



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

De waterhuishouding bij belichte paprika

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

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

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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 is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Het onderzoek: "De waterhuishouding bij belichte paprika" is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6, 2719 EE Zoetermeer
(postadres)
Postbus 8, 2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 416.04635

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 – 63 67 00
Fax : 0174 – 63 68 35
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : <http://www.ppo.dlo.nl>

Inhoudsopgave

Pagina

1	Inleiding	5
2	Materiaal en methode	7
2.1	Proefopzet	7
2.2	Waarnemingen	7
2.3	Behandelingen	8
3	Resultaten	9
3.1	Kasklimaat.....	9
3.1.1	Licht	9
3.1.2	Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.....	10
3.2	Groei.....	11
3.3	Verdamping	12
3.4	Bladtemperatuur	13
4	Discussie en conclusies	15
4.1	Discussie.....	15
4.2	Conclusies.....	16
	Literatuur	17
Bijlage 1	Teelt.....	18
Bijlage 2	Groei	19
Bijlage 3	Verdamping.....	21
Bijlage 4	Bladtemperatuur	22

1 Inleiding

De consument is gewend aan een jaarrond leverantie van groenten. Met de traditionele teeltwijze is het niet mogelijk om onder Nederlandse omstandigheden jaarrond vruchtgroenten van uitstekende kwaliteit aan te bieden. Gedurende de wintermaanden worden onder andere aubergines, komkommers, paprika's en tomaten uit Zuid-Europese landen aan de (super)markten geleverd. Er zijn enkele Nederlandse telers die vruchtgroenten in Zuid-Europese landen telen en daardoor in staat zijn om via hun afzetorganisaties jaarrond te leveren. Bij de teelt van tomaten zijn er enkele bedrijven die in Nederland telen onder hoge belichtingsniveaus en daardoor jaarrond tomaten leveren.

In het seizoen 2002 - 2003 is op verzoek van de landelijke commissie Paprika van LTO Groeiservice bij PPO te Naaldwijk in 2 kassen onderzoek gedaan naar het effect van groei-licht op de productie en productkwaliteit bij paprika. In het onderzoek is gekeken naar verschillen in geïnstalleerd vermogen, 10 kLux.m² en 15 kLux.m², naar een rood ras (Special) en een geel ras (Fiësta) en zijn verschillen in plantbelasting gerealiseerd (Maaswinkel et al, 2003). Tevens werd besloten een parallelonderzoek, project 41604635, te verrichten naar de invloed van belichten op verdamping. 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 Maaswinkel 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 paprika bestaat uit een goot van vier tot zes meter en een drainage-opvangbak. Van alle onderdelen wordt het gewicht on line gemeten; de weeggegevens worden per minuut weggeschreven in een databestand. Normaal gesproken worden, in tegenstelling tot tomaat en komkommer, geen gewasbalken gebruikt voor het meten van het gewicht van de paprikaplant. De reden is dat paprika een verhoutte stengel heeft waar een onbekend deel van het plantgewicht op rust. Bij tomaat en komkommer hangt praktisch alle gewicht aan de gewasdraad en is daardoor apart meetbaar. In dit geval is toch het gewicht van de planten met een gewasbalk gevolgd, maar de gegevens zijn alleen als bijlage opgenomen (Bijlage 3).

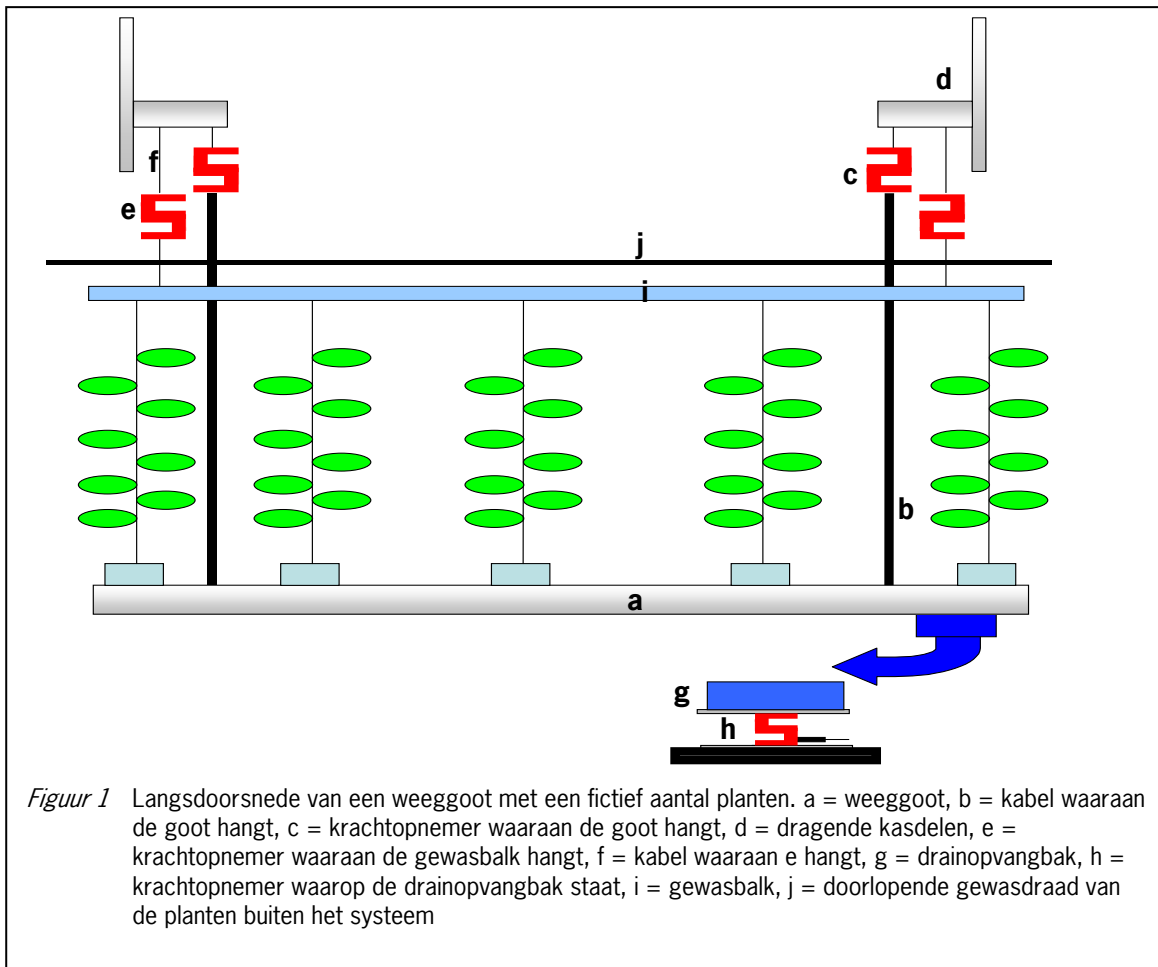
Voor het meten van het gewicht worden krachtopnemers gebruikt. De basis van een krachtopnemer is een plat stuk metaal dat vervormt onder belasting. De vervorming wordt gemeten met een op het metaal geplakt rekstrookje. De weerstand van het rekstrookje voor stroom verandert bij vervorming en wordt als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

De goot hangt aan twee krachtopnemers, de drainage-opvangbak staat op één krachtopnemer. Samen drie krachtopnemers. Elke gewasbalk hangt aan twee krachtopnemers.

Door directe meting zijn gootgewicht 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 die in dit geval niet helemaal van elkaar onderscheiden kunnen worden. De verandering in gootgewicht ten opzichte van een referentiewaarde bestaat uit een niet van elkaar te onderscheiden verandering in substraatwatergehalte en een deel van het plantgewicht. In formule:

$$\text{AANVOER} = (\text{VERDAMPING} + \text{DEEL GROEI}) + \text{DRAIN} + (\text{VERANDERING SUBSTRAATWATERGEHALTE} + \text{ANDER DEEL GROEI}) + \text{ONVERKLAARD} \quad (1)$$

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.



In principe kan met een watergehaltemeter het substraatwatergehalte worden gemeten. In dat geval kan GROEI berekend worden uit de andere termen. Dat is van toepassing bij gewassen waarbij de plant op het substraat rust zoals paprika, roos en gerbera (Baas, 2003; De Graaf et al, 2003). Dat is in dit project overwogen maar bleek financieel niet haalbaar.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet

Het onderzoek is gedaan in de kassen 306-2 en 4 van het PPO te Naaldwijk. Tussen beide afdelingen was een wit scherm aangebracht. De teeltperiode liep van 4 september 2002 tot en met 15 juli 2003. De verdampingsmetingen liepen van 9 september tot en met 31 maart. De proef is uitgevoerd op steenwolmatten. 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	Afdeling 303-2	Afdeling 303-4
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
Schermbelichting	n.v.t.	LS-10 ultra	LS-10 ultra

Tabel 2 Overzicht van de teeltgegevens

		Opmerking
Ras	Special	Special werd rood geoogst
Zaaidatum	22-07-02	
Plantdatum	04-09-02	Start metingen weeggoten 9 september (start belichting)
Stengels per plant	2	Plantdichtheid 3.5 plant per m ²
Stengels per m ²	6.9	Plantafstand 36 cm
Einde teelt	15-07-03	Einde metingen weeggoten 31 maart 2003 (einde belichting)

Het kasklimaat is geregeld op het ras Special (rood) en op het belichtingsniveau. Om de teelt te optimaliseren is er in afdeling 4, 15 kLux.m² (36.6 W.m²) een hogere ruimtetemperatuur gerealiseerd dan in afdeling 2, 10 kLux.m² (24.4 W.m²).

2.2 Waarnemingen

Kasklimaat, onder- en bovengronds

Het gerealiseerde aantal uren belichting, de kastemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid. De EC en pH waarden zijn wekelijks 1 a 2 keer gemeten (Bijlage 1). Elke 2 weken is het voedingsmonster geanalyseerd.

Gewas

Zetting, plantbelasting, uitgroeiduur van de vruchten, aantal internodiën en productie.

Gewasbescherming

Op basis van de gegevens verkregen uit de wekelijkse vangplaten en gewasinspectie is de geïntegreerde bestrijding van plaagorganisme aangestuurd in overleg met het team gewasbescherming (Bijlage 1).

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. Gedurende het gehele onderzoek is er in beide afdelingen even lang belicht, namelijk variërend vanaf 06:00 - 08:00 tot 0,5 uur vóór zononder. Bij beide belichtingsniveaus ging de belichting uit bij een instraling buiten > 300 W.m². Er is belicht vanaf week 42 in 2002 tot en met week 12 in 2003.

Er werd gebruik gemaakt van door Hortilux geleverde Son-T hogedruk natriumlampen, van 230 Volt/600 Watt met een 'deep reflector' voorschakelapparaat tussen het gewas. Bij 10 kLux.m² hangt één 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).

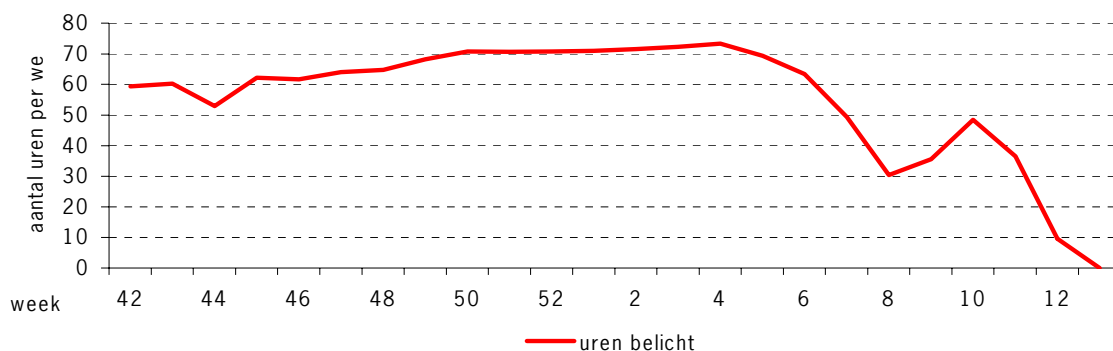
Om de totale hoeveelheid licht in praktijktermen te kunnen vergelijken met de globale straling, is de lichthoeveelheid van de lampen omgerekend naar de hoeveelheid buitenlicht. Bij 10 en 15 kLux.m² is een hoeveelheid licht in PAR gegeven van achtereenvolgens 24,4 en 36,6 W.m². Bij 1 uur belichten met 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% van periode 13 tot en met 6 (vierwekelijkse periodes). Omrekening van 10 kLux.m² belichting naar een lichtsom buiten de kas in december wordt dan $8,8 \text{ J.cm}^{-2} \text{ PAR} * (1 : 0,45) (45\% \text{ van zonlicht is groeilicht}) * (1 : 0,61) (=transmissie kas in december) = 32 \text{ J.cm}^{-2} \text{ per uur}$. 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 Kasklimaat

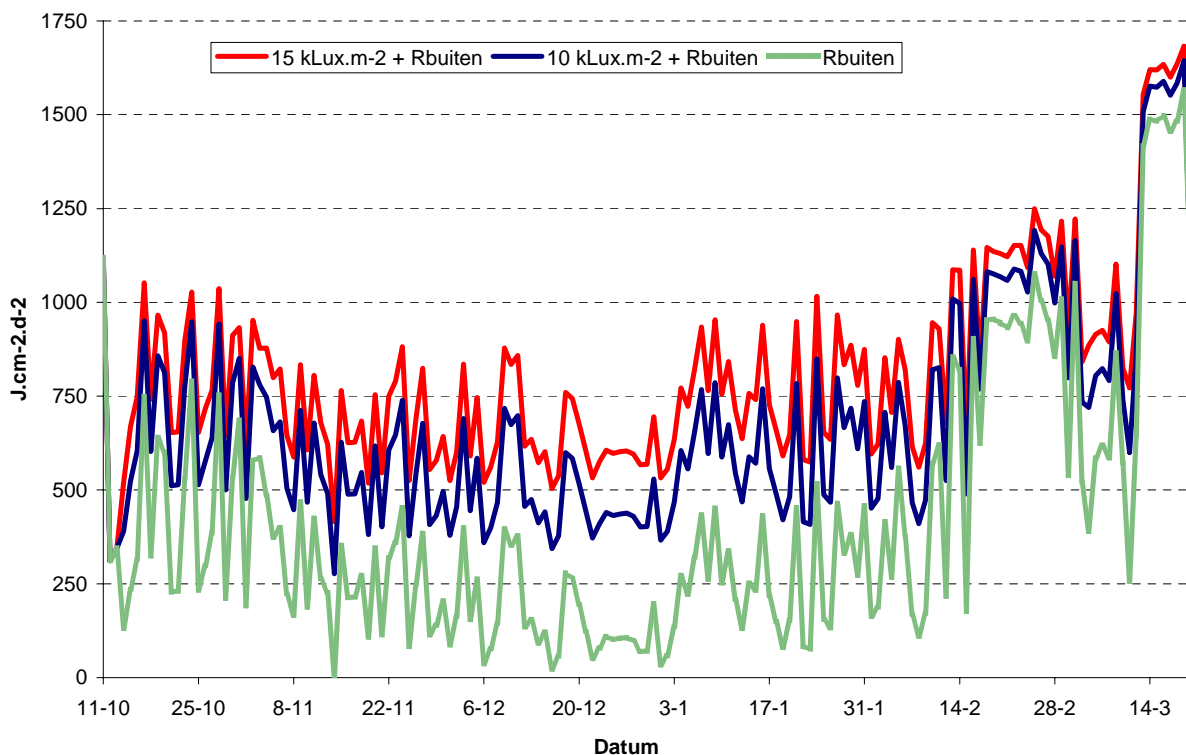
3.1.1 Licht

Het onderzoek is per 14 dagen besproken door de BCO (BegeleidingsCommissie Onderzoek) van de landelijke paprika commissie van LTO Groeiservice. In beide afdelingen is even lang, totaal 1329 uur, belicht.



Figuur 2 Het aantal uren groeilicht per week van week 42 in 2002 tot en met week 12 in 2003

Uit Figuur 2 blijkt, dat er tussen week 49 en week 4 gemiddeld 70 uur per week, dus 10 uur per dag is belicht. Vanaf week 5 neemt het aantal belichtingsuren af, tot 30 uur in week 8. In week 10 is er nog 50 uur belicht waarna het aantal belichte uren sterk afnam en in week 13 gestopt werd met belichten.



Figuur 3 Naar buitenniveau omgerekende straling bij de behandelingen en de gemeten buitenstraling

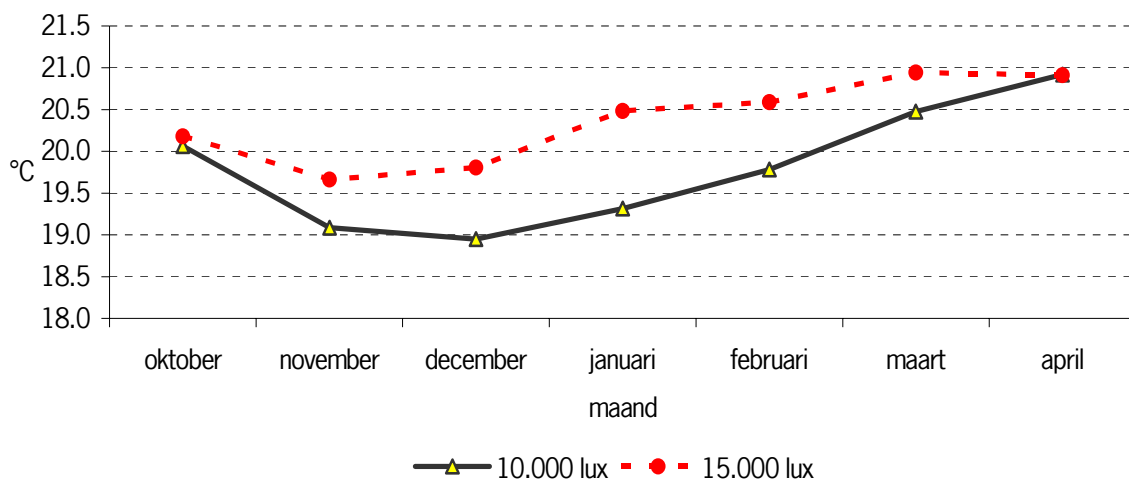
Tabel 3 Straling omgerekend naar buitenstraling

		Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	gem.
10 kLux.m ²	J.cm ² .d ¹	1079	741	559	478	590	836	1235	785
15 kLux.m ²	J.cm ² .d ¹	1079	813	697	638	756	938	1287	884
buitenstraling	J.cm ² .d ¹	1079	599	283	157	257	632	1132	585
verschil 10-15 tov 10 kLux.m ²	%		10%	25%	34%	28%	12%	4%	13%
10 kLux.m ² tov buitenstraling	%	100%	124%	197%	303%	230%	132%	109%	134%
15 kLux.m ² tov buitenstraling	%	00%	136%	246%	405%	295%	149%	114%	151%

Figuur 3 en Tabel 3 tonen de hoeveelheid buitenstraling en de naar buitenstraling omgerekende hoeveelheid kunst- en natuurlicht van de beide behandelingen. Tabel 3 laat zien dat de hoeveelheid straling in de wintermaanden aanzienlijk is verhoogd met assimilatielicht. Ook is te zien dat in de proefperiode 10-35% meer licht ontvangen is door de behandeling met 15 kLux.m² ten opzicht van 10 kLux.m².

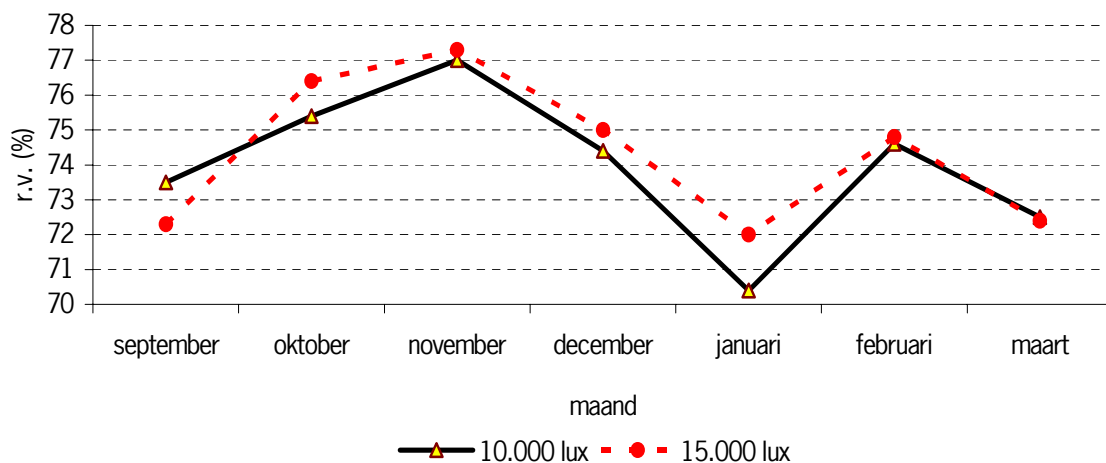
3.1.2 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

De stooktemperatuur bij 15 kLux.m² was vanaf 20 november tot 20 maart 2°C hoger dan de stooktemperatuur bij 10 kLux.m². De ventilatie temperatuur werd tot en met eind oktober 1 à 2°C boven de stooktemperatuur ingesteld. Gedurende de koudste maanden is de ventilatie temperatuur op 27°C ingesteld om luchten te voorkomen. Na 20 maart is er niet meer belicht en is in beide afdelingen hetzelfde klimaat ingesteld.



Figuur 4 De gerealiseerde etmaaltemperatuur per maand bij 10 en 15 kLux.m²

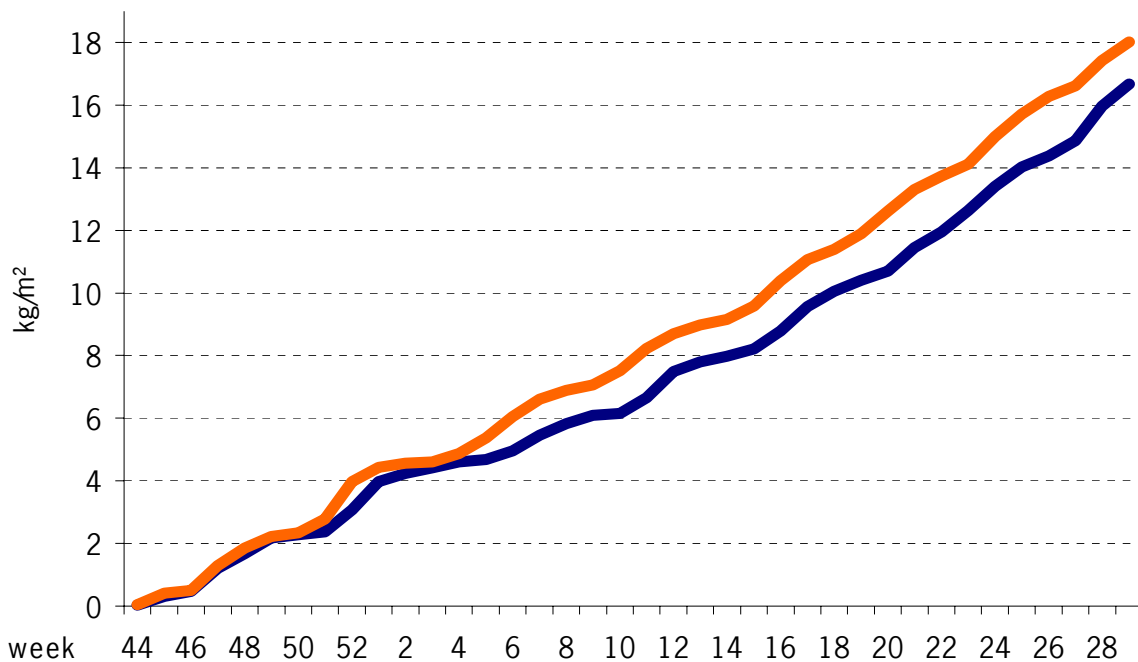
Uit Figuur 4 blijkt, dat gedurende de belichtingsperiode de gerealiseerde etmaaltemperatuur bij 15 kLux.m² belichting 0,2 tot 1,2 °C hoger was dan bij 10 kLux.m². Het grootste verschil in gerealiseerde etmaaltemperatuur is voorgekomen gedurende de maanden november tot en met februari waarbij het bij 10 kLux.m² gemiddeld 19,8 °C en bij 15 kLux.m² gemiddeld 20,4 °C werd. Vanaf april, toen er niet meer belicht werd zijn de temperaturen gelijk.



Figuur 5 De gerealiseerde relatieve luchtvochtigheid per maand bij 10 en 15 kLux.m²

Uit Figuur 5 blijkt, dat gedurende de belichtingsperiode het verschil in relatieve luchtvochtigheid tussen de beide afdelingen klein was. Het laagste niveau is gerealiseerd in de maand januari (10 kLux.m², gemiddeld 71%) en het hoogste niveau in november (15 kLux.m², gemiddeld 76%).

3.2 Groei

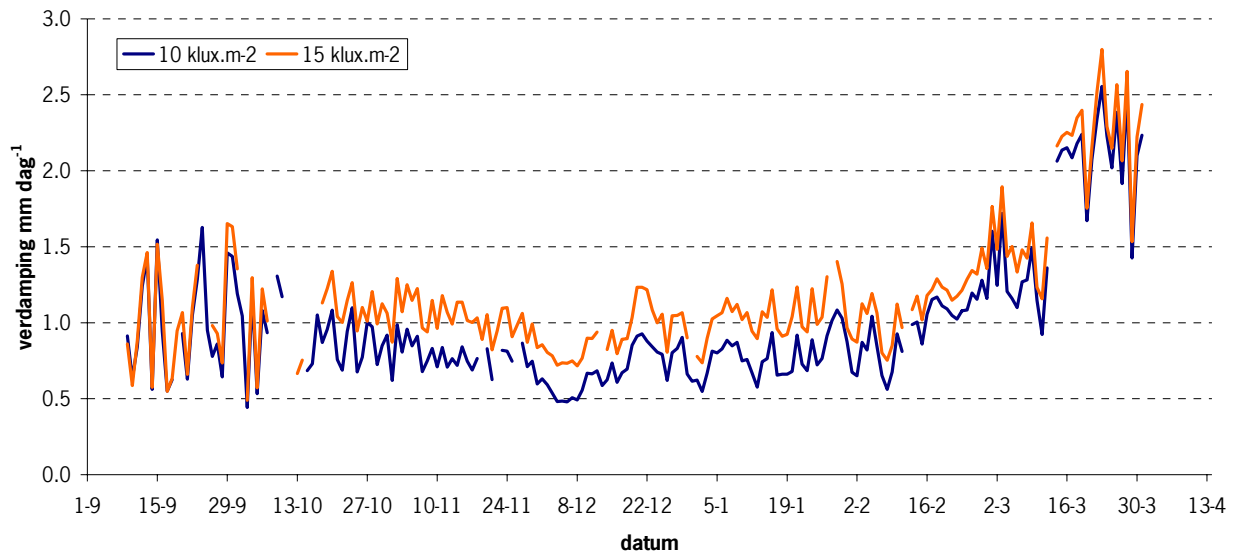


Figuur 6 Cumulatieve productie in kg per m² bij 10 kLux.m² en bij 15 kLux.m², klasse 1 en 2

Figuur 6 toont dat de productie bij 15 kLux.m², vanaf week 50 hoger is dan de productie bij 10 kLux.m². De totale productie, inclusief hardgroene vruchten, en het gemiddeld vruchtgewicht bij 10 kLux.m² en 15 kLux.m² wordt gegeven in Tabel 4 en Bijlage 2. Uit Tabel 4 blijkt dat rood 7% en geel (buiten proef) 14% meer gewicht geeft bij 15 kLux.m² vergeleken met 10 kLux.m². Rood geeft een 4% hoger gemiddeld vruchtgewicht bij 15 kLux.m². Zwelscheuren kwamen nauwelijks bij Special voor. Bij Fiësta (geel buiten proef) kwamen meer zwelscheuren voor. De meeste zwelscheuren zijn geconstateerd tijdens de maanden januari en februari. Het aantal zwelscheuren was bij 15 kLux.m² het hoogst.

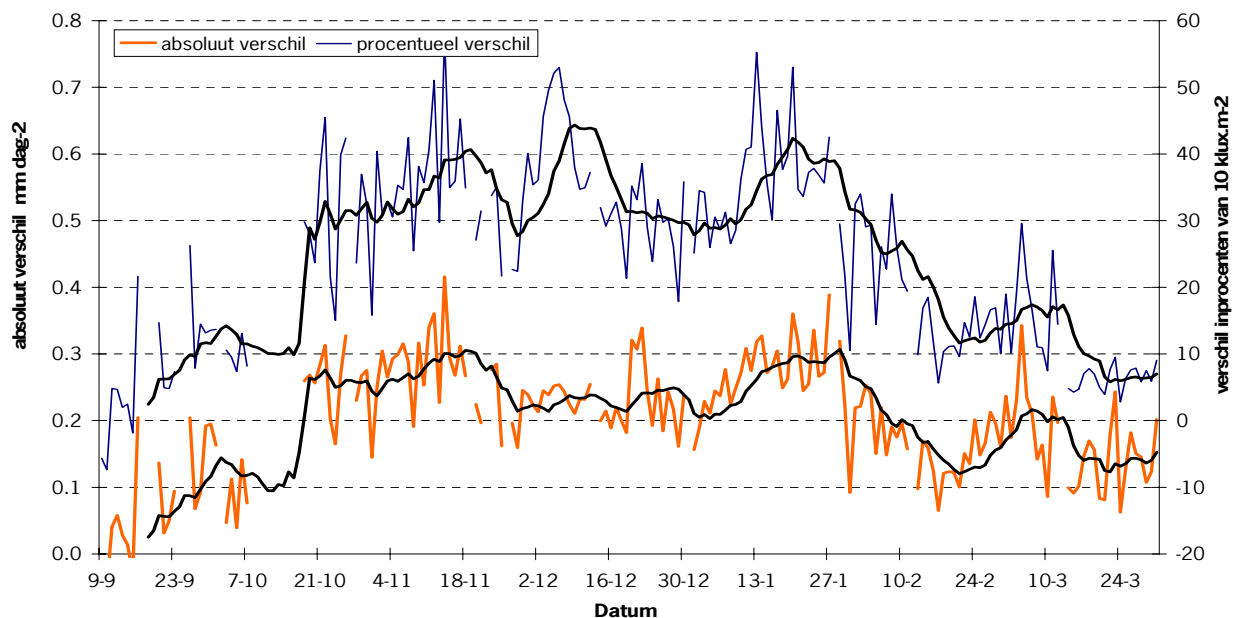
Object	Oogst in kg.m ²			Gemiddeld vruchtgewicht in grammen		
	10 kLux.m ²	15 kLux.m ²	Vershil in %	10 kLux.m ²	15 kLux.m ²	Vershil in %
Rood	16.7	18.0	7.2	169	176	4.0
Geel (buiten proef)	17.4	20.2	13.8	162	163	0.6

3.3 Verdamping



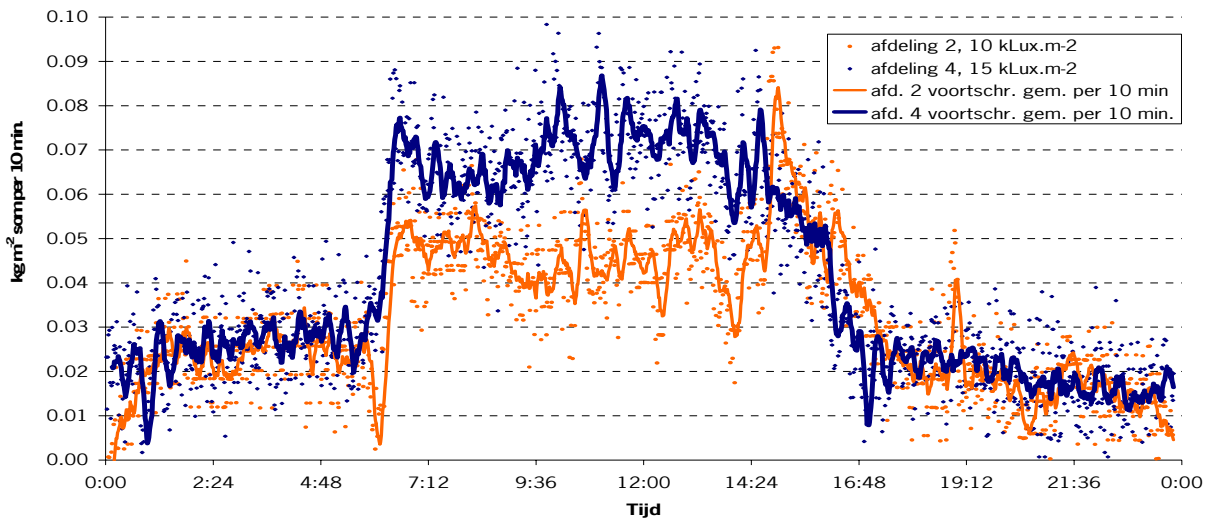
Figuur 7 Verloop verdamping van paprika

De paprika planten werden aanvullend belicht vanaf 14 oktober. Gedurende de periode voor 14 oktober waren de verschillen in gewasverdamping tussen de twee afdeling klein tot niet aanwezig. Vanaf het moment dat aanvullend werd belicht zijn er duidelijke verschillen in gewasverdamping. De verschillen tussen de twee behandelingen lagen tussen de 0.2 en 0.4 mm per dag (Figuur 7). Het verschil in gewasverdamping is in Figuur 8 zowel absoluut als procentueel weergegeven.



Figuur 8 Verloop absoluut en procentueel verschil in momentane gewasverdamping paprika

Het cumulatieve verloop van de verdamping laat zien dat tot eind februari de verschillen in gewasverdamping nog toe nemen. Na eind februari zijn er nauwelijks onderlinge verschillen in verdamping en lopen de cumulatieve lijnen aan elkaar parallel (Bijlage 3). Figuur 9 vertoont een kenmerkend verloop van de verdamping op één dag. Dit verloop komt overeen met het verloop van de bladtemperatuur (Figuur 10 en Bijlage 4). In de nacht verdampen beide behandelingen evenveel. Als de lampen aangaan, neemt de verdamping binnen een uur toe 2-3 maal het nachtniveau. Na het uitschakelen van de lampen rond 16.30 uur neemt de verdamping eerst snel, maar later geleidelijker af tot het nachtniveau rond 19.00 uur.



Figuur 9 Verloop cumulatieve gewasverdamping paprika

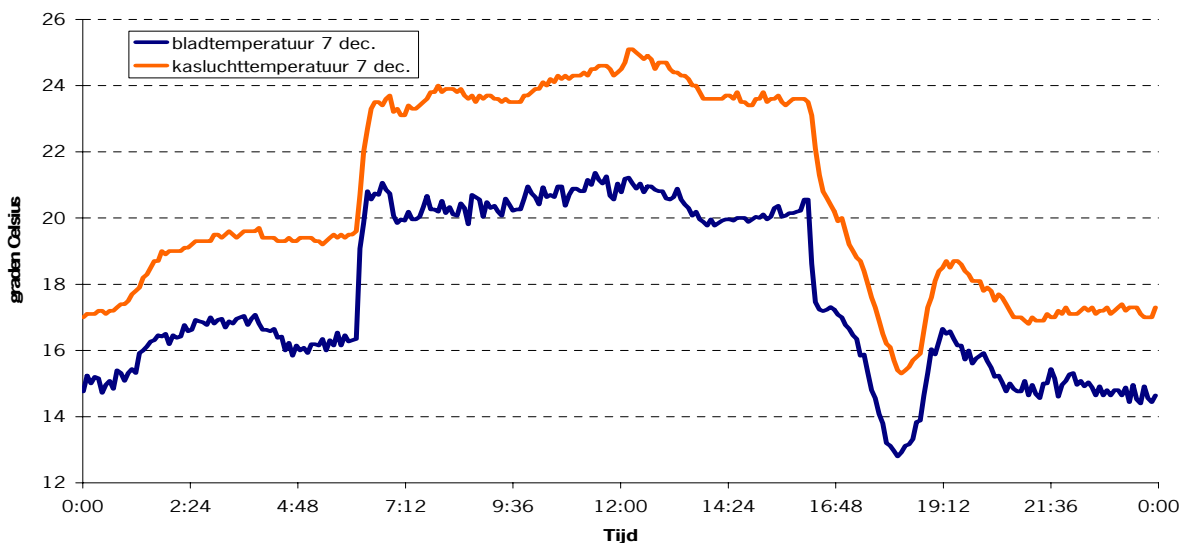
Tabel 5 Gift, verdamping en drainage als verschil ten opzichte van 10 kLux.m²

Grootheid	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Gem. kg.m ² .d ⁻¹
Gift	12%	14%	33%	36%	34%	25%	16%	23%
Verdamping	3%	17%	33%	35%	33%	17%	9%	19%
Drain		11%	32%	34%	41%	43%	32%	30%

Tabel 5 toont een gift die 10-35% hoger is in de behandeling met 15 kLux.m² ten opzichte van 10 kLux.m² (zie ook Bijlage 3). De verdamping is eveneens 10-35% hoger. In oktober is de gift aan de lage kant geweest waardoor ook de EC wat opliep (Bijlage 1). In het voorjaar is wat ruimer water gegeven, zonder dat de drainagehoeveelheid hierdoor te hoog werd.

3.4 Bladtemperatuur

Figuur 10 toont een kenmerkend verloop van de ruimte en bladtemperatuur. In de nacht, van 19.00-13.00 uur, is het verschil tussen bladtemperatuur en kasluchttemperatuur 2 graden. Als in de nanacht de kasluchttemperatuur 2 graden verhoogd wordt, neemt het verschil toe tot 3-4 graden.



Figuur 10 Kenmerkend verloop van de bladtemperatuur en de kasluchttemperatuur op 7 december 2002

In de vroege ochtend neemt de bladtemperatuur iets af door uitstraling. Als de lampen aangaan, stijgt de bladtemperatuur binnen 15 minuten 4 graden. De kasluchttemperatuur stijgt in ongeveer 30 minuten, 4-5 graden ten opzichte van de nachttemperatuur. De bladtemperatuur lijkt een half uur 0.5-1 graad hoger te liggen vóór een stabiel dagniveau wordt bereikt. Bij het uitschakelen van de lampen daalt de bladtemperatuur in 15 minuten 3 graden, de kasluchttemperatuur daalt iets trager. 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 14 graden komt.

4 Discussie en conclusies

4.1 Discussie

In dezelfde periode is in twee gelijksoortige kassen in hetzelfde complex een proef gedaan met het belichten van komkommer (Janse et al, 2003; De Graaf et al, 2004). De uitkomsten van die proef worden op een aantal punten vergeleken met de bevindingen bij paprika.

Bij komkommer bleek 1% meer licht te leiden tot 0.7-1.4% meer productie en enkele dagen vroegere productie. Bij paprika in deze proef blijkt de productie 5-15% hoger te liggen, waarbij 15% meeropbrengst alleen bereikt werd bij een geel ras. 1% licht geeft dus 0.2-0.5% meer geoogst gewicht. Van paprika is bekend dat de lichtefficiency lager is (Nederhoff in Silke et al, 2004). Wel verloopt vanaf week 48 de vruchtzetting bij 15 kLux.m² sneller, is de zetting regelmatig en blijft het niveau van plantbelasting over het algemeen hoger. Ook is bij 15 kLux.m² het aantal internodiën hoger dan bij 10 kLux.m². De hogere vruchtzetting en een hoger aantal internodiën zijn te verklaren uit de 0.5-1.0 hogere temperatuur bij 15 kLux.m². Dat de gezette vruchten aan de plant blijven is een gevolg van het hogere lichtniveau.

Het gemiddeld vruchtgewicht is bij 15 kLux.m² hoger dan 10 kLux.m². Knopen en neusrot zijn bij alle behandelingen nauwelijks voorgekomen. Zwelscheuren kwamen bij Special bijna niet voor. Bij Fiësta (geel buiten proef) kwamen meer zwelscheuren voor. De meeste zwelscheuren zijn geconstateerd tijdens de maanden januari en februari. Het aantal zwelscheuren was bij 15 kLux.m² het hoogst. De meeste staartjes kwamen voor bij het ras Fiësta. Oortjes kwamen nagenoeg alleen bij het ras Special voor. Daarbij kwamen de meeste oortjes voor bij een belichtingsniveau van 10 kLux.m². De meeste vruchten met oortjes zijn bij Special geconstateerd bij de oogst op 24 december. Bij komkommer waren er lichtgerelateerde problemen met meeldauw en Botrytis. Bij paprika zijn geen lichtgerelateerde problemen met ziekten en plagen geconstateerd. Ook bij paprika veroorzaakt het aan en afschakelen van de lampen een plotselinge verandering in bladtemperatuur. De bladtemperatuur neemt 4-5 graden Celsius toe bij het aanschakelen van de lampen. Het duurt een uur voor de verdamping zich heeft aangepast aan het nieuwe lichtniveau. De verdamping past zich aan op zowel lichtniveau als dampdrukverschil. Het dampdrukverschil blad-kaslucht wordt weë beïnvloed door kaslucht en bladtemperatuur. Het is niet aangetoond dat door de snelle verandering in lichtniveau kwaliteitsproblemen ontstaan. Vooralsnog moet er wel rekening mee gehouden worden dat het hogere aantal zwelscheurtjes bij geel verband kan houden met de snelle dag-nacht overgang (van Gulp en Dik, 1996).

De luchtvochtigheid is 0-1.5% hoger bij 15 kLux.m², ondanks de 0.5-2.0 graden Celsius hogere ruimtetemperatuur. Dit werd ook bij komkommer gevonden en is het gevolg van de 15-35% hogere verdamping bij 15 kLux.m².

Bij komkommer bleek het moeilijk het hogere voedingsverbruik in te schatten, waardoor schommelingen in EC ontstonden. Ook bij paprika liep de EC in oktober op, maar dit bleek op te lossen door het drainpercentage terug naar 30% te brengen. Bij paprika loopt het voedingsverbruik dus in grote lijnen parallel aan de verdamping. Dit hoeft echter op dagbasis allerm minst het geval te zijn (Heinen, 1997), dus regelmatige controle blijft noodzakelijk.

4.2 Conclusies

Het doel van de proef was informatie verkrijgen over de invloed van aanvullende belichting op gewasverdamping en gewasgroei. Nu blijkt dat 30% extra licht in de maanden november, december en januari;

- Tot 1.5 graad Celsius hogere kasttemperatuur mogelijk maakt (gevolg snellere zetting en meer internodiën)
- Leidt tot een 2% hogere RV bij de hogere temperatuur
- Leidt tot 15% hogere opbrengst (door hogere plantbelasting en hoger GVG)
- Leidt tot een 35% hogere verdamping

Een goede feedback controle op drainpercentage (dagelijks) en substraat-EC (2 maal per week) is noodzakelijk om de watergift goed afgestemd te houden op het verbruik. De kans op zwelscheurtjes neemt toe. Mogelijk zijn tegenmaatregelen als geleidelijk opstoken, tijdelijk aangepaste EC-gift, of geleidelijk opvoeren van de lichtintensiteit effectief.

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 weeggoot op één komkommer en één tomatenbedrijf. Projectverslag 416.00048. PPO, Naaldwijk, Holland.
- Graaf, de, R., Blok, C., Baas, R., 2003. Weeggoot verklapt verdamping en groei: meten. Vakblad voor de Bloemisterij. 58(2003)29, 34-35.
- Graaf, de, R., Roos, M., Blok, C., 2004. De waterhuishouding bij belichte komkommers. Invloed van 10 en 15 kLux.m² op de waterhuishouding van komkommer. Projectverslag 416.04807. PPO, Naaldwijk, Holland.
- Gurp, van, H., Dik, A., 1996. Lang druppelen geeft meer Botrytis. Groenten & Fruit, 5 jan., 22-23.
- Heinen, M., 1997. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Holland.
- Janse, J., Paassen, van, R., Berkhout, B., 2003. Belichting bij komkommer. Onderzoek 2002-2003. Projectnummer 417.04355. PPO, Naaldwijk, Holland.
- Maaswinkel, R., Berkhout, B., Raaphorst, M., 2003. Mogelijkheden van belichting door teeltsturing in jaarrondeelten paprika. Projectverslag 417014606, PPO, Naaldwijk, Holland.
- Silke, H., Waaijenberg, D., Bot, G., Sonneveld, P., Zwarte, de, F., Dueck, T., Dijk, van, C., Dieleman, A., Marissen, N., Rijssel, van, E., Houter, B., 2004. Optimaal gebruik van natuurlijk licht in de glastuinbouw. Report 100, Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen, Holland.

Bijlage 1 Teelt

Tabel 1 Inzet van biologische bestrijding.

Aphidius ervi	wk 52 t/m 26 (2 kokers per week)
Aphidius colemani	wk 40 t/m 26 (2 kokers per week)
Aphidoletes aphidinyza	wk 40 t/m 51 (2 kokers per week)
Orius leavigatus	wk 40, 45, 50 (2 kokers per week)
Encarsia formosa	wk 40 t/m 4 (10 kaartjes per week)
Amblyseius cucumeris	wk 40, 42, 46, 1, 8, 9, 13 (200 zakjes per week)

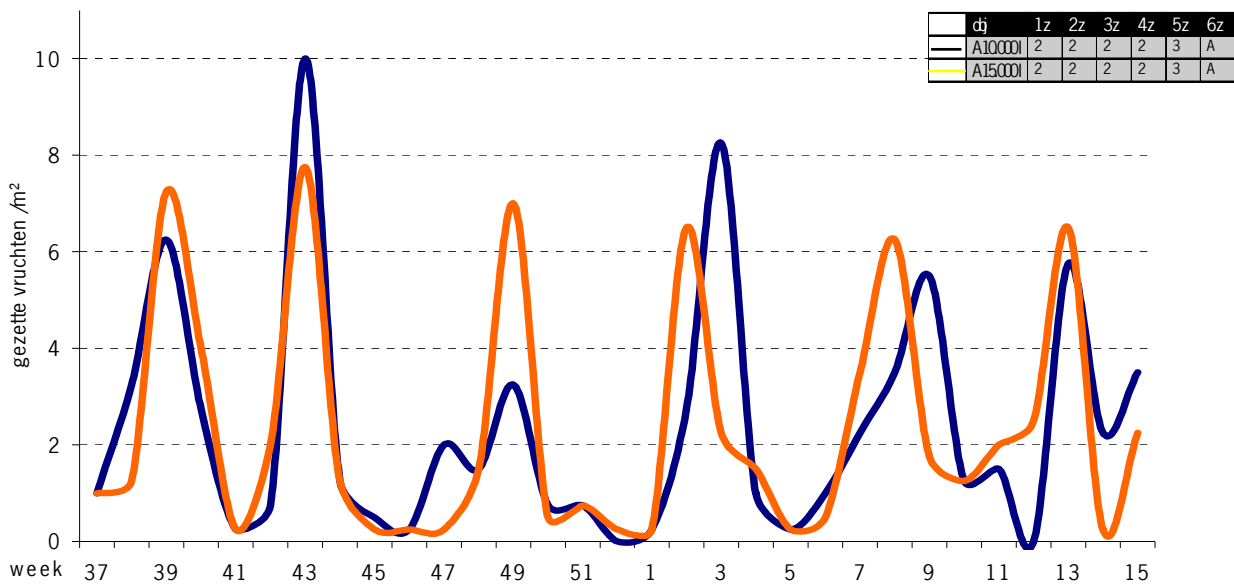
Tabel 2 Inzet van chemische bestrijding.

Bupirimaat	wk 43 51, 2, 3, 4, 14, 15
Pirimicarb	wk 8, 23, 24
Imidacloprid	wk 50

Tabel 3 EC en pH gemiddeld per dag

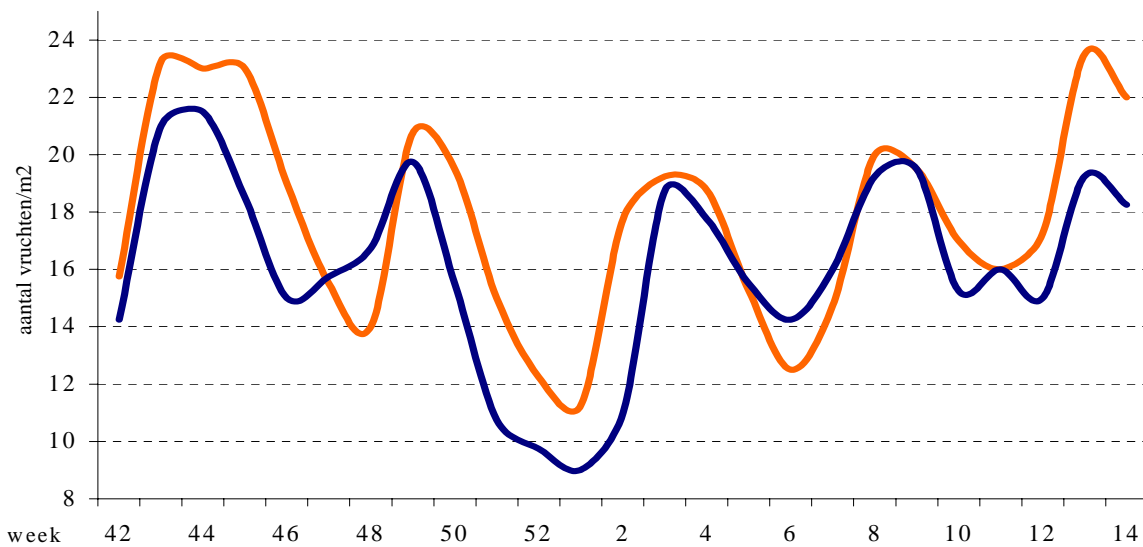
Afdeling	Gegevens	2002				2003			
		Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
10 kLux.m ²	EC		3.6	5.2	4.2	4.4	3.4	3.4	3.9
	pH		7.0	7.0	6.8	7.0	6.5	6.3	6.2
15 kLux.m ²	EC		3.5	4.3	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8
	pH		6.6	6.1	6.3	6.6	6.4	6.1	6.2

Bijlage 2 Groei



Figuur 1 Aantal gezette vruchten per vierkante meter bij 10 en 15 kLux.m²

Uit Figuur 1 blijkt, dat vanaf week 48 de zetting bij 15 kLux.m² voor gaat lopen op de zetting bij 10 kLux.m². Het aantal zetsels blijft gedurende de belichting gelijk.

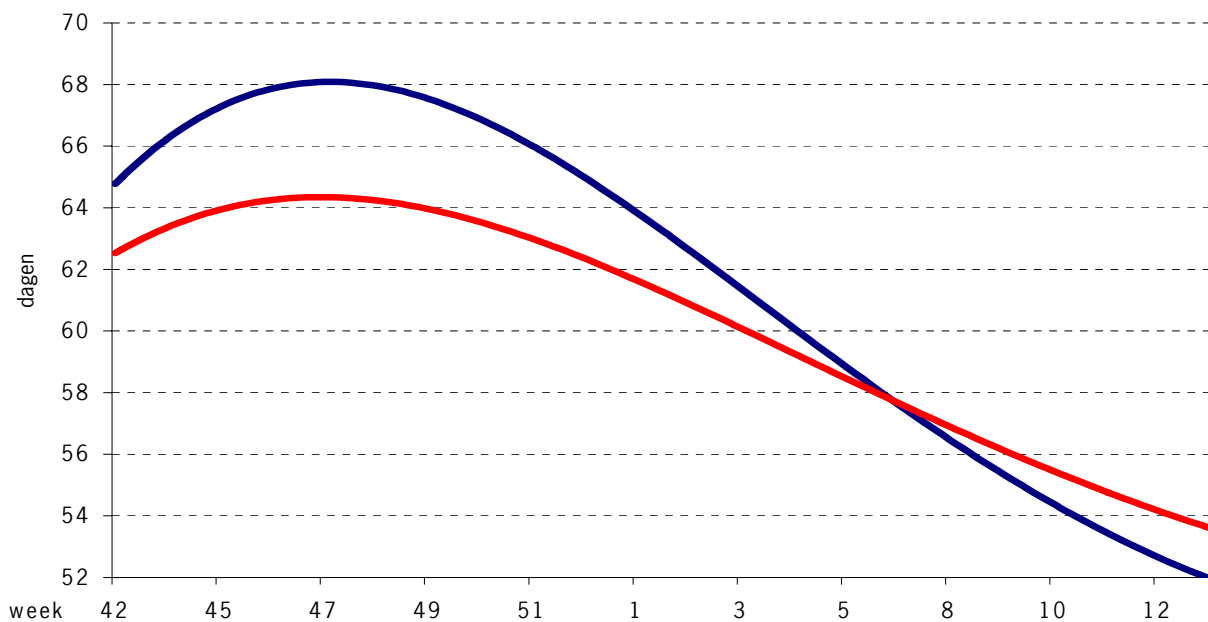


Figuur 2 bij 10 en 15 kLux.m²

Uit Figuur 2 blijkt, dat de plantbelasting bij 15 kLux.m² hoger is dan bij 10 kLux.m².

dj	1z	2z	3z	4z	5z	6z
A10000I	2	2	2	2	3	A
A15000I	2	2	2	2	3	A

dj	1z	2z	3z	4z	5z	6z
A10000	2	2	2	2	3	A
A15000	2	2	2	2	3	A



Figuur 3 Verloop van de uitgroeiduur

Uit de Figuur 3 blijkt, dat bij 15 kLux.m² de uitgroeiduur in de periode week 42 tot en met week 4 tussen de 2 en 4 dagen korter is dan de uitgroeiduur bij 10 kLux.m².

Uit de gegevens bleek dat de verschillen in percentage klasse 2 tussen de objecten bij 10 kLux.m² en 15 kLux.m² klein zijn. Deze verschillen zijn niet significant. Verder blijkt uit dat het percentage klasse 2, gemiddeld over alle objecten, bij 10 kLux.m² het hoogst is.

Bij alle objecten kwamen nauwelijks knopen en neusrot voor. Zwelscheuren kwamen nauwelijks bij de rood geogste vruchten (Special) voor, oortjes kwamen nauwelijks bij de geel geogste vruchten (Fiësta) en staartjes kwamen nauwelijks bij rood geogste vruchten (Special) voor.

Bij 10 kLux.m² het aantal oortjes bij object B laag is en bij object D het hoogst. Bij 15 kLux.m² is het aantal oortjes bij object B het laagst en bij object A het hoogst. Bij beide belichtingsniveaus zijn de verschillen tussen de objecten niet significant. Verder blijkt dat het aantal oortjes, gemiddeld over alle objecten, bij 15 kLux.m² het hoogst is.

Bij 15 kLux.m² is het aantal staartjes bij object D het laagst en bij A het hoogst. Bij beide belichtingsniveaus zijn de verschillen tussen de objecten niet significant. Verder blijkt dat het aantal staartjes, gemiddeld over alle objecten, bij 10 kLux.m² het hoogst is.

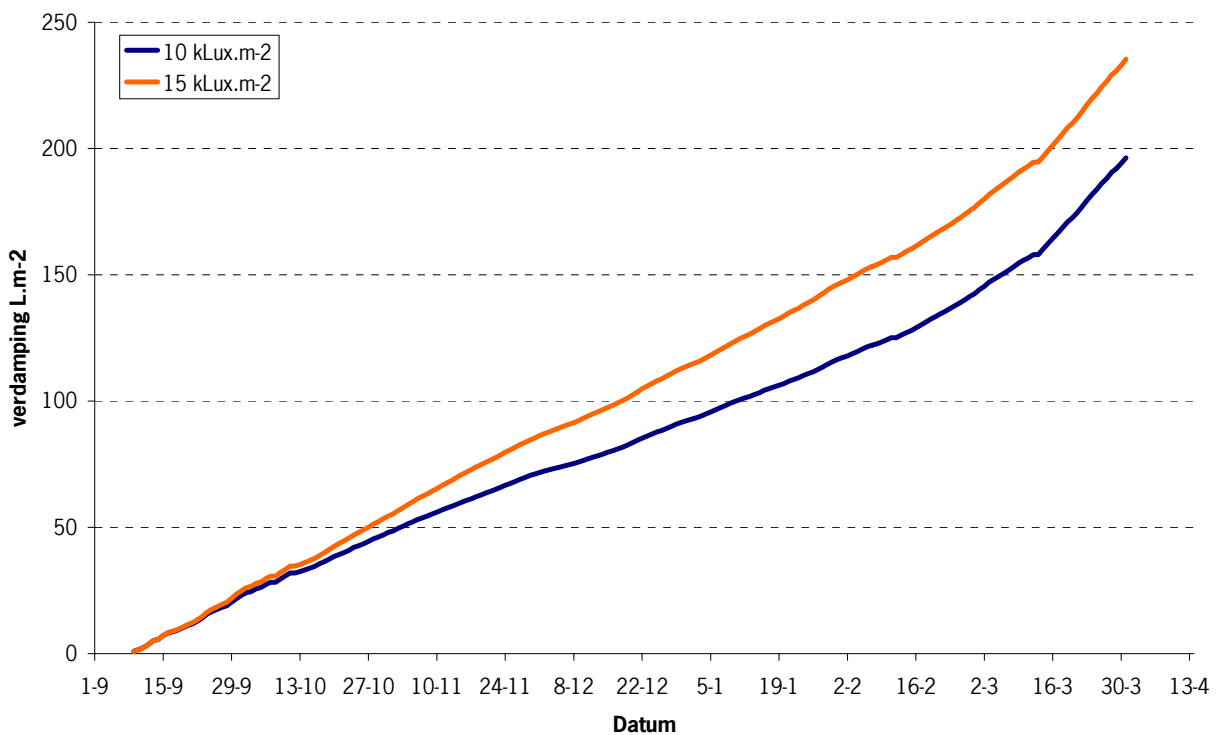
Het verschil in aantal internodiën tussen beide objecten ontstaat van af december. Dit verschil tussen beide objecten neemt toe waarbij aan het einde van de teelt het aantal internodiën van object A bij 10 kLux.m² 45 en bij 15 kLux.m² 48 bedraagt.

Bijlage 3 Verdamping

Tabel 1 Gift, verdamping, drainage en groei* gemiddeld per dag

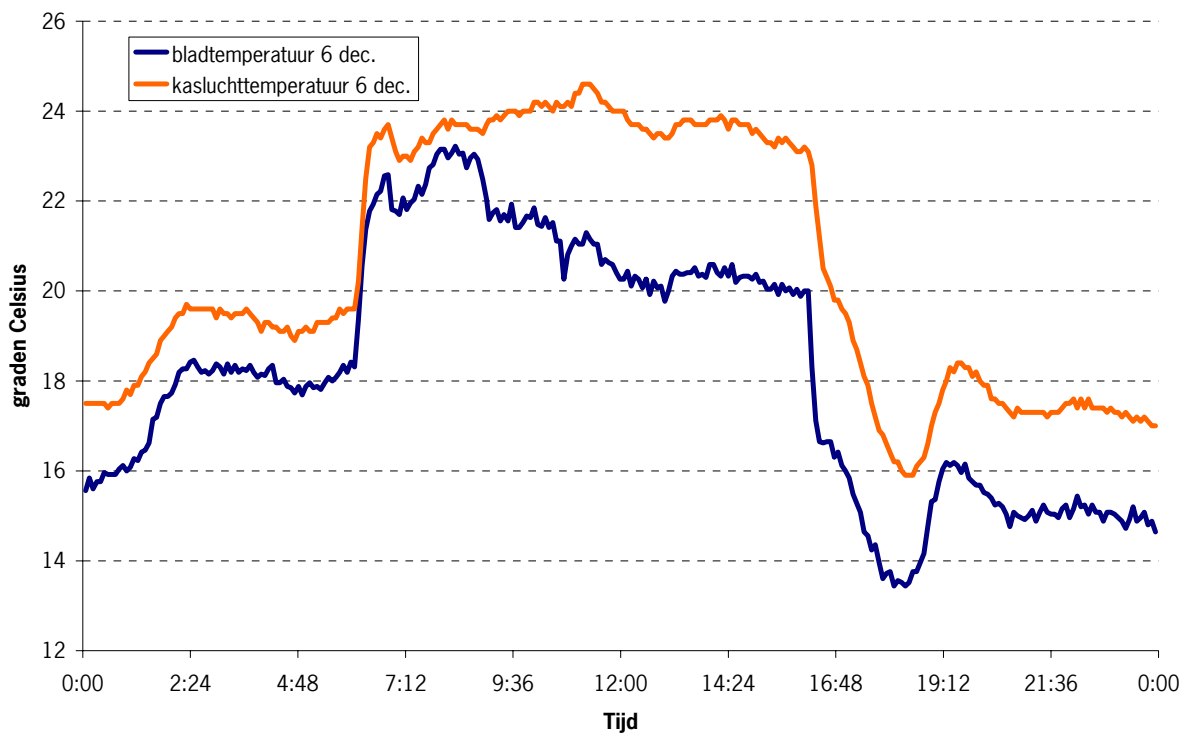
Behandeling kg.m ² .d ¹	2002				2003			Gem.
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
10 kLux.m ² Gift	1.2	1.4	1.2	1.0	1.2	1.4	2.8	1.5
15 kLux.m ² Gift	1.4	1.5	1.6	1.4	1.6	1.8	3.2	1.8
% over 10	12%	14%	33%	36%	34%	25%	16%	23%
10 kLux.m ² Verdamping	1.0	0.9	0.8	0.7	0.8	1.0	1.8	1.0
15 kLux.m ² Verdamping	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0	1.1	2.0	1.2
% over 10	3%	17%	33%	35%	33%	17%	9%	19%
10 kLux.m ² Drain	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.9	0.4
15 kLux.m ² Drain	0.2	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	1.2	0.6
% over 10	-1%	11%	32%	34%	41%	43%	32%	30%
10 kLux.m ² Groei*	0.034	0.060	0.055	0.029	0.047	0.057	0.073	0.051
15 kLux.m ² Groei*	0.044	0.081	0.068	0.040	0.059	0.068	0.076	0.062
% over 10	29%	35%	22%	37%	26%	20%	4%	22%

* De cijfers voor groei zijn indicatief (zie inleiding)

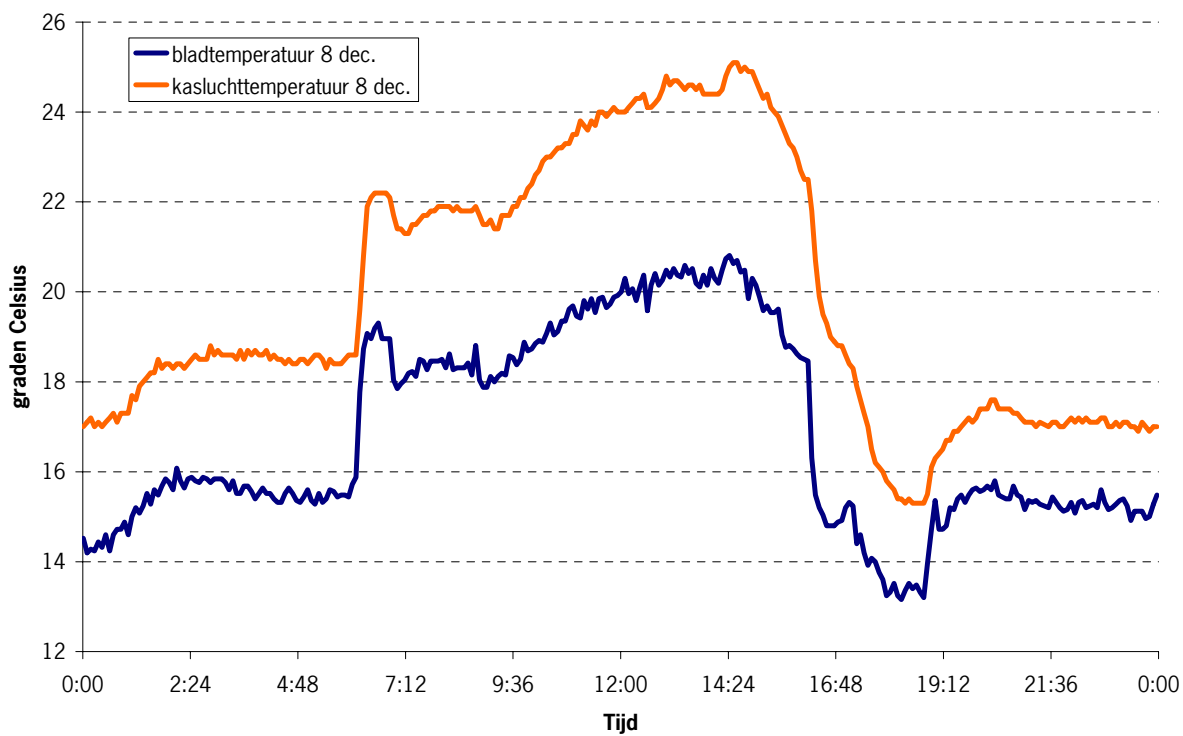


Figuur 1 Cumulatieve verdamping

Bijlage 4 Bladtemperatuur



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



Figuur 2 Kenmerkend verloop van de bladtemperatuur en de kasluchttemperatuur op 9 december 2002