



## **Energie besparing in de voorjaarsteelt van Paprika**

**Carl-Otto Ottosen, Eva Rosenqvist and Lis Sørensen**

Department of Horticulture, Danish Institute of Agricultural Sciences,  
Årslev (Denemarken), in opdracht van het Productschap Tuinbouw

- Januari 2002 -

---

## Inhoud

<b>Inleiding</b> . . . . .	3
Inzicht in de fysiologie. . . . .	3
Een nieuw kasklimaat. . . . .	4
<b>Proefopzet</b> . . . . .	5
Dynamische klimaatinstellingen . . . . .	5
Gerealiseerde klimaten . . . . .	7
Bemesting. . . . .	7
<b>Resultaten</b> . . . . .	10
Lengte van de planten . . . . .	10
Bloemknopontwikkeling. . . . .	11
Vruchtzetting . . . . .	11
Oogst. . . . .	12
Kwaliteit . . . . .	14
Energiebesparing . . . . .	16
<b>Na oogst controle</b> . . . . .	17
Proefopzet. . . . .	17
Resultaten . . . . .	17
Eigenschappen van de vruchten . . . . .	18
Gewichtsverlies tijdens bewaring . . . . .	19
Uitdroging . . . . .	19
Grauwe schimmel . . . . .	20
Bruine vlekjes en verkurking . . . . .	21
Kleur van de vruchten . . . . .	21
Verkoopbare paprikavruchten . . . . .	21
<b>Samenvatting en conclusie</b> . . . . .	23
Minder energie . . . . .	23
Uitproberen in de praktijk . . . . .	23
<b>Bijlagen</b>	
Nutriënten . . . . .	24
Kasklimaten . . . . .	25
Artikel in Groenten en Fruit . . . . .	31
Artikel in Vakblad voor de Bloemisterij . . . . .	33

---

## Inleiding

Traditionele klimaatbeheersing streeft naar een constante luchttemperatuur, een constant CO<sub>2</sub>-gehalte en een constante luchtvochtigheid, onafhankelijk van de lichtomstandigheden. De keuze van de instelling van de klimaatcomputer hangt daarbij af van de herkomst van de plantensoort en van de ervaringen in het verleden met de teelt van het betreffende gewas onder glas.

In de kas streven telers ernaar om het klimaat zo constant mogelijk te houden. In de praktijk blijkt echter dat er vaak grote verschillen optreden tussen het gewenste klimaat en het gerealiseerde klimaat. Onder donkere omstandigheden kan het lage lichtniveau worden gecompenseerd met behulp van kunstlicht, maar in verband met de hoge kosten voor energie is dit meestal niet wenselijk. Als er moet worden geventileerd, dan kan er geen extra CO<sub>2</sub> worden toegediend.

Als het kasklimaat constant wordt gehouden om het gewas goed aan de groei te houden beïnvloedt dat op twee manieren de groei en ontwikkeling van de planten. In de eerste plaats zullen de planten minder goed in staat zijn om zich aan te passen aan wisselende omstandigheden, een eigenschap die van nature aanwezig is in planten. Op de tweede plaats kan het zijn dat er een gewas wordt geproduceerd dat minder goed bestand is tegen stress van buiten af. Dit betekent dat, naar mate telers streven naar een meer constant kasklimaat, zij een gewas krijgen dat minder goed in staat is om zich aan te passen aan wisselingen in dat kasklimaat en een product oogsten dat minder goed bestand is tegen stress.

### Inzicht in de fysiologie

Als we bij klimaatbeheersing gebruik willen maken van de natuurlijke eigenschappen van een plant om zich te kunnen aanpassen aan de heersende groeiomstandigheden, dan is er inzicht nodig in de fysiologische processen die hieraan ten grondslag liggen. De groei van een plant wordt bepaald door de opbouw van suikers tijdens de fotosynthese en de afbraak van suikers tijdens de ademhaling, de zogenaamde koolstofbalans.

In het klimaatbeheersingsmodel Intelligrow concentreren wij ons op het reguleren van de opbouw van suikers, de koolhydraten, door de temperatuur en de CO<sub>2</sub>-concentratie aan te passen aan het lichtniveau. Bij lage lichtomstandigheden accepteren wij een klein verlies aan fotosynthese om energie te kunnen besparen. Dit verlies kan klein zijn, omdat een plant bij weinig licht niet erg veel minder suikers produceert als de temperatuur daalt. Met andere woorden: de temperatuur-respons-curve is vlak bij lage lichtomstandigheden. Bij een hoge lichtintensiteit wordt via Intelligrow het klimaat beter afgestemd op een optimale fotosynthese dan het geval is bij de traditionele klimaatbeheersing (in dit experiment is dit het standaard klimaat).

Uit eerder onderzoek met *Chrysanthemum indicum*-hybrides blijkt dat het mogelijk is om de opbouw van koolhydraten in de plant met veertig procent te verhogen tijdens de fotosynthese, als het kasklimaat wordt geregeld binnen het traject 21°C tot 24°C (instelling: ventilatie temperatuur) en er tot 1000 ppm CO<sub>2</sub> wordt toegediend. Als de temperatuur kan toenemen tot 30°C bleek een toename in opbouw van koolhydraten van maar liefst 75 procent haalbaar. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het temperatuur optimum van de fotosynthese afhankelijk is van de CO<sub>2</sub>-concentratie en dat bij een hoger CO<sub>2</sub> gehalte de fotosynthese optimaal is bij een hogere temperatuur. In praktijk betekent dit dat als de ramen langer gesloten blijven en er wat extra CO<sub>2</sub> wordt toegediend, een hogere koolstof opname kan worden gerealiseerd, dankzij de positieve interactie tussen een hogere temperatuur, meer CO<sub>2</sub> en een hoger lichtniveau.

---

Licht is in de winter de voornaamste beperkende factor. Als de lichtintensiteit laag is, kan men de energie toevoer verminderen aangezien deze dan niet volledig ten goede komt aan de fotosynthese. Indien de lichtintensiteit voldoende is, zijn planten in staat om zowel een hogere temperatuur als meer CO<sub>2</sub> efficiënt te benutten.

### **Een nieuw kasklimaat**

Bovenstaande theorie is gebruikt om een nieuwe manier van kasklimaatbeheersing te realiseren. Het streven is daarbij om de temperatuur in de kas alleen te verhogen als de plant daarvan voordeel heeft. Ook de toediening van extra CO<sub>2</sub> wordt afgestemd op de mogelijkheid van het gewas om deze optimaal te gebruiken. Op deze manier is het mogelijk om energie te besparen zonder grote gevolgen voor de plantengroei.

Dit klimaatbeheersingssysteem wordt 'Intelligrow' genoemd. De methode is gebaseerd op modellen die de respons van de fotosynthese op licht, temperatuur en CO<sub>2</sub>-concentratie berekenen. Er wordt daarbij een aantal minimum en maximum waarden voor de temperatuur en CO<sub>2</sub> gedefinieerd. Deze waarden kunnen worden aangepast aan de behoefte van het geteelde gewas of aan de mate van energiebesparing die gewenst is. In plaats van het gebruik maken van instellingen voor dag- en nacht temperatuur wordt er gebruik gemaakt van een instelling voor een percentage potentiële fotosynthese.

In dit experiment werd de fotosynthese ingesteld op tachtig of negentig procent, en in aanvulling daarop werden temperatuur maxima ingesteld van respectievelijk 15°C en 30°C in de verschillende klimaatkassen. De waarden zullen in veel gevallen afwijken van de huidige standaard als gevolg van het dynamische karakter van het klimaatbeheersingssysteem. De minimum nachttemperatuur is ingesteld op 15°C. Als het bewolkt is zal de temperatuur instelling niet boven 15°C stijgen. Op zonnige dagen mag de temperatuur oplopen tot 30°C, waaraan de voorwaarde gekoppeld is dat dan de ramen opengaan. Aangezien dit in de winter nauwelijks voorkomt zal de kas weinig worden geventileerd. 's Avonds zal de temperatuur langzaam dalen tot minimaal 15°C. De ramen zullen niet worden geopend om de kas sneller te laten afkoelen, zodat de opgehoopte warmte in de kas maximaal kan worden benut. Meestal zal de temperatuur echter niet dalen tot 15°C. Het verschil tussen kasklimaatbeheersing volgens Intelligrow of volgens de gangbare klimaatregelingssystemen in de kas is groot. Met name de instelling voor een maximum temperatuur van 30°C lijkt hoog, maar in voorafgaande experimenten met potplanten is er geen schade aan het gewas geconstateerd bij deze omgevingstemperatuur. Er zijn ook geen problemen waargenomen met condensatie van waterdamp op de planten. De verklaring hiervoor is waarschijnlijk dat de lucht langzaam afkoelt en dat de condensatie vooral op de ramen en niet op het gewas heeft plaats gevonden. Problemen met bladschimmels zijn daardoor tot een minimum beperkt gebleven.

---

## Proefopzet

In overleg met de Nederlandse begeleidingscommissie werd gekozen voor jonge paprika planten van het ras 'Fiësta' afkomstig van een Nederlandse vermeerderaar. Eind januari 2001 zijn de planten in de experimentele kassen opgeplant. De planten zijn gekweekt volgens het twee stengelsysteem zoals gangbaar in Nederland. Het gewas werd bemest via druppelbevloeiing. De uiteindelijke plantdichtheid was 3,1 planten per m<sup>2</sup> op smalle steenwolmatten op ongeveer 20 cm boven de grond.

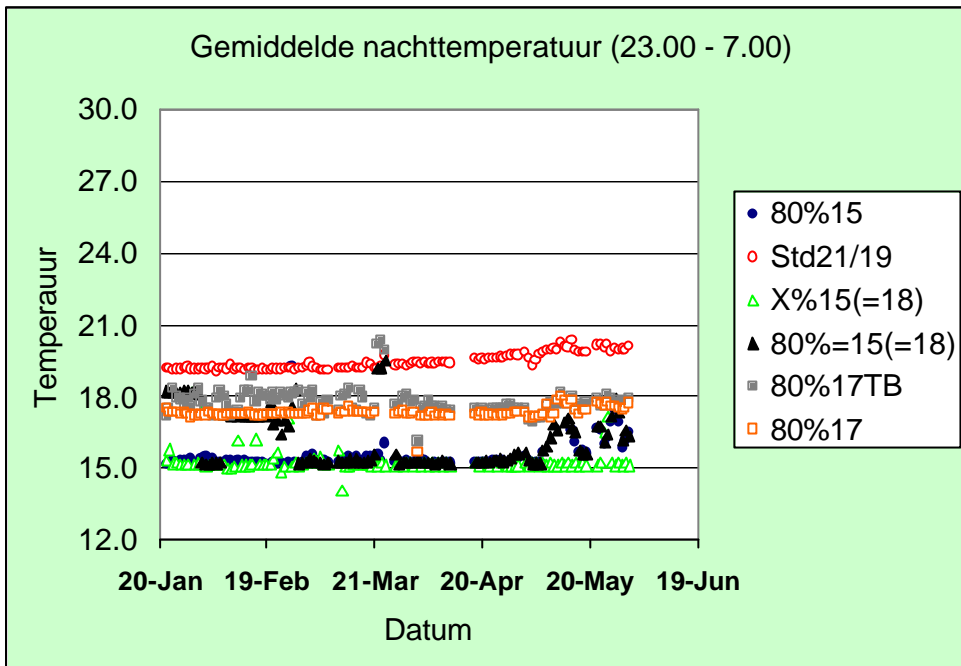
De paprikaplanten werden samen met potplanten opgekweekt in zes klimaatkassen met vooraf gedefinieerde klimaatregiems. Het doel was energiebesparing. De instellingen werden niet veranderd gedurende het experiment. De gegevens over de instellingen en de overige informatie betreffende de klimaatbeheersing en het schermen zijn te vinden in bijlage 2 van dit rapport.

De planten zijn geteeld en terug gesneden naar drie blaadjes per paprika vrucht, volgens het advies van een Nederlandse voorlichter. In de beginfase was het moeilijk om een balans te vinden tussen bladontwikkeling en vruchtzetting. Om verstoring in de gewasontwikkeling te vermijden lieten we één tot twee en soms drie bloemen per tak tot ontwikkeling komen. Dit kan echter tot een onevenwichtige ontwikkeling in februari hebben geleid. Later zagen we dat het aantal bloemen tijdelijk afnam. In maart hadden we een periode van bijna twee weken koud en bewolkt weer met een sneeuwdek buiten. Dit resulteerde in temperaturen die vlakbij de minimum instellingen lagen, zowel overdag als 's nachts. Er waren geen grote verschillen in de ontwikkeling van de planten voordat zij vertakten (gegevens niet gepresenteerd).

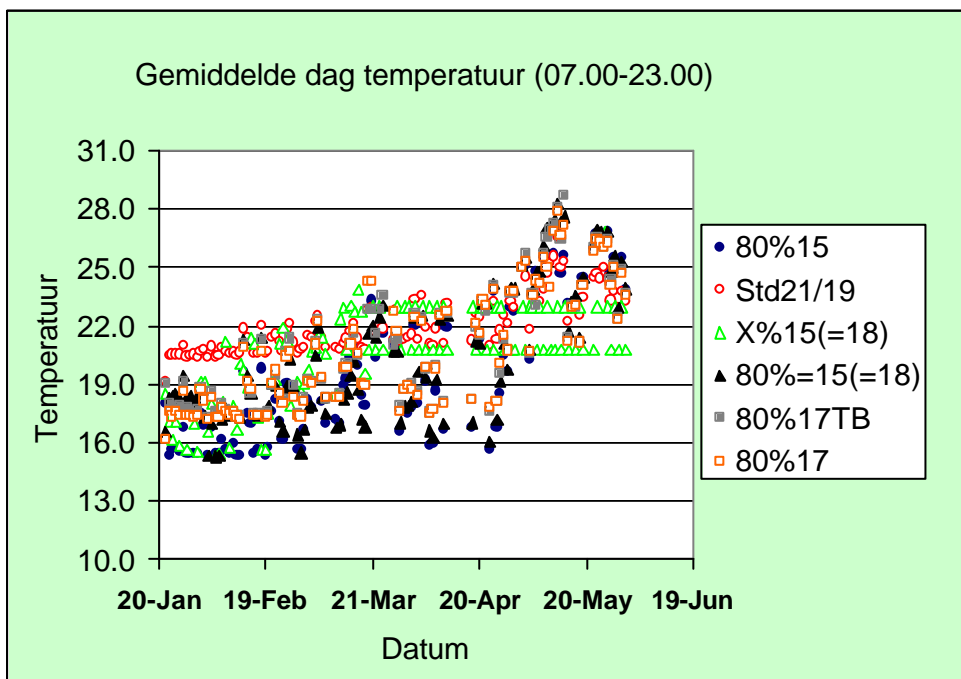
Tabel 1. Overzicht van de dynamische klimaatinstellingen in de verschillende experimentele kasjes.

Kas	Aanduiding	Omschrijving van de behandeling
1	80%15	80% fotosynthese, 15°C minimum temperatuur, maximaal 1200 ppm CO <sub>2</sub> (lichtafhankelijk)
2	Std21/19	Standaardklimaat 21/19°C dag/nachttemperatuur 600 ppm CO <sub>2</sub>
3	X% 15(>18)	Variabel percentage fotosynthese, =18°C gemiddelde temperatuur (dag en nacht) dat wil zeggen toenemende temperatuur bij toenemende fotosynthese gedurende lage lichtomstandigheden
4	80%=15(18)	80% fotosynthese, =15°C minimum, =18°C gemiddelde temperatuur (dag + nacht) d.w.z. toenemende minimum temperatuur bij extreem lage lichtomstandigheden
5	80%17TB	80% fotosynthese, 17°C minimum temperatuur met temperatuurstoten van ±21°C gedurende de nacht, tot 1200 ppm CO <sub>2</sub> (lichtafhankelijk)
6	80%17	80% fotosynthese, 17°C minimum temperatuur, tot 1200 ppm CO <sub>2</sub> (lichtafhankelijk)

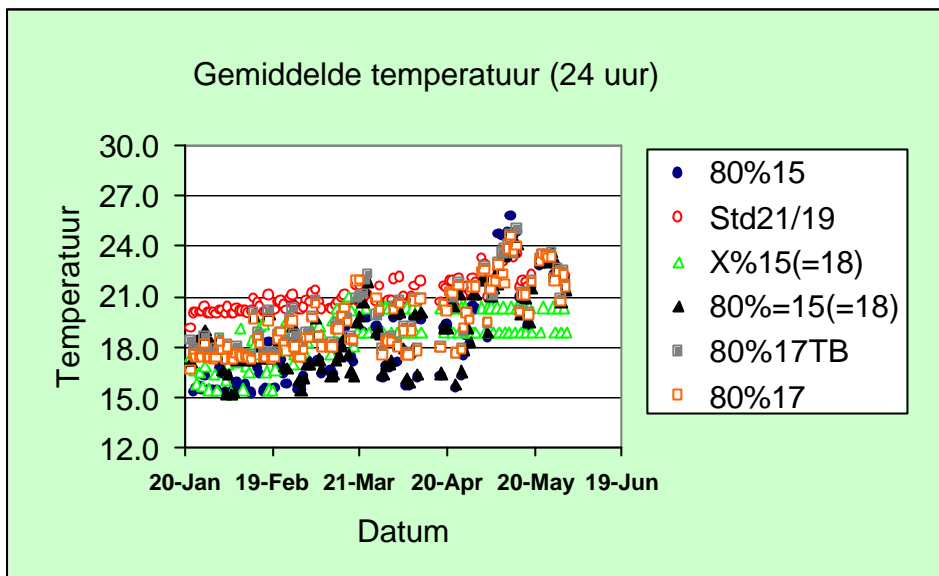
NB. De paprika planten werden niet extra belicht. Zij hebben echter wel wat strooilicht opgevangen van de potplanten die in dezelfde klimaatkassen stonden. De lampen brandden dagelijks tussen 7.00 uur en 23.00 uur. Het licht niveau was laag.



Figuur 1.  
De gemiddelde nachttemperatuur in de verschillende klimaatkassen op basis van dagelijkse waarnemingen.



Figuur 2.  
De gemiddelde dagtemperatuur in de verschillende klimaatkassen op basis van dagelijkse waarnemingen



Figuur 3.

De gemiddelde etmaaltemperatuur in de verschillende klimaatkassen op basis van dagelijkse waarnemingen

### Gerealiseerde kasklimaten

De figuren 1 tot en met 3 illustreren de gerealiseerde gemiddelde nachttemperatuur (van 23.00 uur tot 0.700 uur), de gerealiseerde gemiddelde dagtemperatuur (van 07.00 uur tot 23.00 uur) en de gerealiseerde gemiddelde etmaaltemperatuur.

De klimaten in de kasjes die we hadden ingesteld op een constante nachttemperatuur van respectievelijk 15, 17 en 19°C waren op het niveau zoals verwacht. De gemiddelde dagtemperatuur laat echter een meer variabel patroon zien. Het standaard klimaat had een hogere temperatuur en deze nam geleidelijk toe in het voorjaar naarmate de instraling toenam..

Het klimaat in de kas met een variabele fotosynthese klimaat X% laat zien hoe de computer probeert om de gemiddelde temperatuur te verhogen als het lichtniveau te laag is om een gemiddelde dagtemperatuur van 18°C te realiseren. De regelkleppen functioneerden niet naar behoren en is daarom is deze regeling in mei uitgezet.

### Bemesting

De bemesting vond plaats naar het advies van een Nederlandse voorlichter (zie bijlage 1). Gedurende een periode hadden wij te maken een te droge mat en daardoor een hoge EC en pH. Door middel van het verhogen van de watergift hebben wij deze naar beneden gebracht. Regelmatige analyse van het drainwater bevestigden dit.

In sommige gevallen hadden we te maken met het feit dat calcium (Ca) en stikstof (N) bij snel groeiende planten niet met elkaar in evenwicht waren. Er was sprake van een hoog stikstof gehalte en een laag calcium gehalte, waardoor de opname van calcium was belemmerd.

Tabel 2a t/m 2f

De gemiddelde temperaturen die in de figuren zijn weergegeven.

Tabel 2a. Klimaatkas 1 (behandeling 80% 15)

80% 15	nacht temp.	dag temp.	24 uur temp.	24 uur CO <sub>2</sub>
Januari	15.3	16.0	15.7	661
Februari	15.4	16.8	16.3	683
Maart	15.4	19.2	17.9	686
April	15.2	19.6	18.2	691
Mei	16.0	24.7	22.4	625

Tabel 2b. Klimaatkas 2 (behandeling Std21/19)

	nacht temp.	dag temp.	24 uur temp.	24 uur CO <sub>2</sub>
Januari	19.1	20.4	20.0	604
Februari	19.1	20.9	20.3	587
Maart	19.2	21.5	20.8	569
April	19.5	22.2	21.3	552
Mei	19.9	24.0	22.6	478

Tabel 2c. Klimaatkas 3 (behandeling X% 15(>18))

	nacht temp.	dag temp.	24 uur temp.	24 uur CO <sub>2</sub>
Januari	15.6	17.0	16.5	667
Februari	15.4	18.4	17.4	701
Maart	15.2	21.3	19.2	666
April	15.2	21.9	19.7	657
Mei	15.3	22.2	19.9	629



Tabel 2d. Klimaatkas 4 (behandeling 80%=15(=18))

	nacht temp.	dag temp.	24 uur temp.	24 uur CO <sub>2</sub>
Januari	18.2	18.3	18.2	712
Februari	16.8	17.9	17.6	698
Maart	15.7	19.0	17.9	684
April	15.3	20.0	18.4	659
Mei	16.3	25.2	22.2	604

Tabel 2e. Klimaatkas 5 (behandeling 80%17TB)

	nacht temp.	dag temp.	24 uur temp.	24 uur CO <sub>2</sub>
Januari	17.8	18.0	18.0	709
Februari	17.9	18.5	18.3	682
Maart	18.0	20.1	19.4	625
April	17.5	20.5	19.5	585
Mei	17.6	24.9	22.4	513

Tabel 2f. Klimaatkas 6 (behandeling 80%17)

	nacht temp.	dag temp.	24 uur temp.	24 uur CO <sub>2</sub>
Januari	17.3	17.4	17.4	714
Februari	17.2	18.3	18.0	724
Maart	17.3	20.0	19.1	723
April	17.2	20.5	19.4	733
Mei	17.5	24.6	22.2	649

---

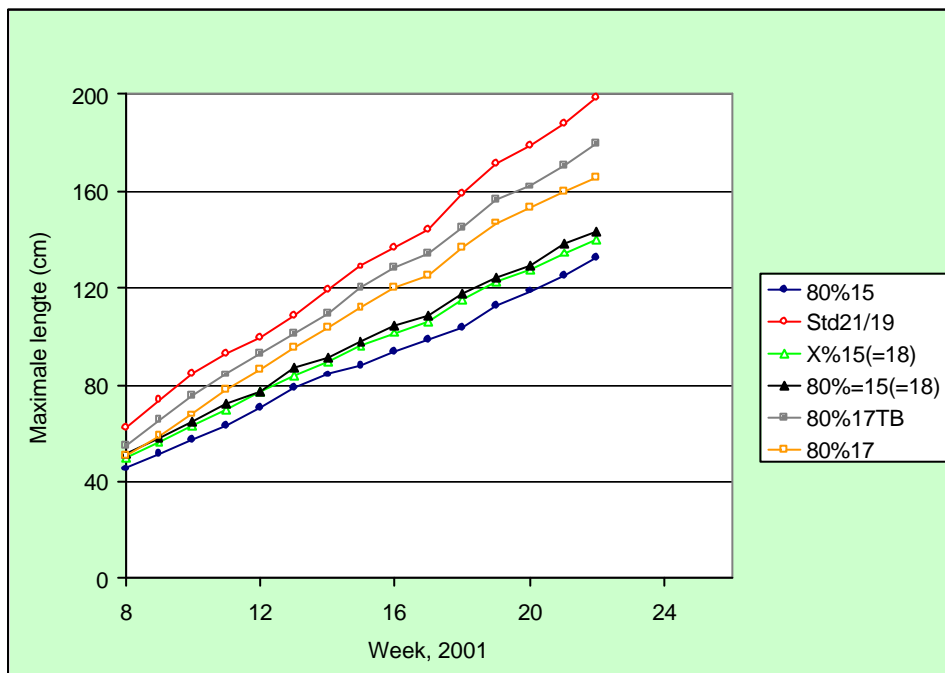
## Resultaten

### Lengte van de planten

De lengte van de planten is gemeten om relatieve verschillen tussen de planten tijdens de experimenten aan te kunnen geven. Figuur 4 geeft deze waarnemingen weer.

De planten groeiden weelderig in het warme klimaat (Std). Dit resulteerde in te veel blad. De dynamische klimaten met een hogere nachttemperatuur lieten een andere reactie zien. De planten in de klimaatkas met een nachttemperatuur van 17°C hadden een goede vegetatieve groei. De kleinste planten werden aangetroffen in de klimaatkassen met een nachttemperatuur van 15°C.

Het verband tussen de verschillende klimaatbehandelingen en de lengte van de planten was gedurende de hele seizoen hetzelfde. Er is daarom in week 22 besloten om te stoppen met het meten van de lengte van de planten.



Figuur 4.  
Ontwikkeling van de lengte van de planten in cm

### Bloemknop ontwikkeling

Het aantal bloemen per plant (tabel 3) duidt erop dat bij de koudere klimaten de bloemknop ontwikkeling geremd is. In het warmste klimaat (kas 2, Std21/19) werd over het algemeen het grootste aantal bloemen aangetroffen. De bloemen in het koudste klimaat (kas 1, 80% 15) hadden dikke bloemblaadjes (petalen) en deze bleven aanwezig op de uitgegroeide vruchten. Deze bloempjes op de vruchten kan aanleiding tot de ontwikkeling van *Botrytis*.

Tabel 3. Bloemknop ontwikkeling

Kas	Behandeling	Gemiddeld aantal open bloemen per plant per week	Totaal aantal open bloemen van januari tot juni per plant
1	80% 15	2,7a	454a
2	STD21/19	3,3b	590b
3	X% 15(>18)	3,3b	543b
4	80%=15(=18)	3,1b	532b
5	80% 17TB	3,2b	584b
6	80% 17	3,4b	574b

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil.

### Vruchtzetting

De vruchtzetting was voldoende. Het aantal kleine vruchten was het grootst in de warmere klimaten en het kleinst als de nachttemperatuur daalde tot 15°C (tabel 4). In het warmere klimaat groeiden weinig vruchten volledig uit. In het koudere klimaat was het aantal vruchten dat uitgroeide relatief hoog. Dit is terug te vinden in het grote aantal vruchten dat zich ontwikkelde aan het eind van het experiment. De meeste vruchten waren kort en dik, maar van de eerste kwaliteit indien het gewicht als maat werd genomen bij de kwaliteitssortering.

Tabel 4. Vruchtzetting

Kas	Behandeling	Gemiddeld aantal vruchten <5 cm per plant per week	Gemiddeld aantal vruchten >5 cm per plant per week
1	80% 15	1,6a	15,2a
2	Std21/19	2,2b	10,4b
3	X% 15(>18)	1,9a	13,6a
4	80%=15(=18)	1,7a	14,0a
5	80% 17 TB	2,3b	13,0a
6	80% 17	2,1ab	15,0a

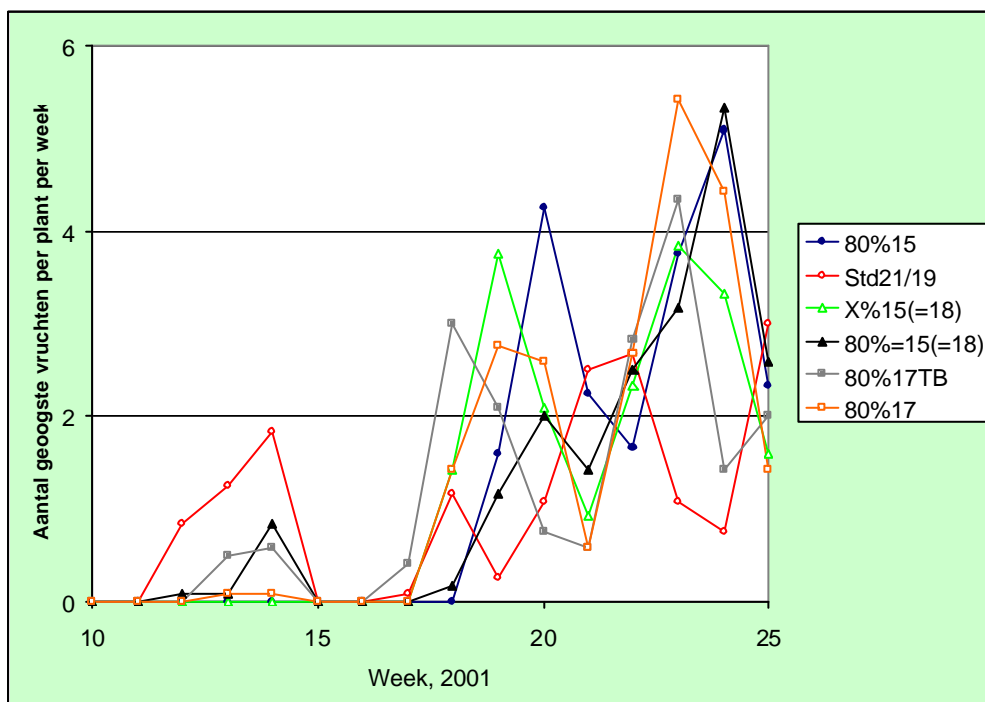
NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil.

## Oogst

De oogst startte in week 13 en ging door tot eind juni. De paprika vruchten van de warmste klimaten waren het eerst rijp om te plukken. De eerste oogst hebben wij groene vruchten geplukt om de kwaliteit en de bewaaromstandigheden te kunnen bespreken met een groep Nederlandse telers die op bezoek kwam. Daarna zijn alle vruchten geel geogst. Dit verklaart gedeeltelijk de toename en afname van het aantal geogste vruchten in week 15 en week 16 zoals te zien in figuur 5.

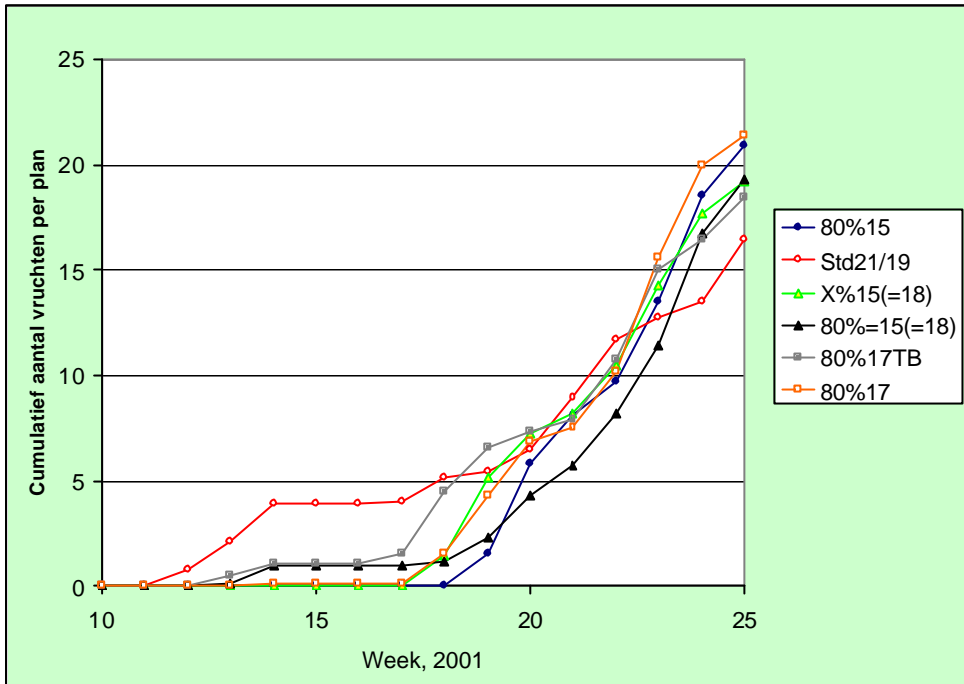
In het warmste klimaat (kas 2, Std21/19) werden in eerste instantie de meeste vruchten geogst. Het aantal geogste vruchten per week nam erg snel toe. Dit fenomeen werd waargenomen in alle klimaatbehandelingen en is waarschijnlijk het gevolg van een te groot aantal vruchten waardoor de ontwikkeling niet in balans is. We verwijderden de kleine vruchten niet en dat kan mogelijk deze onevenwichtige ontwikkeling verklaren.

Het resultaat van de oogst per week is niet de beste manier om de opbrengst weer te geven. De cijfers van de totale opbrengst zijn daarom cumulatief weergegeven in plaats van de afzonderlijke opbrengst per plant of per m<sup>2</sup>. Als we kijken naar de totale oogst van alle vruchten per plant (figuur 6) of per m<sup>2</sup> (figuur 7) blijkt dat in het warmste klimaat het eerst kon worden geogst. Ook blijkt dat de planten in de koudere klimaten veel vruchten produceerden aan het eind van het experiment. Het gewas in de klimaatkas met een nachttemperatuur van 17°C had de grootste totale opbrengst gezien het aantal geogste vruchten, waarbij geen rekening werd gehouden met de kwaliteit van de geogste vruchten.

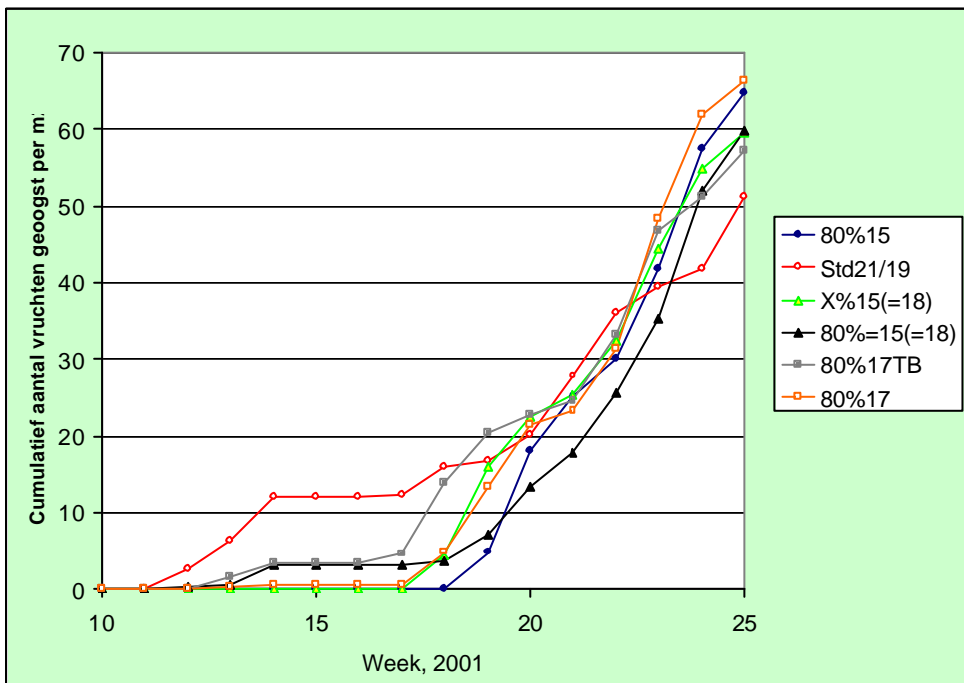


Figuur 5

Het verloop van de oogst per plant gedurende het seizoen in de verschillende klimaatkassen



Figuur 6 Aantal vruchten geoogst per plant in de verschillende klimaatkassen.



Figuur 7. Aantal vruchten geoogst per m² in de verschillende klimaatkassen

---

## Kwaliteit

De totale oogst uitgedrukt in aantal vruchten geeft een indicatie voor de opbrengst, maar de kwaliteit is even belangrijk. Tabel 5 bevat informatie over de kwaliteit van de geoogste vruchten. In de maanden mei en juni zagen we verschillende gevallen van eindrot zowel bij kleine als bij grote vruchten. De vruchten in de koudste kas waren in het begin erg kort en de uitgroei van de vruchten leek gestopt. De conclusie die hieruit kan worden getrokken is dat zulke lage temperaturen niet geschikt zijn om paprika te telen in het vroege voorjaar. Vruchten met schade symptomen werden verwijderd, zodat de kolom in tabel 5 vruchten van verschillende grootte betreft.

Het aantal dagen van begin bloei tot aan oogst werd geteld. Deze periode duurde ongeveer 65 dagen. Als gevolg van het afstoten van een deel van de bloemen is het niet mogelijk om uitspraken te doen over verschillen in het tijdstip waarop de vruchtzetting plaatsvond.

Tabel 5. Kwaliteit van de oogst

Kas	Behandeling	Aantal vruchten van 1e en 2e kwaliteit per plant	Aantal vruchten met eindrot of andere schade *)
1	80%15	21,1a	0,3a
2	Std21/19	16,5a	0,4a
3	X% 15(>18)	19,3ab	1,3b
4	80%=15(=18)	19,4ab	1,9b
5	80%17 TB	18,5b	3,5c
6	80%17	21,6b	2,4

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil.

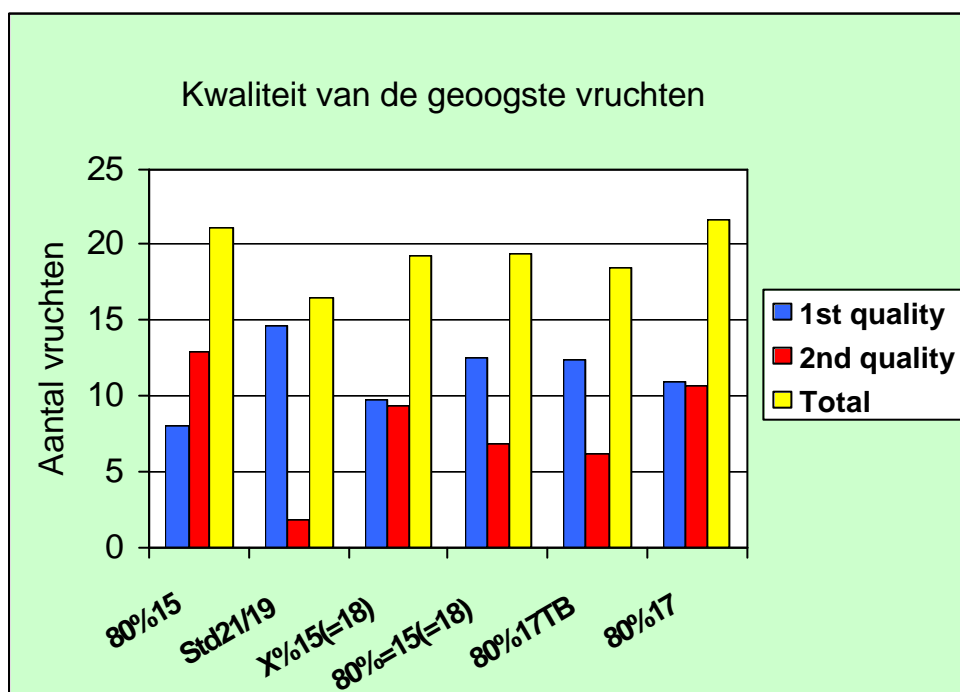
\*) Deze vruchten werden voor de oogst verwijderd.

Een analyse van de vruchten, die in de verschillende klimaatkassen zijn geoogst, laat duidelijk zien dat er aanmerkelijke verschillen zijn in het gewicht van de vruchten (tabel 6). Het gemiddelde gewicht was het hoogst in de standaard behandeling (STd21/19, kas2) en bij 80%17TB (kas 5). De vruchten die geoogst werden in de koudste klimaatkas hadden het laagste vers gewicht en waren het kleinst. De algehele tendens van dit experiment is dat de vruchten klein bleven in alle klimaatkassen en dat alleen aan het eind van het experiment er grotere vruchten werden geoogst.

Tabel 6. Gewicht en lengte van de geogste vruchten

Kas	Behandeling	Vers gewicht (g)	Lengte (cm)
1	80%15	124,0a	6,3a
2	Std21/19	160,5bc	8,2b
3	X%15(>18)	145,1c	6,9c
4	80%=15(=18)	140,9c	7,1c
5	80%17 TB	153,9b	7,8b
6	80%17	138,0c	6,6ac

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil.



Figuur 8

Kwaliteit van de geogste vruchten per plant in de verschillende klimaatbehandelingen gedurende het seizoen. (Onder eerste kwaliteit worden vruchten verstaan die zwaarder zijn dan 120 gram en die geen vlekjes of andere schade vertonen)

---

### Energiebesparing

Tabel 7 toont de energiebesparing gemeten door de warmte meters, het verschil tussen temperatuur van de inkomende en uitgaande buis. Er was geen verschil in het energieverbruik voor de kunstmatige belichting in de kassen, dus alle gerealiseerde energiebesparing is het gevolg van minder verwarming.

Tabel 7. Energie besparing

Kas	Behandeling	Energiebesparing
1	80% 15	31%
2	Std21/19	0%
3	X% 15(>18)	16%
4	80%=15(=18)	16%
5	80% 17 TB	20%
6	80% 17	15%



---

## Na oogst controle van de paprika vruchten

### Proefopzet

Alle vruchten van de eerste kwaliteit werden drie weken bewaard bij  $7^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  en een relatieve luchtvochtigheid (RV) van  $>95\%$ . Wekelijks werd de kwaliteit van de vruchten beoordeeld. De vruchten werden afzonderlijk genummerd en geplaatst op houten schappen afgedekt met plastic. Voordat de paprika's de bewaring in gingen werd iedere vrucht beoordeeld op het aantal bruine ringen en vlekken, op de aanwezigheid van bloemresten, op misvormingen en op eventuele beschadigingen. De vruchten werden gewogen en kregen een kleurcode. Deze code was als volgt gedefinieerd:

- 70 = geel met een paar groene vlekken
- 80 = geel met een paar groene strepen
- 90 = geel met enkele groene schaduwen
- 100 = helemaal geel

De vruchten werden beoordeeld na één, twee en drie weken bewaring. Er werd daarbij gekeken naar bewaarverliezen zoals grauwe schimmel, zacht rot, stippen op de vrucht of uitdroging. Elke vrucht kan één of meer van deze symptomen hebben. De vruchten werden weer gewogen en de kleur werd opnieuw gescoord.

Na drie weken opslag werd ook het drooggewicht bepaald. De vruchten werden daartoe in tweeën verdeeld: een binnenste deel (de steel, de zaden en eventuele vergroeiingen) en een buitenste deel (de eetbare buiten delen). Het aantal zaden werd geschat, waarbij de volgende schaalverdeling werd gebruikt 1 = geen zaden, 2 = één tot tien zaden en 3 = meer dan tien zaden.

### Resultaten

In totaal zijn er 789 paprika vruchten beoordeeld in dit onderzoek (tabel 8). De eerste partij vruchten (partij nummer 1) is buitengesloten van de gesommeerde tabellen, omdat deze partij groen is geoogst. Deze vruchten zijn wèl opgenomen in de figuren om een compleet beeld te geven van het bewaarexperiment. In de figuren zijn de behandelingen uitgesloten waar minder dan vijf vruchten per partij per behandeling zijn geoogst.

Tabel 8. Aantal vruchten verdeeld naar oogst datum en behandeling

Partij-numer	Datum oogst	Kleur bij oogst	Aantal vruchten tijdens de behandeling							
			<i>klimaatkasnr.</i>	1	2	3	4	5	6	<i>som</i>
1	4 April	groen		1	22	0	10	6	1	40
2	2 Mei	geel		0	14	6	2	18	6	46
3	9 Mei	geel		3	2	13	7	7	7	39
4	16 Mei	geel		5	12	1	14	0	8	40
5	23 Mei	geel		4	27	5	5	7	2	50
6	30 Mei	geel		6	28	14	12	28	16	104
7	6 Juni	geel		26	7	38	34	43	48	196
8	13 Juni	geel		34	8	29	44	13	30	158
9	20 Juni	geel		19	30	13	24	17	13	116
Som				98	150	119	152	139	131	789

### Eigenschappen van de vruchten

De eigenschappen van de geoogste vruchten worden weergegeven in tabel 9. De vruchten uit de meeste klimaatkassen hadden restanten van bloemen bij het steeltje, 65% tot 95% van de vruchten was daarbij aangetast. Alleen de vruchten uit klimaatkas nummer 2 vormden hierop een uitzondering. Een relatief klein aantal vruchten vertoonde groeiwijkingen in de vorm van extra vruchten bij de steel. Het aantal bobbels in de vrucht werd als indicatie genomen voor de mate waarin de vruchten zich ontwikkeld hebben. Deze parameter verschilde enigszins tussen de behandelingen. Er was geen verschil in kleur tussen de oogst in de verschillende klimaatkassen.

Het aantal zaden per vrucht was over het algemeen laag. Vruchten uit de klimaatkassen nummer 1, 3, 4 en 6 hadden gemiddeld tien zaden per vrucht, paprika's uit de klimaatkassen nummer 2 en 5 lieten een groter aantal zaden per vrucht zien.

Tabel 9. Eigenschappen van de eerste kwaliteit vruchten

Kas	Behandeling	Aantal vruchten	Vruchten met bloemen (%)	Vruchten met vervormingen (%)	Aantal bobbels in de vrucht	Kleur <sup>1)</sup> van de vruchten	Aantal zaden <sup>2)</sup>
1	80% 15	97	95 a	6.2 a	3.2 a	93 a	1.7 bc
2	std21/19	128	29 c	3.9 a	3.4 a	92 a	2.9 a
3	X% 15(=18)	119	89 a	5.0 a	3.3 a	93 a	2.1 bc
4	80%=15(=18)	142	94 a	2.8 a	3.4 a	92 a	1.5 c
5	80% 17TB	133	65 b	6.8 a	3.4 a	91 a	2.7 a
6	80% 17	130	85 ab	9.2 a	3.4 a	91 a	2.1 bc

1) 100 = 100 procent geel, 2) 1 = nul zaden, 2 = 1 tot 10 zaden, 3 = meer dan 10 zaden

### Gewichtsverlies tijdens bewaring

Het gewichtsverlies van de vruchten tijdens de opslag was binnen de te verwachten marges, met een gemiddeld gewichtsverlies van 1,4% na één week bewaring, 2,7% na twee weken bewaring en 4,0% na drie weken bewaring (zie tabel 10). Kleine verschillen in gewichtsverlies tussen de behandelingen kunnen verband houden met de verschillen in vruchtgewicht. Het droge stof gehalte van de vruchten uit de verschillende klimaatkassen varieerde van 9,1% tot 10,0%. De vruchten uit klimaatkassen nummer 2 en 5 hadden het laagste droge stofgehalte.

Tabel 10. Gewichtsverlies en droge stofgehalte van de vruchten

Kas	Behandeling	Gewicht bij start	Afname gewicht na 1 week (%)	Afname gewicht na 2 weken (%)	Afname gewicht na 3 weken (%)	Droge stof gehalte
1	80%15	150c	1,8a	3,2a	4,5a	10,0a
2	std21/19	166ab	1,2a	2,2a	3,5a	9,1a
3	X%15(=18)	165abc	1,4a	2,9a	4,2a	9,6a
4	80%=15(=18)	153c	1,6a	2,9a	4,2a	10,0a
5	80%17TB	175a	1,2a	2,1a	3,5a	9,2a
6	80%17	161abc	1,4a	3,0a	4,0a	9,6a

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

### Uitdroging

Het aantal vruchten dat ernstig was uitgedroogd en daardoor gerimpeld verdeelde de behandelingen in twee groepen (tabel 11). Uit klimaatkassen nummer 2, 5 en 6 vertoonden weinig vruchten uitdroging (5 tot 6%) terwijl veel vruchten uit de klimaatkassen 1,3 en 4 ernstige uitdroging vertoonden na bewaring (12 tot 16%).

Tabel 11. Vruchten met sterke uitdroging (in percentage)

Kas	Behandeling	Bij start	Na 1 week	Na 2 weken	Na 3 weken
1	80%15	0	1a	5a	15a
2	std21/19	0	0a	3a	5a
3	X%15(=18)	0	2a	7a	16a
4	80%=15(=18)	0	0a	6a	12a
5	80%17TB	0	0a	2a	5a
6	80%17	0	1a	4a	6a

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

## Grauwe schimmel

Bij een groot aantal vruchten zaten er nog bloemresten bij het steeltje of op de vrucht (tabel 12). Hierdoor was de kans op aantasting door grauwe schimmel groot tijdens de bewaring bij hoge luchtvochtigheid. In de verschillende klimaatkassen werd 65 tot 95% vruchten geoogst met bloemresten. Alleen klimaatkas nummer 2 vormde hierop een uitzondering omdat daar slechts op 29% van de vruchten bloemresten werden aangetroffen.

Het percentage vruchten met bloemresten varieerde met het seizoen (deze gegevens zijn hier niet gepresenteerd). In klimaatkas nummer 2 werd eind mei begin juni groot aantal vruchten (30 tot 60%) met bloemresten geoogst, in het begin van de teelt en aan het eind werd op minder dan 20% van de vruchten bloemresten aangetroffen.

Tijdens de bewaring ontwikkelde zich flink grauwe schimmel op de bloemresten. Van de bloemresten groeide de grauwe schimmel makkelijk uit over de vruchten. Na één week bewaring werd er nog geen grauwe schimmel waargenomen, maar na twee weken was het weefsel rond om de bloemresten geïnfecteerd (tabel 13). Deze aantasting ontwikkelde zich snel, met als gevolg na drie weken opslag 10 tot 25 % van de vruchten bij het steeltje was aangetast door grauwe schimmel. Het snijvlak bij de steel was eveneens aangetast bij 10 tot 24% van de vruchten

Tabel 12. Vruchten met grauwe schimmel (*Botrytis*) in bloemresten

Kas	Behandeling	Vruchten + bloemresten	Botrytis bij start (%)	Na 1 week (%)	Na 2 weken (%)	Na 3 weken (%)
1	80% 15	95a	0a	70ab	93a	95a
2	std21/19	29c	0a	13c	27c	28c
3	X%15(= 18)	89a	0a	73ab	85ab	83ab
4	80%=15(=18)	94a	1a	76ab	89a	93a
5	80%17TB	65b	0a	47bc	61b	64b
6	80% 17	85ab	1a	70ab	85c	83ab

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

Tabel 13. Vruchten met grauwe schimmel (*Botrytis*) bij de stengel

Kas	Behandeling	Vruchten + bloemresten	Botrytis bij start (%)	Na 1 week (%)	Na 2 weken (%)	Na 3 weken (%)
1	80% 15	95a	0	0a	8a	24a
2	std21/19	29c	0	0a	5a	10a
3	X%15(=18)	89a	0	0a	1a	22a
4	80%=15(=18)	94a	0	0a	4a	11a
5	80%17TB	65b	0	0a	4a	23a
6	80% 17	85ab	0	0a	6a	16a

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

---

### Bruine vlekjes en verkurking

Het optreden van kleine bruine vlekjes en verkurking varieerde met de behandeling (tabel 14). De schade trad nauwelijks op tot twee tot drie weken voor de oogst. In klimaatkas nummer 5 werden deze symptomen niet waargenomen, terwijl in kas nummer 3 maar liefst 13% van de vruchten was aangetast.

Tabel 14. Vruchten met bruine vlekjes en verkurking (%)

Kas	Behandeling	Bij start	Na 1 week	Na 2 weken	Na 3 weken
1	80% 15	0	0a	0b	7a
2	std21/19	0	0a	0b	2a
3	X% 15(=18)	0	1a	2b	13a
4	80%=15(=18)	0	0a	0b	4a
5	80% 17TB	0	0a	0b	0a
6	80% 17	0	1a	4a	8a

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

### Kleur van de vruchten

De vruchten werden geoogst met eenzelfde kleur in de verschillende klimaat kassen (tabel 15). Tijdens de bewaring verkleurde een aantal van de groende vlekken geel en de kleurscore nam toe. Deze reactie was gelijk bij vruchten uit alle kasklimaten.

Tabel 15. Kleur ontwikkeling tijdens de bewaring

Kas	Behandeling	Bij start	Na 1 week	Na 2 weken	Na 3 weken
1	80% 15	93a	96a	99a	100a
2	std21/19	92a	96a	99a	99a
3	X% 15(=18)	93a	96a	98a	100a
4	80%=15(=18)	92a	94a	98a	100a
5	80% 17TB	91a	95a	98a	99a
6	80% 17	91a	94a	98a	99a

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

### Verkoopbare paprika vruchten

Het percentage verkoopbare paprika vruchten na één tot drie weken bewaring hing samen met het kasklimaat (tabel 16). Kas nummer 2 leverde de meeste verkoopbare vruchten op. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van een lager aantal aantastingen door grauwe schimmel. Zacht rot had 1 tot 6% van de vruchten aangetast (gegevens niet gepresenteerd).

Tabel 16. Verkoopbare vruchten direct na oogst en na één, twee en drie weken bewaring

Kas	Behandeling	Bij start	Na 1 week	Na 2 weken	Na 3 weken
1	80% 15	100a	29bc	4c	2c
2	std21/19	100a	88a	65a	56a
3	X% 15(=18)	99a	26bc	12c	5c
4	80%=15(=18)	99a	24c	10c	4c
5	80% 17TB	100a	53ab	33b	20b
6	80% 17	95b	28bc	8c	9c

NB. De letters achter de cijfers geven aan of er sprake is van een significant verschil

---

## Samenvatting en conclusie

Paprika 'Fiësta' werd geteeld onder nieuwe klimaatomstandigheden volgens het model "IntelliGrow". De paprikateelt vond plaats in klimaatkassen waar ook potplanten werden geteeld. Het doel van het experiment was ten eerste energiebesparing onder lage lichtomstandigheden. Ten tweede optimaliseert het model de fotosynthese onder hoge lichtomstandigheden en daarbij het vastleggen van koolstof in suikers, die gebruikt kunnen worden voor de groei.

Het dynamische klimaatmodel maakt het mogelijk om de eigenschappen van een plant die van nature aanwezig zijn, te benutten. De fotosynthese en daarmee de productiviteit van het gewas worden vergroot door onder adequate lichtomstandigheden de temperatuur te verhogen en tegelijk extra CO<sub>2</sub> toe te dienen. Er wordt energie bespaard door de temperatuur verder dan gebruikelijk te verlagen bij lage lichtomstandigheden, waar de temperatuur-response-curve van de fotosynthese vlak is. Zowel temperatuur als CO<sub>2</sub> wordt bepaald door het lichtniveau (licht afhankelijkke temperatuur en CO<sub>2</sub> toename in de klimaatcomputer).

### **Minder energie**

De resultaten van dit experiment laten zien dat het mogelijk is om het energieverbruik voor de teelt van paprika's te verminderen met 21%. In de praktijk is het noodzakelijk om nauwkeurig waar te nemen of de nachttemperatuur niet daalt onder 17°C omdat dan er een groot kwaliteitsverlies optreedt in termen van grootte, kwaliteit en aantasting door grauwe schimmel. Echter, de oogst uitgedrukt in het totale aantal vruchten was bij dit experiment hoog in alle klimaatbehandelingen.

Het standaard klimaat 21/19 dag/nacht met 600 ppm CO<sub>2</sub> in licht en het dynamische klimaat waarbij 80% fotosynthese werd gerealiseerd met een instelling voor een minimum temperatuur van 17°C, met name in combinatie met korte temperatuur stoten gedurende de nacht, gaven een betere oogst met ongeveer eenzelfde kwaliteit vruchten. De vruchten afkomstige uit de warme klimaatkassen hadden echter een wat lager droge stof gehalte.

Er was beperkte schade (vlekken, zonnebrand) als gevolg van de hogere temperatuur overdag in de energie besparingsklimaten. Deze schade kan in verband staan met onvoldoende toediening van water en nutriënten aan de planten. Het grootste kwaliteitsprobleem waren echter de bloemresten op de vruchten, een probleem dat trouwens optrad in de meeste behandelingen.

### **Uitproberen in de praktijk**

Gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek kunnen telers van paprika's en van andere glasgroentengewassen proberen om de principes van IntelliGrow voorzichtig toe te passen in de praktijk. Zij moeten daartoe de nachttemperatuur iets laten zakken, bijvoorbeeld door de temperatuur langzaam te laten dalen zodra het donker begint te worden. Verder kan een verhoogde CO<sub>2</sub> toediening in combinatie met het iets later ventileren, en daardoor een iets hogere temperatuur in de kas, de fotosynthese vergroten en daarmee de productie verhogen.

---

## BIJLAGE 1

### Nutriënten

De paprika's werden bemest naar het advies van een Nederlandse voorlichter.

Betreft: Standaard recept voor paprika op substraat

Concentratie: 100 x. Tank inhoud: 1000 liter

EC (excl. EC irrigatie water) 2.6. Aanpassing op pH : 5.8.

#### A tank

Calciumnitraat 141 kg

Fe-DTPA 3% 2900 gr = 2231 ml

Fe-DTPA 6% 1400 gr = 1077 ml

#### Oplossing A + B bak (mmol/liter)

| NH<sub>4</sub> 1.30

| K 6.83

| Ca 6.53

| Mg 1.84

| NO<sub>3</sub> 18.74

| SO<sub>4</sub> 2.14

| H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.84

#### B tank

Kaliumnitraat (kalisalpeter) 44 kg

Magnesiumsulfaat (bitterzout) 45 kg

Kaliumsulfaat (kalisulfaat) 5 kg

Monokaliumfosfaat (monokalifosfaat) 25 kg

Mangaansulfaat 32% 172 gr

Zinksulfaat 24% 146 gr

Borax 292 gr

Kopersulfaat 25% 19 gr

Natriummolybdaat 40% 12 gr

| Fe 15.30

| Mn 10.20

| Zn 5.10

| B 30.60

| Cu 0.77

- Bij het voldruppelen van de matten: gebruik dan extra 5 liter of ammoniumnitraat. (Concentratie: 100 x. Tankinhoud: 1000 liter)
- Bij gebruik van regenwater, voeg dan 10-25% leidingwater of bronwater toe (met een hogere HCO<sub>3</sub> concentratie) of gebruik kaliumcarbonaat. Aanpassen van de pH van het druppelwater op 5.7-5.8. Indien oppervlaktewater wordt gebruikt de pH aanpassen op 5.8-6.0.
- Deze aanbeveling is gebaseerd op BCI standards.



---

## BIJLAGE 2

### Klimaatkas 1

#### **80% fotosynthese, 15°C minimum temperatuur**

verkorte aanduiding: 80%15

De gemeten instraling wordt gebruikt om de temperatuur en CO<sub>2</sub> toediening af te stemmen op 80% van de mogelijke fotosynthese. Onder lichte omstandigheden zal het percentage fotosynthese hoger zijn dan 80% als gevolg van natuurlijke warmte van de zon die de temperatuur in de kas zal laten stijgen boven de ingestelde waarde.

Dit klimaat is het koudste klimaat en dus zal de energie besparing het grootst zijn en zullen tropische planten soorten het meest in hun ontwikkeling zijn geremd.

Minimum temperatuur	15°C
Maximum temperatuur	30°C
CO <sub>2</sub> dag	350 – 1200 ppm
CO <sub>2</sub> nacht	350 ppm
Assimilatie belichting aan	6 klux = 108 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Assimilatie belichting uit	8 klux = 144 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Geïnstalleerd licht	40 W m <sup>-2</sup> ~ 70 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (potroos 115 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) (geen kunstlicht voor paprika)
Assimilatie belichting gedurende	0.700 tot 23.00 uur

Gewassen: Rosa, Hibiscus, Campanula, Euforbia, Exacum, Helianthus, margrietten, paprika

Het scherm werd geregeld volgens een model dat een afweging maakt tussen de winst aan productie bij een gesloten scherm en het mogelijke verlies aan productie door verminderde instraling. In de winter wordt het scherm nooit gebruikt voor schaduw doeleinden.

Geen ventilatie onder 30°C.

---

## Klimaatkas 2

### Standaard klimaat

verkorte aanduiding: Std21/19

Dit klimaat is het referentie klimaat, waarbij het energiegebruik op 100% wordt gesteld. Het klimaat is een compromis tussen de klimaatbehoeften van de verschillende soorten in de kas

Minimum temperatuur	21°C
Maximum temperatuur	19°C
Buffer voor ventilatie	4°C
CO <sub>2</sub> dag	600 ppm
CO <sub>2</sub> nacht	350 ppm
Scherf open (isolatie)	0,5 klux = 9 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Scherf dicht (isolatie)	1 klux = 18 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Scherf dicht (isolatie)	33 klux = 600 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Assimilatie belichting aan	6 klux = 108 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Assimilatie belichting uit	8 klux = 144 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Geïnstalleerd licht	40 W m <sup>-2</sup> ~ 70 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (potroos 115 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) (geen kunstlicht voor paprika)
Assimilatie belichting gedurende	0.700 tot 23.00 uur

Gewassen: Rosa, Hibiscus, Campanula, Euforbia, Exacum, Helianthus, margrietten, paprika

---

## Klimaatkas 3

### Variabel % fotosynthese

**De minimum temperatuur mag niet lager worden dan 18°C. Dit wordt overdag gestuurd door een toenemende optimalisatie van de fotosynthese**

verkorte aanduiding: X% 15(=18)

De gemeten instraling wordt gebruikt om de temperatuur en de CO<sub>2</sub>-toediening af te stemmen op 80% van de mogelijke fotosynthese. Bij een lange periode van lage instraling zal de gemiddelde etmaal temperatuur (dag + nacht) afnemen en dalen onder de 18°C. De instelling voor het percentage fotosynthese zal geleidelijk toenemen. Als de natuurlijke instraling gedurende een langere periode hoog is, dan kan de instelling voor het percentage fotosynthese lager zijn dan 80%.

Het doel is om uit te testen of deze methode gebruikt kan worden om de productie tijd in de winter te regelen door de gemiddelde temperatuur niet onder de 18°C te laten zakken. De gemiddelde temperatuur is gehandhaafd met behulp van de dagtemperatuur die zal toenemen via de instelling voor het percentage fotosynthese.

Minimum temperatuur	15°C
Maximum temperatuur	30°C
CO <sub>2</sub> dag	350 – 1200 ppm
CO <sub>2</sub> nacht	350 ppm
Assimilatie belichting aan	6 klux = 108 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Assimilatie belichting uit	8 klux = 144 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Geïnstalleerd licht	40 W m <sup>-2</sup> ~ 70 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> (potroos 115 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (geen kunstlicht voor paprika)
Assimilatie belichting gedurende	0.700 tot 23.00 uur

Gewassen: Rosa, Hibiscus, Campanula, Euforbia, Exacum, Helianthus, margrietten, paprika

Het scherm werd geregeld volgens een model dat een afweging maakt tussen de winst aan productie bij een gesloten scherm en het mogelijke verlies aan productie door verminderde instraling. In de winter wordt het scherm nooit gebruikt voor schaduw doeleinden.

Geen ventilatie onder de 30°C

---

## Klimaatkas 4

### 80% fotosynthese, =15°C minimum temperatuur

**De gemiddelde temperatuur mag niet lager worden dan 18°C. Dit wordt in eerste instantie 's nachts geregeld door het verhogen van de minimum temperatuur**

verkorte aanduiding: 80%=15(=18)

De gemeten instraling wordt gebruikt om de temperatuur en CO<sub>2</sub> toediening af te stemmen op 80% van de mogelijke fotosynthese. Bij een lange periode van lage instraling zal de gemiddelde etmaal temperatuur (dag + nacht) afnemen en dalen onder de 18°C. Om de gemiddelde temperatuur op =18°C te houden zal de minimum temperatuur zo nodig geleidelijk worden verhoogd

Het doel is om te testen of deze methode gebruikt kan worden om de productie tijd in de winter te regelen door de minimum temperatuur niet onder de 18°C te laten zakken. De gemiddelde temperatuur wordt gerealiseerd door middel van het bijstellen van de minimum temperatuur (nacht temperatuur en dag temperatuur bij bewolkt weer)

Minimum temperatuur	=15°C
Maximum temperatuur	30°C
CO <sub>2</sub> dag	350 – 1200 ppm
CO <sub>2</sub> nacht	350 ppm
Assimilatie belichting aan	6 klux = 108 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Assimilatie belichting uit	8 klux = 144 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Geïnstalleerd licht	40 W m <sup>-2</sup> ~ 70 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> (potroos 115 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (geen kunstlicht voor paprika)
Assimilatie belichting gedurende	0.700 tot 23.00 uur

Gewassen: Rosa, Hibiscus, Campanula, Euforbia, Exacum, Helianthus, margrietten, paprika

Het scherm werd geregeld volgens een model dat een afweging maakt tussen de winst aan productie bij een gesloten scherm en het mogelijke verlies aan productie door verminderde instraling. In de winter wordt het scherm nooit gebruikt voor schaduw doeleinden.

---

## Klimaatkas 5

### **80% fotosynthese, 17°C minimum temperatuur temperatuur stoten gedurende de nacht van 20 tot 22°C**

verkorte aanduiding: 80%17, TB

De gemeten instraling wordt gebruikt om de temperatuur en CO<sub>2</sub> toediening af te stemmen op 80% van de mogelijke fotosynthese. Onder zonnige omstandigheden zal het percentage fotosynthese hoger zijn dan 80% als gevolg van natuurlijke warmte van de zon die de temperatuur in de kas zal laten stijgen boven de ingestelde waarde. Door de minimum temperatuur op 17°C te houden en door temperatuur stoten te geven hopen we het vertragende effect van de energiebesparing tot een minimum terug te brengen.

Minimum temperatuur	17°C
Maximum temperatuur	30°C
CO <sub>2</sub> dag	350 – 1200 ppm
CO <sub>2</sub> nacht	350 ppm
Assimilatie belichting aan	6 klux = 108 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Assimilatie belichting uit	8 klux = 144 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Geïnstalleerd licht	40 W $\text{m}^{-2}$ ~ 70 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (potroos 115 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) (geen kunstlicht voor paprika)
Assimilatie belichting gedurende	0.700 tot 23.00 uur

Gewassen: Rosa, Hibiscus, Campanula, Euforbia, Exacum, Helianthus, margrietten, paprika

Het scherm werd geregeld volgens een model dat een afweging maakt tussen de winst aan productie bij een gesloten scherm en het mogelijke verlies aan productie door verminderde instraling. In de winter wordt het scherm nooit gebruikt voor schaduw doeleinden.

Geen ventilatie onder 30°C.

Gedurende de teelt was er een probleem met een regelklep, die onregelmatig opende en daardoor de verwarmingsbuizen in kas 's nachts opwarmde. Hierdoor ontstonden temperatuur stoten gedurende de nacht terwijl er zo min mogelijk werd verwarmd. De korte stoten hogere temperatuur (ongeveer 15 minuten) waren mogelijk genoeg om de verplaatsing van assimilaten in de plant te stimuleren, want er werd een zichtbare kwaliteitsverbetering gerealiseerd in de tropische pot planten en ook bij de paprika's in dit klimaat. Deze klimaatinstelling zal in de volgende experimenten verder worden onderzocht.

---

## Klimaatkas 6

### **80% fotosynthese, 17°C minimum temperatuur**

verkorte aanduiding: 80%17

De gemeten instraling wordt gebruikt om de temperatuur en CO<sub>2</sub> toediening af te stemmen op 80% van de mogelijke fotosynthese. Onder zonnige omstandigheden zal het percentage fotosynthese hoger zijn dan 80% als gevolg van natuurlijke warmte van de zon die de temperatuur in de kas zal laten stijgen boven de ingestelde waarde.

Het doel is om te onderzoeken of 17° minimum temperatuur genoeg is om de vertraging van de tropische planten te verminderen in de donkere wintermaanden.

Minimum temperatuur	17°C
Maximum temperatuur	30°C
CO <sub>2</sub> dag	350 – 1200 ppm
CO <sub>2</sub> nacht	350 ppm
Geïnstalleerd licht	40 W m <sup>-2</sup> ~ 70 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> (potroos 115 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (geen kunstlicht voor paprika)
Assimilatie belichting gedurende	0.700 tot 23.00 uur

Gewassen: Rosa, Hibiscus, Campanula, Euforbia, Exacum, Helianthus, margrietten, paprika

Het scherm werd geregeld volgens een model dat een afweging maakt tussen de winst aan productie bij een gesloten scherm en het mogelijke verlies aan productie door verminderde instraling. In de winter wordt het scherm nooit gebruikt voor schaduw doeleinden.

Geen ventilatie onder 30°C.