



Minimale temperatuurgrenzen courgette

Onderzoek 2002

Jan Janse & Marcel Raaphorst

© 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 is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit project is gefinancierd door:



en

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 63 67 00
Fax : 0174 - 63 68 35
E-mail : infoglastuinbouw@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Samenvatting

In verband met liberalisering van de energiemarkt wordt er een nieuwe gaswet ingevoerd. Om de kosten te drukken is het zeer belangrijk om de contractcapaciteit te verkleinen. Maar onder extreme winterse omstandigheden is er dan een grote kans op een te lage kastemperatuur. Door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) in Naaldwijk is een modelberekening gemaakt en is een kasproef met tijdelijk lage temperaturen bij courgettes uitgevoerd.

Met het ECP-model is berekend hoe ver de kastemperatuur onder extreme buitenomstandigheden zou dalen bij verschillende contractcapaciteiten. Gerekend is met de koudste periode in de afgelopen 10 jaar, namelijk van 1 januari tot en met 5 januari 1997. De buitentemperatuur was toen in Naaldwijk gemiddeld $-6,7^{\circ}\text{C}$ en de windsnelheid gemiddeld $4,4\text{ m/s}$. Zonder scherm en bij een contractcapaciteit van $110\text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$ blijkt de berekende gemiddelde kastemperatuur over de betreffende periode 12 à 13°C te bedragen. Met een dag en nacht gesloten LS-10 scherm wordt de streef temperatuur van $17,5^{\circ}\text{C}$ vrijwel gehaald. Bij een contractcapaciteit van $80\text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$ daalt de gemiddelde temperatuur in een kas zonder scherm tot $9,5$ à 10°C en met een LS-10 scherm komt deze uit op $16,5$ à 17°C .

In een vroege teelt is in vier kassen een onderzoek uitgevoerd, waarbij de etmaaltemperatuur gedurende 8 dagen $14,5^{\circ}\text{C}$, 4 dagen $11,5^{\circ}\text{C}$ en 2,7 dagen $8,5^{\circ}\text{C}$ bedroeg. De achterstand in temperatuur in vergelijking met de standaard etmaaltemperatuur van $17,5^{\circ}\text{C}$ was 24 graaddagen. Daarna werd een periode een 2°C hogere temperatuur dan de standaard aangehouden, totdat de achterstand in temperatuur geheel was weggewerkt. Per kas lag ook een behandeling zonder en met matverwarming tot 16°C . Een tijdelijk lage kastemperatuur gevolgd door een periode met een hogere temperatuur had geen duidelijk effect op bladkleur, productie of kwaliteit. Acht dagen een temperatuur van $14,5^{\circ}\text{C}$ handhaven, had vijf weken later tot gevolg dat er tijdelijk nauwelijks of geen mannelijke bloemen zichtbaar waren. Bij de andere behandelingen is dit niet geconstateerd. Een periode een hogere etmaaltemperatuur handhaven, resulteerde later in meer mannelijke bloemen. Matverwarming tot 16°C had geen enkel effect op gewas, productie of kwaliteit.

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	3
1 INLEIDING	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 ECP-model	6
2.2 Temperatuuronderzoek kassen	6
2.3 Overige teeltgegevens	7
3 RESULTATEN	8
3.1 ECP-model	8
3.2 Gerealiseerd klimaat	9
3.3 Productie en kwaliteit	10
3.4 Gewaswaarnemingen	13
3.4.1 Bladeren	13
3.4.2 Mannelijke bloemen.....	13
3.4.3 Zwartjes.....	14
3.4.4 Gewas	14
4 DISCUSSIE	15
5 CONCLUSIES.....	16
LITERATUUR.....	17

1 Inleiding

Momenteel is er een liberalisering gaande van de energiemarkt. Hierdoor veranderen de tarieven en tariefstructuren. Met de nieuwe gaswet is het voor telers belangrijk om een zo laag mogelijke contractcapaciteit te verkrijgen. Omdat hieraan een lagere gasprijs is gekoppeld, kunnen veel kosten worden bespaard.

De kans is echter aanwezig dat onder extreme omstandigheden erg lage kastemperaturen ontstaan. Dit is het geval bij lage buitentemperaturen en veel wind. Deze situatie deed zich bijvoorbeeld voor in december 2002. Door temperatuurintegratie toe te passen kan weliswaar een tijdelijk lage temperatuur worden gecompenseerd door een bepaalde periode een hogere temperatuur toe te passen, maar ondergrenzen waarbij onherstelbare schade aan gewas of product optreedt zijn nog onvoldoende bekend.

In het kader van het project is een literatuurstudie verricht naar hetgeen al bekend is uit voorgaand onderzoek met lage temperaturen bij courgette (Janse, 2001). De gegevens van onderzoek met courgette in binnen- en buitenland zijn echter zeer summier. Daarom is door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) sector Glastuinbouw een onderzoek uitgevoerd met tijdelijk lage kastemperaturen. Daarnaast zijn modelberekeningen uitgevoerd waarin de kastemperatuur is berekend bij verschillende contractcapaciteiten onder extreme buitenomstandigheden.

In dit rapport worden de resultaten beschreven van de modelberekening en een onderzoek in kassen met tijdelijk lage temperaturen.

Het doel van de kasproef was om na te gaan of courgettes schade ondervinden van tijdelijk lage temperaturen met daaraan gekoppeld temperatuurcompensatie.

2 Materiaal en methoden

2.1 ECP-model

Met behulp van het ECP-model (Rijsdijk en Houter, 1993) is berekend wat de gerealiseerde kasttemperatuur zou zijn bij een contractcapaciteit van respectievelijk 110 en 80 m³/ha/uur bij zowel buis- als heteluchtverwarming gedurende de periode van 1 januari tot en met 5 januari 1997. Dit was de koudste periode van de laatste 10 jaar zoals geregistreerd door de weertoren van het toenmalige PBG in Naaldwijk. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de situatie zonder scherm, met AC-foliescherm en met een LS-10 energiescherm, waarbij het scherm zowel 's nachts als overdag werd gesloten. Er was geen buffertank aanwezig.

2.2 Temperatuuronderzoek kassen

Voor het onderzoek waren vier kassen beschikbaar. Er is gekozen voor vier temperatuurbehandelingen, waarbij de afwijking in graaddagen ten opzichte van de standaardtemperatuur gelijk is gehouden. Daarbij is geprobeerd minimumgrenzen op te zoeken. De behandelingen in ruimtemperatuur waren:

1. standaardtemperatuur (etmaaltemperatuur circa 17,5°C)
2. 8 dagen etmaaltemperatuur 14,5°C, daardoor achterstand van 24 graaddagen (=576 graaduren), deze compenseren door daarna 12 dagen circa +2°C te stoken
3. 4 dagen etmaaltemperatuur 11,5°C, daardoor achterstand van 24 graaddagen, deze compenseren door daarna 12 dagen circa +2°C te stoken
4. 2,7 dagen etmaaltemperatuur 8,5°C, daardoor achterstand van 24 graaddagen, deze compenseren door daarna 12 dagen circa +2°C te stoken

De lage temperatuurbehandelingen zijn ingezet tijdens een relatief koude periode op 5 februari 2002. Er is gestreefd naar een bepaalde etmaaltemperatuur. Hoe dit werd gerealiseerd was minder belangrijk. Er is wel enig verschil tussen de dag- en nachttemperatuur aangehouden. Om de bladstelen wat korter proberen te houden is rond zonop (1 uur voor zonop tot 2 uur na zonop) bij alle behandelingen een lage stooktemperatuur aangehouden. In onderstaande tabel zijn de ingestelde temperaturen tijdens de periode met lage temperaturen en tijdens de compensatieperiode weergegeven.

Tabel 1: Ingestelde stooktemperatuur in °C tijdens lage temperatuur- en compensatieperiode

Behandeling	Lage temperatuur			Compensatieperiode		
	Rond zonop	Dag	Nacht	Rond zonop	Dag	Nacht
'17,5°C'	13,0	18,5	17,3	13,0	18,5	17,5
'14,5°C'	13,0	16,0	13,5	15,0	20,0	19,0
'11,5°C'	9,5	13,0	9,5	15,0	20,0	19,0
'8,5°C'	6,0	9,0	6,0	15,0	20,0	19,0

Tijdens de periode toen lage temperaturen moesten worden gerealiseerd, is een minimumventilatie ingesteld bij de behandelingen '17,5°C' '14,5°C' '11,5°C' en '8,5°C' van respectievelijk 0, 1, 2 en 3%. Zo werd de kans vergroot dat de streeftemperaturen zouden worden gehaald.

Tijdens de compensatieperiode werd de stooktemperatuur bij veel instraling nog extra verhoogd, namelijk tijdens de dagperiode met 1°C bij een instraling van 100 tot 250 W/m² en tijdens de nachtperiode met 1°C bij een instralingsom van 100 tot 500 J/cm².

Zowel de stook- als ventilatietemperatuur mocht dalen met een snelheid van 4°C per uur en stijgen met een snelheid van 2°C per uur.

Naast de temperatuurbehandeling lag er in elke kas een behandeling met en zonder matverwarming. Met de elektrische matverwarming werd de mattemperatuur in de periode met een lage ruimtetemperatuur ingesteld op een temperatuur van 16°C.

De volgende waarnemingen zijn verricht:

Productie : dagelijks aantal stuks en gewicht
Kwaliteit : aantal klasse I en II, aantal en gewicht stek
Bladeren : aantal gevormde bladeren per week
Bloemen : aantal mannelijke en vrouwelijke bloemen
Vruchtjes : wekelijks aantal 'geeltjes' en 'zwartjes'

2.3 Overige teeltgegevens

Kas : PPO-kas 210 afdelingen 17, 18, 21 en 22
Grootte afdeling : 58 m²
Ras : Bengal
Zaaidatum : 24 december 2001
Plantdatum : 22 januari 2002
Opkweek : Zaaien - direct in pot
Temperatuur - kieming 21/21°C, daarna 19/19°C
Belichting - 18 uur
Plantdichtheid : 1,25 planten/m² (50 cm)
Veldgrootte : 9,6 m² (12 planten)
Herhalingen : Temperatuurproef - één afdeling per temperatuurbehandeling
Matverwarming - in enkelvoud per afdeling: in totaal 4 maal
Teeltduur : Tot en met 21 juni 2002

3 Resultaten

3.1 ECP-model

In de volgende tabel zijn gemiddeld per dag de buitentemperaturen en windsnelheid weergegeven, met daarachter de minimum- en maximumtemperatuur (uurgemiddelde) gedurende de extreem koude periode van 1 januari tot en met 5 januari 1997, zoals gemeten op het PBG te Naaldwijk.

Tabel 2: De gemiddelde buitentemperatuur, windsnelheid en de minimum- en maximumtemperatuur per uur in °C in Naaldwijk van 1 januari tot en met 5 januari 1997.

Dag	Gemiddelde buitentemperatuur (°C)	Gemiddelde windsnelheid (m/s)	Minimumtemperatuur per uur (°C)	Maximumtemperatuur per uur (°C)
1 januari	-10,0	4,7	-11,3	-5,4
2 januari	-10,0	2,8	-13,1	-6,5
3 januari	- 7,4	4,9	-11,4	-5,0
4 januari	- 3,4	5,6	- 5,0	-2,5
5 januari	- 2,9	3,8	- 4,6	-1,5
Gemiddeld	- 6,7	4,4	- 9,1	-4,2

Uit tabel 2 blijkt dat deze periode inderdaad koud was met lage temperaturen en vrij veel wind. Dit heeft consequenties voor het gasverbruik per uur.

In tabel 3 is de kasttemperatuur weergegeven in een kas zonder scherm en met een scherm van LS-10 bij buisverwarming en twee contractcapaciteiten. In tabel 4 is de kasttemperatuur bij twee contractcapaciteiten weergegeven in een kas zonder scherm en met een scherm van AC-folie en LS-10 doek, zoals berekend met het ECP-model.

Tabel 3: Berekende kasttemperatuur in °C per dag bij twee verschillende contractcapaciteiten in de periode 1 januari tot en met 5 januari 1997 in een kas met **buisverwarming** en respectievelijk in een kas zonder scherm en met een LS-10 scherm, welke dag en nacht was gesloten. Tussen haakjes is respectievelijk de minimum- en maximumtemperatuur per uur voor de betreffende dag aangegeven.

Dag	110 m ³ /ha/uur		80 m ³ /ha/uur	
	- scherm	LS-10	- scherm	LS-10
1 januari	11,7 (9,8 – 13,6)	17,4 (15,8 – 17,5)	9,5 (7,8 – 11,3)	15,9 (13,7 – 17,5)
2 januari	12,9 (11,7 – 14,8)	17,5 (17,5 – 17,5)	10,1 (9,0 – 12,1)	16,6 (15,7 – 17,5)
3 januari	12,0 (10,5 – 13,4)	17,5 (17,5 – 17,5)	9,2 (7,9 – 10,7)	16,8 (15,9 – 17,5)
4 januari	13,1 (12,4 – 13,8)	17,5 (17,5 – 17,5)	10,2 (9,7 – 11,0)	17,5 (17,5 – 17,5)
5 januari	14,7 (13,1 – 13,8)	17,5 (17,5 – 17,5)	11,6 (10,2 – 13,3)	17,5 (17,5 – 17,5)
Gemiddeld	12,9	17,5	10,1	16,9

Volgens de modelberekening zakt de gemiddelde etmaaltemperatuur in de onderzochte koude periode bij een contractcapaciteit van 110 m³/ha/uur in een kas zonder scherm tot 12,9°C, terwijl deze in een kas met een LS-10 scherm praktisch op de streefwaarde zit. De temperatuur zakt op 1 januari tijdelijk weg tot 9,8°C (uurgemiddelde). Bij 80 m³/ha/uur is de gemiddelde etmaaltemperatuur in een kas zonder scherm gemiddeld bijna 3°C lager en met scherm circa 0,5°C dan bij een contractcapaciteit van 110 m³/ha/uur.

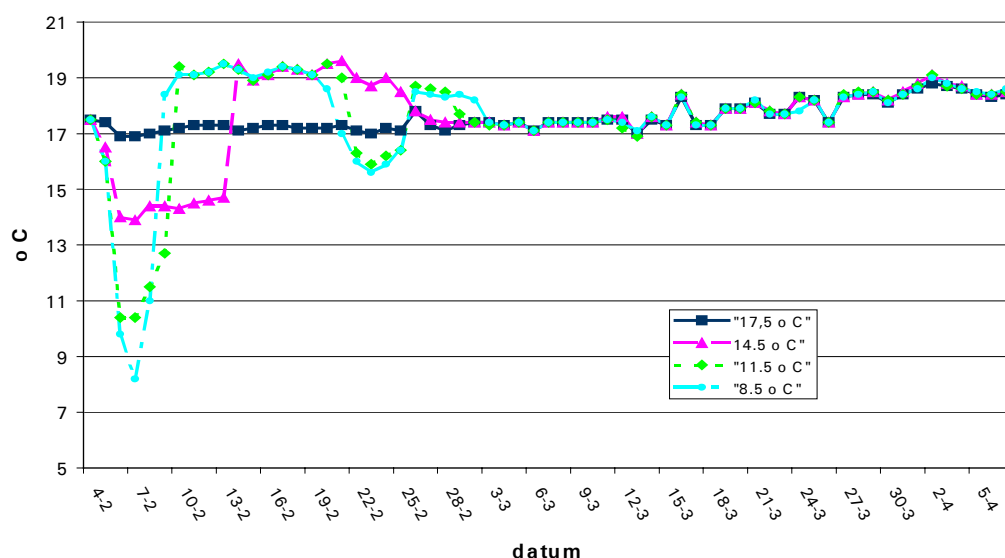
Tabel 4: Berekende kastemperatuur in °C per dag bij twee verschillende contractcapaciteiten in de periode van 1 januari tot en met 5 januari 1997 in een kas met **heteluchtverwarming** en respectievelijk zonder scherm, met AC-folie en LS-10 scherm, welke dag en nacht was gesloten. Tussen haakjes is respectievelijk de minimum- en maximumtemperatuur per uur voor de betreffende dag aangegeven.

	110 m ³ /ha/uur			80 m ³ /ha/uur		
	- scherm	AC-folie	LS-10	- scherm	AC-folie	LS-10
1 januari	11,3 (9,4 – 13,2)	13,2 (11,7 – 15,8)	17,1 (15,7 – 17,5)	9,3 (7,5 – 11,1)	10,8 (9,4 – 12,6)	15,7 (13,7 – 17,1)
2 januari	12,1 (11,0 – 14,1)	14,2 (12,2 – 15,9)	17,5 (17,5 – 17,5)	9,5 (8,3 – 11,5)	11,0 (8,6 – 12,5)	15,8 (14,9 – 17,0)
3 januari	11,1 (9,6 – 12,6)	13,1 (11,6 – 14,7)	17,5 (17,5 – 17,5)	8,6 (7,2 – 10,1)	9,8 (8,3 – 11,5)	16,1 (14,9 – 17,3)
4 januari	12,2 (11,5 – 13,0)	14,5 (13,9 – 15,2)	17,5 (17,5 – 17,5)	9,6 (8,9 – 10,3)	11,2 (10,5 – 11,8)	17,3 (16,8 – 17,5)
5 januari	13,8 (12,1 – 15,7)	15,8 (14,4 – 17,5)	17,5 (17,5 – 17,5)	10,9 (9,4 – 12,7)	11,2 (11,0 – 14,0)	17,5 (17,4 – 17,5)
Gemiddeld	12,1	14,2	17,4	9,6	11,0	16,5

In de onderzochte koude periode kan de gemiddelde etmaaltemperatuur bij een contractcapaciteit van 110 m³/ha/uur in een kas zonder scherm wegzakken tot 11,1°C (3 januari). Op 1 januari zakt deze zelfs tijdelijk weg tot 9,4°C (uurgemiddelde). Gemiddeld is de etmaaltemperatuur circa 12°C. Met een foliescherm zakt de temperatuur ‘maar’ tot gemiddeld even boven de 14°C en met een LS-10 doek ligt de gemiddeld gerealiseerde etmaaltemperatuur alleen op 1 januari iets lager dan de streeftemperatuur. Bij 80 m³/ha/uur zakt de gemiddelde etmaaltemperatuur over 5 dagen zonder scherm naar 9,6°C. Met respectievelijk een AC-folie en een LS-10 scherm is de gemiddelde etmaaltemperatuur bij deze contractcapaciteit respectievelijk 6,5 en 1°C lager dan de streeftemperatuur.

3.2 Gerealiseerd klimaat

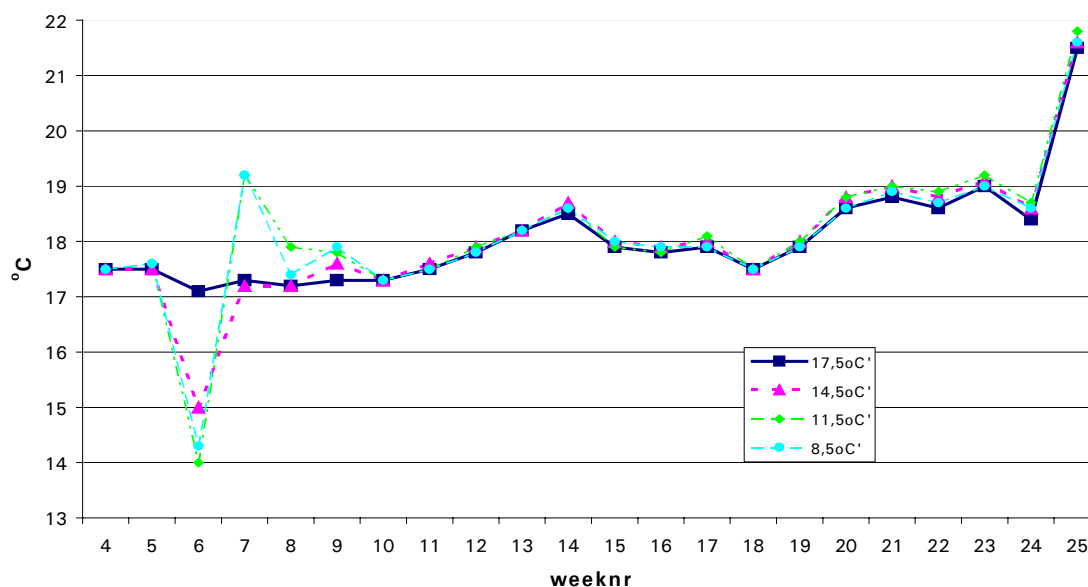
De gerealiseerde etmaaltemperatuur in de kasproef gedurende en rondom de periode waarin de klimaatbehandeling werd gegeven is in de volgende figuur weergegeven.



Figuur 1: De gerealiseerde temperatuur in de vier afdelingen rondom de periode waarin de lage temperatuurbehandelingen zijn gegeven.

In figuur 1 is te zien dat de nagestreefde lage temperaturen vrij goed zijn gerealiseerd. Op 6 en 7 februari lagen de etmaaltemperaturen bij de behandeling van '14,5°C' en '11,5°C' zelfs iets lager dan de streefwaarde, namelijk respectievelijk 14,0 en 10,4°C. Bij de behandeling '8,5°C' lag de gemiddelde etmaaltemperatuur op 6 en 7 februari op respectievelijk op 9,8 en 8,2°C. Door een misverstand was de temperatuur rond 23 februari in de afdelingen met de behandelingen '11,5°C' en '8,5°C' wat lager ingesteld. Dit is in de dagen erna hersteld door enkele dagen weer een hogere temperatuur aan te houden, zoals in de figuur is te zien.

In de volgende figuur is de gemiddeld gerealiseerde temperatuur per week voor de vier behandelingen gedurende de gehele proefperiode weergegeven.



Figuur 2: Gerealiseerde etmaaltemperatuur per week bij de vier temperatuurbehandelingen gedurende de gehele proefperiode.

Met uitzondering van de weken waarin de temperatuurbehandelingen zijn gegeven, komen de gemiddeld gerealiseerde kasttemperaturen per week in de verschillende afdelingen goed met elkaar overeen. Vanaf half mei ligt de gerealiseerde temperatuur in de afdelingen met de behandelingen '14,5°C' en '11,5°C' een fractie hoger. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van de zuidelijke ligging (zonnkant) van deze afdelingen. Door de zon liep de temperatuur op de dag wat hoger op dan in de andere twee afdelingen aan de noordkant.

De nagestreefde mattemperatuur (16°C) in de behandeling met matverwarming zijn goed gerealiseerd. In de behandeling zonder matverwarming volgde de mattemperatuur met enige vertraging de ruimtetemperatuur.

3.3 Productie en kwaliteit

In de volgende tabellen zijn de vroege en totaalproductie weergegeven bij de vier kasttemperatuur behandelingen en zonder en met matverwarming.

Tabel 5: Vroege productie en kwaliteit tot en met 17 maart 2002 (week 11)

Behandeling	Aantal klasse I+II/m ²	Gewicht klasse I+II (kg/m ²)	Gemiddeld vruchtgewicht	% klasse II	% stek	Gewicht stek (kg/m ²)
"17.5°C"	10,6	3,1	296	5,3	13,5	0,18
"14.5°C"	9,7	2,9	294	2,2	23,8	0,16
"11.5°C"	11,6	3,4	294	3,6	14,2	0,05
"8.5°C"	11,0	3,3	304	4,7	12,8	0,10
- matverwarming	10,7	3,2	297	3,5	16,2	0,16
+ matverwarming	10,7	3,2	297	4,8	15,9	0,08
Gemiddeld	10,7	3,2	297	4,1	16,1	0,12

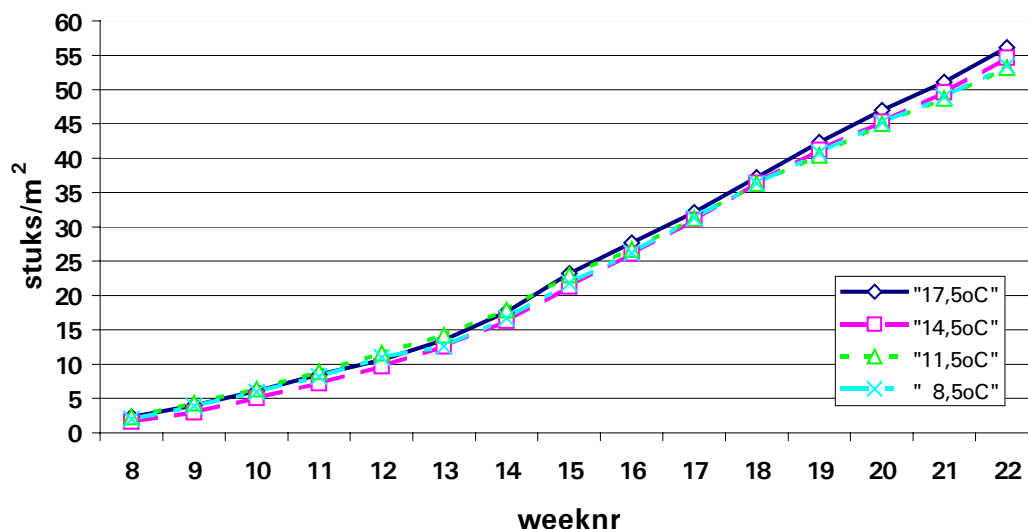
- De vroege productie in stuks lijkt iets lager bij de '14,5°C'-behandeling, maar dit is hoogstwaarschijnlijk niet het gevolg van de behandeling maar van toevallige factoren. De proef ligt namelijk in enkelvoud. In de afdeling met de '14,5°C'-behandeling bleek dat door een technische storing het CO₂-gehalte in maart duidelijk lager is geweest dan in de andere afdelingen. Uit eerdere proeven met courgette is gebleken dat dit een groot effect kan hebben op de productie (Esmeijer, 1997).
- Mogelijk dat om dezelfde reden er relatief veel stek in deze afdeling geoogst is. Stek bestond in die periode voornamelijk uit zwartjes.
- Het vruchtgewicht lijkt iets hoger in de afdeling met de '8,5°C'-behandeling.
- Matverwarming beïnvloedt de productie en de kwaliteit niet.

Tabel 6: Eindproductie en kwaliteit per 21 juni (week 25).

Behandeling	Aantal klasse I+II/m ²	Gewicht klasse I+II (kg/m ²)	Gemiddeld vruchtgewicht	% klasse II	% stek	Gewicht stek (kg/m ²)
"17.5°C"	69,6	25,2	361	6,0	12,2	0,79
"14.5°C"	67,7	24,6	363	4,0	11,9	0,63
"11.5°C"	67,7	24,4	360	6,9	12,1	0,63
"8.5°C"	66,8	24,5	367	5,9	10,3	0,46
- matverwarming	68,1	24,8	364	4,6	11,5	0,65
+ matverwarming	67,8	24,5	362	6,8	11,7	0,60
Gemiddeld	67,9	24,7	363	5,7	11,6	0,63

- De productieverschillen tussen de temperatuurbehandelingen in stuks zijn gering (maximaal 4%) en mogen waarschijnlijk niet aan de behandelingen worden toegeschreven (proef in enkelvoud). In kilo's liggen de producties in de afdelingen ook op vrijwel gelijk niveau.
- Dit geldt ook voor het gemiddeld vruchtgewicht en de kwaliteit.
- De matverwarming heeft geen invloed op de productie of kwaliteit.

In onderstaande figuur is de cumulatieve productie in stuks in grafiekvorm weergegeven.



Figuur 3: Stuksproductie bij de vier klimaatbehandelingen per week weergegeven

Ook uit deze figuur blijkt dat de cumulatieve producties per week bij de vier behandelingen dicht bij elkaar liggen.

In de volgende tabel is de productie in stuks per week weergegeven bij de verschillende behandelingen.

Tabel 7: Productie in stuks/m² per week per klimaatbehandeling en gemiddeld over alle behandelingen.

Behandeling	Week 8	Week 9	Week 10	Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15	Week 16
"17.5°C"	2,3	1,6	2,1	2,0	2,5	3,0	4,1	5,6	4,5
"14.5°C"	1,6	1,4	2,0	2,5	2,0	2,8	3,8	5,0	4,8
"11.5°C"	2,3	2,0	2,0	2,6	2,7	2,6	3,8	5,1	3,7
"8.5°C"	2,0	1,9	2,1	2,1	2,8	1,6	4,1	5,2	4,4
Gemiddeld	2,1	1,7	2,1	2,3	2,5	2,5	3,9	5,2	4,4

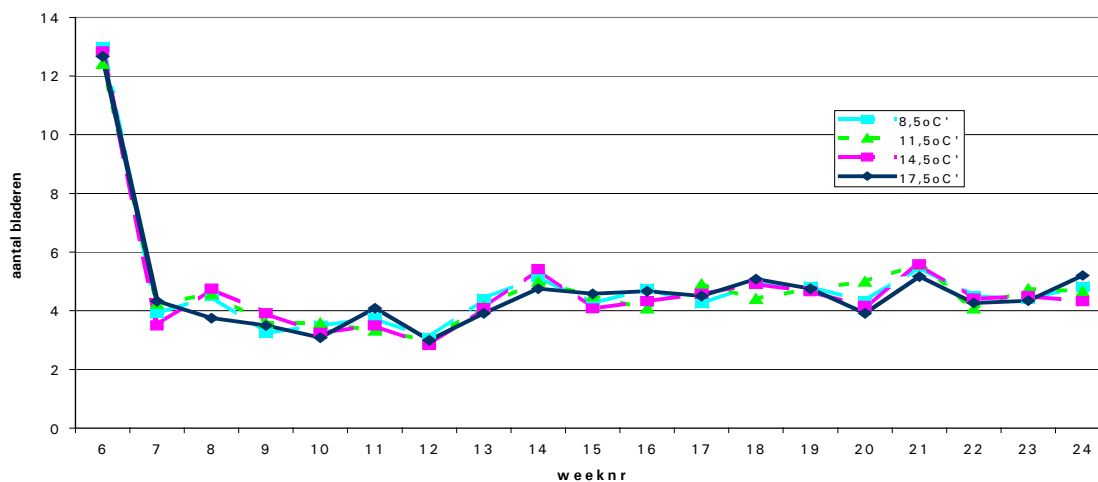
	Week 17	Week 18	Week 19	Week 20	Week 21	Week 22	Week 23	Week 24	Week 25
"17.5°C"	4,5	5,1	5,1	4,7	4,1	5,0	4,7	4,7	4,1
"14.5°C"	4,9	5,4	4,8	4,2	4,3	5,1	4,3	4,5	4,3
"11.5°C"	4,5	5,1	4,1	4,6	3,7	4,6	4,8	4,9	4,7
"8.5°C"	5,1	5,0	4,6	4,4	3,7	4,6	5,0	4,4	3,9
Gemiddeld	4,7	5,1	4,7	4,5	3,9	4,8	4,7	4,6	4,2

De productie per week varieert van 1,7 tot 5,2 vruchten/m² met een gemiddelde van 3,8 vruchten/m² per week. In week 15 en 18 was de gemiddelde productie meer dan 5 vruchten/m².

3.4 Gewaswaarnemingen

3.4.1 Bladeren

In de volgende figuur is het aantal gevormde bladeren per week weergegeven.

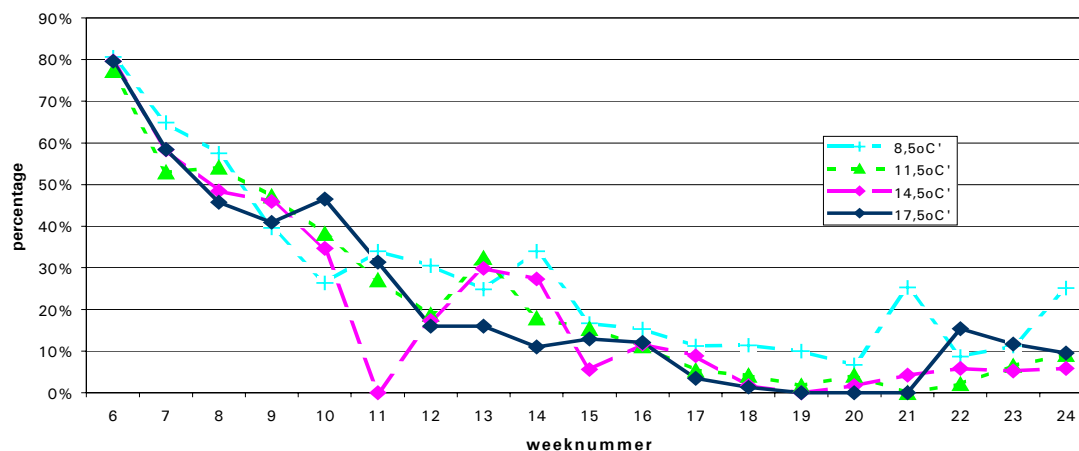


Figuur 4: Het verloop van het aantal bladeren per plant per week bij de 4 temperatuurbehandelingen.

In week 6 is het totaal aantal bladeren dat toen aan de plant aanwezig was, geteld. In week 7 blijft het aantal bladeren bij de behandelingen met een lage temperatuur iets achter bij die van de standaard. Vooral in week 8 is het aantal gevormde bladeren in de kassen met een temperatuurbehandeling wat hoger door de toen aangehouden hogere kastemperaturen. Het totaal aantal bladeren tot en met week 24 is bij de temperatuurbehandelingen '17,5°C' '14,5°C' '11,5°C' en '8,5°C' respectievelijk 91, 91, 89 en 90 bladeren per plant.

3.4.2 Mannelijke bloemen

In de volgende figuur is het percentage mannelijke bloemen per week weergegeven.



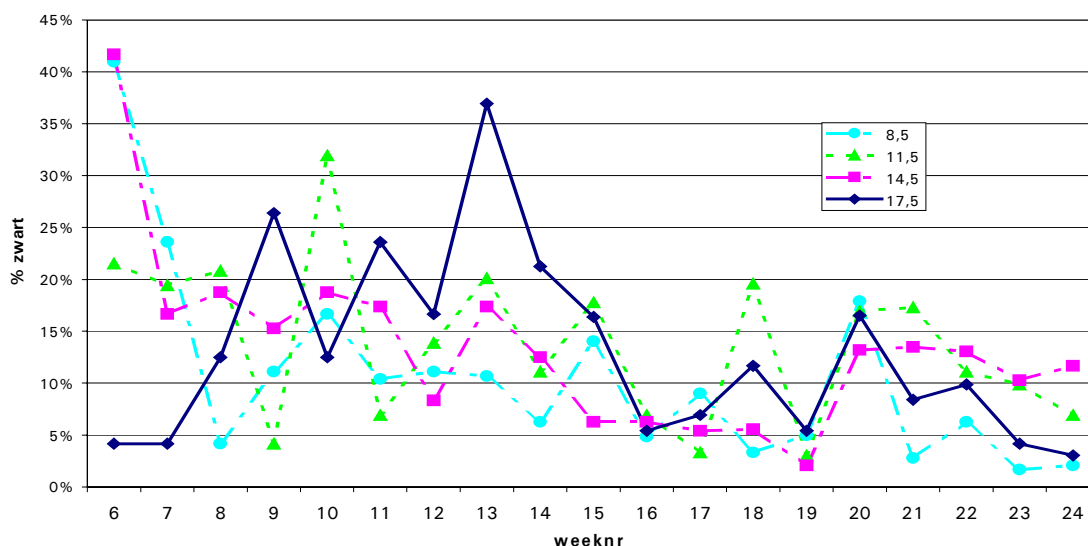
Figuur 5: Het verloop van het percentage mannelijke bloemen per week bij de vier temperatuurbehandelingen.

In week 11 zijn er bij de behandeling met 8 dagen 14,5°C geen mannelijke bloemen. Bij de andere temperatuurbehandelingen is het percentage mannelijke bloemen in deze week niet afwijkend van de standaard. In week 12 is bij de behandeling '8,5°C' het percentage mannelijke bloemen ongeveer 2 maal zo hoog dan bij de andere behandelingen. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt doordat bij deze behandeling de temperatuur het eerst omhoog ging. Bij alle behandelingen waar de temperatuur tijdelijk lager is geweest en daarna temperatuurcompensatie is toegepast, is het percentage mannelijke bloemen in week 13 en 14 hoger dan bij de standaard temperatuurbehandeling. Na vijf weken is dus het effect van de temperatuur zichtbaar in het geslacht van de bloemen.

In de weken 18 tot en met 21 zijn er bij alle behandelingen weinig mannelijke bloemen. Bij de behandeling '8,5°C' is het aantal mannelijke bloemen in deze periode wat hoger dan bij de andere behandelingen, maar dit wordt veroorzaakt doordat er een aantal waarnemingsplanten bij waren die opvallend mannelijk waren.

3.4.3 Zwartjes

Het percentage zwartjes is weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 6 : Het percentage zwartjes bij de vier klimaatbehandelingen per week weergegeven.

Tijdens de teelt zijn er enkele pieken in het percentage zwartjes te zien. Opvallend is dat er in het begin bij de temperatuurbehandelingen relatief veel zwartjes zijn. In de afdeling met continu 17,5°C, zijn er in week 9 en week 11 tot en met week 14 juist veel zwartjes ten opzichte van bij de andere behandelingen.

3.4.4 Gewas

Aan het gewas was niet te zien dat de planten enige dagen bij lage temperaturen hadden gestaan. Er waren geen chlorose verschijnselen of andere verschijnselen aan de bladeren waarneembaar. Ook tijdens of na de periode met temperatuurcompensatie zijn er geen vreemde verschijnselen aan de planten waargenomen, bijvoorbeeld erg dunne koppen.

Aan het einde van de proef waren er geen verschillen in plantuitval tussen de afdelingen. Het percentage dode planten was op 21 juni bij de behandelingen '8,5°C' '11,5°C' '14,5°C' en '17,5°C' respectievelijk 3,7 1,9 1,9 en 3,7%.

De indruk van telers was dat de planten in alle afdelingen vrij compact bleven met relatief korte bladstelen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de temperatuurval in de vroege morgen uren. Er kon echter niet vergeleken worden met een afdeling zonder temperatuurval.

4 Discussie

Ondanks de min of meer korte periode met zeer lage temperaturen (tot rond de 8,5°C), was er aan het gewas geen koudeschade zichtbaar en heeft het geen duidelijk effect gehad op de productie of kwaliteit. Na de periode met lage temperaturen is er echter wel temperatuurcompensatie toegepast, door tijdelijk een hogere temperatuur aan te houden totdat de achterstand in graaduren geheel was weggewerkt. Als dit niet gebeurt, zal er een achterstand in gewasontwikkeling blijven en de verwachting is dat de productie dan ook wat achter zal blijven.

Een courgette blijkt dus weinig gevoelig te zijn voor tijdelijk lage temperaturen. Het is mogelijk dat andere rassen of typen, met name gele rassen, gevoeliger zijn. Maar dit type is in de proef niet meegenomen.

Bij een relatief lange periode met een lagere temperatuur, is de kans groot dat het aantal bloeiende mannelijke bloemen na circa 6 à 7 weken zeer gering is. Dit gebeurde in de proef bij de behandeling 8 dagen 14,5°C. Dit negatieve effect van een lage temperatuur is ook bekend uit de literatuur (Janse, 2001). Dit kan een probleem vormen omdat dan onvoldoende bestuiving van de vrouwelijke bloemen kan plaatsvinden. Indien mogelijk zullen dan mannelijke bloemen elders gehaald moeten worden, wat extra arbeid met zich meebrengt. Bij de andere lage temperatuurbehandelingen is dit effect niet geconstateerd. Hoewel de temperaturen hier lager waren, waren ook de koudeperiodes korter. Omdat de waarnemingen aan mannelijke en vrouwelijke bloemen per week zijn uitgevoerd, is het mogelijk dat dit niet tot uiting kwam in de cijfers. Waarschijnlijk zijn er bij deze behandelingen wel dagen bij geweest zonder bloei van mannelijke bloemen.

Circa 6 tot 7 weken na het aanhouden van 2°C hogere temperaturen, komen er juist meer mannelijke bloemen voor. Dit komt overeen met literatuurgegevens (Janse, 2001).

5 Conclusies

- Voor de koudste periode in de afgelopen 10 jaar is met een model berekend, dat bij een contractcapaciteit van $80 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ in een kas met buis- of heteluchtverwarming en zonder scherm, de ruimtetemperatuur daalt van $17,5^\circ\text{C}$ naar gemiddeld $9,5$ à 10°C en met een continu gesloten LS-10 scherm naar gemiddeld $16,5$ à 17°C . Bij een contractcapaciteit van $110 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ is de ruimtetemperatuur bij geen scherm gemiddeld 12 à 13°C en met een LS-10 scherm wordt de streef temperatuur vrijwel continu gehaald.
- Een tijdelijk lage kastemperatuur gevolgd door een periode met een hogere temperatuur, waarin de temperatuurachterstand van 24 graaddagen volledig werd gecompenseerd, heeft geen duidelijk effect op de productie of kwaliteit.
- Ondanks lage etmaaltemperaturen tot $8,5^\circ\text{C}$, is aan het gewas geen lage temperatuurschade geconstateerd.
- Acht dagen een temperatuur van $14,5^\circ\text{C}$ handhaven, heeft vijf weken later tot gevolg dat er tijdelijk nauwelijks of geen mannelijke bloemen zichtbaar zijn. Bij de andere behandelingen is dit niet geconstateerd.
- Een tijdelijk hogere etmaaltemperatuur resulteert later in meer mannelijke bloemen.
- Matverwarming tot 16°C heeft geen enkel effect op gewas, productie of kwaliteit.

Literatuur

- Esmeijer, M. 1997. Productie stijgt door CO₂. Groenten + Fruit/Glasgroenten, 12 september 1997, p. 20-21.
- Janse, J. , 2001. Lage temperatuureffecten op de generatieve en vegetatieve ontwikkeling bij courgette. Literatuuronderzoek 2001. PPO GT 12002.
- Rijdsijk, A.A. en G. Houter, 1993. Validation of model for energy consumption, CO₂ consumption and crop production (ECP-model). Acta Hort. 328: 125-131.