



Minimale temperatuurgrenzen bij komkommer

Onderzoek 2001-2002

Jan Janse

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

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

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

Dit project is gefinancierd door:



Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Projectnummer: 41.5140

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 63 67 00
Fax : 0174 - 63 68 35
E-mail : infoglastuinbouw@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Behandelingen	6
2.1.1 Temperatuur	6
2.1.2 Ontwikkelingsstadium en worteltemperatuur.....	7
2.2 Overige teeltgegevens	7
2.3 Waarnemingen en registratie	7
3 RESULTATEN	8
3.1 Gerealiseerd klimaat	8
3.2 Plantwaarnemingen.....	10
3.3 Productie en kwaliteit.....	11
3.4 Uitwendige kwaliteit	15
4 DISCUSSIE	16
5 CONCLUSIES.....	18
LITERATUUR.....	19

Samenvatting

De liberalisatie van de energiemarkt is in volle gang. Met de komst van de nieuwe gaswet is het zeer gewenst om de kosten te drukken. Dit kan door de contractcapaciteit te verkleinen. Maar onder extreme winterse omstandigheden is er dan kans op een te lage kastemperatuur. In het kader van het meerjarige project 'Inventarisatie knelpunten in de teelt van komkommer bij minimalisering van de gasaansluiting', is in het seizoen 2001-2002 door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO-Glastuinbouw) in Naaldwijk een uitgebreide kasproef met tijdelijk lage temperaturen uitgevoerd.

In een stookteelt is een onderzoek in 20 afdelingen uitgevoerd, waarbij de etmaaltemperatuur gedurende zes dagen 16°C, drie dagen 12°C of circa twee en een halve dag 10°C was. Daarnaast was er nog een behandeling in de proef opgenomen waarbij twee maal een koudeperiode van zes dagen 16°C werd gerealiseerd. De totale temperatuurafwijking bedroeg steeds 24 graaddagen. Direct na de eerste koudeperiode is enige tijd ongeveer 2°C hoger gestookt dan de standaardtemperatuur van circa 20°C, totdat de lage temperaturen volledig waren gecompenseerd. Naast twee plantdata van half december en half januari, was er ook een behandeling met en zonder matverwarming in de proef opgenomen. De eerste en tweede koudeperiode zijn respectievelijk ingezet begin en eind februari 2002. De proef liep tot eind april.

Ondanks de zachte winter zijn de nagestreefde lage kastemperaturen goed gerealiseerd. Zowel vroeg als aan het eind van de proef waren er geen betrouwbare negatieve effecten van de temperatuurbehandelingen op de productie te zien. In vergelijking met de standaardtemperatuur van circa 20°C, hebben de behandelingen met één of twee koudeperiodes van 16°C wel een hoger percentage klasse 2-vruchten en meer stek gegeven. De andere behandelingen verschilden niet betrouwbaar in kwaliteit met de standaard. Matverwarming van 18°C had geen enkele invloed op de productie of kwaliteit. Wel was er bij de behandelingen met tijdelijk 10 en 12°C, circa een week na het inzetten van de koudeperiode, een sterke bladchlorose zichtbaar. Deze geelverkleuring kwam alleen voor bij de behandelingen met matverwarming. Half december in plaats van half januari planten gaf een hogere productie aan stuks en kilos, een lager vruchtgewicht en meer klasse 2 en stek. De temperatuureffecten op de productie en kwaliteit waren vrijwel onafhankelijk van de plantperiode en of er wel of geen matverwarming werd gebruikt.

1 Inleiding

Momenteel is er een liberalisatie van de energiemarkt aan de gang. Hierdoor wijzigen de tarieven en tariefstructuren van het aardgas. Met de komst van de nieuwe gaswet is het voor telers belangrijk om een zo laag mogelijke contractcapaciteit te verkrijgen. Omdat hieraan een lagere gasprijs is gekoppeld, kunnen telers veel kosten besparen.

Maar het gevaar is dat onder extreme winterse omstandigheden, namelijk bij lage buitentemperaturen en veel wind, erg lage kastemperaturen kunnen ontstaan. Door temperatuurintegratie toe te passen zou een tijdelijk lage temperatuur kunnen 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 een groot project is een literatuurstudie verricht naar hetgeen al bekend is uit voorgaand onderzoek in binnen en buitenland met lage temperaturen (Janse, 2001b).

Een ander onderdeel van het project zijn modelberekeningen, waarin de kastemperatuur is berekend bij verschillende contractcapaciteiten onder extreme buitenomstandigheden. Tevens is op beperkte schaal in 2002 een vooronderzoek uitgevoerd met tijdelijk lage kastemperaturen met daarna temperatuurcompensatie. Uit dit onderzoek in drie kassen kwam naar voren dat een koudeperiode gevolgd door een hogere temperatuur geen effect op de productie en kwaliteit hoeft te hebben (Janse, 2001a). Omdat dit onderzoek slechts oriënterend van aard was, is in het seizoen 2001-2002 een uitgebreid onderzoek uitgevoerd met meer behandelingen en herhalingen.

In dit rapport worden de resultaten beschreven van het onderzoek met tijdelijk lage temperaturen met een compensatieperiode.

Het doel van het onderzoek is om na te gaan of komkommers schade ondervinden van een meer of minder korte koudeperiode en daarna zo snel mogelijk te compenseren door hogere temperaturen aan te houden.

2 Materiaal en methoden

2.1 Behandelingen

2.1.1 Temperatuur

In de proef waren er vijf temperatuurbehandelingen opgenomen. Deze waren:

- '20°C': standaardtemperatuur (etmaaltemperatuur ongeveer 20°C)
- '16°C': 6 dagen etmaaltemperatuur van 16°C, daardoor achterstand van 24 graaddagen (=576 graaduren) ten opzichte van de standaard. Deze achterstand compenseren door daarna 12 dagen +2°C te stoken.
- '2x16°C': twee maal 6 dagen etmaaltemperatuur van 16°C respectievelijk begin en eind februari: na compensatie van de eerste koude periode herhaling behandeling eind februari. Steeds achterstand van 24 graaddagen wegwerken door 12 dagen +2°C te stoken
- '12°C': 3 dagen etmaaltemperatuur van 12°C, daardoor achterstand van 24 graaddagen, deze compenseren door daarna 12 dagen +2°C te stoken
- '10°C': 2,4 dagen etmaaltemperatuur van 10°C, daardoor achterstand van 24 graaddagen, deze compenseren door daarna 12 dagen +2°C te stoken

De lage temperatuurbehandelingen zijn ingezet op 5 februari 2002. Bij de behandeling '2x16°C' is de tweede koudeperiode ingezet op 28 februari. Door relatief hoge buitentemperaturen was het niet mogelijk om de behandelingen eerder te starten. Er is gestreefd naar een bepaalde etmaaltemperatuur. Hoe dit gerealiseerd werd was van minder belang. Er is wel een verschil tussen de dag- en nachttemperatuur aangehouden. In tabel 1 zijn de ingestelde temperaturen tijdens de koude- en compensatieperiode weergegeven.

Tabel 1 : Globaal ingestelde stooktemperatuur in °C tijdens de koude- en compensatieperiode

Behandeling	Koudeperiode		Compensatieperiode	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht
'20°C'	21,0	20,0	21,0	20,0
'16°C'	17,0	14,0 - 15,0	23,0	21,5
'2x16°C'	17,0 ¹⁾	14,0 - 15,0 ¹⁾	23,0 ²⁾	21,5 ²⁾
'12°C'	13,0	10,0 - 10,3	23,0	21,5
'10°C'	11,0	7,5 - 8,0	23,0	21,5

¹⁾ Tijdens de tweede koudeperiode was de ingestelde dag- en nachttemperatuur respectievelijk 18 en 13,5 à 14°C

²⁾ Tijdens de tweede compensatieperiode was de ingestelde dag- en nachttemperatuur respectievelijk 22 en 21°C

Tijdens de eerste koudeperiode is er bij de lage temperatuurbehandelingen tussen de dag en de nacht dus steeds 2 tot 3°C verschil in stooktemperatuur aangebracht. In de afdelingen met een lage temperatuurbehandeling is in deze periode gewerkt met een minimumventilatie van 2% om er zeker van te zijn dat de lage temperaturen zouden worden gehaald. Verder stond de ventilatietemperatuur 0,5°C hoger ingesteld dan de stooktemperatuur. Bij de tweede koudeperiode was dit +1°C. Tijdens beide compensatieperiodes werd de stooktemperatuur op de dag en in de nacht extra verhoogd door een sterkere lichtverhoging op respectievelijk de momentane straling en de stralingssom in vergelijking met de standaard in te stellen.

De klimaatinstellingen van de standaardbehandeling zijn steeds ingesteld in overleg met een teeltadviseur.

2.1.2 Ontwikkelingsstadium en worteltemperatuur

Omdat de gevoeligheid voor een lage temperatuur af zou kunnen hangen van het ontwikkelingsstadium van de plant, was er naast de temperatuurbehandelingen een behandeling met verschillende ontwikkelingsstadia. Deze ontwikkelingsstadia werden gerealiseerd door in elke kas twee plantdata aan te houden, namelijk:

- 17 december 2001 (zaaidatum 20 november 2001)
- 15 januari 2002 (zaaidatum 18 december 2001)

Om het effect van de worteltemperatuur tijdens de koudeperiode te onderzoeken, was er een behandeling met en zonder elektrische matverwarming in de proef opgenomen. Bij de behandeling met matverwarming werd de mattemperatuur op 18°C gehouden. De elektrische matverwarming was kosteloos beschikbaar gesteld door Multi-Heater-Holland uit Monstert.

2.2 Overige teeltgegevens

Kasruimte:	20 afdelingen PPO-kas 210
Oppervlakte per kas:	58 m ²
Ras:	Mystica (Rijk Zwaan)
Plantdichtheid:	1,65 planten/m ² (relatief veel geveld)
Aantal planten per veld:	12 planten
Veldgrootte:	7,3 m ²
Herhalingen:	- temperatuurproef in viervoud - plantdatum/ontwikkelingsstadium per afdeling in enkelvoud - matverwarming per afdeling in enkelvoud
Aanhouden stamvruchten:	- decemberplanting 3 stamvruchten (in respectievelijk 9 ^e , 13 ^e en 16 ^e oksel) - januariplanting eerste vrucht in 7 ^e oksel en daarna om en om vrucht aanhouden
Schermt:	vast scherm van AC-folie tot en met 25 januari 2002
Oogstfrequentie:	drie maal per week
Einde teelt:	26 april 2002

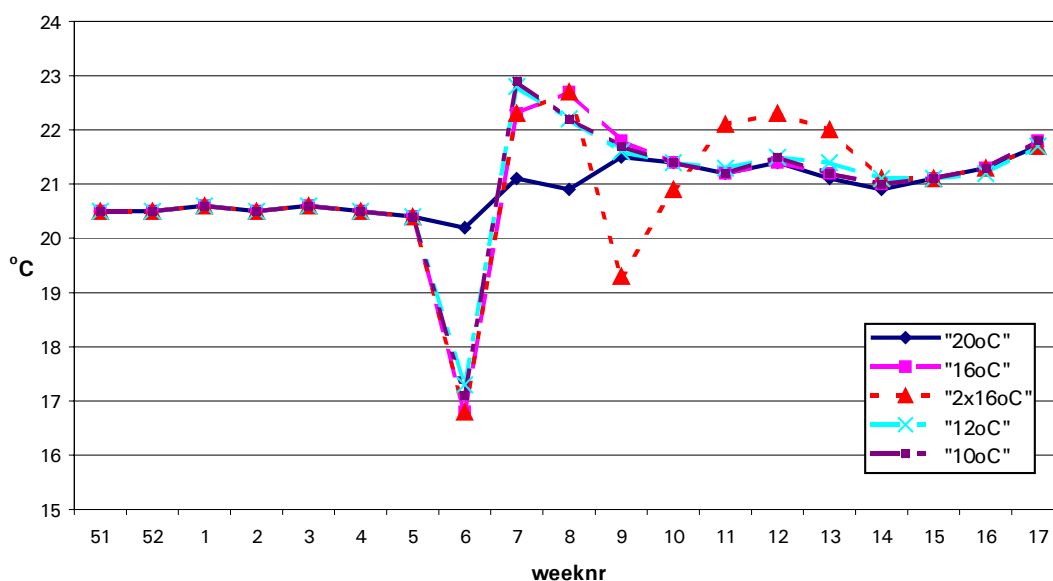
2.3 Waarnemingen en registratie

Gewasstand:	globale beoordeling regelmatig na inzetten van temperatuurbehandelingen
Bladchlorose:	beoordeling op 19 februari 2002 volgens schaal 0-3, waarbij een hoger cijfer meer chlorose betekent
Productie:	per oogstdatum aantal, gewicht klasse 1 en 2, aantal klasse II en gewicht stek
Kwaliteit:	vruchtbeoordeling op vorm, kleur, lengte en gebruikswaarde op 27 februari en 11 maart 2002 (respectievelijk week 9 en 11) volgens schaal 1-9, waarbij een hoger cijfer respectievelijk een betere vorm, betere kleur, langere vrucht en een betere gebruikswaarde betekent
Klimaat:	registratie per uur

3 Resultaten

3.1 Gerealiseerd klimaat

In onderstaande figuur is gedurende de gehele teeltperiode gemiddeld per week de gerealiseerde etmaaltemperatuur bij de verschillende temperatuurbehandelingen weergegeven.

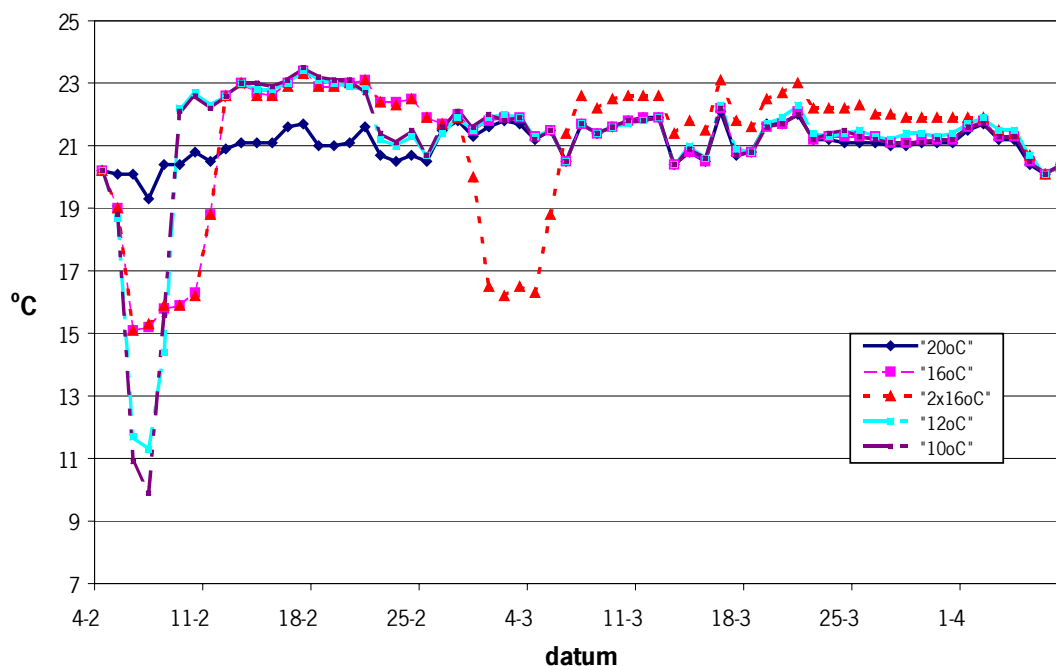


Figuur 1: De gemiddeld gerealiseerde etmaaltemperatuur bij de vijf temperatuurbehandelingen per week weergegeven gedurende de gehele proef.

Vòòr de koudeperiode en nà de compensatieperiode is de etmaaltemperatuur bij alle behandelingen vrijwel identiek. In week 6 komt de gemiddelde etmaaltemperatuur bij alle koudebehandelingen uit rond de 17°C, in de twee weken erna is de gemiddelde etmaaltemperatuur 1,5 tot 2°C hoger dan bij de standaard. Bij de '2x16°C'-behandeling komt de gemiddelde temperatuur in week 9 uit op ruim 19°C. Dit komt omdat de temperatuurbehandeling halverwege de week is ingezet direct na de eerste compensatieperiode. In week 11 tot en met 13 komt de temperatuur circa 1°C boven de etmaaltemperatuur van de andere behandelingen uit.

Over de gehele teeltperiode gezien is de gemiddelde etmaaltemperatuur bij alle temperatuurbehandelingen nagenoeg gelijk. Deze komt bij de behandelingen '20°C', '16°C', '2x16°C', '12°C' en '10°C' uit op respectievelijk 20,9, 20,9, 20,9, 21,0 en 20,9°C.

In de volgende figuur is meer gedetailleerd (per dag) het verloop van de etmaaltemperaturen tijdens en rondom de koude- en compensatieperiode per dag weergegeven.



Figuur 2: De gemiddeld gerealiseerde etmaaltemperatuur bij de vijf temperatuurbehandelingen rondom de eerste en tweede koude- en compensatieperiode.

In figuur 2 is te zien dat de nagestreefde etmaaltemperaturen in de eerste en tweede koudeperiode goed zijn gerealiseerd, ondanks het feit dat het toen buiten niet echt koud was. De hogere temperatuur van respectievelijk circa 2 en 1°C gedurende respectievelijk de eerste en tweede compensatieperiode is in de figuur goed te zien.

Tabel 2: Gemiddelde etmaaltemperatuur (°C) gedurende de eerste en tweede koudeperiode bij de vijf temperatuurbehandelingen

Behandeling	Eerste koudeperiode	Etmaaltemperatuur	Tweede koudeperiode	Etmaaltemperatuur
'20°C'	6 tot en met 10 februari	20,2	1 tot en met 4 maart	21,6
'16°C'	6 tot en met 10 februari	15,6	1 tot en met 4 maart	21,7
'2x16°C'	6 tot en met 10 februari	15,7	1 tot en met 4 maart	16,4
'12°C'	6 tot en met 7 februari	11,5	1 tot en met 4 maart	21,8
'10°C'	6 tot en met 7 februari	10,0	1 tot en met 4 maart	21,7

- Bij de '16°C', '2x16°C' en de '12°C'-behandeling liggen de gerealiseerde etmaaltemperaturen tijdens de eerste koudeperiode een fractie onder de streefwaardes. Bij de '10°C'-behandeling ligt deze precies op de streefwaarde.
- Tijdens de tweede koudeperiode ligt de gerealiseerde temperatuur bij de '16°C'-behandeling iets boven de streefwaarde. De temperaturen in de andere behandelingen liggen echter ook vrij hoog door relatief veel instraling in deze periode.

Met de elektrische matverwarming kon tijdens de koudeperiodes de mattemperatuur van 18°C goed worden gehaald, terwijl de mattemperatuur bij de behandeling zonder matverwarming met enige vertraging de ruimtetemperatuur volgde.

3.2 Plantwaarnemingen

Enkele dagen na inzet van de temperatuurbehandelingen vertoonde het gewas bij vooral de '10°C'- en '12°C'-behandeling een wat getrokken stand. De bladeren waren wat naar beneden hangend en meer gekruld en gebobbeld. Bij de '16°C'- en '2x16°C'-behandelingen waren deze verschijnselen wat minder goed zichtbaar.

Enkele dagen na het begin van de compensatieperiode ofwel temperatuurverhoging vertoonden de bladeren weer een vlakke stand, maar vooral bij de '10°C'- en '12°C'-behandeling bleven de bladeren kleiner. Hierdoor oogde het gewas meer open.

Ongeveer een week na de start van de koudebehandeling waren er bij sommige behandelingen opvallende, gelige vlekken tussen de nerven te zien. In de volgende tabel zijn de resultaten van de beoordeling op 19 februari weergegeven.

Tabel 3: Mate van bladchlorose¹⁾ bij de verschillende temperatuurbehandelingen zonder en met matverwarming bij de december- en januariplanting.

Behandeling	Decemberplanting		Januariplanting	
	- matverwarming	+ matverwarming	- matverwarming	+ matverwarming
"20°C"	0	0	0	0
"16°C"	0	0	0	0
"2x16°C"	0	0	0	0
"12°C"	0,02	0	0	0,83
"10°C"	0,02	2,67	0,06	2,02

1) beoordeling volgens schaal 0-3, waarbij een hoger cijfer meer bladchlorose betekent

- Bladchlorose komt alleen voor bij de 10°C'- en '12°C'-behandeling en dan vrijwel uitsluitend bij de behandeling met matverwarming. De geelverkleuring is ernstiger bij de 10°C'- dan bij de '12°C'-behandeling.
- Bij de '12°C'-behandeling met matverwarming komt chlorose alleen bij de januariplanting voor en niet bij de decemberplanting. Met matverwarming is de geelverkleuring juist iets hoger bij de '10°C'-behandeling dan bij de '12°C'-behandeling.

Circa een maand na de temperatuurverlaging waren bij de '10°C'- en '12°C'-behandeling een aantal bladeren direct naast de nerven wat geel verkleurd. Deze bladeren waren al gevormd tijdens de koudebehandeling. De geelverkleuring trok niet door naar de rest van het blad. Bij de '16°C'-behandeling was er geen geelverkleuring te zien. In onderstaande foto is de het beeld van geelverkleuring te zien.



Figuur 3: Bladchlorose circa één week na het inzetten van de koudeperiode bij 10°C bij de behandeling met matverwarming.

Enkele weken na de eerste koudeperiode waren er veel bloeiende vruchtjes te zien bij met name de behandelingen van 10°C- en 12°C en in mindere mate bij de 16°C- en 2x16°C- behandeling. Enige tijd na de tweede koudeperiode was hetzelfde verschijnsel te zien bij de 2x16°C-behandeling.

3.3 Productie en kwaliteit

In de volgende tabellen is respectievelijk de vroege en totaalproductie bij de verschillende behandelingen weergegeven.

Tabel 4: Vroege productie en kwaliteit per temperatuur-, matverwarmings- en plantdatum-behandeling tot en met 24 maart (week 12).

Behandeling	Aantal I+II/m ²	Kg I+II/m ²	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II	Kg stek/m ²
<i>Temperatuur</i>					
"20°C"	27,3	11,3	412	3,0	0,06
"16°C"	27,8	11,1	399	3,0	0,14
"2x16°C"	27,2	10,8	396	4,0	0,16
"12°C"	28,3	11,5	407	2,7	0,12
"10°C"	27,3	11,1	407	2,8	0,13
<i>LSD-5%</i> ¹⁾	1,0	0,6	14	0,8	0,05
<i>Matverwarming</i>					
Zonder	27,7	11,2	405	3,2	0,11
Met	27,5	11,1	404	3,0	0,13
<i>LSD-5%</i> ¹⁾	-	-	-	-	-
<i>Plantperiode</i>					
December	30,2	12,2	403	4,5	0,19
Januari	24,9	10,1	405	1,6	0,05
<i>LSD-5%</i> ¹⁾	0,6	0,3	-	0,8	0,03
<i>Gemiddeld</i>	27,6	11,2	405	3,1	0,12

¹⁾LSD-5%= het minimale verschil tussen twee behandelingen waarbij mag worden gesproken van een betrouwbaar verschil

Uit tabel 4 blijkt:

Temperatuur:

- De 12°C-behandeling geeft vroeg betrouwbaar meer stuks dan de overige behandelingen, met uitzondering van de 16°C-behandeling.
- Bij 2x16°C is de kiloproductie lager dan bij 12°C.
- Het vruchtgewicht is bij 2x16°C betrouwbaar lager dan bij de standaard (20°C). Tussen de andere behandelingen zijn er geen betrouwbare verschillen.
- Bij 2x16°C is het percentage klasse II hoger dan bij de overige behandelingen.
- De standaardtemperatuur geeft de laagste hoeveelheid stek.

Matverwarming:

- Matverwarming heeft geen enkel effect op de productie of kwaliteit.

Plantperiode:

- De decemberplanting geeft meer stuks, kilo's, percentage klasse 2-vruchten en stek. Het vruchtgewicht is niet verschillend tussen beide plantingen.

Interactie:

- Er zijn geen interacties tussen de temperatuur-, matverwarming- of plantdatum-behandelingen.

Tabel 5: Totaalproductie en kwaliteit per temperatuur-, matverwarmings- en plantdatum-behandeling tot en met 26 april (week 17).

Behandeling	Aantal I+II/m ²	Kg I+II/m ²	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II	Kg stek/m ²
<i>Temperatuur</i>					
"20°C"	58,4	23,6	405	6,7	0,43
"16°C"	58,3	23,1	398	8,1	0,65
"2x16°C"	60,0	23,8	397	9,5	0,67
"12°C"	58,5	23,7	406	7,0	0,48
"10°C"	58,7	23,8	406	7,6	0,54
<i>LSD-5%</i> ¹⁾	-	-	-	1,2	0,18
<i>Matverwarming</i>					
Zonder	59,0	23,7	402	8,0	0,56
Met	58,6	23,5	402	7,6	0,55
<i>LSD-5%</i> ¹⁾	-	-	-	-	-
<i>Plantperiode</i>					
December	62,0	24,2	390	9,7	0,70
Januari	55,6	23,0	414	5,9	0,40
<i>LSD-5%</i> ¹⁾	1,0	0,3	15	0,9	0,10
<i>Gemiddeld</i>	58,8	23,6	402	7,8	0,56

¹⁾LSD-5%= het minimale verschil tussen twee behandelingen waarbij mag worden gesproken van een betrouwbaar verschil

Uit tabel 5 blijkt:

Temperatuur:

- Tussen de temperatuurbehandelingen zijn er geen betrouwbare verschillen in stuks, kilo's en gemiddeld vruchtgewicht.
- Het percentage klasse 2-vruchten is het hoogst bij de '2x16°C'-behandeling. Bij '16°C' is het percentage klasse 2-vruchten betrouwbaar hoger dan bij de standaardtemperatuur (20°C).
- De hoeveelheid stek is bij '16°C' en '2x16°C' hoger dan bij de overige behandelingen, die hierin onderling niet betrouwbaar verschillen.

Matverwarming:

- Matverwarming heeft geen effect op de productie of kwaliteit.

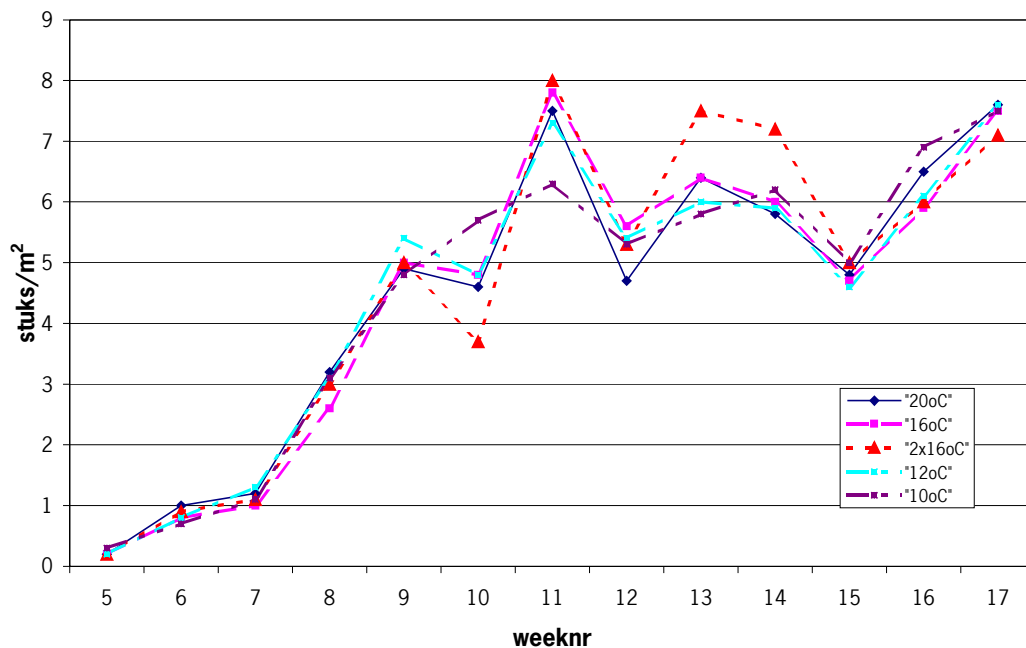
Plantperiode:

- De decemberplanting geeft gemiddeld meer stuks en kilo's per m², vruchten met een lager gewicht, meer klasse 2 en stek dan de januariplanting.

Interactie:

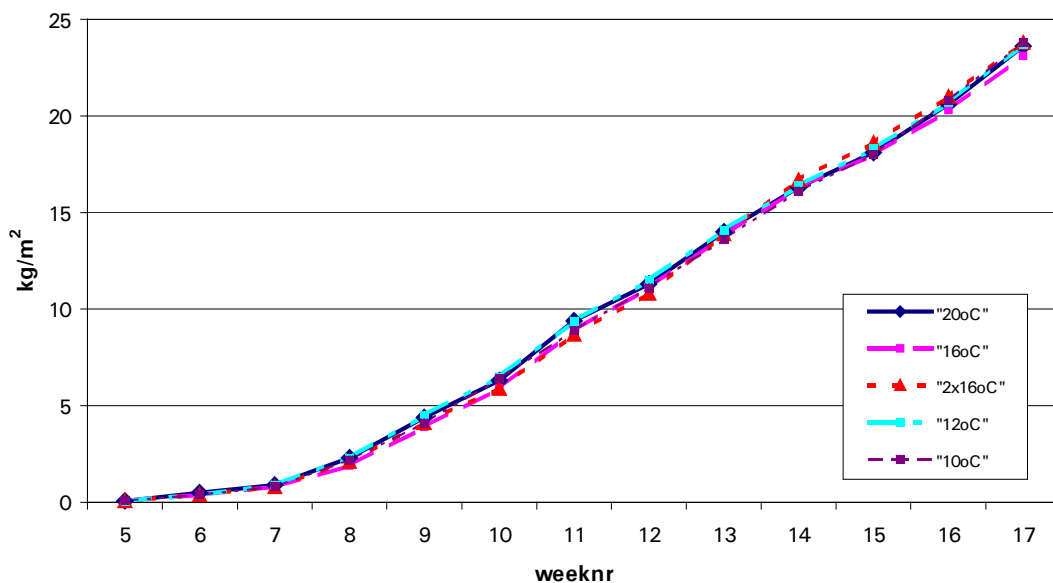
- Bij de kiloproductie is er een interactie tussen de temperatuur en de plantperiode: bij de januariplanting is de productie bij '16°C' betrouwbaar lager dan bij '20°C'. De overige behandelingen zijn niet betrouwbaar verschillend. Bij de decemberplanting zijn er géén betrouwbare verschillen tussen de temperatuurbehandelingen.

In de figuren 4 tot en met 7 is de weekproductie in stuks, cumulatieve productie in kilos, het cumulatief percentage aan klasse 2-vruchten en de cumulatieve kiloproductie aan stek bij de verschillende temperatuurbehandelingen weergegeven. Hierbij is steeds het gemiddelde genomen van de beide plantdata en de behandelingen met en zonder matverwarming.



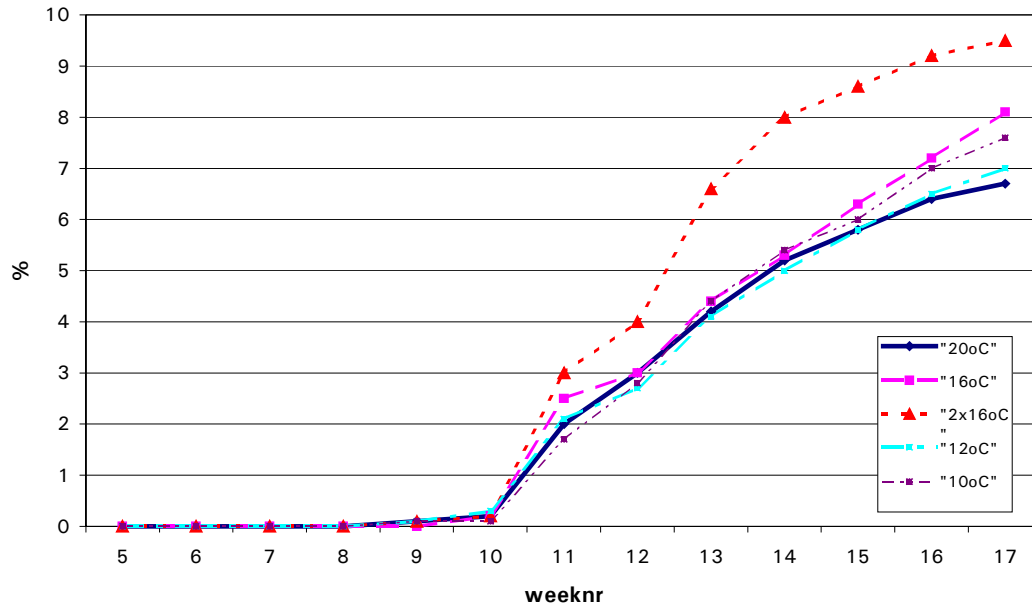
Figuur 4: Weekproductie in stuks/m² bij de vijf temperatuurbehandelingen gedurende de gehele productieperiode.

Uit figuur 4 blijkt dat in week 10, dat is een week na de start van de koudeperiode, de stuksproductie bij de behandeling '2x16°C' iets lager is dan bij de overige behandelingen. In week 13 en 14 is de productie bij deze behandeling juist hoger dan bij de andere behandelingen. Het verschil bedraagt in deze weken circa één vrucht. De productie bij de '10°C'-behandeling vertoont in de tijd de minste schommelingen.



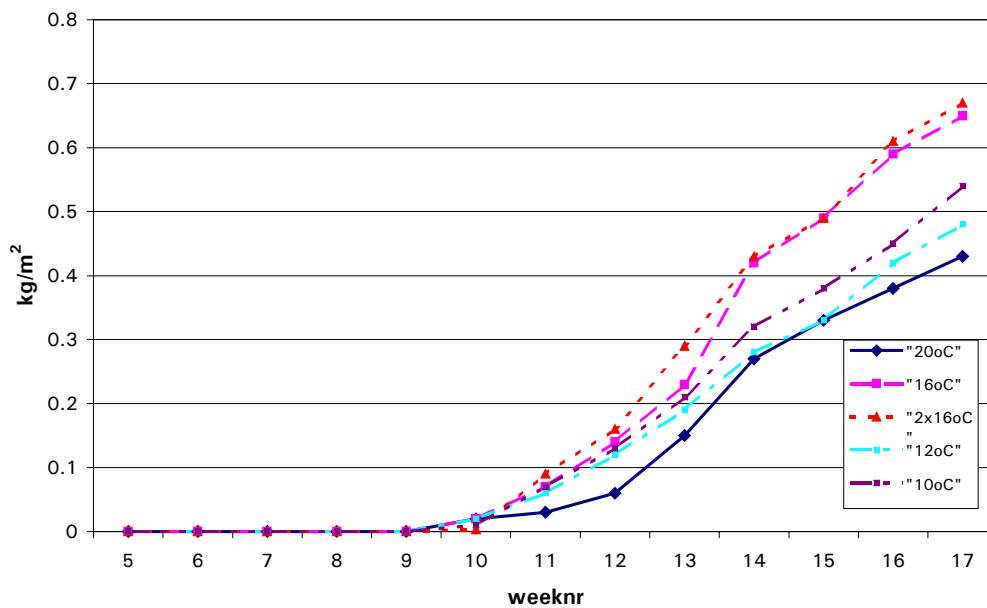
Figuur 5: De cumulatieve kiloproductie bij de vijf temperatuurbehandelingen.

Uit figuur 5 blijkt dat de verschillen in cumulatieve kiloproductie tussen de temperatuurbehandelingen op elke peildatum miniem of afwezig zijn.



Figuur 6: Het percentage klasse 2-vruchten per week bij de vijf temperatuurbehandelingen.

In figuur 6 is goed te zien dat vanaf week 13 het percentage klasse 2-vruchten vooral bij de '2x16°C'-behandeling behoorlijk oploopt. Tot en met week 10 is de kwaliteit goed en zijn er bij alle temperatuurbehandelingen nauwelijks klasse 2-vruchten.



Figuur 7: Cumulatieve hoeveelheid stek per week bij de vijf temperatuurbehandelingen.

Zoals in de grafiek is te zien, wordt er in week 11 en 12 bij alle temperatuurbehandelingen meer stek geogst dan bij de standaard. Ongeveer vanaf week 14 is de cumulatieve hoeveelheid stek betrouwbaar hoger bij de '16°C'-en '2x16°C'-behandeling dan bij met name de standaard en de '12°C'-behandeling.

3.4 Uitwendige kwaliteit

De cijfers voor de kwaliteitsbeoordeling gemiddeld over twee data zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: *Uitwendige kwaliteit gemiddeld over twee data in week 9 en 11 bij vijf temperatuurbehandelingen, twee behandelingen met mattemperatuur en plantdatum.*

Behandeling	Vorm	Kleur	Lengte	Gebruikswaarde
<i>Temperatuur</i>				
"20°C"	7,3	6,9	7,2	7,1
"16°C"	7,2	7,0	7,1	6,9
"2x16°C"	7,4	7,4	7,0	7,2
"12°C"	7,1	7,2	7,1	7,1
"10°C"	7,3	7,3	7,0	7,2
<i>Matverwarming</i>				
zonder	7,3	7,2	7,1	7,2
met	7,2	7,1	7,0	7,0
<i>Plantperiode</i>				
December	7,0	6,9	7,3	6,9
Januari	7,6	7,4	6,9	7,3
<i>Gemiddeld</i>	<i>7,3</i>	<i>7,1</i>	<i>7,1</i>	<i>7,1</i>

Temperatuur:

- De verschillen in vorm, kleur, lengte en gebruikswaarde als gevolg van de temperatuurbehandelingen lijken op de beoordelingsdata gering of afwezig te zijn.

Matverwarming:

- Matverwarming heeft geen duidelijk effect op de uitwendige kwaliteit.

Plantperiode:

- De vruchten van de januariplanting hebben een betere vorm en kleur, zijn korter en krijgen een hoger cijfer voor de gebruikswaarde dan de vruchten van de decemberplanting.

4 Discussie

Tijdens de winterperiode waarin de proef werd uitgevoerd, was het erg mild weer. Om de praktijksituatie zo goed mogelijk na te bootsen, is voor de behandeling met tijdelijk lage temperaturen lang gewacht op een vorstperiode. Maar omdat het niet echt koud werd is begin februari toch besloten om de koudebehandeling in te zetten. Met behulp van minimumventilatie en weinig stoken is het goed gelukt om de streeftemperaturen in de kassen te realiseren. Toch was de situatie in de proef niet geheel vergelijkbaar met een periode van lage buitentemperaturen en veel wind. Er moet dan hard worden gestookt met relatief hoge buistemperaturen. Hierdoor zal het substraat ook enigszins worden opgewarmd. Een kiertje lucht zetten zoals in de proef is gedaan, zal echter niet echt bevorderlijk zijn geweest voor het gewas en is ook geen praktijk. Deze proef kan echter wel aangeven hoe laag de temperatuur mag zijn en hoe lang deze gehandhaafd mag blijven zonder dat de productie en kwaliteit er onder lijdt.

Het gekrulde, gebobbelde blad wat te zien was direct na de koudeperiode bij vooral de '10°C'- en '12°C'-behandeling, duidt op een overschot aan assimilaten in het blad. Bij een lage temperatuur gaat de assimilatie namelijk wel door, maar de afvoer van assimilaten verloopt erg traag, waardoor suikers en zetmeel zich ophopen in het blad. Hierdoor kan het blad wat gaan krullen.

Bij tijdelijk 10 of 12°C ontstond ook een meer open gewas. Dat het blad soms niet zijn potentiële eindgrootte bereikt bij lage temperaturen, komt ook uit de literatuur naar voren (Janse, 2001b). Tijdens de opbouwfase van de plant kan dit nadelig zijn, omdat minder licht wordt opgevangen. Later kan het juist gunstig zijn, omdat gewassen anders te vol kunnen worden.

Het is opvallend dat matverwarming van 18°C in combinatie met tijdelijk lage ruimtetemperaturen, met name bij de etmaaltemperatuur van circa 10°C, in deze proef zo'n sterke bladchlorose heeft gegeven. Zonder matverwarming was er in de proef nauwelijks sprake van chlorose. Uit onderzoek van Rietze (1988) in klimaatcellen bleek dat wortelverwarming van bijvoorbeeld 20°C juist schade aan jonge planten bij tijdelijk 5°C in het donker grotendeels op kon heffen. Deze onderzoekster vond dat naarmate de ruimtetemperaturen extremer waren, het effect van de bodemverwarming positiever werd. Ook andere onderzoekers vonden een positief effect van wortelverwarming bij lage ruimtetemperaturen (Fölster, 1974; Karlsen, 1981; Heissner en Drews; 1985).

Een goede verklaring voor dit verschijnsel in het PPO-onderzoek kan momenteel niet worden gegeven. Uit deze proef lijkt naar voren te komen dat het tijdens een koudeperiode niet noodzakelijk of voor de plant juist nadelig is, om de mattemperatuur 6 à 8°C hoger te houden dan de ruimtetemperatuur.

De productie heeft niet geleden onder het optreden van bladchlorose. Op geen enkele datum was er namelijk een betrouwbaar verschil in productie of kwaliteit tussen de behandeling zonder en met matverwarming. Waarschijnlijk had de plant toch voldoende fotosynthetisch actief blad.

Ongeveer een maand na de koudeperiode trad er bij de behandelingen met tijdelijk 10 en 12°C een geelverkleuring op rondom de nerven. Dit was al in eerder onderzoek ook waargenomen en is een gevolg van de koude (Janse, 2001). Ook deze geelverkleuring blijkt niet van invloed op de productie.

Na de eerste koudeperiode is de temperatuurachterstand gecompenseerd door een circa 2°C hogere etmaaltemperatuur aan te houden. Tijdens de tweede koudeperiode bij de behandeling '2x16°C', werd er gestreefd naar een circa 1°C hogere etmaaltemperatuur. Als in deze periode ook naar een 2°C hogere etmaaltemperatuur was gestookt, zou dit mogelijk nadelig gewerkt hebben op het gewas. De consequentie was wel dat het langer duurde voordat de temperatuurachterstand volledig was ingehaald.

In de week na de start van de tweede koudeperiode, is de stuksproductie bij de behandeling '2x16°C' iets lager dan bij de overige behandelingen. Dit is hoogstwaarschijnlijk een gevolg van de lage temperaturen, waardoor uitgroei van de vruchten trager verloopt. Vier en vijf weken na de koudeperiode is de stuksproductie bij deze behandeling juist hoger dan bij de andere behandelingen. De verklaring is dat er tijdens de koudeperiode sterke vruchtbeginsels ontstonden, waardoor er weinig vruchtjes aborteerden. Na het verhogen van de temperatuur konden deze enige weken later worden geoogst. De kwaliteit van deze vruchten was echter soms wat minder. Dit is te zien aan het hogere percentage klasse 2-vruchten en de

grotere hoeveelheid stek in deze periode bij de '2x16°C'-behandeling. De vele vruchten die aan de plant hangen moeten dan concurreren om de beschikbare assimilaten. De uitgroeiduur zal toenemen en de kwaliteit wat verminderen.

De '2x16°C'-behandeling was echter zeer extreem en zal in de praktijk niet gauw noodzakelijk zijn, ook als de contractcapaciteit beperkt is. Eind februari en begin maart heeft de zon immers al veel kracht, waardoor het bij een extreem buitenklimaat overdag in de kas niet zo koud hoeft te zijn en eventuele lage temperaturen in de nacht of vroege morgenuren weer kunnen worden gecompenseerd.

De productie bij de '10°C'-behandeling vertoont in de tijd de minste productieschommelingen. Dit is gunstig, hoewel de behandeling toch extreem was. Een korte, hevige koudeperiode gevolgd door temperatuurcompensatie hoeft dus voor de productie en kwaliteit absoluut niet nadelig te zijn of kan zelfs positief werken op het productieverloop. Uit de proef blijkt dat een relatief lange periode met een lagere temperatuur, bijvoorbeeld 6 dagen een etmaaltemperatuur van 16°C, de kwaliteit wel wat kan verminderen.

Gezien de extreme behandelingen die in de proef zijn uitgevoerd en er door de behandelingen geen of weinig effect op productie of kwaliteit is geweest, geeft aan dat het bij komkommer geen probleem is als de etmaaltemperatuur tijdelijk lager is. In een soortgelijk onderzoek met courgette, die evenals de komkommer tot de *Cucurbitaceae* behoort, konden dezelfde conclusies worden getrokken (Janse en Raaphorst, 2003). Wel is het belangrijk dat de temperatuurachterstand (in de proeven 24 graaddagen) weer snel wordt gecompenseerd, omdat er anders vrijwel zeker een achterstand in gewasontwikkeling en productie zal ontstaan. Als een extreme koudeperiode lang aanhoudt, zal het echter bij een beperkte contractcapaciteit lastig zijn om de temperatuurachterstand snel in te lopen. Als telers een koudeperiode aan zien komen, zou mogelijk ook vooraf al een wat hogere temperatuur aangehouden kunnen worden om alvast wat 'reserve' te hebben.

De proefresultaten geven aan dat een teler veel geld kan besparen door een beperkte contractcapaciteit af te sluiten.

De reactie van het gewas op de verschillende temperatuurbehandelingen was onafhankelijk van het gewasstadium ofwel plantdatum. Alleen op de laatste oogstdatum bleek alleen bij de januariplanting de '16°C'-behandeling wat minder kilos te produceren dan de standaard. Bij de decemberplanting waren er geen verschillen. Het kan zijn dat dit op dit toeval berust, maar mogelijk wijst dit er ook op dat een oudere plant wat minder gevoelig is voor tijdelijk lage temperaturen dan een jongere plant. De koudeperiode vond echter plaats toen de januariplanting al drie weken in de kas stond.

In een oriënterende proef in enkelvoud in het seizoen 200-2001 leek het erop dat er bij de januari-planting een wat negatief effect was van een tijdelijk lage temperatuur op de eindproductie. In deze proef is de koudeperiode ingezet toen de planten vier dagen op de mat stonden (Janse, 2001b). In de oriënterende proef hebben echter ook andere factoren een rol gespeeld, zoals verschillen tussen de kassen in optreden van gekke wortels en in lichttoetreding tot de planten.

Het productieniveau in de proef was hoog in vergelijking met de productieniveaus die door telers werden behaald in dezelfde periode. Dit zal mede te maken hebben met de kleine kasjes met relatief veel gevels, waardoor er veel licht tot de planten toe kon treden. Daarnaast stonden er ongeveer 15% meer planten per m² dan wat gangbaar is. Dit is juist gedaan in verband met de grotere lichttoetreding in de kleine kasjes.

5 Conclusies

- Door een korte periode met lage etmaaltemperaturen ontstaat een opener gewas met sterkere vruchtbeginsels.
- Een korte koudeperiode met direct daarna temperatuurcompensatie heeft geen of nauwelijks effect op de productie en kwaliteit.
- Als de koudeperiode volop in de productieperiode valt, kan de productie tijdelijk wat lager zijn, maar de eventuele productieachterstand wordt later weer volledig ingehaald door een hogere temperatuur aan te houden.
- Eén of twee koudeperiodes van zes dagen een etmaaltemperatuur van 16°C met daarna temperatuurcompensatie, geeft uiteindelijk een iets mindere kwaliteit dan een constante etmaaltemperatuur van circa 20°C. Het percentage klasse 2-vruchten en de hoeveelheid stek is namelijk hoger dan bij de standaard.
- Drie dagen 12°C of 2,5 dagen 10°C met daarna temperatuurcompensatie beïnvloedt de kwaliteit niet.
- Matverwarming van 18°C geeft bij ruimtetemperaturen van 10 en 12°C bladchlorose. Zonder matverwarming is de hoeveelheid bladchlorose bij deze etmaaltemperaturen te verwaarlozen.
- Matverwarming heeft de productie en de kwaliteit niet beïnvloed.
- Half december in plaats van half januari planten geeft een hogere productie, een lager vruchtgewicht en meer klasse 2 en stek.
- De temperatuureffecten op de productie en kwaliteit zijn vrijwel onafhankelijk van de plantperiode en of er wel of geen matverwarming wordt gebruikt.

Literatuur

- Fölster, E., 1974. Einfluss der Lufttemperatur auf die Jungpflanzenentwicklung bei Gewächshausgurken. *Gemüse* 50(43): 5-7.
- Heissner, A. en M. Drews, 1985. Ertragsbildung der Gewächshausgurke in Abhängigkeit von der Temperaturgestaltung und bei Einsatz von CO₂-Begasung. *Gartenbau* 32: 40-41.
- Janse, J., 2001a. Onderzoek minimale temperatuurgrenzen bij komkommer. *Temperatuur proef 2000-2001. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Sector Glastuinbouw. Rapport GT 11011*, 25 pp.
- Janse, J., 2001b. Minimale temperatuurgrenzen en temperatuureffecten bij komkommer. Een literatuurstudie. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Sector Glastuinbouw. Rapport PPO 523*, 35 pp.
- Janse, J. en M. Raaphorst, 2003. Minimale temperatuurgrenzen courgette. *Onderzoek 2002. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Sector Glastuinbouw. Rapport GT 13058*, 23 pp.
- Karlsen, P., 1981. The influence of root and air temperature on young cucumber plants. *Acta Hort.* 118: 95-103.
- Rietze, E., 1988. Wirkungen kurzfristiger kälteperioden auf gurken (*Cucumis sativis* L.). *Proefschrift Universiteit Hannover*, 90 pp.