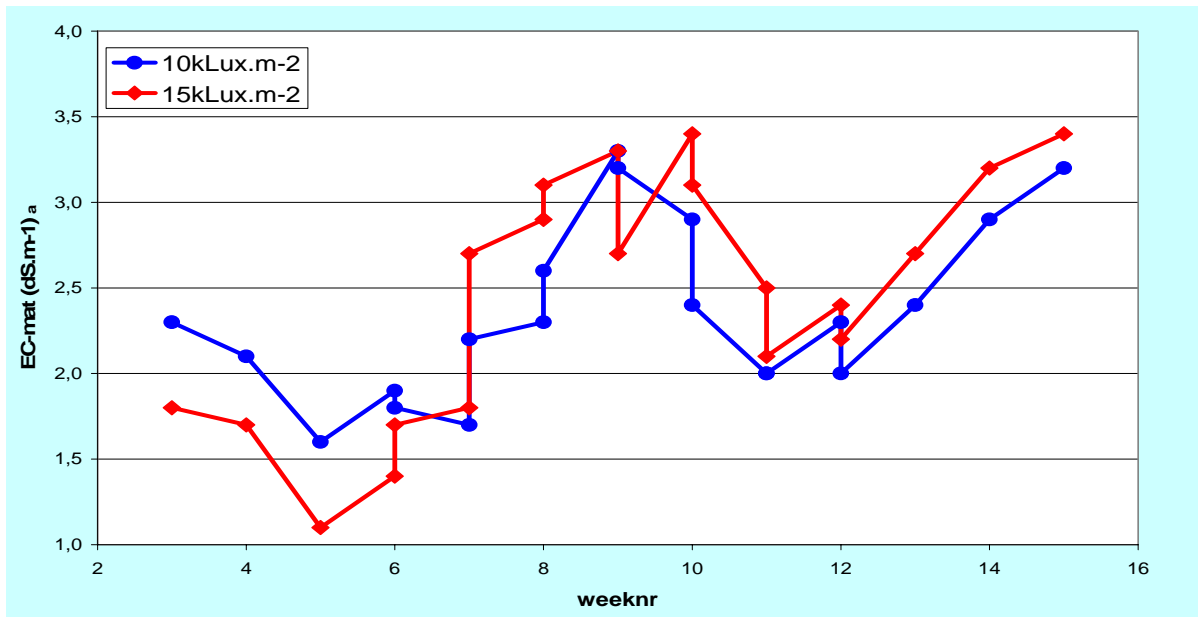


Figuur 9 Verloop gewasverdamping tweede teelt

Direct nadat de lampen aanging werd er, op een enkele uitzondering na, een duidelijk verschil in gewasverdamping tussen de twee behandelingen gemeten. Over de gehele teelt gemeten werd er een verschil in verdamping gemeten van 23 %. De pieken en dalen in het verloop van het verschil in gewasverdamping hangt samen met het gegeven dat er een omgekeerd verband bestaat tussen globale straling en de mate van hoeveelheid aanvullend licht. Op dagen met weinig buiten straling zoals in januari en begin maart is de hoeveelheid aanvullende belichting verhoudingsgewijs groot en is het verschil in gewasverdamping tussen 10 kLux.m² en 15 kLux.m² eveneens groot en loopt op tot 50%. Bij een grote hoeveelheid buitenstraling, is de hoeveelheid aanvullende belichting verhoudingsgewijs klein en is het procentuele verschil juist klein bijvoorbeeld gedurende de tweede heft van februari, maart en april. Het verschil in gewasverdamping nam af tot 10 % en lager.

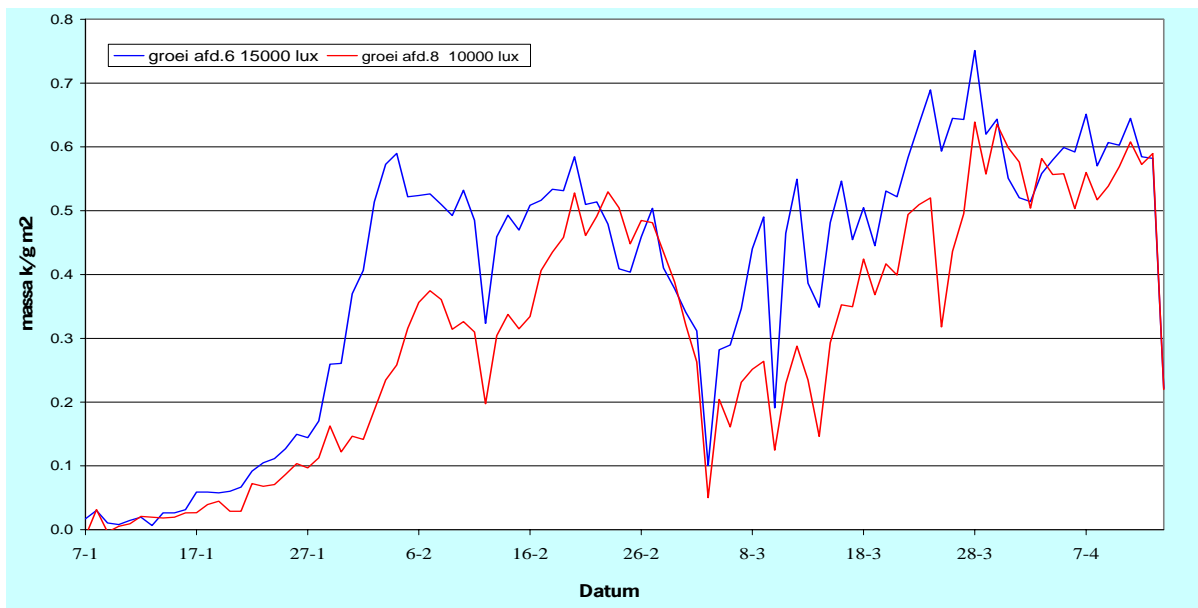
3.2.5 EC en pH verloop in de mat

Figuur 10 toont hoe de mat EC in de eerste weken laag blijft. De EC loopt, net als in de eerste teelt, op als de gewasgroei sterk afneemt. Het verschil tussen de EC's van de behandelingen is met 0,25 dS.m⁻¹ kleiner dan in de eerste teelt. De fluctuaties in mat EC zijn groter in de behandeling van 15 kLux.m².



Figuur 10 Verloop EC in het substraat in de tweede teelt

3.2.6 Gewasgroei



Figuur 11 Verloop gewasgroei in de tweede teelt

Vanaf het begin van de tweede teelt was de productie bij de behandeling met 15 kLux.m² hoger dan bij de behandeling met 10 kLux.m². Over de gehele periode is de vergewichtstoename in de behandeling met 15 kLux.m² 29% meer dan in de behandeling met 10 kLux.m².

4 Discussie

Het aantal belichte uren in de eerste en tweede teelt was circa 1390 en 1345 uur. Dat is in totaal 2735 uur. Achteraf had in de eerste teelt sneller met belichting gestart kunnen worden. In de tweede teelt is er veel belicht, maar de normale instraling was ook hoog, namelijk 32% meer dan het langjarige gemiddelde. Hierdoor was het aantal belichte uren minder dan in een normaal jaar. Tijdens de periode waarin de proef liep (oktober tot april) zal het aantal belichte uren in een normaal jaar al gauw richting de 3000 uur gaan.

Aan het einde van de eerste teelt, dat is na een teeltduur van circa 14 teeltweken, blijkt 1% meer licht 1% meer productie te geven. Na 9 teeltweken is deze verhouding echter 1: 1,4. Omdat in de laatste weken het aantal geproduceerde kilos tegenviel en er nauwelijks meerproductie was bij 15 kLux.m² ten opzichte van 10 kLux.m², had er achteraf beter eerder opnieuw geplant kunnen worden. In de tweede teelt was de relatie tussen de hoeveelheid licht en de productie aanzienlijk beter. Aan het einde van deze teelt geeft 1% meer licht 1,6% meer productie. In de januariplanting is het gewas dus zeer efficiënt met het beschikbare licht omgegaan.

Uit deze proef komt naar voren dat de meeldauwaantasting ernstiger is bij een hogere belichtingsintensiteit. Ook telers hebben de ervaring dat meeldauw hardnekkiger is bij veel instraling, onder welke omstandigheden er tevens meer wordt gelucht. Een verklaring voor de sterkere aantasting bij een hogere lichtintensiteit is waarschijnlijk dat de meeldauwschimmel gevoelig is voor wisselende klimaatsomstandigheden, vooral voor wisselende relatieve luchtvochtigheid. Bekend is dat een plotselinge verandering in luchtvochtigheid kan resulteren in het vrijkomen van sporen. Dit geldt ook voor licht, omdat het afrijpen van sporen lichtafhankelijk is (Wubben et al., 2002). Als verklaring voor het toenemen van Botrytis bij toenemende belichting kan worden gedacht aan plotselinge klimaatovergangen, al of niet verwijderen van dood plantmateriaal, teelthandelingen en de watergeefstrategie (Dik en Wubben, in voorbereiding). De wijze van aanschakelen van de lampen en de watergeefstrategie zijn wellicht nog te verbeteren. Bijlage 7 illustreert hoe ingrijpend het aanschakelen van het licht de plant beïnvloedt. In de verdampingsgrafiek van één dag is zowel een verdampingsafname bij aanschakelen van het licht te zien als een verdampingstoename bij uitschakelen.

Het EC verloop in de mat vertoont de meeste samenhang met het verloop van de gewasgroei. Er is bekend dat hoge EC waarden het geoogste versgewicht verlagen (Sonneveld en van der Burg, 1991). Dit zonder dat de droge stof productie hierdoor afneemt (Ehret en Ho, 1986ab). Een lage EC aan het begin van de dag komt de opbrengst van komkommers ten goede, maar kan Botrytis in de hand werken (van Gorp en Dik, 1996). Er wordt aangenomen dat een lage EC bij weinig verdamping leidt tot worteldruk, een plantspanning waarbij vrij vocht kan verschijnen op wonden en aan bladranden (Kitano et al, 1996). Dit kan ook optreden als bij weinig verdamping en een hoge mat-EC, een gift met lage EC wordt gegeven. Het verschil tussen EC van de gift en van de mat is dan bepalend. De kans bestaat dat hetzelfde gebeurt als aan het einde van de dag het licht plotseling wordt afgeschakeld. De druk in de plant kan dan bij lage verdamping sterk veranderen (Bijlage 7).

In beide teelten is de RV bij 15 kLux.m⁻² ondanks een wat hogere gerealiseerde temperatuur, gemiddeld rond de 5% hoger dan bij 10 kLux.m⁻². De belangrijkste oorzaak hiervan moet gezocht worden in de hogere verdamping bij meer licht. Uit metingen met de weeggoet blijkt dat de verdamping in de eerste en tweede teelt bij 15 kLux.m⁻² respectievelijk 20% en 25% hoger is. Mogelijk heeft daarbij een rol gespeeld dat de afdeling met 15 kLux.m⁻² aan één kant grensde aan een afdeling waarin paprika's werden geteeld en de afdeling met 10 kLux.m⁻² aan één zijde grensde aan een relatief koele corridor. Daardoor kon er bij de 10 kLux-afdeling meer condensatie plaatsvinden dan bij de 15 kLux.m⁻². De hogere verdamping is het gevolg van de hoeveelheid extra licht. Hoewel de correlatie van de momentane verdamping en lichtwaarden laag is, volgt de verdamping de straling over de beschouwde perioden, zoals verwacht, tamelijk nauwkeurig. Hoewel gewasgroei, voedingsopname en verdamping alle drie voor een groot deel bepaald worden door de hoeveelheid licht, zijn ze voor een ander, niet onbelangrijk deel onafhankelijk van elkaar (de Graaf en

Esmeijer, 1998; Li en Stanghellini, 2001).

In Tabel 4 wordt weergegeven dat verdamping en gewasgroei samenhangen met de buitenstraling en de totale straling (figuren in Bijlagen 5 en 6). De correlatie met de totale straling is, zoals te verwachten, beter dan met buitenstraling alleen. Opvallend is de matige correlatie tussen licht enerzijds en verdamping anderzijds in de eerste teelt. Dit is een gevolg van de geringe spreiding in lichtsommen in de eerste teelt. Het betekent dat zowel verdamping als groei voor een groot deel verklaard worden door straling, maar dat er ook andere factoren van invloed zijn, die een minder sterke invloed hebben. Dit betekent dat over een periode van meerdere dagen vaak uitstekende samenhang bestaat tussen straling enerzijds en verdamping en groei anderzijds, terwijl er op kleinere schaal flinke afwijkingen mogelijk zijn. Dit blijkt ook uit de grafieken die de verdamping van de behandeling 15 kLux.m² weergeven in procenten van de verdamping in de behandeling 10 kLux.m². De verhouding vertoont schommelingen tot 30% op een schaal van enkele dagen, maar is als cumulatieve waarde stabiel.

Tabel 4 Gemeten correlaties

Correlaties	Eerste teelt		Tweede teelt	
	10 kLux.m ²	15 kLux.m ²	10 kLux.m ²	15 kLux.m ²
	R ² in %	R ² in %	R ² in %	R ² in %
Buitenstraling vs verdamping	0.67	0.47	0.93	0.91
Totale straling versus verdamping	0.51	0.56	0.92	0.94
Buitenstraling vs gewasgroei	0.30	0.29	0.33	0.22
Totale straling versus gewasgroei	0.48	0.48	0.29	0.27

5 Conclusies

Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van informatie over de invloed van aanvullende belichting op gewasverdamping en gewasgroei. De hoofdconclusies zijn;

1. In de eerste teelt leidde 29% meer licht tot 27% meer geoogst versgewicht, in de tweede teelt leidde 17% meer licht tot 27% meer geoogst versgewicht.
2. De verdamping nam in de eerste teelt gemiddeld 20% toe en in de middenperiode 30% (de lagere verdamping in de eerste weken trekt het gemiddelde omlaag). De verdamping nam in de tweede teelt gemiddeld 23% toe.
3. Uit de eerste twee conclusies volgt dat de verdamping weliswaar in de zelfde orde van grootte toeneemt als de verdamping, maar dat tijdelijk flinke verschillen bestaan. Dit betekent dat een goede feedback controle op het drainagepercentage of het matwatergehalte een zinvol hulpmiddel is.

De gebruikte meetgoot gaf ook informatie over de gewasgroei (versgewichtstoename). Hieruit volgde;

4. In de eerste teelt was de gewasgroei 24%, in de tweede teelt 29%. Hoewel gewasgroei en geoogst versgewicht eenzelfde verloop vertonen, laat de gewasgroei grotere fluctuaties zien. Eén oorzaak is dat een weeggoot al groei-effecten weegt van uitgroeïende vruchten en dus voorloopt op de oogst. Een tweede reden is dat bij het oogsten onwillekeurig bijzonder grote of kleine oogsten worden vermeden. Uiteraard toont de gewasgroei (met één meetwaarde per minuut) veel meer detail dan het geoogste product.

Bij een hogere belichtingsintensiteit zijn planten gevoeliger voor meeldauw en Botrytis.

5. Aan het einde van de tweede teelt zijn er bij 10 en 15 kLux.m² respectievelijk 4 en 23% van de planten door Botrytis aangetast. Mogelijke oplossingen zijn het geleidelijk in plaats van plotseling aanschakelen van de belichting en het vermijden van giften met een EC die lager ligt dan die in de mat bij aanvang van de belichtingsperiode. Mogelijk is het in dit kader ook zinvol de mat EC stabiel te houden.

Een laatste conclusie geldt het verloop van de EC in de mat.

6. Het EC verloop in beide belichte teelten was wisselend. Het verloop bij 15 kLux.m² fluctueerde sterker dan bij 10 kLux.m². De EC in de mat vertoont de meeste samenhang met het verloop van de gewasgroei. De fluctuaties in deze teelt waren ongewenst groot door de invloed van belichten. Bij het werken met belichting is het daarom zinvol een feedback controle op mat EC te installeren.

Literatuur

- Baas, R., 2003. Praktische mogelijkheden planttemperatuurmeting nog beperkt. Vakblad voor de Bloemisterij, 58(2003)50, 42-43.
- Blok, C., Gelder, de, A., 2004. Weeggoten op praktijkbedrijven. Ervaringen met een prototype weeggot op één komkommer en één tometenbedrijf. Project 416.00048. PPO, Naaldwijk, Holland.
- Dik, A., Wubben, J.P., in voorbereiding. Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. In Botrytis: biology, pathology and control (eds: Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski & N. Delen). Kluwer Academic Publishers.
- Disco, A., 2003. Finse paprikateler steekt zijn licht op. Groenten & Fruit, 3 april 2003, p. 22-23.
- Ehret, D.L., Ho, L.C., 1986a. Effects of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit. J. Exp. Botany 37 (182) 1294-1302.
- Ehret, D.L., Ho, L.C., 1986b. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. Journal of Horticultural Science, 61(3), 261-267.
- Graaf, de, R., Esmeijer, M.H., 1998. Comparing calculated and measured water consumption in a study of the minimal transpiration of cucumbers grown on rockwool. Acta Hort., 458, 103-111.
- Graaf, de, R., Blok, C., Baas, R., 2003. Weeggot verklaart verdamping en groei : meten. Vakblad voor de Bloemisterij. 58(2003)29, 34-35.
- Gurp, van, H., Dik, A., 1996. Lang druppelen geeft meer botrytis. Groenten & Fruit, 5 jan., 22-23.
- Janse, J., 2003. Hoge productie bij belichting komkommer. Groenten & Fruit, 19 juni 2003, p. 24-25.
- Janse, J., Paassen, van, R., Berkhout, B., 2003. Belichting bij komkommer. Onderzoek 2002-2003. Projectnummer 417.04355. PPO, Naaldwijk, Holland.
- Kersten, M., 2003. Smaakproef komkommer belichtingsproef. Kort verslag PPO.
- Kitano, M., et al 1996. Interactive dynamics of fruit and stem growth in tomato plants as affected by root water condition I. Expansion and contraction of fruit and stem. Biotronics 25 67-75.
- Li, Y.L., Stanghellini, C., 2001. Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato. Sc. Hort. 89 9-21.
- Sonneveld, C. Burg, van der, A.M.M., 1991. Sodium Chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. Netherlands J. of Agric. Sc., 39, 115-122.
- Wubben, J.P., Lanser, C., Bosker, I., Schüttler H., Koedijk H., 2002. Echte meeldauw in Potplanten. Epidemiologie en geïntegreerde bestrijding. Rapport 556. PPO, Aalsmeer, Holland.

Bijlage 1 Ingesteld klimaat

Tabel 1 Klimaatinstellingen voor de kasafdelingen met 10 en 15 kLux.m² tijdens de eerste teeltperiode (1 oktober 2002 tot 3 januari 2003)

Datum	Stooktemperatuur (°C)				Ventilatietemperatuur (°C)				Periode belichting (uur)		CO ₂ (ppm)
	10 kLux.m ²		15 kLux.m ²		10 kLux.m ²		15 kLux.m ²		10 kLux.m ² x	15 kLux.m ²	
	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag			
1/10	20	21	20	21	21	22	21	22	-	-	700
3/10	21	21	21	21	21,5	21,5	21,5	21,5	12 - 16 ¹⁾	12 - 16 ¹⁾	700
9/10	21	21	21	21	21,5	21,5 +2	21,5	21,5 +2	12 - 20 ¹⁾	12 - 20 ¹⁾	700
17/10	16	21	16	21	17	22 +2	17	22 +2	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	700
24/10	17,5	20,5	18	21	18,5	21,5 +2	19	22 +2	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
30/10	18,5	20,5	19	21	19,5	21,5 +2	20	22 +2	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
28/11	18,5	20,5	19	20	19,5	21,5 +2	20	21 +2	0 - 20 ²⁾	0 - 20 ²⁾	800
3/12	20,5	20,5	22	22	23,5	23,5	25	25	2 - 20	4 - 20	600
10/12	20,5	20,5	21	21	25	25	25	25	2 - 20	2 - 20	600
27/12	21	22	21	22	25	25	25	25	2 - 20	2 - 20	1000

¹⁾ belichting uit bij instraling > 200 W/m², dode zone van 50 W/m²

²⁾ belichting uit bij instraling > 250 W/m², dode zone van 50 W/m²

Tabel 2 Klimaatinstellingen voor de kassen met 10 en 15 kLux.m² tijdens de tweede teeltperiode 7 (Januari 2003 tot 15 April 2003).

Datum	Stooktemperatuur (°C)				Ventilatietemperatuur (°C)				Periode belichting (uur)		CO ₂ (ppm)
	10 kLux.m ²		15 kLux.m ²		10 kLux.m ²		15 kLux.m ²		10 kLux.m ²	15 kLux.m ²	
	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag			
8/1	21	21	21	21	27	27	27	27	7,30 ²⁾ 0	7,30 ²⁾ 0	700
16/1	22	24	21,5	25	27	27	27	27	7,30 ²⁾ 0 ¹⁾	7,30 ²⁾ 0 ¹⁾	700
23/1	22	24	21,5	25	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
4/2	21	23	20	23	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
11/2	21	23	21,5	21,5	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	800
18/2	21	23	21,5	21,5	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	800
20/2	21	23	21,5	21,5	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	26 ²⁾	4 - 20 ³⁾	4 - 20 ³⁾	800
25/2	21	21	21	21	25	25	25	25	4 - 20 ¹⁾	4 - 20 ¹⁾	900
5/3	21	21	21	21	25	25	25	25	0 - 20 ¹⁾	0 - 20 ¹⁾	900
12/3	16	23	18	23	26	26	25	25	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	1000
25/3	16	23	18	23	26	26	26	26	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	1000
28/3	20	23	20	23	26	26 ⁴⁾	26	26 ⁴⁾	0 - 20 ³⁾	0 - 20 ³⁾	1500

¹⁾ belichting uit bij instraling > 200 W/m², dode zone van 50 W/m²

²⁾ maximum lucht 5%

³⁾ belichting uit bij instraling > 300 W/m², dode zone van 25 W/m²

⁴⁾ na 14,30 uur ventilatietemperatuur op 27°C

Bijlage 2 Gerealiseerd klimaat

Tabel 1 Gerealiseerd klimaat per week in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 1 oktober 2002 tot 3 Januari 2003) in de afdeling met respectievelijk 10 en 15 kLux.

Week-nummer	Etmaaltemperatuur (°C)		Etmaal RV (%)		Buistemperatuur (°C)		CO ₂ dag (lichtperiode) (ppm)		Belichtingsduur /dag (uur)	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
40	22,3	22,2	64	67	0,7 ¹⁾	0,7 ¹⁾
41	21,3	21,5	62	65	41,4	37,2	681	630	3,4	3,4
42	20,7	21,0	75	78	36,9	27,6	720	650	10,9	10,9
43	20,5	21,1	80	82	37,9	26,5	567	509	17,3	17,3
44	20,7	21,5	81	82	29,8	25,8	704	595	16,0	16,0
45	20,4	21,3	78	81	32,8	26,3	728	704	18,3	18,3
46	20,3	21,3	81	84	30,2	25,4	863	836	17,6	17,6
47	20,3	21,3	82	85	33,9	29,9	1043	875	18,1	18,1
48	20,1	20,8	81	86	40,7	26,5	903	897	17,9	17,9
49	20,4	22,0	76	84	53,9	31,5	764	669	17,9	17,1
50	20,3	21,6	74	83	46,4	25	633	651	17,3	17,0
51	20,6	21,8	81	87	35,9	24,8	653	677	16,4	16,4
52	21,0	21,9	85	88	39,9	28,2	904	933	16,7	16,7
1	21,6	22,1	81	86	48,8	43,7	926	899	16,1 ¹⁾	16,1 ¹⁾
<i>gemiddeld</i>	<i>20,8</i>	<i>21,5</i>	<i>77</i>	<i>81</i>	<i>39,1</i>	<i>29,1</i>	<i>776</i>	<i>733</i>	<i>14,6</i>	<i>14,5</i>

¹⁾ Geen volledige week

Tabel 2 Gerealiseerd klimaat per week in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 7 januari 2003 tot 15 April 2003) in de afdeling met respectievelijk 10 en 15 kLux.m²

Week-nummer	Etmaaltemperatuur (°C)		Etmaal RV (%)		Buistemperatuur (°C)		CO ₂ dag (lichtperiode) (ppm)		Belichtingsduur /dag (uur)	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
2	20,7	21,2	49	56	46	39	812	751	7,7	7,7
3	22,0	22,6	65	72	55,6	48,1	723	716	12,5	12,5
4	23,0	23,5	71	79	50,1	39,7	725	734	14,9	14,9
5	22,8	23,4	73	82	51	35	721	734	18,2	18,2
6	21,8	22,7	76	84	42,3	32,3	733	762	18,8	18,8
7	21,5	21,8	71	79	53,5	42,4	709	727	15,9	15,9
8	22,3	22,3	70	80	42,4	37,4	747	783	12,7	12,7
9	22,2	22,6	76	81	44,7	39,3	740	751	10,7	10,7
10	21,7	22,3	76	82	44,9	37,6	786	799	15,5	15,5
11	22,0	22,7	74	80	42,5	37,4	765	780	15,5	15,5
12	22,9	23,2	77	77	38,3	40,9	809	813	12,8	12,8
13	23,4	23,6	78	80	39,8	34,7	764	774	13,9	13,9
14	23,3	23,6	77	79	42,6	43,4	1016	1072	14,7	14,7
15	23,4	23,7	72	77	39,6	43,9	915	1005	8,1	8,1
<i>Gemiddeld</i>	<i>22,4</i>	<i>22,8</i>	<i>72</i>	<i>78</i>	<i>45,2</i>	<i>39,4</i>	<i>783</i>	<i>800</i>	<i>13,7</i>	<i>13,7</i>

Bijlage 3 EC en pH

Tabel 1 Gerealiseerde EC en pH in de mat in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 7 januari 2003 tot 15 April 2003) bij 10 en 15 kLux.m²

Datum	Gerealiseerde EC (mS/cm)		Gemeten pH	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
7/10	2,8	2,8	6,7	6,7
11/10	3,1	3,1	6,6	6,5
14/10	3,2	3,0	6,5	6,4
17/10	3,3	3,2	6,5	6,5
21/10	2,9	2,8	6,5	6,5
25/10	3,0	3,1	6,5	6,7
30/10	3,4	3,1	6,3	6,6
1/11	3,8	4,3	5,9	6,3
4/11	3,6	4,2	5,9	6,6
6/11	3,3	4,2	6,1	6,7
11/11	2,9	3,4	6,1	6,8
15/11	.	2,5	.	6,7
18/11	2,7	3,0	6,4	6,7
26/11	2,7	2,5	6,5	7,0
2/12	3,2	2,2	7,0	6,5
6/12	3,2	2,4	7,0	6,7
10/12	4,0	3,0	6,2	6,0
13/12	3,7	3,8	7,1	7,0
15/12	3,8	3,8	6,9	6,7
19/12	3,6	3,6	6,8	6,8
23/12	3,3	3,2	6,7	6,6
27/12	2,6	2,7	6,6	6,4
<i>Gemiddeld</i>	<i>3,2</i>	<i>3,2</i>	<i>6,5</i>	<i>6,6</i>

Tabel 2 Gerealiseerde EC en pH in de mat in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 1 oktober 2002 tot 3 Januari 2003) bij 10 en 15 kLux.m²

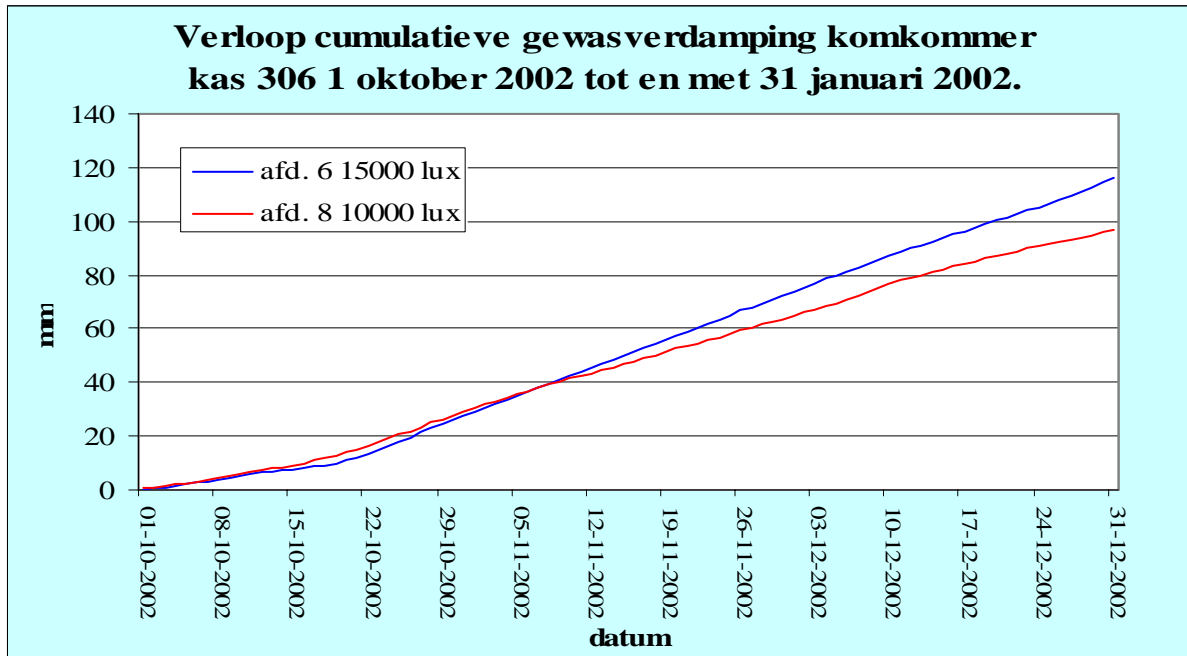
Datum	Gerealiseerde EC (mS/cm)		Gemeten pH	
	10 kLux	15 kLux	10 kLux	15 kLux
15/1	2,3	1,8	6,8	6,7
20/1	2,1	1,7	7,1	6,9
27/1	1,6	1,1	7,0	6,7
3/2	1,9	1,4	6,6	6,7
7/2	1,8	1,7	6,6	6,7
10/2	1,7	1,8	6,5	6,8
13/2	2,2	2,7	6,2	6,3
17/2	2,3	2,9	6,7	6,4
20/2	2,6	3,1	6,6	6,4
24/2	3,3	3,3	6,5	6,7
27/2	3,2	2,7	6,6	6,9
3/3	2,9	3,4	6,7	6,6
7/3	2,4	3,1	6,7	6,7
10/3	2,0	2,5	6,9	6,6
14/3	2,0	2,1	7,1	6,6
17/3	2,3	2,4	6,5	6,0
20/3	2,0	2,2	6,6	6,0
26/3	2,4	2,7	6,6	6,2
31/3	2,9	3,2	6,1	6,2
10/4	3,2	3,4	6,2	6,2
<i>Gemiddeld</i>	<i>2,4</i>	<i>2,5</i>	<i>6,6</i>	<i>6,5</i>

Bijlage 4 Bestrijdingen

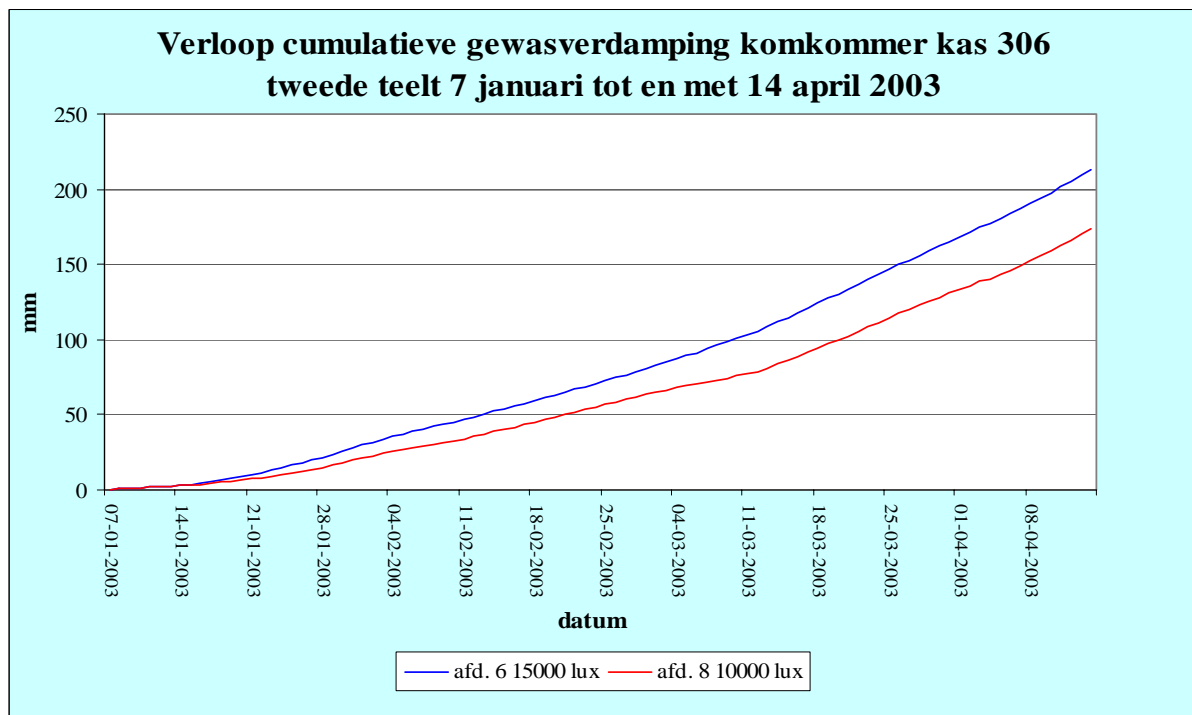
<i>Tabel 1</i> Uitgevoerde bespuitingen met middelen tegen ziekten en plagen in eerste belichte komkommerteelt in beide afdelingen			
Datum	Meeldauw	Trips	Witte vlieg
2/10	Baycor		
7/10		Vertimec	
10/10	Baycor		
15/10	Baycor		
18/10	Nimrod		
25/10	Nimrod		
30/10	Nimrod		
4/11	Fungafloor		
8/11	Fungafloor		
13/11	Fungafloor		
14/11			InseCare
15/11			Plenum
21/11	Nimrod		
25/11	Rocket		
29/11	Rocket		
5/12	Rocket		
10/12	Nimrod		
20/12		Vertimec	

<i>Tabel 2</i> Uitgevoerde bespuitingen met middelen tegen ziekten en plagen in de tweede belichte komkommerteelt in beide afdelingen			
Datum	Meeldauw	Trips	Witte vlieg
4/3	Fungafloor		
9/3	Fungafloor		
14/3	Fungafloor		

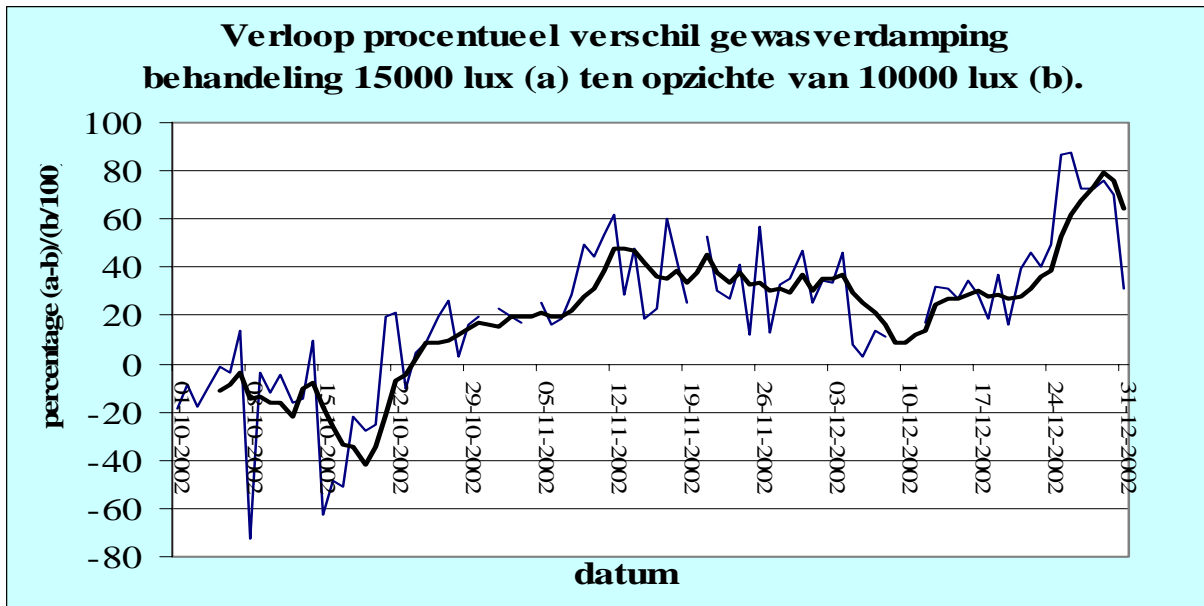
Bijlage 5 Verdamping cumulatief en procentueel



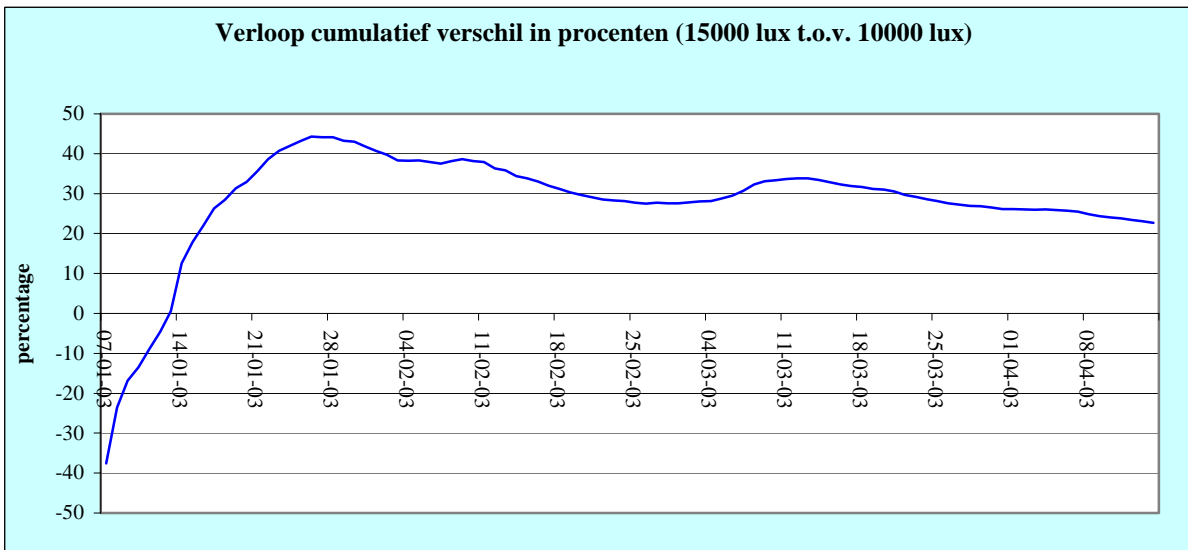
Figuur 1 Cumulatieve gewasverdamping eerste teelt



Figuur 2 Cumulatieve gewasverdamping tweede teelt

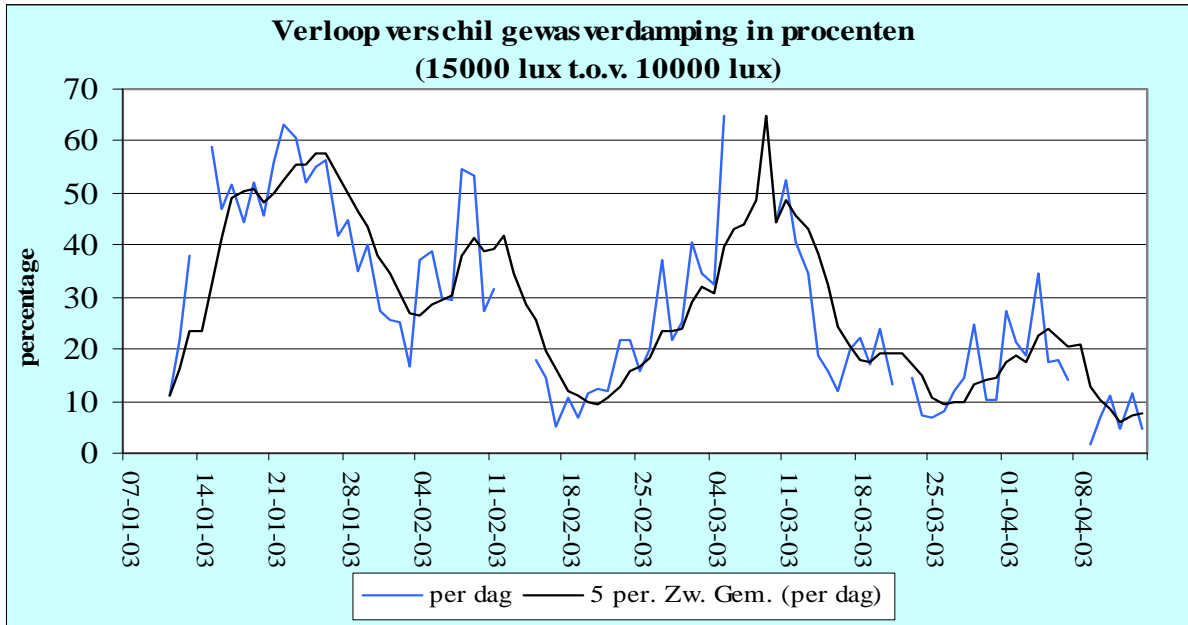


Figuur 3 Verloop cumulatief verschil in gewasverdamping eerste teelt, uitgedrukt in procenten ten opzichte van de behandeling 10 kLux.m². Gemiddelde over één en over drie dagen (gedempt verloop, dunne blauwe lijn).



Figuur 4 Verloop cumulatief verschil in gewasverdamping tweede teelt, uitgedrukt in procenten ten opzichte van de behandeling 10 kLux.m². Gemiddelde over drie dagen (gedempt verloop)

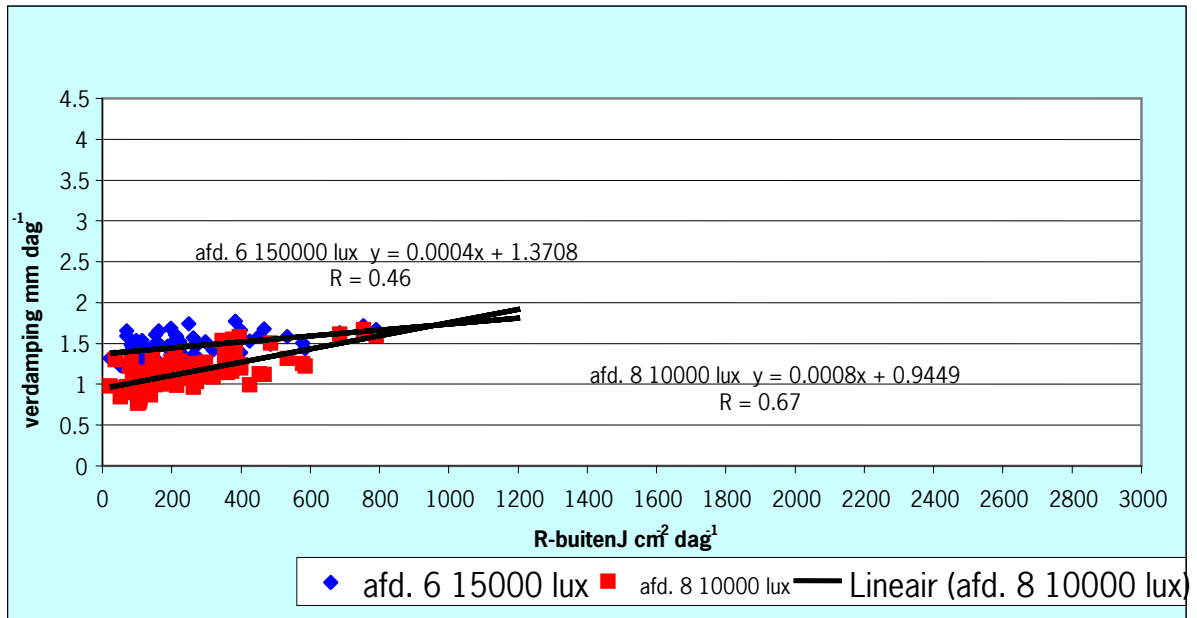
In Figuur 4 is het cumulatief verschil in gewasverdamping in procenten weergegeven. Vanaf het moment dat de lampen werden aangezet zijn er grote verschillen in gewasverdamping tussen 1000 lux.m² en 15 kLux.m². Verschillen die in het begin van de teelt opliepen tot ruim 40%. Later in de teelt verliep het percentage min of meer golvend. Aan het einde van de teelt bedroeg het verschil in gewasverdamping nog 23%. Het momentane procentuele verschil (Figuur 5) geeft een duidelijker beeld van het golvend verloop van het verschil in gewasverdamping tussen de twee behandelingen.



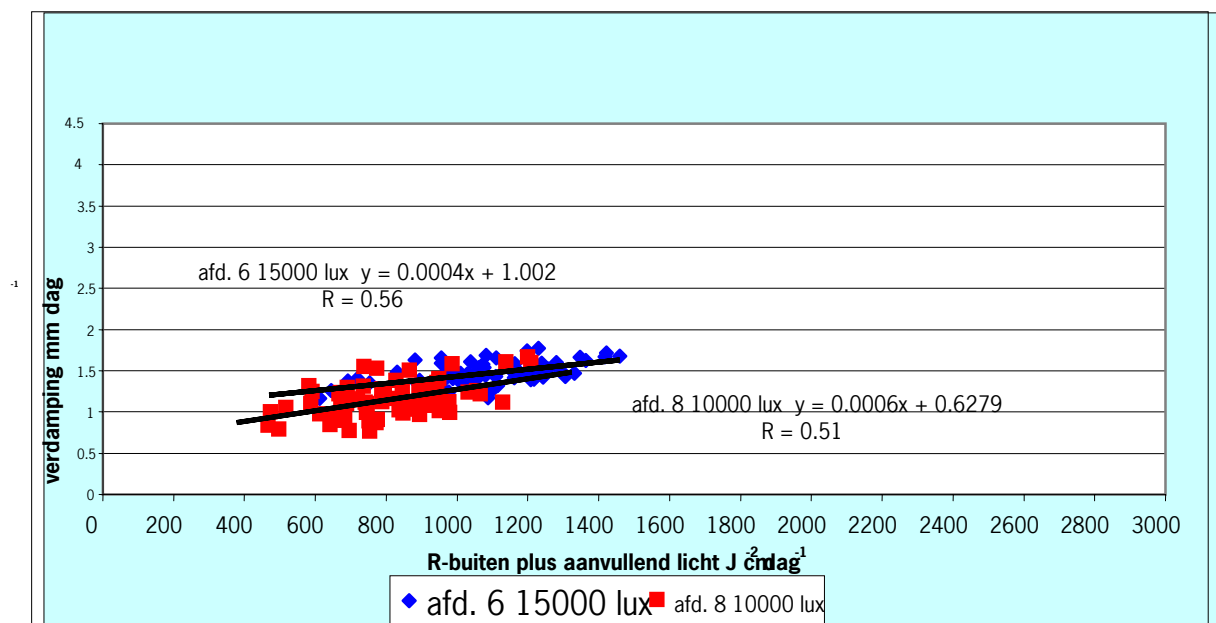
Figuur 5

Verloop cumulatief verschil in gewasverdamping eerste teelt, uitgedrukt in procenten ten opzichte van de behandeling 10 kLux.m². Gemiddelde over één en over drie dagen (gedempt verloop, dunne blauwe lijn).

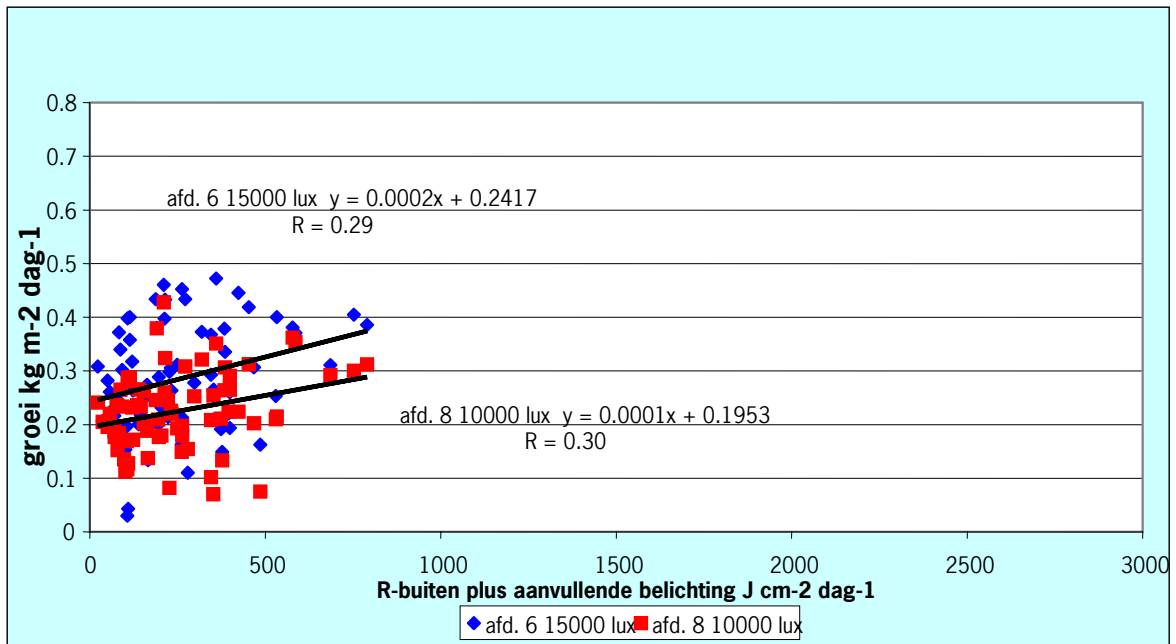
Bijlage 6 Straling vs verdamping en gewasgroei



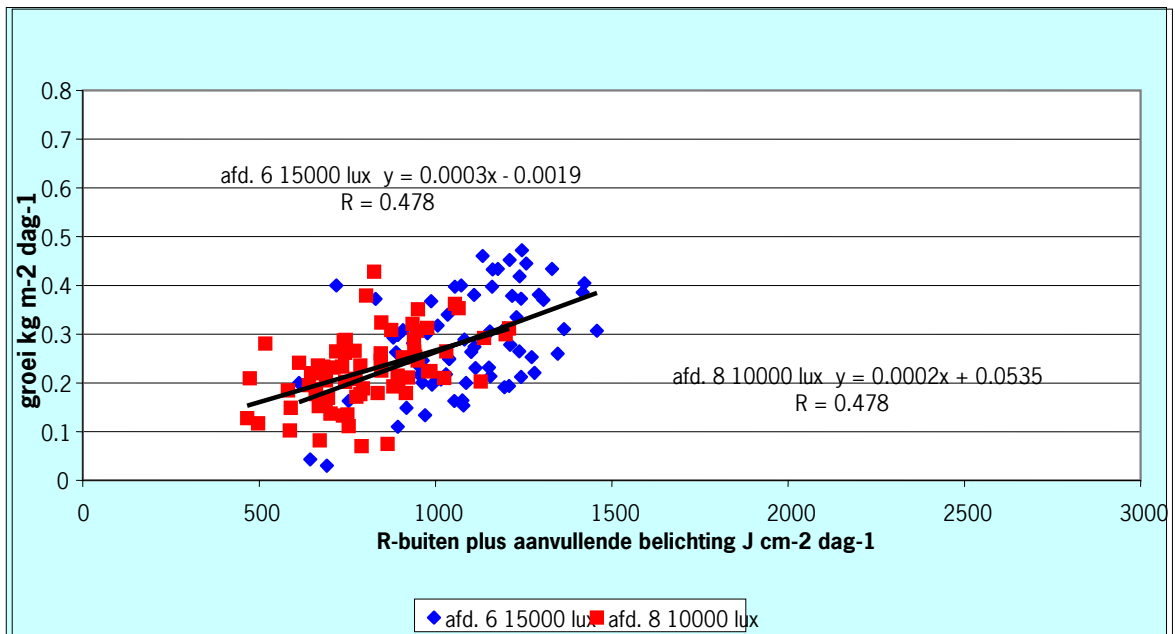
Figuur 1 Correlatie tussen globale buitenstraling en gewasverdamping in de eerste teelt



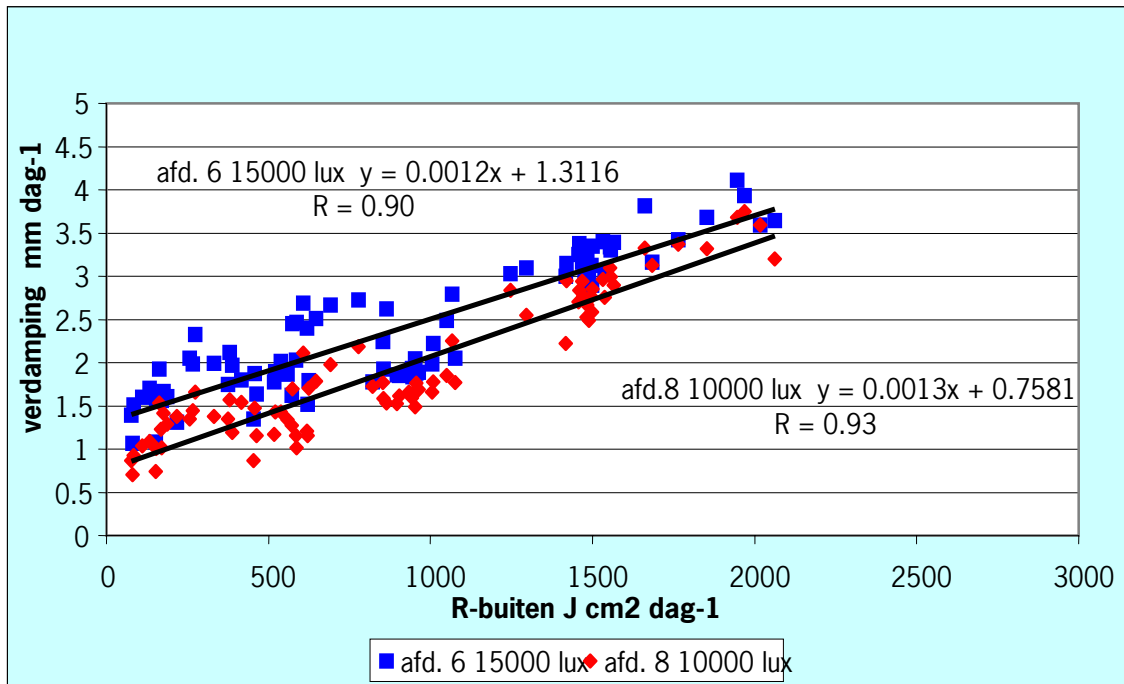
Figuur 2 Correlatie tussen globale buitenstraling plus de naar buitenstraling omgerekende aanvullende belichting en gewasverdamping in de eerste teelt



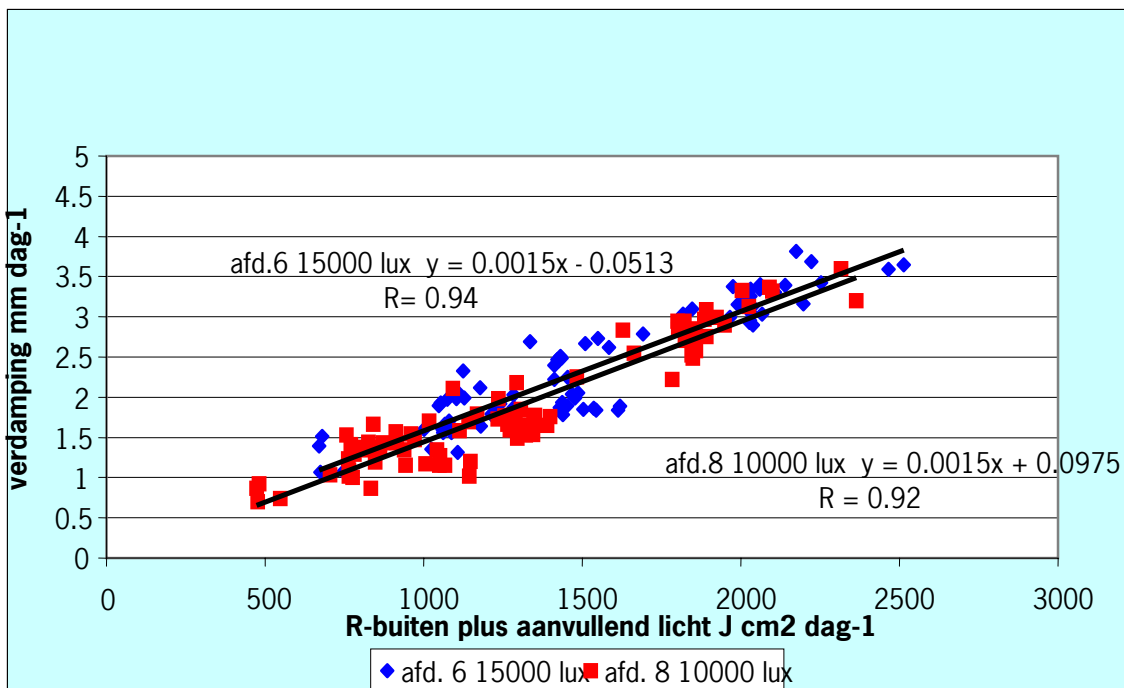
Figuur 3 Correlatie tussen globale buitenstraling en gewasgroei in de eerste teelt



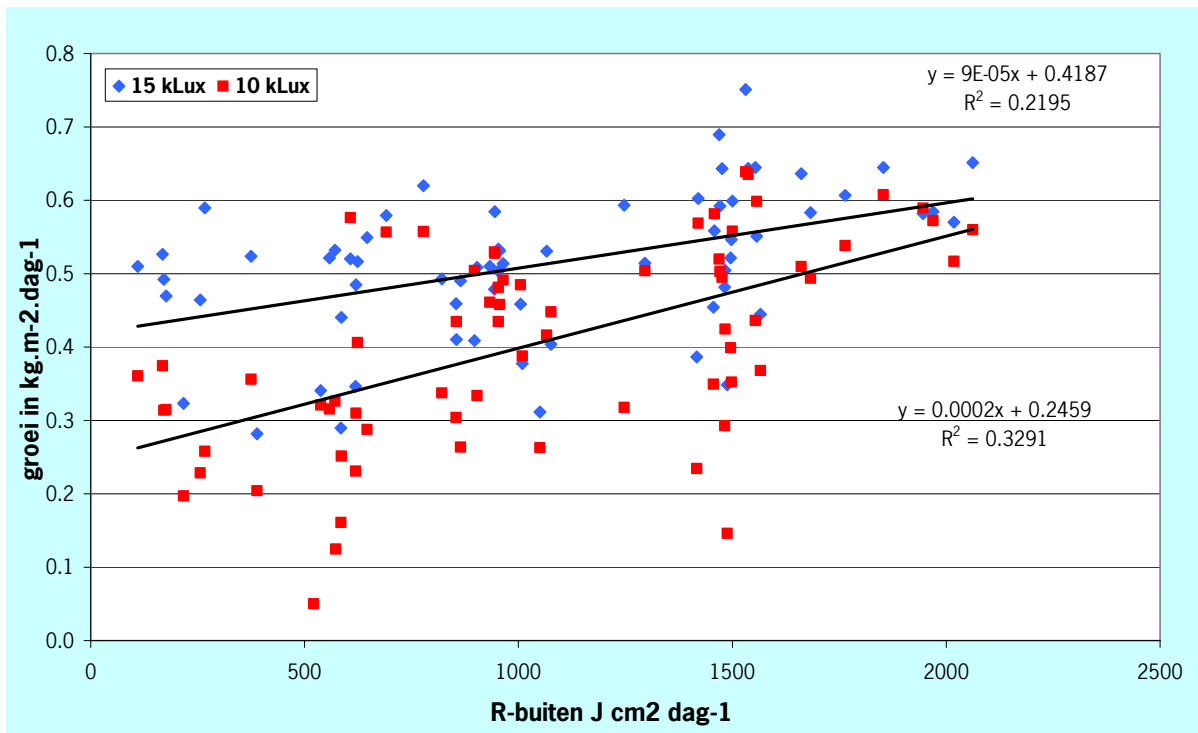
Figuur 4 Correlatie tussen globale buitenstraling plus de naar buitenstraling omgerekende aanvullende belichting en gewasverdamping in de eerste teelt



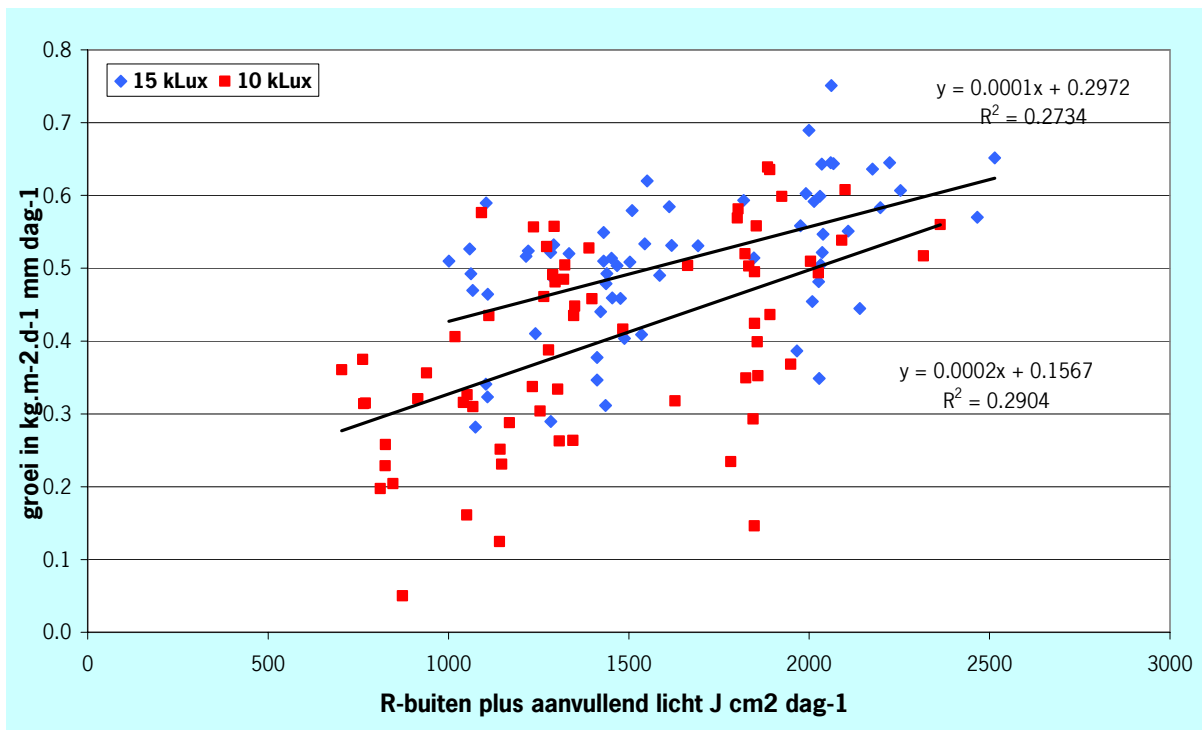
Figuur 5 Correlatie tussen globale buitenstraling en gewasgroei in de tweede teelt



Figuur 6 Correlatie tussen globale buitenstraling plus de naar buitenstraling omgerekende aanvullende belichting en gewasverdamping in de eerste teelt



Figuur 7 Correlatie tussen globale buitenstraling en gewasverdamping in de eerste teelt



Figuur 8 Correlatie tussen globale buitenstraling plus de naar buitenstraling omgerekende aanvullende belichting en gewasverdamping in de eerste teelt

Bijlage 7 Dagverloop van de verdamping

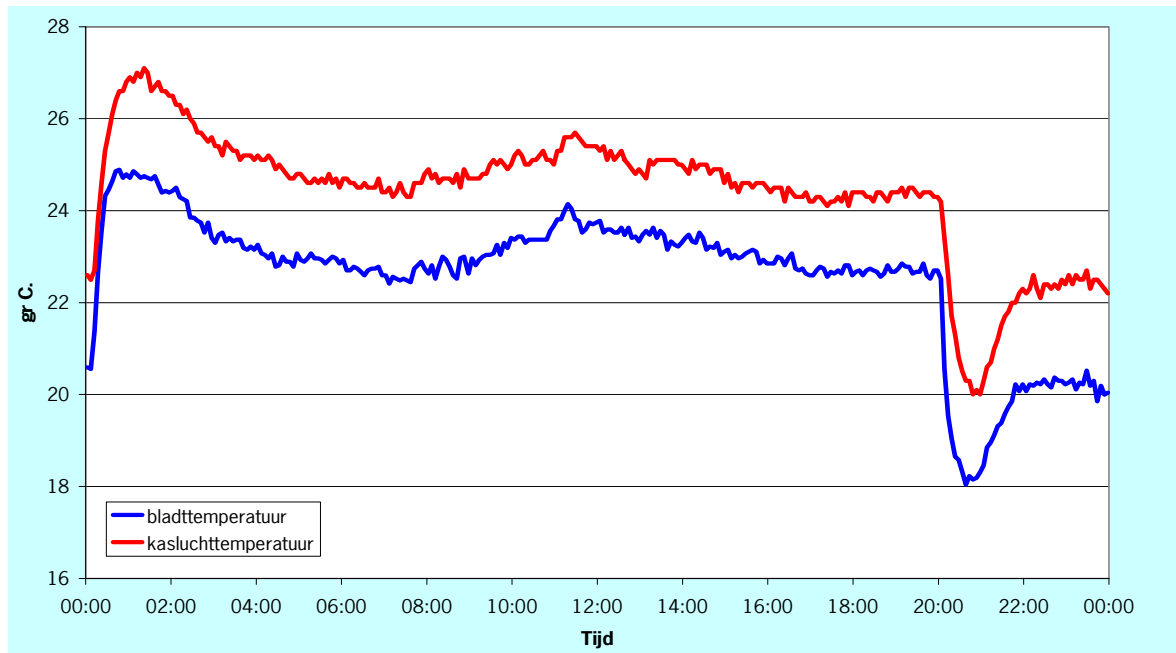


Figuur 1 Invloed van het in- en uitschakelen van de belichting op de gewasgroei zoals gemeten op 28 december 2002

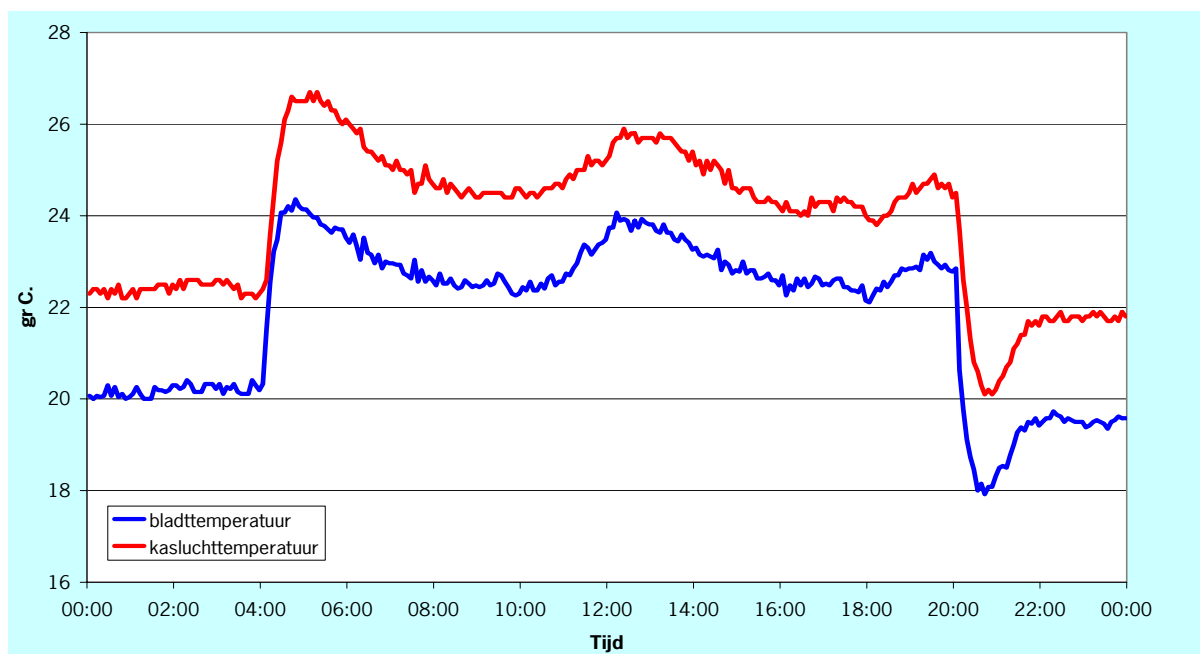


Figuur 2 Invloed van het in- en uitschakelen van de belichting op de gewasgroei zoals gemeten op 29 december 2002

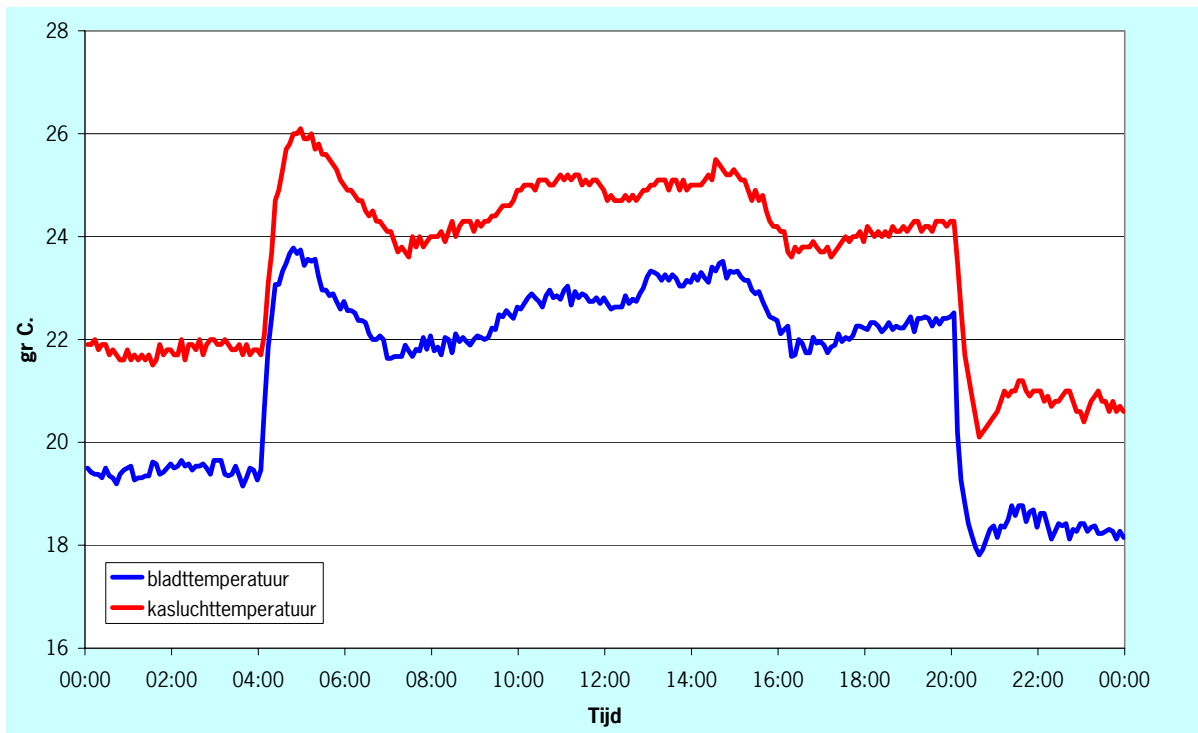
Bijlage 8 Bladtemperatuur



Figuur 1 Kenmerkend verloop van bladtemperatuur en kasluchttemperatuur op 6 december 2002



Figuur 2 Kenmerkend verloop van bladtemperatuur en kasluchttemperatuur op 7 december 2002



Figuur 3 Kenmerkend verloop van bladtemperatuur en kasluchttemperatuur op 8 december 2002