

# Stuurmogelijkheid van bladoppervlak en nutriëntenopname tomaat in de gesloten kas met behulp van matverwarming

Ruud Kaarsemaker, Hendrik-Jan van Telgen

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, 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.



**landbouw, natuur en  
voedselkwaliteit**

**Productschap**  **Tuinbouw**

Projectnummer: 3241709200

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, Naaldwijk  
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel. : 0174 – 63 67 00  
Fax : 0174 – 63 68 35  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	6
1.1 Literatuurstudie .....	6
1.1.1 Matverwarming .....	6
1.1.2 Onderstammen.....	7
1.1.3 Vruchtproductie in relatie tot gewasgroei gedurende de teelt .....	7
1.1.4 Conclusie .....	8
1.2 Probleemstelling.....	8
1.3 Doelstellingen.....	9
1.4 Inpassing .....	9
2 OPZET EN UITVOERING .....	10
2.1 Kasruimte en planten .....	10
2.2 Materiaal en methoden.....	10
2.2.1 Proefopzet .....	10
2.2.2 Waarnemingen.....	10
2.2.3 Methode bepaling bladoppervlakte .....	10
3 RESULTATEN .....	12
3.1 Metingen mei.....	12
3.1.1 Gerealiseerd temperatuurverloop .....	12
3.1.2 Gewasgroei.....	13
3.1.3 Bladoppervlak per m <sup>2</sup> en aantal bladeren per plant .....	14
3.1.4 Conclusies mei .....	14
3.2 Metingen juni.....	15
3.2.1 Gerealiseerd temperatuurverloop .....	15
3.2.2 Bladoppervlak per blad.....	16
3.2.3 Bladeren per plant, bladoppervlak per m <sup>2</sup> en berekende lichtonderschepping .....	16
3.2.4 Drogestofgehalte blad en bladdikte .....	17
3.2.5 Conclusies juni:.....	18
3.3 Metingen juli-augustus .....	19
3.3.1 Gerealiseerd temperatuurverloop .....	19
3.3.2 Bladoppervlak per blad.....	19
3.3.3 Bladeren per plant en bladoppervlak per m <sup>2</sup> .....	20
3.3.4 Drogestofgehalte blad en bladdikte .....	21
3.3.5 Conclusies juli/augustus: .....	22
3.4 Metingen september .....	23
3.4.1 Gerealiseerd temperatuurverloop .....	23
3.4.2 Bladoppervlak per blad.....	23
3.4.3 Bladeren per plant en bladoppervlakte per m <sup>2</sup> .....	24
3.4.4 Drogestofgehalte in het blad.....	24
3.5 Verloop van bladoppervlak in de teelt .....	25
3.5.1 Gewenste LAI .....	25
3.5.2 Gerealiseerde LAI en productie .....	26
3.5.3 Gewenste teeltstrategie enten .....	27
3.5.4 Gewenste teeltstrategie matverwarming .....	28
3.6 Water en nutriënten opname .....	28
3.6.1 Wateropname .....	28
3.6.2 Drain-EC.....	29
3.6.3 Bladanalyses .....	29

3.7	Aanmaaksnelheid blad en vrucht .....	29
4	ALGEMENE DISCUSSIE .....	31
	BIJLAGE 1: NAIJLEN MATTEMPERATUUR OP KASTEMPORATUUR .....	33
	BIJLAGE 2: GEMIDDELD DAGVERLOOP MATTEMPERATUUR .....	34
	BIJLAGE 3: BEREKEND CUMULATIEF BLADOPPERVLAK PER BEHANDELING (M <sup>2</sup> ) .....	36
	BIJLAGE 4: NUTRIËNTENGHALTES.....	37
	BIJLAGE 5: PROEFOPZET EN KAS LAY-OUT. ....	41

# Samenvatting

Het gewas van tomaat in de gesloten kas groeit generatiever dan in de open kas. Uit de metingen in de zomer van 2004 bleek dat het bladoppervlak in de zomer onvoldoende was om het licht in de kas volledig te kunnen benutten voor assimilatie. Daarnaast bleek dat de lage uitblaastemperatuur van de luchtslurven onder de teeltgoot van invloed is op de mattemperatuur in de gesloten kas. Dit veroorzaakt een lagere mattemperatuur in de zomer dan in een open kas. In dit project is nagegaan in hoeverre het bladoppervlak beïnvloed kan worden door de mat te verwarmen of een onderstam toe te passen. Literatuuronderzoek maakt duidelijk dat zowel onderstam als matverwarming bij kunnen dragen aan vergroting van het bladoppervlak. De mogelijkheden van matverwarming en onderstam zijn getoetst in de gesloten kas en vergeleken met geënte en ongeënte planten in de referentie afdeling. Het onderzoek is uitgevoerd op het bedrijf van Themato.

De proefresultaten bevestigen dat het bladoppervlak groter kan worden door het gebruik van een onderstam of matverwarming. Matverwarming kan selectief worden toegepast in periodes dat de bladeren te klein dreigen te worden en heeft alleen effect bij een groot verschil tussen mattemperatuur en ruimtetemperatuur. Het grootste verschil tussen mattemperatuur en ruimtetemperatuur ontstaat in de zomerperiode als er in de gesloten kas veel gekoeld moet worden. De koude lucht wordt vanuit de slurven onderin de kas ingebracht waardoor de koudelucht een groot effect heeft op de mattemperatuur. Naarmate de instraling groter is neemt het verschil tussen mattemperatuur en ruimtetemperatuur toe en zal de matverwarming een groter effect geven op de gewasgroei. In juli en augustus gaf matverwarming 10% groter bladeren en in september was het blad van vergelijkbare grootte als bij de onverwarmde matten. Aan het eind van de dag en het begin van de nacht lijkt het gewas het meest gevoelig voor extra celstrekking bij een hogere mattemperatuur. Door de mat in de periode tussen 12:00 uur en 20:00 te verwarmen ijde de mattemperatuur in de gesloten kas op een vergelijkbare manier na met ruimtetemperatuur als de referentieafdeling. De onderstam gaf ongeveer 20% grotere bladeren en matverwarming gaf ongeveer 10% grotere bladeren. Enten gecombineerd met matverwarming gaf ongeveer 30% grotere bladeren. De invloed van enten is de gehele teelt merkbaar en geeft alle meetdagen grotere bladeren dan ongeënt.

Omdat de bladgrootte in de gesloten kas altijd kleiner is dan in de open kas zijn de maatregelen om het bladoppervlak te vergroten vooral effectief in de gesloten kas. Geënte planten geven in de open kas vaak te grote bladeren. Om voldoende lichtdoordringing in het gewas te behouden zijn aan het eind van het seizoen veel bladeren in een jong stadium verwijderd. Het rendement van deze bladeren is minimaal terwijl er wel assimilaten zijn geïnvesteerd.

Onderstam en matverwarming verminderden het drogestofgehalte in het blad aantoonbaar. Dit is een aanwijzing dat het cellen gemakkelijker strekken en komt overeen met de waargenomen grotere bladeren bij die behandelingen. Het lagere drogestofgehalte was niet de enige oorzaak van de toename van het bladoppervlak. Er kwamen ook daadwerkelijk meer assimilaten in het blad terecht.

Om in te kunnen schatten wat het optimale bladoppervlak is voor de optimale vruchtproductie zijn een aantal berekeningen met verschillende bladgroottes uitgevoerd. Naarmate het aantal trossen aan de plant afneemt hangen er minder bladeren aan de plant. Omdat de bladeren korter aan de plant blijven hangen neemt het rendement van het blad af. Eenmaal uitgegroeide bladeren vangen extra licht op zonder dat daarvoor veel extra drogestof voor nodig is. De potentiële vruchtproductie wordt lager en de optimale LAI waarbij de vruchtproductie optimaal is neemt af naarmate er minder bladeren aan de stengel blijven zitten. Het komt er op neer dat de productie in de zomer ca 5% hoger kan worden als de vruchten meer tussen het blad in geoogst worden. Dit is in de praktijk niet interessant omdat er dan veel meer tijd nodig is voor de oogst van de vruchten.

Als de berekening van de verdeling van assimilaten in tomaat op deze manier wordt benaderd blijkt dat de optimale LAI in mei bij ca 22 bladeren onder de bloeiende tros, uitkomt op 3.5 tot 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. In juli bij 17 bladeren onder de bloeiende tros is een LAI van 2.8 tot 3.2 optimaal. Als de proefresultaten worden vergeleken met de berekeningen, kan enten in de gesloten kas een meerproductie opleveren van 1.5 kg/m<sup>2</sup>. De berekende meerproductie van matverwarming komt uit op 0.6 kg voor ongeënte planten en 0.3 kg voor geënte tomaten. De meerwaarde van enten bij het tomatenras Celine lijkt niet groot te zijn. Eventuele meerproductie in de zomer gaat in het voorjaar verloren aan te veel vegetatieve groei.

# 1 Inleiding

## 1.1 Literatuurstudie

### 1.1.1 Matverwarming

Door matverwarming wordt de temperatuur van het wortelstelsel verhoogd. Dit kan verschillende effecten hebben op het wortelstelsel en daarmee op de hele plant. Wortels gegroeid bij 14°C waren dikker, witter en minder vertakt dan bij hogere bodemtemperaturen (Gosselin en Trudel, 1982). Een meer vertakt wortelstelsel heeft bijvoorbeeld gevolgen voor de productie van bepaalde hormonen (met name cytokininen) en nutriëntenopname. Dit op hun beurt kan weer gevolgen hebben voor de groei van andere delen van de plant. De Koning (1994) somt deze effecten op:

- wortelverwarming verhoogt in het algemeen de groei, waarbij een temperatuur van 25°C optimaal lijkt,
- bij toename van de worteltemperatuur neemt de spruit wortelverhouding toe wat zich uit in een zwaarder gewas met grotere bladeren (Gosselin en Trudel, 1982),
- er gaan meer assimilaten richting wortel (Shisido en Hori, 1979), mogelijk doordat de hogere worteltemperatuur de sinksterkte van de wortels vergroot waardoor de wortelgroei gestimuleerd wordt,
- bij een hoge worteltemperatuur is waargenomen dat het gehalte van voedingselementen in de plant hoger is dan bij een lagere temperatuur (Chong en Ito, 1982; Gosselin en Trudel, 1982, 1983).

Met betrekking tot de lengtegroei zijn de resultaten van wortelvorming in de literatuur tegenstrijdig. Het meest voorkomend is de waarneming dat wortelverwarming de lengtegroei stimuleert, maar er zijn ook berichten van geen of een licht negatief effect. Vastgesteld is dat de strekkingssnelheid toeneemt bij oplopende temperatuur, waarbij de stengellengte primair bepaald wordt door de dagtemperatuur (>28°C; Langton en Cockshull, 1997). Het effect van worteltemperatuur op stengelstrekking is echter relatief klein. Stengellengte is mede afhankelijk van de internodiellengte; daarbij is geen effect van worteltemperatuur waargenomen. Internodiellengte wordt vooral beïnvloed door de sink-source verhouding: vermindering van de vruchtbelasting resulteerde in gereduceerde internodiellengte (Heuvelink en Buiskool, 1995). Ook tegengestelde waarnemingen zijn gerapporteerd (Heuvelink, 2005).

De ontwikkelingssnelheid van een gewas (uitgedrukt als Leaf Appearance Rate of Leaf Unfolding Rate - LUR) wordt toch vooral beïnvloed door de ruimtetemperatuur en niet zozeer de worteltemperatuur (de Koning, 1994). De LUR kent een optimum en is over een korte range (17-23°C) zelfs lineair afhankelijk (de Koning, 1994). Wel is bekend dat bij hogere worteltemperatuur de bladgrootte toeneemt. Mogelijk is dat het gevolg van een verhoogde worteldruk aangezien bekend is dat bladspreiding bevordert wordt door een hogere turgordruk (Heuvelink, 2005). Een hogere turgordruk kan ontstaan door een hogere wortelactiviteit en door onderdrukking van de transpiratie; welke van de twee bij verhoogde worteltemperatuur een rol speelt is niet bekend. De snelheid van trosverschijning is vooral afhankelijk van de gemiddelde etmaaltemperatuur in de kas; er is geen effect van de worteltemperatuur gevonden (de Koning, 1994).

Over de invloed van wortelverwarming op de productie zijn wisselende resultaten gepubliceerd. Uit de publicaties komt toch vooral het beeld naar voren dat het effect van wortelverwarming afhangt van de heersende ruimtetemperatuur. Bij lage ruimtetemperaturen neemt het gemiddelde vruchtgewicht van de eerste vruchten wat toe. Bij normale ruimtetemperaturen neemt vooral de gewasgroei toe en valt de vruchtproductie vaak tegen, maar ook dat is niet altijd het geval.

Trudel en Gosselin (1982) meldden 47% toename in totale productie bij een stijging van bodemtemperatuur van 14 naar 21.8°C in het voorjaar (onder warme luchttemperatuur). Een vrijwel gelijk temperatuurverschil (13.8 tegen 20.5°C) in de herfst gaf slechts 5% meerproductie. Dit lijkt vooral het gevolg te zijn van een interactie met de (nachtelijke) ruimtetemperatuur. In plastic tunnels onder lage luchttemperatuur resulteerde een verhoogde bodemtemperatuur de opbrengst met 36% in de lente en met 42% in het voorjaar. Ook in NFT systemen is waargenomen dat een hogere worteltemperatuur een stimulerend effect had op de vegetatieve groei van de plant middels een verhoging van het bladoppervlak (Pardossi e.a., 1984). Aangezien de hoeveelheid

lichtonderschepping van een tomatengewas de dominante factor is voor de gewasgroei en biomassa productie (Heuvelink, 2005 en referenties daarin), en de hoeveelheid lichtonderschepping weer hoofdzakelijk afhankelijk van het bladoppervlak, ligt in de toename van de bladgrootte bij wortelverwarming wellicht de verklaring voor de waargenomen toename in de productie. Of de vergroting van het bladoppervlak een gevolg is van de al eerder genoemde verhoogde turgordruk of van een beïnvloeding van de expansieperiode door een verandering in de hormoonhuishouding als gevolg van het grotere wortelstelsel is niet bekend.

Nader onderzoek (Gosselin en Trudel, 1983) met vijf verschillende worteltemperaturen (12-18-24-30-36°C) gecombineerd met vier verschillende nachttemperaturen (12-15-18-21°C) resulteerden weliswaar in het hoogste wortel drooggewicht bij de lage wortel en ruimtetemperaturen, maar de beste ondersteuning van scheutgroei en wateropname vond plaats bij bodemtemperaturen van 30 en 36°C. De maximale scheutgroei in dit experiment werd gevonden bij 15° lucht- en 30° worteltemperatuur; de maximale opbrengst bij 18° lucht- en 24° worteltemperatuur. Een verhoogde worteltemperatuur compenseert dus gedeeltelijk de effecten van een lage nachtluchttemperatuur.

Matverwarming kan dus voordelen bieden als de optimale ruimtetemperatuur niet gerealiseerd kan worden. In proeven is gekeken of verwarming gedurende de hele teelt voordelen kan bieden. Er zijn geen waarnemingen bekend van de variatie in LAI in relatie tot matverwarming gedurende het seizoen.

Er is nooit gekeken naar de stuurmogelijkheden van matverwarming op het bladoppervlak beneden bepaalde grenswaarden.

### 1.1.2 Onderstammen

Onderstammen worden bij tomaat vooral gebruikt om een gevoelig ras te beschermen tegen wortelpathogenen. Rassen geteeld op een onderstam ondervinden minder problemen na een besmetting van Pepino Mozaïek Virus dan ongeënte rassen. Alleen in situaties met *Fusarium*-gevoelige rassen en of *Verticillium* besmetting op sommige bedrijven werden tomaten rassen geënt op onderstam. Vanaf 1999 zijn geleidelijk steeds meer tomaten geënt op een onderstam.

Daarnaast kunnen onderstammen extra groeikracht geven. De groeikracht is afhankelijk van de raseigenschappen en teeltomstandigheden. Vanaf de introductie van de substraatteelt werden tomatenrassen vrijwel niet meer geënt. De rassen werden steeds groeikrachtiger en groeikrachtige onderstammen gaven geen hogere productie maar wel extra kosten. In sommige proeven pakte de extra groeikracht juist ongunstig uit doordat de assimilaten voornamelijk in het blad terecht kwamen en er juist minder vruchten geproduceerd werden.

Er is weinig bekend van de invloed van onderstammen op de LAI m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. De waarnemingen beperken zich meestal tot de groeikracht van een gewas en de productie. De positieve effecten van onderstammen kwamen meestal pas aan het einde van het seizoen naar boven nadat in het begin van de teelt een productieachterstand was opgetreden. De productieachterstand vroeg in het seizoen kan verklaard worden door de sterke groeikracht en te grote bladoppervlaktes (geschatte LAI >4.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). In de zomer bleef het bladoppervlak van de geënte planten groter waardoor de productieachterstand ingelopen werd. Dit is ook bekend uit andere teelten waarbij onderstammen gebruikt worden. De positieve effecten van onderstammen zijn soms terug te voeren op een fijner en groter wortelstelsel (De Vries, 1993) waardoor een betere buffering ontstaat tegen ongunstige groeiomstandigheden. Een andere verklaring voor de groeiestimulering is de verandering in hormoonhuishouding die onder invloed van onderstammen plaatsvindt. Vooral de rol van in het wortelstelsel geproduceerde cytokininen lijkt daarbij een rol te spelen (Dieleman, 1998). Cytokininen hebben een belangrijke functie bij de celdeling: ze stimuleren de uitloop van okselknoppen en remmen verouderingsprocessen. Doordat weefsels onder invloed van cytokininen langer juveniel blijven, wordt vegetatieve groei over het algemeen bevorderd en generatieve processen (als bloemvorming) uitgesteld. Dit kan ook de grote bladoppervlaktes bij tomaat verklaren.

### 1.1.3 Vruchtproductie in relatie tot gewasgroei gedurende de teelt

Een teler wordt uiteindelijk afgerekend op de vruchtgroei. Lichtonderschepping is de dominante factor voor de cumulatieve biomassa productie (Heuvelink, 2005 en overige referentie daarin). Voldoende blad om veel licht te kunnen onderscheppen is dus een voorwaarde om de maximale productie te kunnen realiseren. Vegetatieve groei is alleen nodig om voldoende licht op te vangen. Als er echter te veel geïnvesteerd wordt in vegetatieve groei blijft er minder over voor de vruchtgroei. Er moet dus een balans gevonden worden tussen vegetatieve groei gericht op blad voor toekomstige lichtonderschepping) en voldoende blad om de huidige korte termijnproductie en vruchtvorming te ondersteunen (de Koning, 1994).

Tot eind april is een LAI van 2.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> ruim voldoende om 90% van het licht op te vangen. In de zomermaanden als er veel instraling is kan de totale productie nog toenemen tot een LAI van 3 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (bladplukken praktijk, Kaarsemaker). Een verdere toename van de LAI in de zomer naar waarden >3 levert nog slechts een marginale meerproductie op. In eerdere teelten in de gesloten kas bleek dat het bladoppervlak vanaf juli sterk daalde tot waarden rond 2.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (bij ras Aromata, 2002) of 2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (bij Celine, 2004). In juli en augustus kan het CO<sub>2</sub> gehalte en temperatuur gecontroleerd worden bij hoge stralingsniveau's.

#### 1.1.4 Conclusie

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat productie bij tomaat direct afhankelijk is van de oppervlakte van het lichtonderscheppende bladpakket binnen bepaalde, seizoensafhankelijke LAI-grenzen. Onder omstandigheden waaronder de opbouw van voldoende bladoppervlak negatief beïnvloed wordt door de groeicondities. Bladvorming en -afplitsing wordt vooral beïnvloed door ruimtetemperatuur; de bladgrootte en daarmee het oppervlak behalve door licht, ruimtetemperatuur en CO<sub>2</sub> ook door de worteltemperatuur. Matverwarming kan dus voordelen bieden als de optimale ruimtetemperatuur niet gerealiseerd kan worden of als door koeling de worteltemperatuur (te) laag blijft.

##### *Geraadpleegde literatuur:*

- Chong P.C. and Ito, T (1982): Growth, fruit yield and nutrient absorption of tomato plants as influenced by solution temperature in nutrient film technique. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 51(1), 44-50.
- Dieleman J.A. (1998): Cytokinins and bud break in rose combination plants. PhD-thesis. Wageningen, The Netherlands.
- Gosselin A. and M.J. Trudel (1982): Influence of root zone temperature on growth, development and mineral content of tomato plants cv. 'Vendor'. *Can. J. Plant Science* 62, 751-757.
- Gosselin A. and M.J. Trudel (1983): Interactions between air and root temperatures on greenhouse tomato. I. Growth, development and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(6), 901-905.
- Heuvelink E. and R.P.M. Buiskool (1995): Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. *Annals of Botany* 75, 381-389.
- Heuvelink E. (2005): In: Series Crop Production Science in Horticulture 13: Tomatoes. Edited by E. Heuvelink. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Koning A.N.M. de (1994): Development and dry matter distribution in glasshouse tomatoes: a quantitative approach. PhD-thesis. Wageningen, The Netherlands.
- Langton F.A. and K.E. Cockshull (1997): Is stem extension determined by DIF or by absolute day and night temperatures? *Scientia Horticulturae* 89, 9-21.
- Pardossi A., F. Tognoni, R. Tesi, M. Bertolacci, P. Grossi (1984): Root zone warming in tomato plants in soil and NFT. *Acta Horticulturae* 148, 865-870.
- Shisido Y. and Y. Hori (1979): Studies on translocation and distribution of photosynthetic assimilates in tomato plants. III. Distribution patterns as affected by air and root temperatures in the night. *Tohoku J. Agr. Res.* 30, 87-94.
- Trudel M.J. and A. Gosselin (1982): Influence of soil temperature in greenhouse tomato production. *Hort Science* 17(6): 928-929.
- Vries D.P. de (1993): The vigour of glasshouse roses. PhD-thesis. Wageningen, The Netherlands.

## 1.2 Probleemstelling

Het gewas van tomaat in de gesloten kas groeit generatiever dan in de open kas. Uit de metingen in de zomer van 2004 bleek dat het bladoppervlak in de zomer onvoldoende was om het licht in de kas volledig te kunnen benutten voor assimilatie. Dit betekent dat de drogestof productie in de zomer niet maximaal was en er meer productie mogelijk is.

Er zijn meerdere factoren die verschillen tussen de open en de gesloten kas die van invloed kunnen zijn op het bladoppervlak:

- De luchtbeveiliging in de gesloten kas vermindert de strekking van het blad (aangetoond in project luchtcirculatie en productie, PPO 41616052).
- Onderzoek heeft aangetoond dat het bladoppervlak afneemt bij lagere mattemperatures. De gemeten mattemperatuur in de gesloten kas bleek gemiddeld lager te zijn en ijde minder na op de kastemperatuur dan de mattemperatuur in de open kas.
- Mogelijk houdt het circa 10% lagere nutriëntengehalte en het ca. 8% hogere drogestofgehalte in de



gesloten kas ook verband met de afwijkende mattemperatuur.

- Ook kan de hogere planttemperatuur van invloed zijn geweest op de bladontwikkeling.

Factoren zoals luchtbeveging en planttemperatuur zijn moeilijk te veranderen in het gesloten kasconcept. Wanneer geen matverwarming aanwezig is, zal de mat uiteindelijk de temperatuur van de kasomgeving aannemen. Vooral in de zomerperiode, als in de gesloten kas gekoeld wordt, kan dit leiden tot suboptimale mat- en daarmee worteltemperaturen. De worteltemperatuur kan echter vrij eenvoudig worden gestuurd door gebruik te maken van matverwarming. Uit onderzoek is bekend dat verhoging van de worteltemperatuur leidt tot een zwaardere gewas met een groter bladoppervlak. Een andere mogelijkheid om het bladoppervlak van het gewas te vergroten is het gebruik van een onderstam. Een groeiachtige onderstam geeft een vegetatiever gewas in het voorjaar en meer groeiacht in de zomer.

### 1.3 Doelstellingen

- Technische doelstellingen: vaststellen of het bladoppervlak, drogestofgehalte van blad, wateropname en het nutriëntenopname wordt beïnvloed door de mattemperatuur. Met deze kennis kan de teelt van vruchtgroenten in de gesloten kas geoptimaliseerd worden.
- Energiedoelstellingen: met behulp van de kennis uit de proef kan de maximale productie in de gesloten kas gerealiseerd worden. Een hoge productie is nodig om voldoende rendement te behalen zodat de investeringen in de gesloten kas worden terugverdiend. Alleen bij voldoende rendement zal het areaal gesloten kas uitbreiden.

### 1.4 Inpassing

In de projecten "Telen in een gesloten tuinbouwkas; praktijkexperiment" (projectnummer PT 11.110) en "Optimale teelt in de gesloten kas" (projectnummer PPO 41414038), zijn waarnemingen verricht waarop dit voorstel is gebaseerd (zie 1.1). In de literatuur staan de effecten van matverwarming beschreven. Het is bekend dat de mattemperatuur van invloed is op het bladoppervlak. Een hogere mattemperatuur stimuleert de wortelgroei, wortelactiviteit, nutriëntenopname en gewasgroei. In de proeven die in het verleden zijn uitgevoerd was de matverwarming gedurende het gehele etmaal op vaste temperatuur ingesteld. Toename van bladgewicht en nutriëntenopname is aangetoond. Matverwarming was in sommige gevallen positief voor de productie. Bij te zware gewassen werd de gewasgroei wel beïnvloed maar de productie niet. Omdat in de winterperiode verwarmd wordt zal de wortelverwarming pas ingeschakeld worden als de luchtslangen gebruikt worden voor de koeling van de kas. Pas vanaf dat moment zullen de mattemperaturen lager uitvallen dan gewenst. Met behulp van de kennis uit dit onderzoek zal de teeltstrategie in de gesloten kas de komende jaren worden aangepast. De relatie tussen bladoppervlak en onderstam is van belang voor alle teeltconcepten. In gesloten en semi-gesloten teelt zal gekoeld worden met koele lucht en zal de worteltemperatuur een soortgelijk effect op de gewasgroei bewerkstelligen.

## 2 Opzet en uitvoering

### 2.1 Kasruimte en planten

Het bedrijf Themato heeft medewerking verleend aan het onderzoek. De verwarmingsinstallatie bevond zich in de goot onder de substraatmatten en is voor het begin van de teelt aangelegd.

De teelt met het ras Celine is gestart in de eerste week van december. In de open kas werden ongeënte planten geteeld met een proefvak geënte planten. In de gesloten kas werden geënte planten geteeld met een proefvak ongeënte planten.

### 2.2 Materiaal en methoden

#### 2.2.1 Proefopzet

In de gesloten kas van Themato zijn twee velden met matverwarming aangelegd: één veld is 85 meter lang (één goot) en de andere 18 meter. Als controle fungeerde een open kas op hetzelfde bedrijf.

De verwarming van de 85 meter goot was zo ingesteld dat de mat langer warm bleef aan het einde van de dag en gemiddeld net zo warm was als de matten in de open kas. De matten in het veld van 18m<sup>2</sup> werden enkele graden warmer gehouden dan de onverwarmde matten gebaseerd op de in de literatuur gevonden optimale temperatuur. De matverwarming werd tussen 12:00 uur en 20:00 uur automatisch ingeschakeld als de gemeten mattemperatuur lager was dan de ingestelde mattemperatuur.

De matverwarming is ingeschakeld op momenten dat er te weinig gewasgroei werd waargenomen.

De proef bestaat dus uit:

- een controlebehandeling in open kas, onverwarmde goot (in grafieken aangeduid als Kas 636, Mat 636)
- een onverwarmde goot à 85 meter met 50% geënte en 50% niet geënte planten in de gesloten kas (803),
- een verwarmde goot à 85 meter met 50% geënte en 50% niet geënte planten in de gesloten kas (806)
- en een verwarmd veld à 18 meter met 50% geënte en 50% niet geënte planten in de gesloten kas (808).

En plattgrond van de proef is opgenomen in bijlage 5.

#### 2.2.2 Waarnemingen.

Met behulp van een datalogger zijn continu de mattemperaturen van de diverse behandelingen geregistreerd. De mattemperatuur werd bij iedere behandeling op 2 punten gemeten.

Daarnaast werd van de verwarmde en onverwarmde proefgoten in de gesloten afdeling de drain (hoeveelheid en EC) gemeten.

Vanaf 1 mei is eenmaal per vier weken de bloeisnelheid en het aantal vruchten per tros waargenomen.

Op vier momenten (juni, juli, augustus en september) zijn de volgende waarnemingen verricht: oppervlakte, versgewicht en drooggewicht van het blad, % drogestof en de nutriëntensamenstelling van het blad (6 behandelingen).

#### 2.2.3 Methode bepaling bladoppervlakte

**Mei:**

Op 10 mei 2005 is het bladoppervlak op twee plaatsen in een behandeling vastgesteld. Alle bladeren langer

dan 5 cm zijn bemonsterd. In opeenvolgende planten zijn waarnemingen verricht waarbij per plant steeds drie bladeren werden verwijderd. Zo werden van de eerste plant bladnummers 1 t/m 3 verwijderd, de tweede plant bladnummers 4 t/m 6 etc. Het versgewicht en bladoppervlak zijn per blad bepaald. Het drooggewicht is per 6 opeenvolgende bladeren vastgesteld.

#### **Juni:**

Op 30 juni is het bladoppervlak steekproefsgewijs vastgesteld voor de verschillende behandelingen. Om de groei van het gewas zo min mogelijk te beïnvloeden is per plant maximaal één blad verwijderd. Het bladoppervlak van 267 bladeren langer dan 5 cm is, verdeeld over de behandelingen, bepaald. In opeenvolgende planten is steeds lager in het gewas een blad bemonsterd. Zo werden van de eerste plant bladnummer 3 verwijderd, de tweede plant bladnummer 6 etc. Het versgewicht, drooggewicht en bladoppervlak is per blad bepaald. Met behulp van regressieanalyse is de grootte van de bladeren op de verschillende bladposities gefit.

#### **Juli/augustus:**

Op 5 augustus is het bladoppervlak steekproefsgewijs vastgesteld voor de verschillende behandelingen. Om de groei van het gewas zo min mogelijk te beïnvloeden is per plant maximaal één blad verwijderd. Het bladoppervlak van 281 bladeren langer dan 5 cm is, verdeeld over de behandelingen, op dezelfde manier als in juni bepaald. Zo werden van de eerste plant bladnummer 3 verwijderd, de tweede plant bladnummer 4, de derde plant bladnummer 6, en de volgende planten bladnummers 9, 12, 15 etc. Het versgewicht, drooggewicht en bladoppervlak is per blad bepaald. Met behulp van regressieanalyse is de grootte van de bladeren op de verschillende bladposities gefit.

#### **September:**

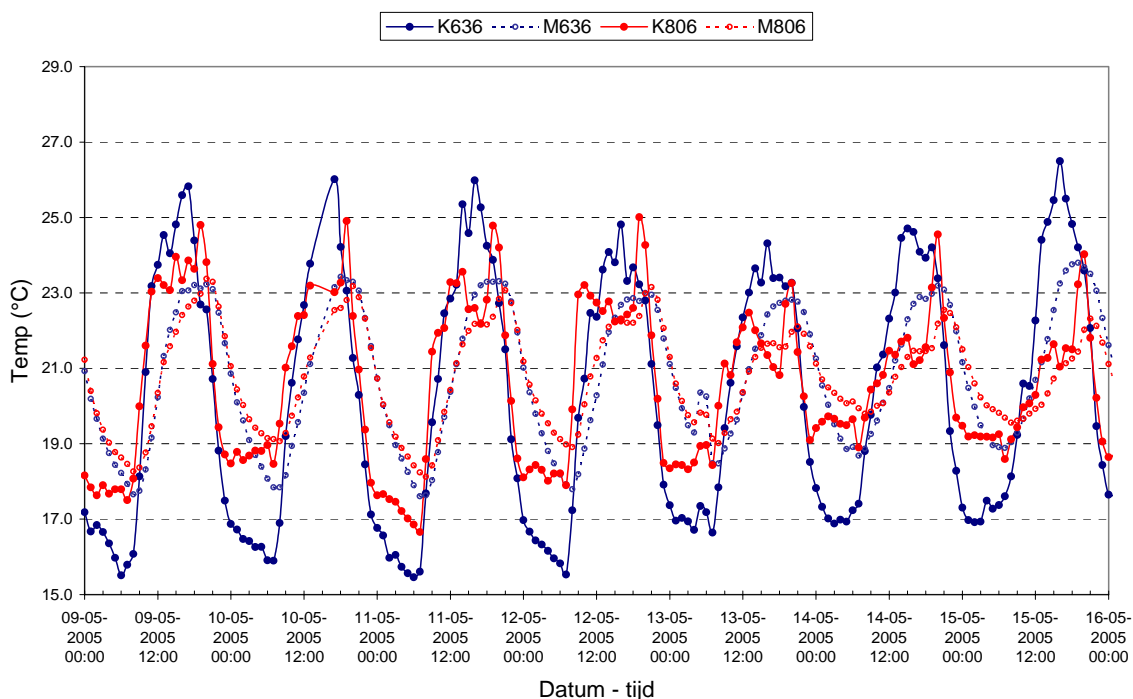
De kop was al uit de planten verwijderd. Het bladoppervlak is vastgesteld door een steekproef van opeenvolgende bladeren. Vervolgens is het gemiddelde oppervlak per bladlaag vastgesteld en het bladoppervlak uitgerekend. In totaal is het bladoppervlak bepaald voor 551 bladeren verdeeld over de behandelingen. Daarnaast is het gemiddeld aantal bladeren per behandeling vastgesteld bij  $4 \times 10$  stengels per behandeling.

## 3 Resultaten

### 3.1 Metingen mei

#### 3.1.1 Gerealiseerd temperatuurverloop

In figuur 1 is het verloop van de gemiddelde uurtemperatuur in de open en gesloten kas te zien in week 19, waarin de matverwarming nog niet ingeschakeld was. Te zien is dat de mattemperatuur (stippelijnen) najilt op de kastemperatuur (vaste lijnen) en zijn maximale waarde bereikt als de kastemperatuur al weer een dalende trend vertoont. De kas bereikt zijn hoogste en laagste temperatuur gemiddeld tussen 16 en 18 uur, respectievelijk tussen 6 en 7 uur; voor de mat is dit tussen 19 en 22 uur, respectievelijk tussen 8 en 9 uur. Dit betekent dat, indien geen matverwarming wordt toegepast, de mat langzaam de omgevingstemperatuur aanneemt (zie ook Bijlage, figuren B1 en B2), maar ook deze warmte weer langzaam afgeeft en een groot deel van de nacht boven de kastemperatuur zit.



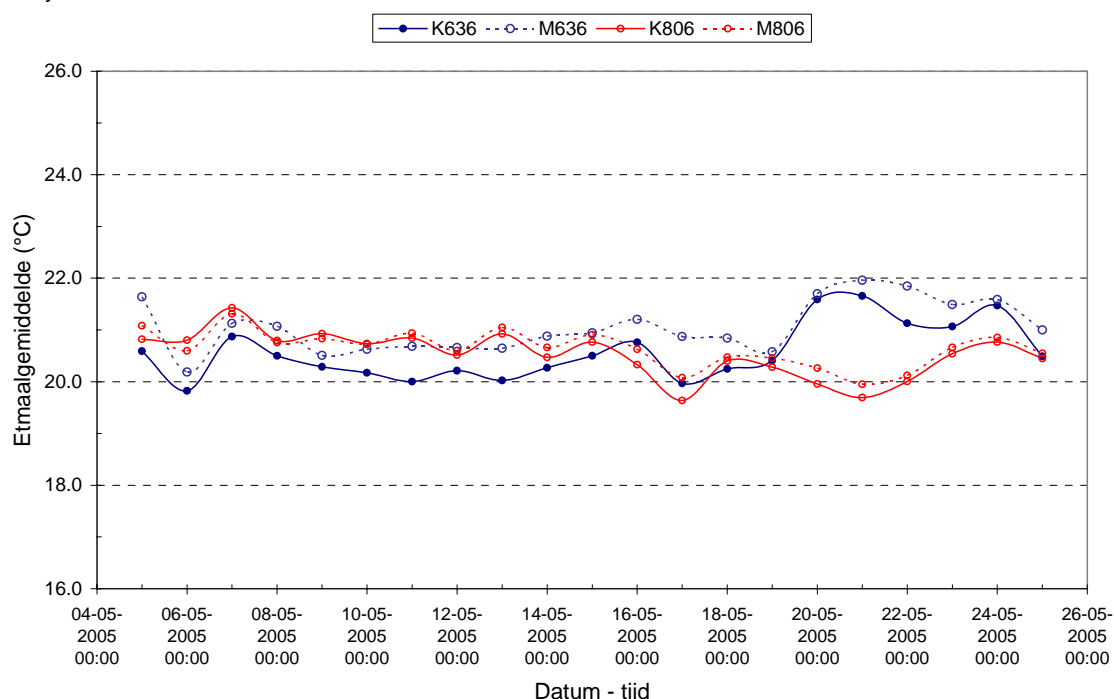
**Figuur 1:** Temperatuurverloop (uurgemiddelde) van kas (K) en mat (M) in open kas (636) en gesloten kas (806).

De consequentie van het langzaam aannemen van de omgevingstemperatuur is ook dat de mattemperatuur in de (gekoelde) gesloten kas door de gemiddeld lagere kastemperatuur dan lager zal blijven dan in de ongekoelde open kas. Dit is ook te zien in de figuur 1 waar de gemiddelde uurtemperatuur van de mat in de gesloten kas overdag lager en in de donkerperiode hoger is dan in de open kas. Gevolg hiervan is dat het verschil tussen de hoogst bereikte en laagst bereikte ruimtetemperatuur in de open kas (636) aanzienlijk groter is dan in de gesloten kas (806). In de open kas bereikt in week 19 de ruimtetemperatuur gemiddeld een minimum waarde van 16.6° en maximaal 24.4°C; voor de gesloten kas zijn deze waarden respectievelijk 18.5 en 22.3°C. De gemiddelde minima en maxima voor de mat zijn 19.3 en 22.4 (open kas) en 19.8 en 21.7°C (gesloten kas). De verschillen in ruimtetemperatuur zijn dus gemiddeld iets groter dan de verschillen in mattemperatuur.

Aangezien voor de groei en ontwikkeling niet zozeer de absolute temperatuur op een bepaald moment dan

wel de gemiddelde etmaaltemperatuur (soms ook wel aangeduid als de geïntegreerde temperatuur) van belang is, zijn voor de periode van week 18 - week 21 die etmaalwaarden uitgerekend (Figuur 2).

Het verloop van de gemiddelde etmaaltemperatuur vertoont duidelijk minder extremen en fluctueert tussen de 19.5 en 22°C. Niettemin was de gemiddelde mattemperatuur over deze periode in de gesloten kas nog steeds lager dan in de open kas. Over de gehele periode van 4 - 24 mei was de etmaaltemperatuur in de open kas gemiddeld 20.6° voor de ruimtetemperatuur en 21.1°C voor de mattemperatuur. In de gesloten kas waren deze waarden respectievelijk 20.5°C (ruimte) en 20.6°C (mat). In de gesloten kas is dus in deze periode een kleiner verschil tussen gemiddelde ruimtetemperatuur en mattemperatuur dan in de open kas en is de gemiddelde mat-etmaaltemperatuur lager dan in de open kas. Per periode zijn er echter nog wel degelijk verschillen te zien: tot ongeveer 15 mei ontlopen de mattemperaturen in beide kassen elkaar nauwelijks.



**Figuur 2:** Etmaalgemiddelden voor kas (k)- en mat(M)temperatuur in open (636) en gesloten (806) kas.

Het verschil in gemiddelde mattemperatuur ontstaat vooral in de tweede helft van mei, wanneer de ruimte en mattemperatuur in de gesloten kas duidelijk lager zijn gebleven dan in de open kas.

### 3.1.2 Gewasgroei

Op 10 mei zijn bladoppervlakte metingen uitgevoerd. Enten bleek betrouwbaar van invloed op de gewasgroei. De gewasgroei in de open en de gesloten kas was vergelijkbaar. De onderstam gaf gemiddeld een 13% groter bladoppervlak (Tabel 1; voor de berekening zie Bijlage 1, Tabel 1), 14% meer drooggewicht (Tabel 2), 21% meer versgewicht in het blad (Tabel 2) en 5% lager drogestofgehalte in het blad (Tabel 3).

**Tabel 1:** Berekend **cumulatief** bladoppervlak per behandeling (m<sup>2</sup>)

Behandeling >	Geënt		Niet geënt		Stengeldichtheid	
	Gesloten	Open	Gesloten	Open	Gesloten	Open
Blad 1 - 24*	4.19	4.58	4.15	3.91	3.75	3.75

\* Bladnummer 1 is boven, bladnummer 24 is onder. Zie ook Bijlage 1.

**Tabel 2:** Drooggewicht en versgewicht van de bladeren 1 t/m 21 (g/stengel)

Behandeling	Drooggewicht		Versgewicht	
	Gesloten kas	Open kas	Gesloten kas	Open kas
Geënt	56	61	503	526
Niet geënt	51	50	420	403

**Tabel 3:** Verloop van het gemiddelde drogestofgehalte van het blad van verschillende bladnummers per behandeling

Behandeling	Bladnummer (1 is boven, 24 is onder)				
	1-6	7-12	13-18	19-24	Gem.
Open, niet geënt	14.3%	12.1%	12.1%	12.3%	12.7%
Gesloten, niet geënt	15.0%	13.1%	11.3%	10.8%	12.5%
Open, geënt	14.7%	12.2%	10.8%	10.4%	12.0%
Gesloten, geënt	13.4%	12.6%	10.4%	9.6%	11.5%

### 3.1.3 Bladoppervlak per m<sup>2</sup> en aantal bladeren per plant

Het bladoppervlak in de open en gesloten kas was vergelijkbaar en schommelde rond de 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> teeltoppervlak (Tabel 4). Dit oppervlak is ruim voldoende om al het licht optimaal te kunnen benutten. Het aantal bladeren aan de plant varieerde per behandeling. De tomaten op onderstam bezaten gemiddeld minder bladeren per stengel (tabel 5). Het kleinere blad van de niet geënte planten werd genivelleerd door het grotere aantal bladeren waardoor de verschillen in LAI tussen de behandelingen minder groot waren.

**Tabel 4:** Cumulatief bladoppervlak per stengel (m<sup>2</sup>)

Behandeling	Stengel 1	Stengel 2	Gemiddeld bladoppervlak	
			Alle bladeren (Tabel 5)	Tot en met blad 21
Open, niet geënt	3.9	4.0	3.9	3.4
Gesloten, niet geënt	4.1	4.0	4.0	3.6
Open, geënt	4.5	4.0	4.3	3.9
Gesloten, geënt	3.9	4.0	3.9	4.0

**Tabel 5:** Gemiddeld aantal bladeren per stengel bij de verschillende behandelingen.

Behandeling	Stengel 1	Stengel 2	Gem.
Open, niet geënt	24.0	24.4	24.2
Gesloten, niet geënt	22.9	22.4	22.6
Open, geënt	23.6	21.4	22.5
Gesloten, geënt	20.6	21.0	20.8

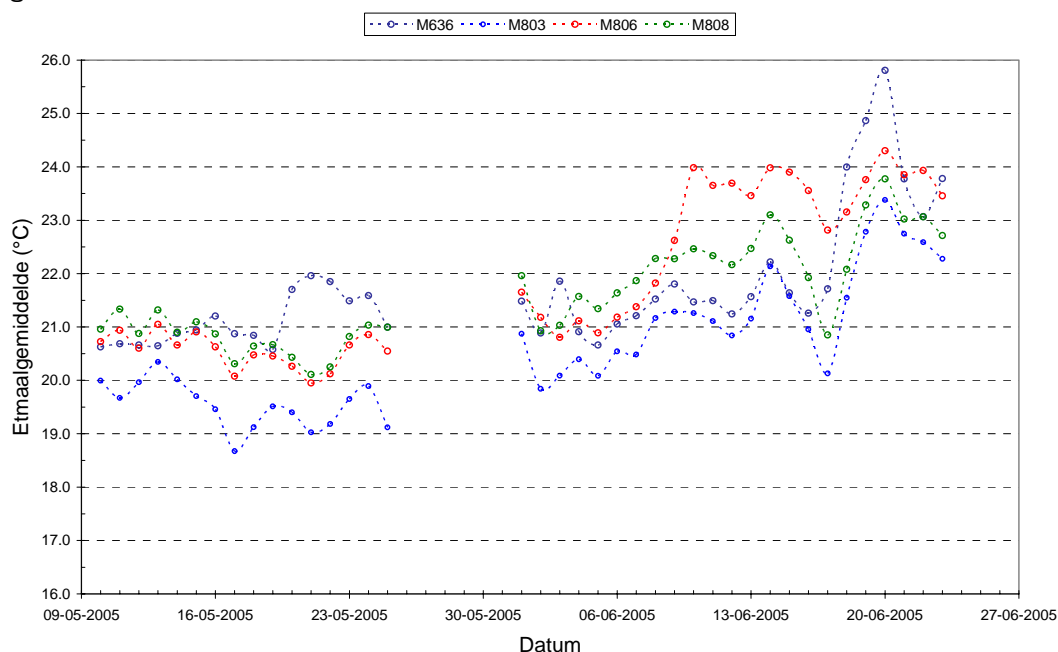
### 3.1.4 Conclusies mei

- Onderstam geeft aantoonbaar meer gewasgroei.
- LAI is voor alle behandelingen ruim voldoende.
- Onderstam zal naar verwachting (nog) geen grote invloed hebben gehad op de productie.
- De geënte planten hebben een lager drogestofgehalte in het blad dan de niet geënte planten.
- Het blad in de gesloten kas heeft een lager drogestofgehalte dan het blad in de open kas.

## 3.2 Metingen juni

### 3.2.1 Gerealiseerd temperatuurverloop

De behandelingen met matverwarming zijn ingeschakeld om extra gewasgroei te stimuleren. De temperaturen zijn ingesteld tussen 12:00 en 20:00 uur. Er zijn twee veldjes met matverwarming die afzonderlijk geregeld worden. Vanaf 9 juni was de mattemperatuur in het kleine proefveld ingesteld op 24°C. Vanaf 18 juni was de temperatuur 26°C voor het verwarmde veld en 24°C voor de verwarmde goot. Aangezien voor groei en ontwikkeling binnen bepaalde grenzen vooral de gemiddelde etmaaltemperatuur van belang zijn, is in figuur 3 het verloop van de gemiddelde etmaaltemperatuur van de mat in bij de verschillende behandelingen van de periode tussen 10 mei (datum 1<sup>e</sup> meting) en 30 juni (datum 2<sup>e</sup> meting) weergegeven.



**Figuur 3:** Etmaalgemiddelden voor mattemperatuur van de diverse behandelingen: open kas, onverwarmde goot (m636); gesloten kas, onverwarmd (m803); gesloten kas, verwarmde veld (m806); gesloten kas, verwarmde goot (m808).

De mattemperatuur van de onverwarmde goot in de gesloten kas (M803, blauwe stippellijn) is gedurende de hele periode gemiddeld 1-1.5°C lager dan de onverwarmde controlemat in de open kas (figuur 3, Tabel 6). Hiermee worden eerdere waarnemingen bevestigd. Door de mat in de gesloten kas te verwarmen (M806, M808) kan het verschil met de mat in de open kas (M636) bijvoorbeeld genivelleerd worden (Tabel 6, periode II) of zelfs hoger gehouden worden (Tabel 6, periode III). Op heldere dagen met veel zon, kan door de hoge instraling de temperatuur van de mat in de open kas echter oplopen tot hoge waarden (Figuur 3, 18 - 21 juni), waardoor de gemiddelde waarde in de open kas kan stijgen tot die van de verwarmde mat in de gesloten kas. Hierdoor kan het verschil in de behandelingen verminderen.

**Tabel 6:** Gemiddelde mattemperatuur in mei – juni, matverwarming is **niet** ingeschakeld

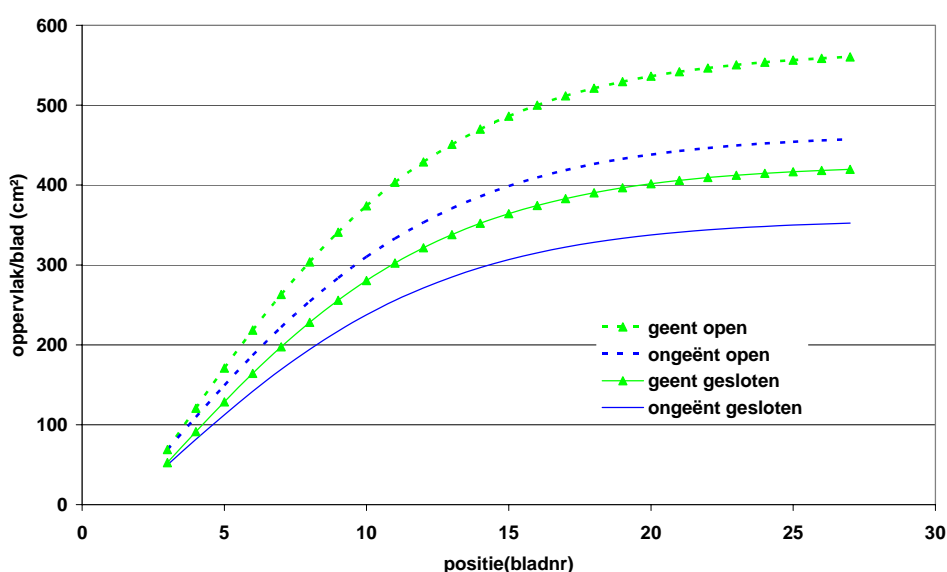
Periode	Van - tot	Open kas	Gesloten onverwarmd	Gesloten zwaarverwarmd	Gesloten lichtverwarmd
I	9 mei - 23 mei	21.1	19.5	20.6	20.8
II	1 juni - 7 juni	21.2	20.3	21.2	21.5
III	8 juni - 14 juni	21.6	21.3	23.3	22.4
IV	14 juni - 21 juni	23.3	21.9	23.6	22.5

<b>II - IV</b>	1 juni - 24 juni	22.1	21.3	22.8	22.2
<b>I - IV</b>	9 mei - 30 juni	21.7	20.6	21.9	21.6

Dit is goed te zien in het overall gemiddelde over de hele periode tussen 9 mei en 30 juni, waarbij de gemiddelde mattemperatuur voor de open kas en de verwarmde bedden in de gesloten kas, vrijwel gelijk is geweest. Ondanks dat de mattemperatuur dus niet duidelijk verschilde, waren er toch nog verschillen in bladoppervlak en plantopbouw (zie volgende paragrafen). Die verschillen lijken dus niet het gevolg van de mattemperatuur.

### 3.2.2 Bladoppervlak per object

Op 30 juni zijn metingen van het bladoppervlak uitgevoerd. Enten en de teeltwijze zijn betrouwbaar van invloed op de gewasgroei. Enten geeft in beide afdeling grotere bladeren dan niet enten (tabel 7). De matverwarming heeft op 30 juni geen meetbare invloed op het bladoppervlak. Het bladoppervlak in de open kas is groter dan in de gesloten kas (Figuur 4).



**Figuur 4:** Het gemiddelde bladoppervlak per bladpositie van geënte en niet geënte planten in de open en gesloten afdeling

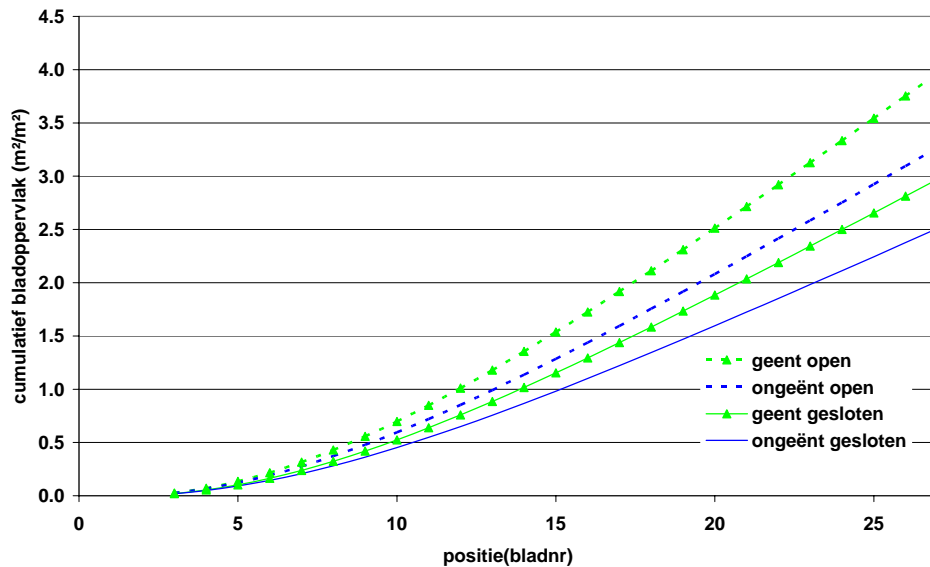
### 3.2.3 Bladeren per plant, bladoppervlak per m<sup>2</sup> en berekende lichtonderschepping

Het cumulatieve bladoppervlak is berekend per m<sup>2</sup> teeltoppervlak (Figuur 5). Het aantal bladeren aan de plant varieerde per behandeling. De tomaten in de open kas bezaten gemiddeld minder bladeren per stengel. Door de vier extra bladeren in de gesloten kas is het totale bladoppervlak per m<sup>2</sup> in beide afdelingen vergelijkbaar (Tabel 7, LAI). Enten geeft 0.4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> meer bladoppervlak ten opzichte van niet enten. Naar verwachting zal bij 90% lichtonderschepping de maximale productie gerealiseerd worden. De berekende lichtonderschepping varieerde van 87% voor de geënte planten in de open kas tot 77% voor de niet geënte planten in de open kas. Door de hogere lichtonderschepping hebben de geënte planten een productievoordeel ten opzichte van de niet geënte planten.

**Tabel 7:** Het gemiddelde aantal bladeren per stengel, het bladoppervlak per m<sup>2</sup> van geënte en niet geënte tomaten in de open en gesloten afdeling.

Kas	Geënt?	Aantal bladeren	LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Gesloten	Ja	25.1	2.7
	Nee	24.4	2.2
Open	Ja	20.7	2.6
	Nee	20.7	2.2





**Figuur 5:** Het cumulatieve bladoppervlak bij toenemend aantal bladeren aan de plant bladpositie van geënte en niet geënte planten in de open en gesloten afdeling.

### 3.2.4 Drogestofgehalte blad en bladdikte

Het drogestofgehalte in het blad wordt beïnvloed door de bladpositie, onderstam en verwarming. Het drogestofgehalte is hoog in de bovenste bladeren en neemt af naarmate de bladeren lager zitten (Tabel 8).

**Tabel 8:** Het gemiddelde drogestofgehalte per bladpositie waarbij 1 het bovenste blad is en 24 het onderste blad. 'Least significant difference' (Lsd) = 0.6%. Een verschil is betrouwbaar als dit groter is dan de Lsd-waarde.

Bladnummer	Drogestof gehalte blad(%)
1-6	13.5%
7-12	13.4%
13-18	12.0%
19-24	11.7%

Zowel matverwarming (Tabel 9) als onderstam (Tabel 9) verlagen het drogestofgehalte in het blad. Het specifieke bladoppervlak (=SLA; cm<sup>2</sup>/g) werd niet beïnvloed door de onderstam of matverwarming, maar wél door de teeltwijze (Tabel 10). Een lagere SLA betekent minder oppervlak per gram blad en is daarmee een indicator voor de bladdikte. In de gesloten kas was de SLA lager dan in de open kas, wat aangeeft dat de bladeren in de gesloten kas dikker waren dan in de open kas.

**Tabel 9:** Het gemiddelde drogestofgehalte van het blad met en zonder matverwarming en van geënte en niet-geënte planten.

<b>Matverwarming</b>	Wel	12.8%	Lsd <sup>1</sup> = 0.6%
	Niet	12.1%	
<b>Geënt</b>	Wel	12.4%	Lsd <sup>1</sup> = 0.5%
	Niet	13.0%	

<sup>1</sup>Een verschil is betrouwbaar als dit groter is dan de Lsd-waarde

**Tabel 10:** Het specifieke bladoppervlak (SLA, cm<sup>2</sup>/gram) in de gesloten en open kas

Gesloten kas	Open kas
117.2	140.8

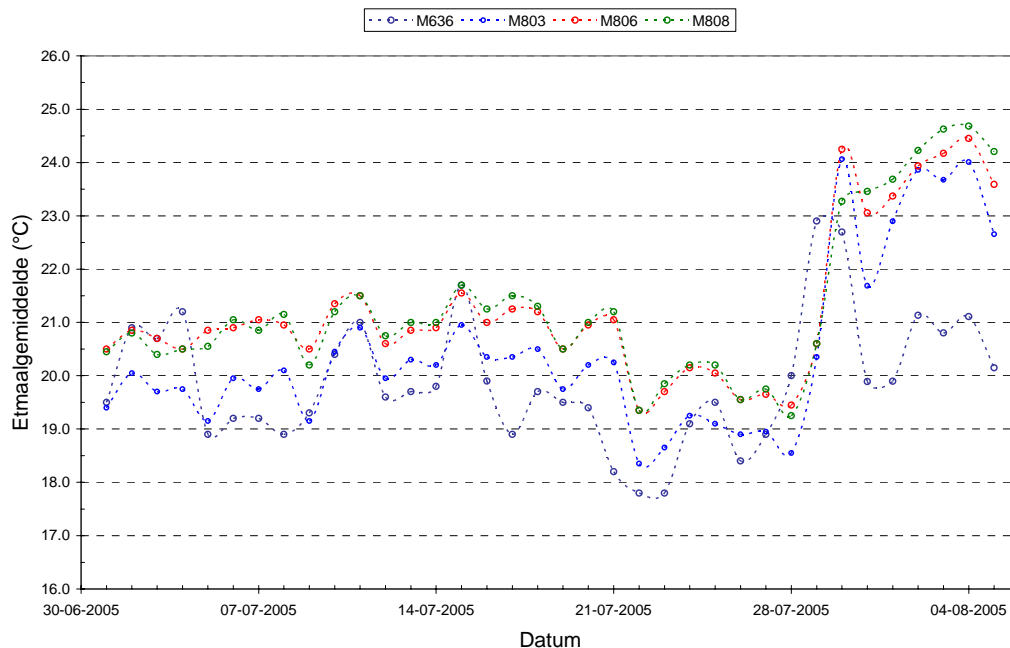
### 3.2.5 Conclusies juni:

- LAI is fors afgenomen ten opzichte van de LAI begin mei.
- Tomaten in de gesloten kas hebben:
  - o kleinere bladeren
  - o meer bladeren
  - o hetzelfde bladoppervlak
  - o minder lichtonderschepping
  - o hetzelfde drogestofgehalte.
  - o Een lager specifiek bladoppervlak (SLA) en dikkere bladeren
- Onderstam geeft:
  - o Lager drogestofgehalte
  - o Grotere bladeren
- Invloed van matverwarming:
  - o Lager drogestofgehalte

## 3.3 Metingen juli-augustus

### 3.3.1 Gerealiseerd temperatuurverloop

Vanaf 29 juni was de tussen 12.00 en 20.00 uur ingestelde mattemperatuur 26°C voor de verwarmde goot en 28°C voor het kleine proefveld. In figuur 6 is het verloop van de gemiddelde etmaaltemperatuur van de mat bij de verschillende behandelingen van de periode tussen 30 juni (datum 2<sup>e</sup> meting) en 5 augustus (datum 3<sup>e</sup> meting) weergegeven.



**Figuur 6:** Etmaalgemiddelden voor mattemperatuur van de diverse behandelingen: open kas, onverwarmde goot (m636); gesloten kas, onverwarmd (m803); gesloten kas, verwarmde veld (m806); gesloten kas, verwarmde goot (m808).

De mattemperatures van de verwarmde behandelingen in de gesloten kas zijn gemiddeld over de totale periode 1.3 - 1.4°C boven die in de open kas geweest (Figuur 6, Tabel 11). In de afzonderlijke weken komt het verschil soms oplopen tot ruim 3°C. De onverwarmde behandeling uit de gesloten kas was in sommige weken iets lager dan in de open kas, maar over de hele periode genomen nog steeds 0.5°C hoger (Tabel 11).

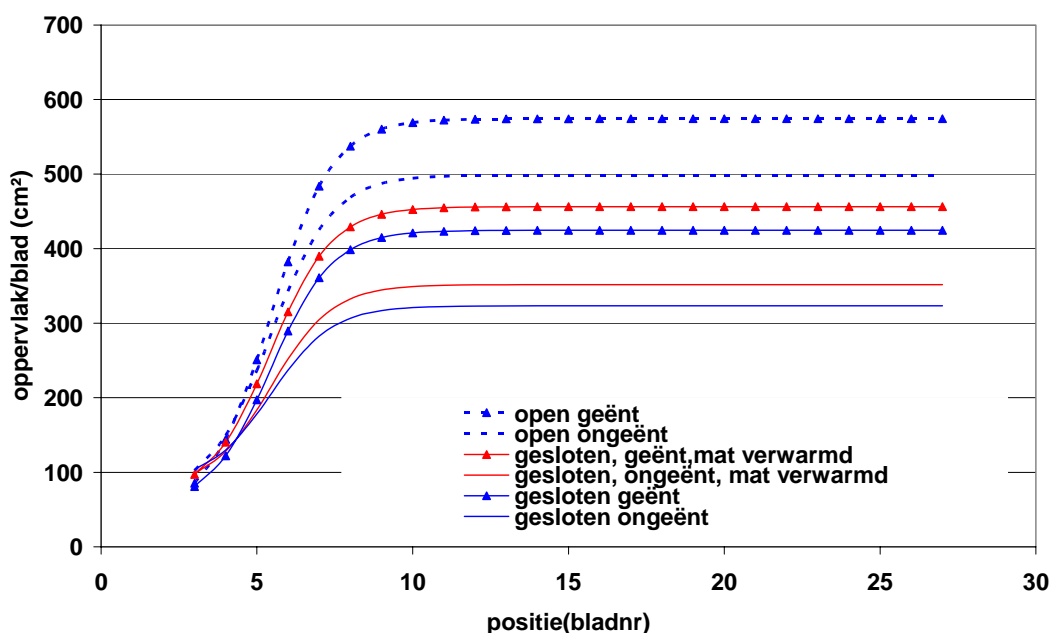
**Tabel 11:** Gemiddelde temperatuur in de open kas (K636) en van de mat (alle behandelingen) in juli - augustus.

Periode	Van - tot	Open	Gesloten onverwarmd	Gesloten zwaarverwarmd	Gesloten lichtverwarmd
I	1-7 juli	19.9	19.7	20.8	20.7
II	8-14 juli	19.8	20.2	21.0	21.0
III	15-21 juli	19.6	20.3	21.1	21.2
IV	22-28 juli	19.5	19.1	19.9	19.9
V	29 juli - 5 aug	20.8	23.3	23.8	24.0
I - V	1 juli - 5 aug	19.9	20.4	21.2	21.3

### 3.3.2 Bladoppervlak per object

Op 5 augustus zijn metingen van het bladoppervlak uitgevoerd. Enten, matverwarming en de teeltwijze zijn betrouwbaar van invloed op de gewasgroei. Enten geeft in beide afdeling grotere bladeren dan niet enten.

De gemiddelde bladgrootte in de open kas en van de geënte planten van de gesloten kas is behoorlijk toegenomen in vergelijking met 30 juni. De bladgrootte van de niet geënte is nauwelijks toegenomen sinds de vorige meting. De hoogste matverwarming (28°) heeft op 5 augustus een meetbare invloed op het bladoppervlak. De resultaten van de laagste matverwarming verschillen niet van de onverwarmde mat. Om de figuren overzichtelijk te houden zijn die resultaten niet weergegeven. Het bladoppervlak in de open kas is groter dan in de gesloten kas (Figuur 7).



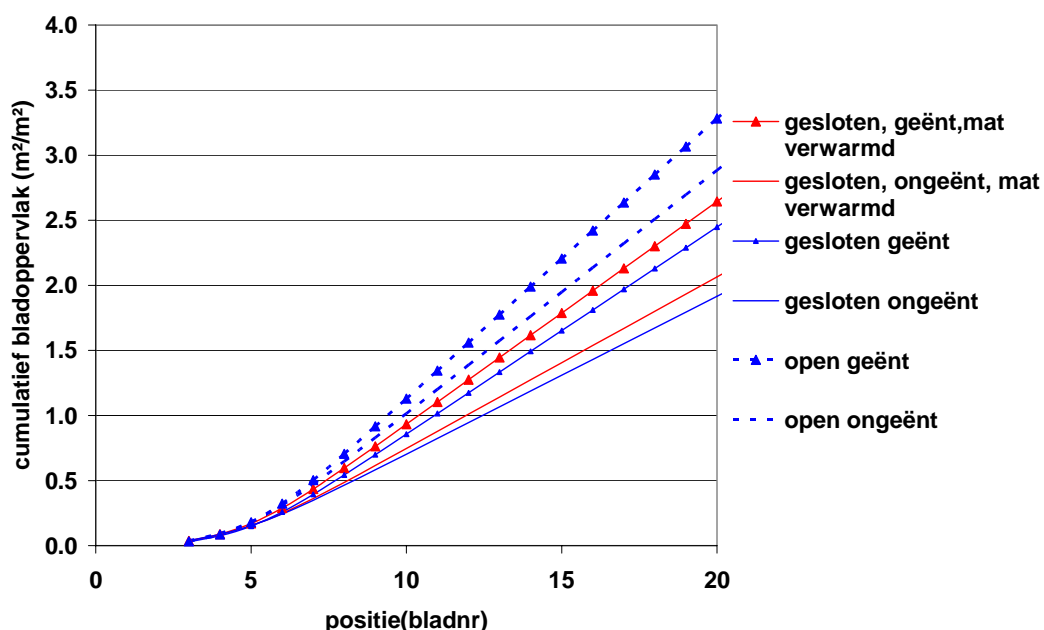
**Figuur 7:** Het gemiddelde bladoppervlak per bladpositie van geënte en niet geënte planten in de open en gesloten afdeling.

### 3.3.3 Bladeren per plant en bladoppervlak per m<sup>2</sup>

Het cumulatieve bladoppervlak is berekend per m<sup>2</sup> teeltoppervlak (Figuur 8). Het aantal bladeren aan de plant varieerde per behandeling en is behoorlijk afgenomen in vergelijking met de meting op 30 juni. Enten vergroot het bladoppervlak bij 19 bladeren per stengel gemiddeld met 22%. Dit effect wordt versterkt (tot 28%) doordat de niet geënte planten 1 blad minder bezitten dan de geënte planten. Matverwarming geeft 8% meer bladoppervlak bij 19 bladeren per stengel en 15% groter bladoppervlak bij het waargenomen aantal bladeren.

**Tabel 12:** Het gemiddelde aantal bladeren per stengel, het bladoppervlak per m<sup>2</sup> van geënte en niet geënte tomaten in de open en gesloten afdeling.

Kas	Verwarming	Geënt	Aantal bladeren	LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) (alle getelde bladeren)	LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) (bij 19 bladeren)
Gesloten	Ja	Geënt	19.1	2.5	2.5
		Niet geënt	18.2	1.8	1.9
	Nee	Geënt	18.0	2.1	2.3
		Niet geënt	17.6	1.6	1.8
Open	Nee	Geënt	18.9	3.0	3.1
		Niet geënt	17.9	2.5	2.7



**Figuur 9:** Het cumulatieve bladoppervlak bij toenemend aantal bladeren aan de plant van geënte en niet geënte planten in de open en gesloten kas.

### 3.3.4 Drogestofgehalte blad en bladdikte

Het drogestofgehalte in het blad wordt beïnvloed door de bladpositie, onderstam en verwarming. Het drogestofgehalte is het hoogst in de bovenste bladeren en neemt af naarmate de bladeren lager zitten (Tabel 13). Zowel matverwarming (Tabel 14) als onderstam (Tabel 14) verlagen het drogestofgehalte in het blad. De bladdikte (=SLA) werd niet beïnvloed door de onderstam of matverwarming maar wel door de teeltwijze (Tabel 15). De bladeren in de gesloten kas waren dikker dan in de open kas.

**Tabel 13:** Het gemiddelde drogestofgehalte per bladpositie waarbij 1 het bovenste blad is en 24 het onderste blad. 'Least significant difference' (Lsd) = 0.3%. Een verschil is betrouwbaar als dit groter is dan de Lsd-waarde.

Bladnummer	Drogestof gehalte blad(%)
3-6	12.4%
7-12	11.8%
13-18	11.3%

**Tabel 14:** Het gemiddelde drogestofgehalte van het blad met en zonder matverwarming en van geënte en niet-geënte planten

Matverwarming	Klein veld (warm)	11.3%	Lsd <sup>1</sup> = 0.4%
	Verwarmde goot (licht verwarmd)	11.7%	
	Niet verwarmd	12.1%	
Geënt	Wel geënt	11.6%	Lsd <sup>1</sup> = 0.2%
	Niet geënt	12.1%	

<sup>1</sup>Een verschil is betrouwbaar als dit groter is dan de Lsd-waarde

**Tabel 15:** Gemiddelde SLA (cm<sup>2</sup>/gram) in de open en gesloten kas voor verschillende bladposities. Lsd = 14.

Bladnummer	Gesloten kas	Open kas
3-6	183.6	191.0
9-12	156.9	184.4
15-18	162.5	197.4

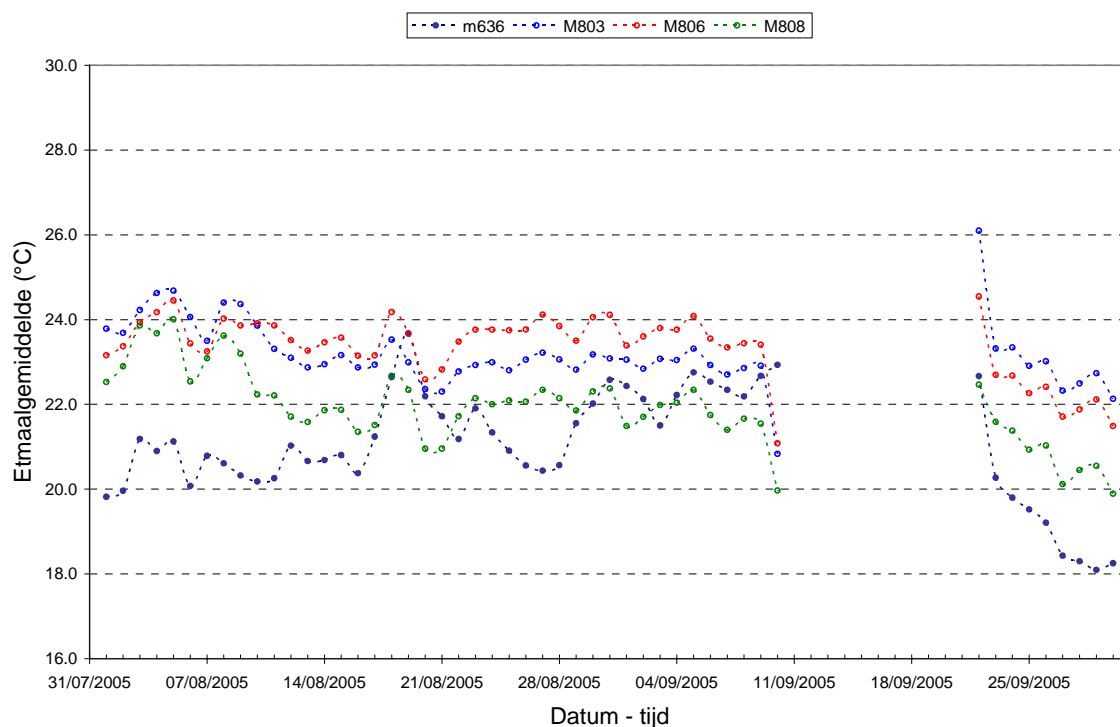
### 3.3.5 Conclusies juli/augustus:

- De bladeren zijn groter geworden ten opzichte van de meting in juni.
- Het aantal bladeren per stengel is kleiner geworden ten opzichte van de vorige meting.
- Gemiddeld is het bladoppervlak te veel afgenomen, bij de behandelingen niet geënte gesloten kas en niet verwarmd geënte gesloten kas lijkt meer productie mogelijk bij meer bladeren aan de plant.
- Tomaten in de gesloten kas hebben:
  - o kleinere bladeren
  - o kleiner bladoppervlak
  - o hetzelfde drogestofgehalte.
  - o Een lagere specifiek bladoppervlak(SLA) en dikkere bladeren
- Onderstam geeft:
  - o Lager drogestofgehalte
  - o Grotere bladeren
- Invloed van de hoogste matverwarming:
  - o Lager drogestofgehalte
  - o Grotere bladeren
  - o Groter bladoppervlak
- Het bladoppervlak van geënte planten met matverwarming in de gesloten kas is kleiner dan de niet geënte planten in de open kas.

## 3.4 Metingen september

### 3.4.1 Gerealiseerd temperatuurverloop

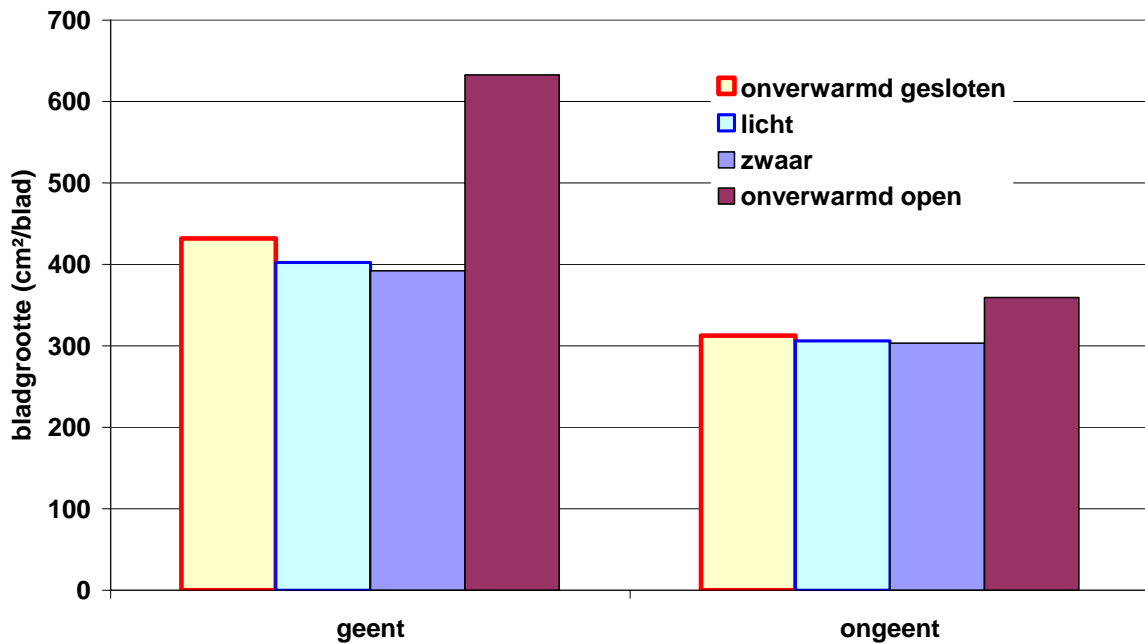
Vanaf 1 augustus was de tussen 12.00 en 20.00 uur ingestelde mattemperatuur 26°C voor de verwarmde goot en 28°C voor het kleine proefveld. In figuur 9 is het verloop van de gemiddelde etmaaltemperatuur van de mat bij de verschillende behandelingen van de periode tussen 1 augustus en 30 september te zien. Vanwege een storing in de klimaatregistratie moesten de waarden tussen 11-9 en 22-9 geïnterpoleerd worden.



**Figuur 9:** Etmaalgemiddelden voor mattemperatuur van de diverse behandelingen. open kas, onverwarmde goot (m636); gesloten kas, onverwarmde goot (m803); gesloten kas, licht verwarmde goot (m808); gesloten kas, zwaar verwarmd veld (m806);.

### 3.4.2 Bladoppervlak per object.

Op 26 september zijn metingen van het bladoppervlak uitgevoerd. De gemiddelde bladgrootte wordt vooral beïnvloed door de onderstam en de teeltwijze. Geënte planten in de open kas hebben gemiddeld de grootste bladeren en ongeënte planten in de gesloten kas hebben de kleinste bladeren (Figuur 10, volgende bladzijde). Een hogere mattemperatuur in september resulteerde niet in grotere bladeren.



**Figuur 10:** De invloed van de onderstam, teeltwijze en matverwarming op de gemiddelde bladgrootte van de bladeren aan de plant in september. Licht: matverwarming ingesteld op 26°C, zwaar: ingesteld op 28°C.

### 3.4.3 Bladeren per plant en bladoppervlakte per m<sup>2</sup>

De bladgrootte is sterk bepalend voor de gerealiseerde LAI (Tabel 16). De LAI van de geënte tomaten in de open kas bij 14.3 bladeren per stengel is ruim voldoende (LAI 3.4). Omgerekend naar 18 bladeren komt dit neer op 4.3; deze planten hebben in feite te veel geïnvesteerd in het blad, aangezien is aangetoond dat een toename van ruim 3 naar 4 vrijwel geen meerproductie geeft.

De LAI van de ongeënte planten in de gesloten kas ligt rond de 2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, dit is een waarde waarbij het invallende licht niet maximaal wordt benut. De LAI van de geënte planten in de gesloten kas (bijna 3) is voldoende. Matverwarming is in deze periode niet van invloed geweest op het bladoppervlak.

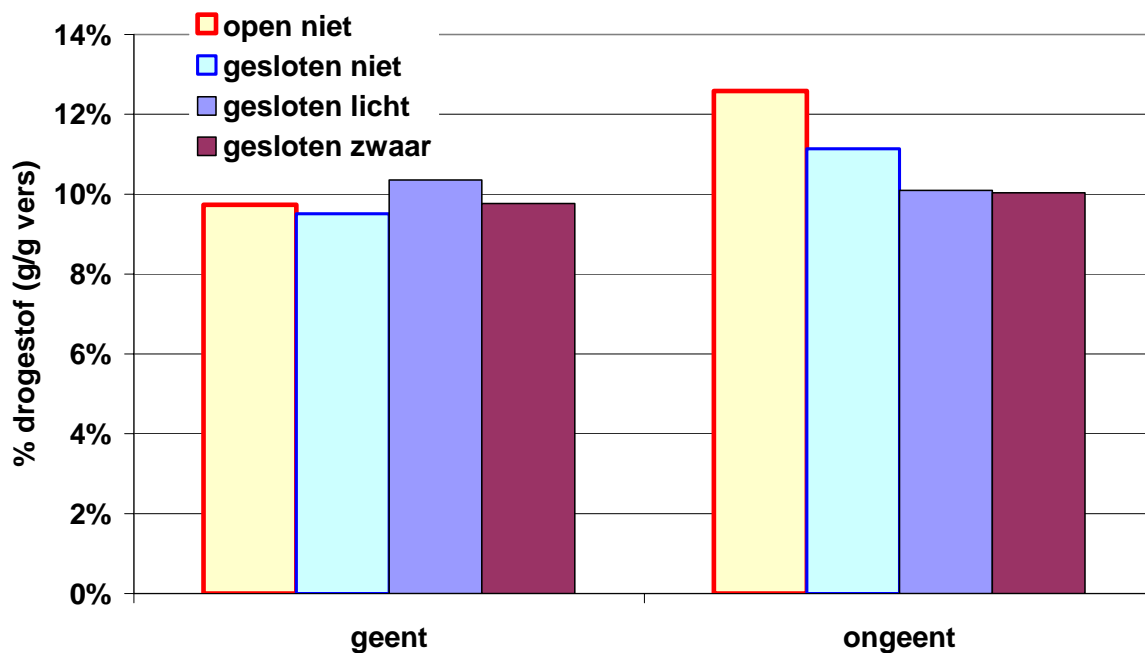
**Tabel 16:** Gemiddeld aantal bladeren per stengel, gerealiseerde LAI bij dat aantal (LAI<sub>real</sub>) en LAI berekend naar 18 bladeren (LAI<sub>18</sub>).

Kas		bladeren/Stengel	LAI <sub>real</sub>	LAI <sub>18</sub>
Open	Geënt	14.3	3.4	4.3
	Ongeënt	16.5	2.2	2.4
Gesloten	Geënt, onverwarmd	17.8	2.9	2.9
	Ongeënt, onverwarmd	17.8	2.1	2.1
	Geënt, licht verwarmd	17.8	2.7	2.7
	Ongeënt, licht verwarmd	17.8	2.0	2.1
	Geënt, zwaar verwarmd	17.8	2.6	2.6
	Ongeënt, zwaar verwarmd	17.8	2.0	2.0

### 3.4.4 Drogestofgehalte in het blad

Enten en matverwarming tussen 12:00 en 20:00 uur geven een betrouwbaar lager drogestofgehalte (-2%) in het blad. Alle behandelingen met matverwarming en/of onderstam hebben een vrijwel gelijk drogestofgehalte in het blad (Figuur 11).





**Figuur 11:** De invloed van enten, matverwarming (niet, licht en zwaar) en kastype (open, gesloten) op het drogestofgehalte van het blad. Licht: matverwarming ingesteld op 26°C, zwaar: ingesteld op 28°C.

## 3.5 Verloop van bladoppervlak in de teelt

### 3.5.1 Gewenste LAI

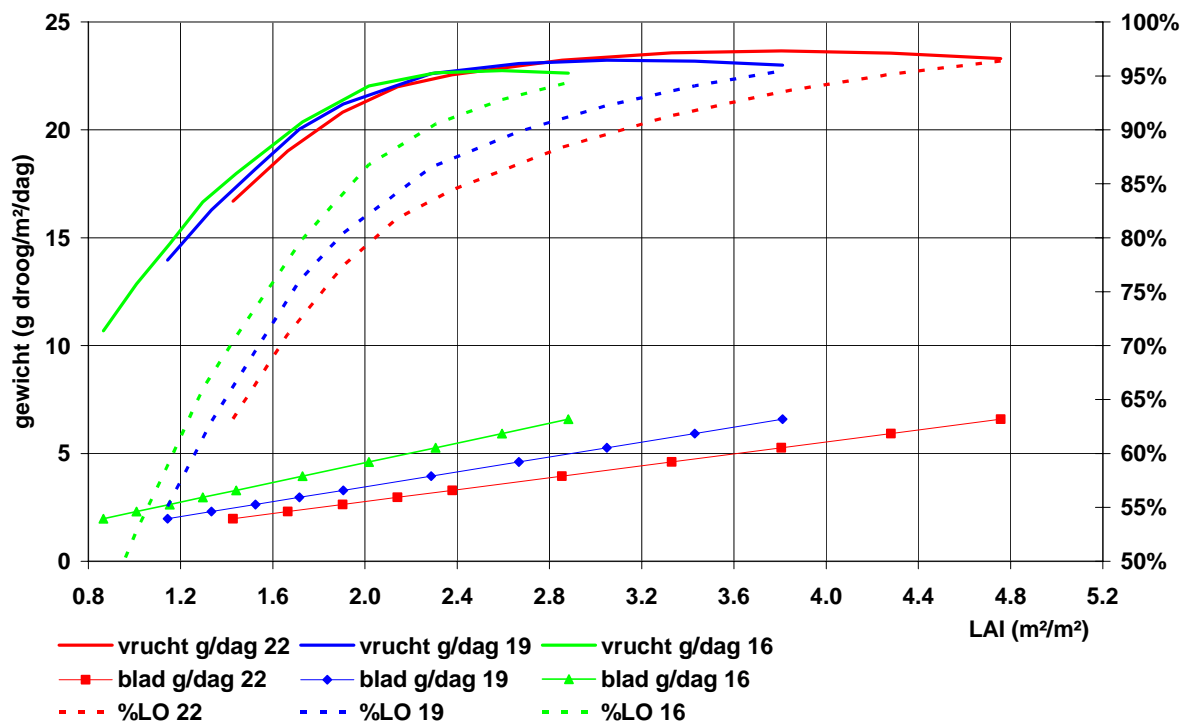
De optimale LAI voor tomaat varieert door het seizoen (zie 1.1.3). Globaal lijkt tussen mei en juli een LAI tussen 3.0 en 3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> optimaal. In september ligt dat tussen 2.5 en 3.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Bij een LAI tussen 2.5 en 3.0 zal de productie nog niet veel worden beïnvloed maar als de LAI lager wordt kan het gewas te weinig licht onderscheppen.

Om de optimale bladoppervlaktes gedurende het seizoen zo goed mogelijk in te schatten zijn een aantal berekeningen uitgevoerd waarbij de samenhang tussen bladgrootte, aantal bladeren per stengel, LAI, lichtonderschepping, totale drogestofproductie en vruchtgroei is nagegaan.

Voor de juiste verdeling van assimilaten is het van belang dat de bladeren de juiste grootte bezitten en er gedurende het seizoen zoveel mogelijk bladeren aan de plant zitten zonder dat de oogst te veel tijd gaat kosten. Bij drie of meer vrije bladeren boven de oogstbare tros zijn de oogstbare vruchten goed zichtbaar. Naarmate de bladeren langer aan de plant hangen neemt het rendement toe. Om dit verschijnsel toe te lichten is figuur 12 illustratief. In deze figuur is te zien dat:

- Het bladoppervlak (LAI) wordt gevormd door het aantal bladeren aan de plant en de bladgroei per dag (=bladgrootte).
- Naarmate de bladeren langer aan de plant blijven zitten (meer bladeren per stengel) is per dag minder bladgroei nodig om de zelfde LAI te realiseren (de bladeren zijn gemiddeld kleiner).
- Het is efficiënt om de gewenste LAI te realiseren met maximaal 3 vrije bladeren boven de kleurende tros.
- Naarmate de LAI toeneemt, wordt, bij hetzelfde aantal bladeren per stengel, meer licht opgevangen
- Grotere bladeren vangen bij vergelijkbare LAI meer licht op dan kleinere bladeren
- Het opgevangen licht is vertaald in totale drogestof productie.

- De vruchtgroei is berekend door de totale drogestof productie te verminderen met de drogestof nodig voor blad- en stengelgroei.
- Hieruit blijkt dat de relatie tussen LAI, lichtonderschepping en maximale vruchtproductie afhankelijk is van het aantal bladeren aan de stengel.
- Naarmate er meer bladeren aan de stengel zitten:
  - neemt de maximale vruchtproductie toe.
  - Is de optimale LAI hoger
- Als het aantal trossen per plant afneemt ten gevolge van de snelle afrijping van trossen bij hoge etmaaltemperaturen in de zomer, is het niet realistisch om hoge LAI's na te streven. Doordat de bladeren te kort aan de plant blijven hangen is het rendement van extra geïnvesteerd blad te laag.



**Figuur 12:** Berekende samenhang tussen bladgroei, lichtonderschepping (LO) en budget vruchtgroei bij verschillende bladoppervlaktes (LAI) bij 16, 19 en 22 bladeren per stengel.

### 3.5.2 Gerealiseerde LAI en productie

De gerealiseerde LAI is beïnvloed door het aantal bladeren en de gemiddelde bladgrootte. Op basis van berekeningen in 3.5.2 en afname van het waargenomen maximale toelaatbare aantal bladeren per stengel van 24 in mei tot 19 in juli kan geconcludeerd worden dat een LAI tussen 3 en 4 optimaal is in mei en dat midden in de zomer een LAI tussen 2.8 en 3.2 voldoende is. Als de gerealiseerde gegevens van de behandelingen worden vergeleken met de gewenste bladoppervlaktes kan beoordeeld worden of het bladoppervlak geschikt is voor de maximale vruchtproductie bij het toelaatbare aantal bladeren aan de plant.

De rode cijfers in de tabellen 17 en 18 duiden op te veel bladeren aan de plant en/of te klein bladoppervlak. De blauwe cijfers in dezelfde tabellen geven aan dat er te weinig bladeren aan de plant zitten en/of te groot bladoppervlak voor optimale vruchtproductie. Kleine bladoppervlaktes komen vooral voor in juni en juli. Om de invloed van bladoppervlaktes te vergelijken staat in tabel 19 de geschatte relatieve productie in de maanden juni en juli weergegeven. In juni kunnen maximaal 22 bladeren per stengel aangehouden worden en is een LAI van 3.0 optimaal. In beide afdelingen ligt de berekende productie onder het optimum. De productie van geënte planten met een LAI van 2.6 ligt 3% lager en van ongeënte planten met een LAI van 2.2 ligt 7% lager. Per week levert enten dan ongeveer 100 gram meer vruchten op. Als de berekende relatieve producties bij de behandelingen in de open en gesloten kas in juli worden vergeleken, blijkt dat

matverwarming per week ca. 50 tot 100g meer vruchten kan geven en enten 125 tot 175 gram per week. Op basis van de resultaten kan gesteld worden dat enten in de gesloten kas in totaal ongeveer 1.5 kg extra op kan leveren en matverwarming ongeveer 300 gram bij geënte planten en 600 gram bij ongeënte planten.

Te grote bladoppervlaktes komen alleen voor in mei en september bij de geënte planten. Met name in september is er te veel geïnvesteerd in het blad. Het aantal bladeren is klein en de LAI is te groot. Het lijkt erop, dat het totale productievoordeel van geënte planten in de open kas in mei en september verloren gaat.

**Tabel 17:** Gerealiseerd aantal bladeren/stengel per behandeling in mei, juni, juli en september en gewenst aantal bladeren/stengel.

Kas	Behandeling	Mei	Juni	Juli	September
Open	Geënt	22.5	20.7	18.9	14.3
	Ongeënt	24.2	20.7	17.9	16.5
Gesloten	Geënt, onverwarmd	20.8	25.1	18.0	17.8
	Ongeënt, onverwarmd	22.6	24.4	17.6	17.8
	Geënt, licht verwarmd				17.8
	Ongeënt, licht verwarmd				17.8
	Geënt, zwaar verwarmd			19.1	17.8
	Ongeënt, zwaar verwarmd			18.2	17.8
Gewenst aantal voor 3 vrije bladeren boven de kleurende tros <sup>1</sup>		24	22	19	18

<sup>1</sup> Dit aantal is geteld vanaf 2 bladeren boven de bloeiende tros naar beneden.

**Tabel 18:** Gerealiseerde LAI m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> behandeling in mei, juni, juli en september en de gewenst LAI m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Kas	Behandeling	Mei	Juni	Juli	September
Open	Geënt	4.3	2.6	3.0	3.4
	Ongeënt	3.9	2.2	2.5	2.2
Gesloten	Geënt, onverwarmd	3.9	2.7	2.1	2.9
	Ongeënt, onverwarmd	4.0	2.2	1.6	2.1
	Geënt, licht verwarmd				2.7
	Ongeënt, licht verwarmd				2.0
	Geënt, zwaar verwarmd			2.5	2.6
	Ongeënt, zwaar verwarmd			1.8	2.0
Gewenste LAI		3.5-4.0	3.0-3.5	2.8-3.2	2.5-3.0

**Tabel 19:** Relatieve vruchtproductie, berekend uit de gerealiseerde LAI en het gewenste aantal bladeren in juni en juli

Kas	Behandeling	Juni	Juli
Open	Geënt	96	100
	Ongeënt	93	99
Gesloten	Geënt, onverwarmd	97	97
	Ongeënt, onverwarmd	93	90
	Geënt, zwaar verwarmd		99
	Ongeënt, zwaar verwarmd		94

### 3.5.3 Gewenste teeltstrategie enten

In de gesloten kas geeft enten een productie voordeel. Het is belangrijk dat het gewas in april en mei niet te zwaar wordt. Dit kan door een voldoende hoge teelttemperatuur te handhaven en generatief sturen van het gewas. In een open kas moet sterker generatief gestuurd worden om het bladoppervlak te beheersen. In de zomer mogen geënte planten in de gesloten kas licht vegetatief gestuurd worden om voldoende bladoppervlak te maken; dit is niet nodig in de open kas. In het najaar groeien de geënte planten in de

gesloten kas mooi in balans. In de open kas groeien de geënte planten te vegetatief en zijn generatieve acties nodig.

### 3.5.4 Gewenste teeltstrategie matverwarming

Tijdelijk verwarmen van de goot tussen 12:00 en 20:00 uur tot 24°C vanaf eind mei tot en met juli, geeft extra bladoppervlak en maximaal 7% meer vruchtgroei per week bij ongeënte planten. Extra bladoppervlak is belangrijk van juni t/m augustus. Het effect van matverwarming op het bladoppervlak wordt pas na verloop van tijd zichtbaar. Verwarmen van de mat voor eind mei en na begin augustus draagt niet bij tot een hogere productie.

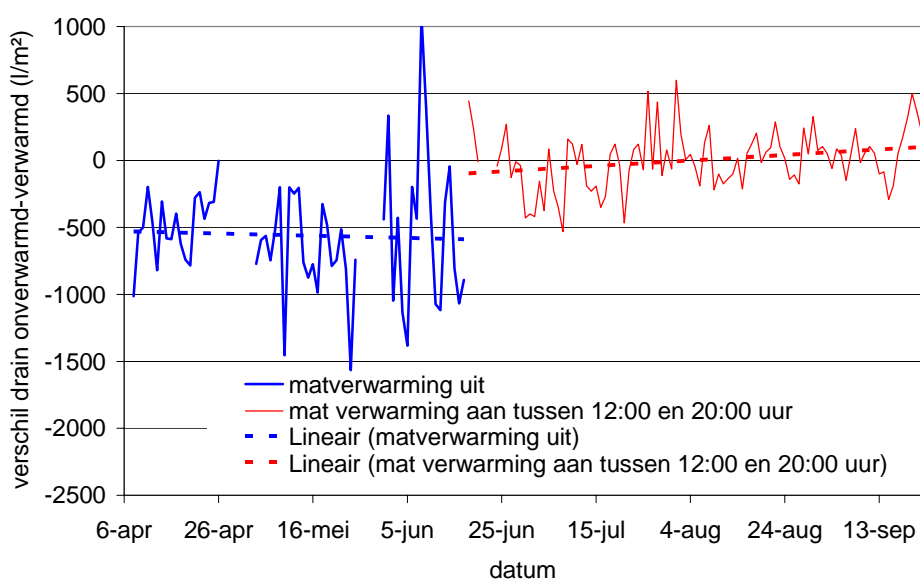
## 3.6 Water en nutriënten opname

### 3.6.1 Wateropname

De wateropname is berekend op basis van de gemeten hoeveelheid drain van de verwarmde goot (803) en de onverwarmde goot (808) in de gesloten kas. De gemeten drainhoeveelheid veranderde vanaf het moment van inschakelen van de matverwarming op 18 juni (Tabel 20). Vóór inschakelen van de matverwarming werd bij goot met matverwarming meer drain gerealiseerd dan bij de goot zonder matverwarming. Na het inschakelen van de matverwarming nam de gemeten drainhoeveelheid van de verwarmde goot toe tot hetzelfde niveau als de niet verwarmde goot.

**Tabel 20:** De gemeten drainhoeveelheid en de berekende wateropname per dag voor en na inschakelen van de matverwarming in verwarmde en onverwarmde goot.

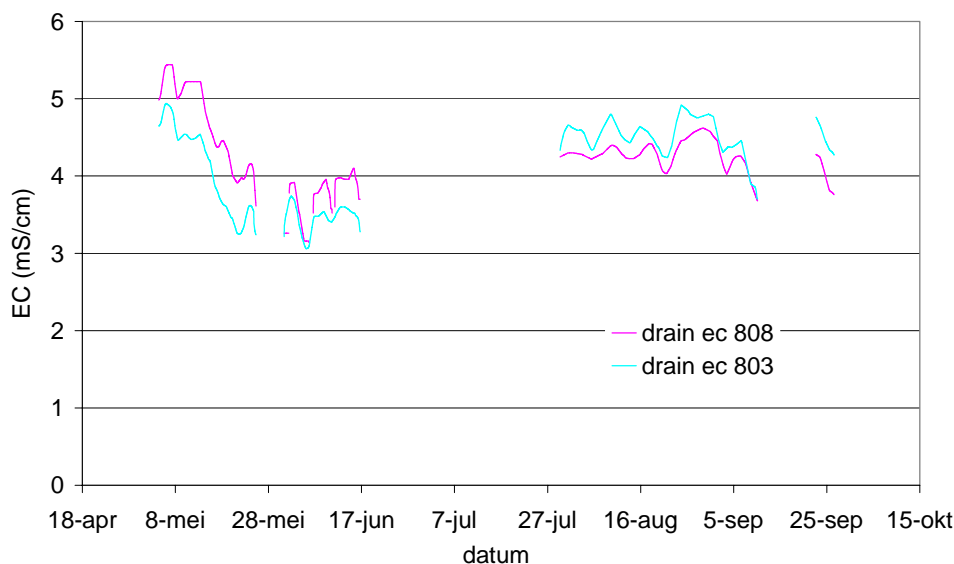
Periode	Verwarming	Gem. drain per dag (ml/m <sup>2</sup> )		Gem. opname per dag bij 40% drain (ml/m <sup>2</sup> )	
		Verwarmd	onverwarmd	verwarmd	onverwarmd
08/04/2005 - 17/06/2005	Uitgeschakeld	4256	3697	4987	5546
18/06/2005 - 22/09/2005	Ingeschakeld	2564	2569	3858	3853



**Figuur 13:** Verschil in gemiddelde drain tussen onverwarmde goot en verwarmd goot (vanaf 17 juni).

### 3.6.2 Drain-EC

Voor inschakelen van de matverwarming is de EC van de drain in onverwarmde goot hoger dan in de verwarmde goot. Na inschakelen van de matverwarming is dit omgekeerd (Figuur 14). Dit verschil kan voor een groot deel verklaard worden door de toegenomen wateropname, waarbij de opnameconcentratie van het gewas gelijk blijft. De nutriëntenopname is dus vooral beïnvloed door de wateropname en niet door de mattemperatuur.



**Figuur 14:** Gemeten drain-EC in de goot met (803) en zonder(808) matverwarming.

### 3.6.3 Bladanalyses

Uit de analyses van het blad (bijlage 4) blijkt dat de nutriëntensamenstelling van het blad niet sterk wordt beïnvloed door enten of matverwarming. De concentraties liggen allemaal redelijk bij elkaar in de buurt.

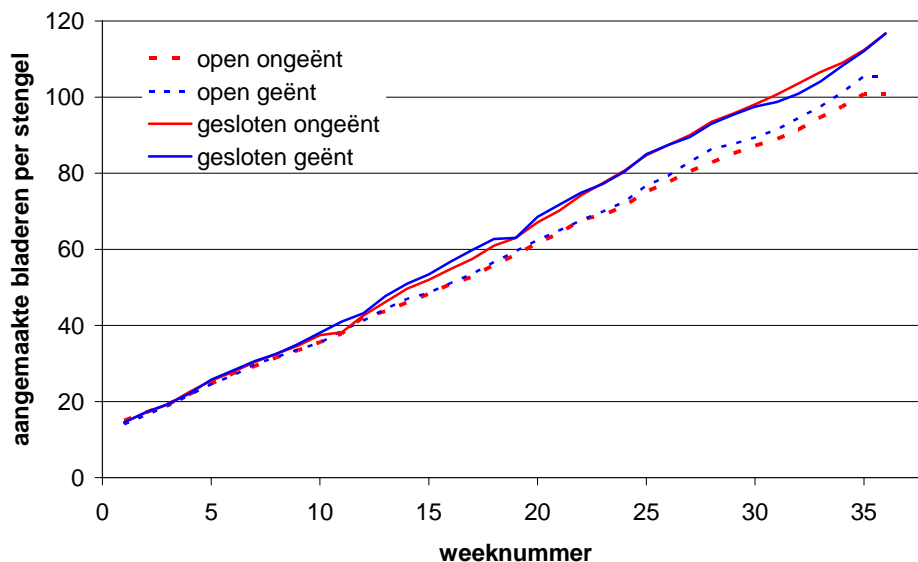
## 3.7 Aanmaaksnelheid blad en vrucht

In de gesloten kas was de etmaaltemperatuur gemiddeld hoger en er werden 16% meer bladeren aangemaakt dan in de open kas. De onderstam was in de gesloten kas niet van invloed op de aanmaaksnelheid van het blad. In de open kas gaf enten uiteindelijk 5% meer bladeren aan de stengel (figuur 15). Dit verschil is vooral opgetreden vanaf week 26.

In de gesloten kas werden 20% meer vruchten aangemaakt dan in de open kas (Figuur 16). Dit is voor 80% veroorzaakt door een groter aantal trossen en voor 20% door een groter aantal vruchten per tros. In de open kas gaf enten 10% meer gezette vruchten; dit is voor 50% veroorzaakt door meer trossen aan de stengel en voor 50% door een groter aantal vruchten per tros. Opvallend is het verschil in aangemaakte vruchten tussen geënte en ongeënte tomaten vroeg in de teelt. In de gesloten kas blijft de zetting regelmatig doorgaan, de cumulatieve zetting blijft parallel lopen aan de zetting van de geënte planten in de gesloten kas.

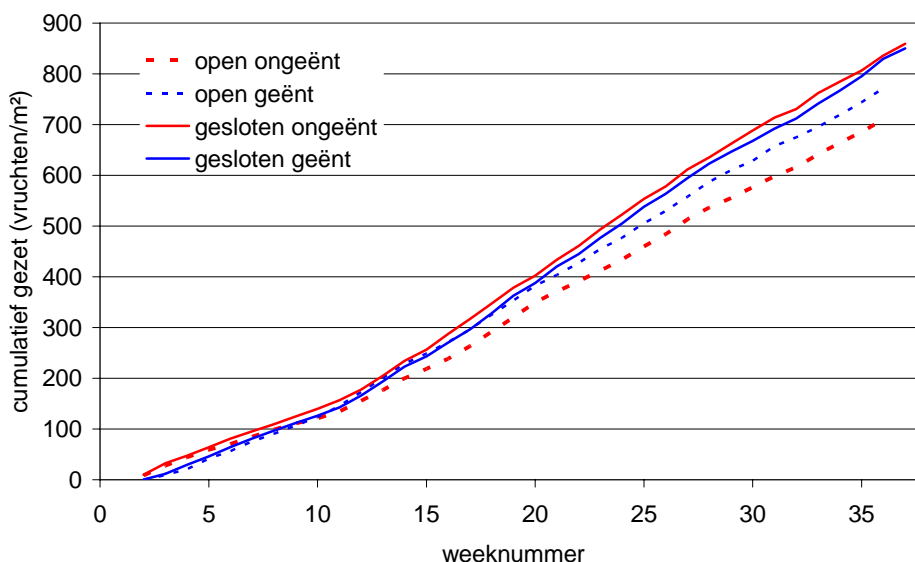
In de open kas kruisen de lijnen van cumulatieve zetting van de ongeënte en de geënte planten elkaar. Daar de afsplitsingsnelheid van de bladeren niet is veranderd wordt dit veroorzaakt door afname van het aantal vruchten per tros. Waarschijnlijk is de plantbelasting in de open kas iets te hoog geweest in verhouding tot het aanbod van assimilaten waardoor het aantal vruchten per tros is afgenomen bij de ongeënte planten. Het verschil in zetting is opgebouwd vanaf week 9 t/m week 14. Daarna is de zetting weer vergelijkbaar

met de geënte planten. In de gesloten kas is dit verschijnsel niet opgetreden. In de gesloten afdeling was het CO<sub>2</sub> gehalte hoger. Daardoor waren er meer assimilaten beschikbaar zodat de zetting van de ongeënte planten op peil kon blijven.



**Figuur 15:** Cumulatief aantal aangemaakte bladeren van geënte en ongeënte planten in de open en gesloten afdeling.

Naar verwachting zal het gemiddelde vruchtgewicht van de ongeënte tomaten in de open kas wat hoger zijn geweest en het gemiddelde vruchtgewicht van de geënte tomaten wat lager. Op basis van de gerealiseerde bladoppervlaktes zijn geen grote productiever verschillen te verwachten. Omdat er, uit kostenoverwegingen, geen producties zijn waargenomen is dit niet te controleren.



**Figuur 16:** Cumulatief aantal gezette vruchten van geënte en ongeënte planten in de open en gesloten afdeling.

## 4 Algemene discussie

Gebleken is dat een gewas van tomaat in de zomer in de gesloten kas generatievler groeit dan in de open kas. Metingen in de zomer van 2004 wezen uit dat het bladoppervlak in de zomer onvoldoende was om het licht in de kas volledig te kunnen benutten voor assimilatie. Het gevolg hiervan is, dat de drogestofproductie in de zomer niet maximaal was en er dus meer productie mogelijk lijkt te zijn.

Een mogelijke reden voor het achterblijvende bladoppervlak is dat vooral in de zomerperiode, als in de gesloten kas gekoeld wordt, suboptimale mat- en daarmee worteltemperaturen ontstaan. In het gesloten kasconcept zijn factoren zoals luchtbeveging en planttemperatuur echter moeilijk te veranderen en wanneer geen matverwarming aanwezig is, zal de mat uiteindelijk de temperatuur van de kasomgeving aannemen. Door gebruik te maken van matverwarming zou de worteltemperatuur echter vrij eenvoudig kunnen worden gestuurd en op een hoger niveau gehouden kunnen worden. Uit onderzoek is namelijk bekend dat verhoging van de worteltemperatuur leidt tot een zwaarder gewas met een groter bladoppervlak.

Doel van de waarnemingen was om vast te stellen of het bladoppervlak, drogestofgehalte van blad, wateropname en het nutriëntenopname worden beïnvloed door de mattemperatuur. Met deze kennis kan de teelt van vruchtgroenten in de gesloten kas geoptimaliseerd worden.

Een andere mogelijkheid om het bladoppervlak van het gewas te vergroten is het gebruik van een onderstam. Een groeikrachtige onderstam geeft een vegetatievler gewas in het voorjaar en meer groeikracht in de zomer. Ook deze factor is meegenomen in het onderzoek. Van mei tot en met september is een tomatengewas in de gesloten kas gevolgd en vergeleken met een vergelijkbaar gewas in een open kas. Vanaf medio juni is in de gesloten kas matverwarming toegepast en zijn de effecten hiervan in kaart gebracht.

Eind mei bleken de geënte planten in de open kas duidelijk meer gewasgroei te vertonen dan de niet-geënte planten. Het cumulatieve bladoppervlak bij de geënte planten was met gemiddelde 4.6 m<sup>2</sup> meer dan genoeg. In de gesloten kas was er nauwelijks verschil tussen geënte en niet-geënte planten. Ook in de andere behandelingen was de LAI met 3.9 - 4.2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> voldoende voor deze tijd van het jaar. Omdat er in mei veel bladeren aan de stengel zitten is het rendement van een blad hoog. In deze tijd van het jaar en 24 bladeren per stengel is een oppervlak van 3.5 - 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> optimaal voor de hoogste vruchtproductie en kunnen de zijn de oogstbare vruchten goed zichtbaar tijdens de oogst.

De geënte planten hadden meer drogestof in het blad met gemiddeld een iets lager drogestofgehalte in het blad vergeleken met niet geënte planten. Ook tussen de open en gesloten kas was verschil, maar dit verschil was kleiner dan tussen planten met of zonder onderstam. In de gesloten kas had het blad gemiddeld een lager drogestofgehalte dan het blad in de open kas.

In juni bleek de LAI fors afgenomen te zijn ten opzichte van de mei meting. De bladeren in de gesloten kas waren gemiddeld kleiner dan in de open kas. Doordat er meer bladeren werden aangehouden hingen de gekleurde tomaten tussen het blad maar werd nog wel een redelijk bladoppervlak gerealiseerd. Door dikkere bladeren resulteerde dit in een iets lagere SLA. Het effect van de onderstam was nu ook wat duidelijker: met onderstam ontstonden grotere bladeren, er kwam meer drogestof in het blad terecht en het drogestofgehalte daalde. In juni zou nog winst geboekt kunnen worden met grotere bladeren aan de plant.

Berekeningen tonen aan dat de geënte planten met een oppervlak van 2.7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en 22 bladeren per stengel, 3% meer vruchten kunnen produceren met een bladoppervlak van 3.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. De berekende vruchtproductie van de ongeënte planten met een bladoppervlak van 2.2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> lag in juni 4% lager dan de geënte planten. Gezien de positieve invloed van de matverwarming op het bladoppervlak zou het gunstig zijn om de matverwarming vanaf eind mei in te schakelen.

Nadat in de proefvakken vanaf medio juni matverwarming was toegepast, werd begin augustus het gewas opnieuw beoordeeld. Ten opzichte van de vorige meting waren de bladeren groter geworden, maar het aantal bladeren per stengel was kleiner geworden. Bij een aantal behandelingen is het bladoppervlak

hierdoor teveel afgenomen; zowel bij de behandelingen niet geënt gesloten kas als niet verwarmd geënt gesloten kas lijkt verdere verbetering mogelijk.

Tomaten in de gesloten kas hebben kleinere bladeren, een kleiner bladoppervlak, hetzelfde drogestofgehalte en een lagere SLA en dikkere bladeren. Het bladoppervlak van geënte planten met matverwarming in de gesloten kas was kleiner dan van de niet geënte planten in de open kas. Wel zijn er duidelijke effecten van de onderstam en matverwarming waar te nemen. Een onderstam geeft een lager drogestofgehalte en grotere bladeren; bij de hoogste matverwarming (28°C) was een lager drogestofgehalte, grotere bladeren en een groter bladoppervlak waar te nemen. De effecten op bladoppervlak lijken additief, waarbij het effect van enten vooralsnog groter is dan het effect van matverwarming (Figuur 7). Aangezien het aantal bladeren aan de stengel in juli behoorlijk afneemt door de afname van het aantal trossen aan de plant, moeten relatief veel assimilaten geïnvesteerd worden in het blad om een behoorlijk LAI te kunnen realiseren. De optimale LAI ligt daarom in juli behoorlijk lager dan wat op het eerste gezicht verwacht zou worden. In de gesloten kas ligt de berekende productie van verwarmd geënt 1% onder het optimum. De ongeënte planten in de gesloten kas hebben een berekend productieniveau dat gemiddeld 7% lager ligt dan geënte planten. Onverwarmde planten produceren gemiddeld 3% minder dan verwarmde planten in de gesloten kas.

Ook in september wordt de gemiddelde bladgrootte vooral sterk beïnvloed door de onderstam en de teeltwijze. Geënte planten in de open kas hebben gemiddeld de grootste bladeren en ongeënte planten in de gesloten kas hebben de kleinste bladeren. In september resulteerde een hogere mattemperatuur niet in grotere bladeren. Dit fenomeen is ook bekend uit de literatuur, waaruit blijkt dat het effect van worteltemperatuur afhangt van de heersende (nacht)luchttemperatuur.

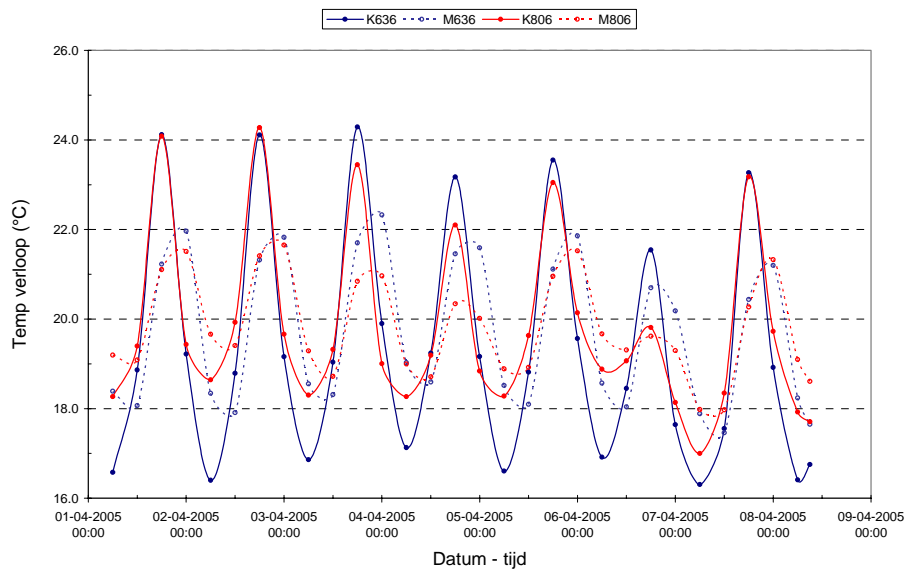
De effecten van enten en matverwarming op de nutriëntenopname zijn niet groot. Gezien de variatie tussen de monsters zijn geen betrouwbare verschillen aan te tonen. Er zijn echter geen aanwijzingen om aan te nemen dat matverwarming en/of enten van wezenlijke invloed is op de nutriënten opname.

Samengevat zijn de conclusies:

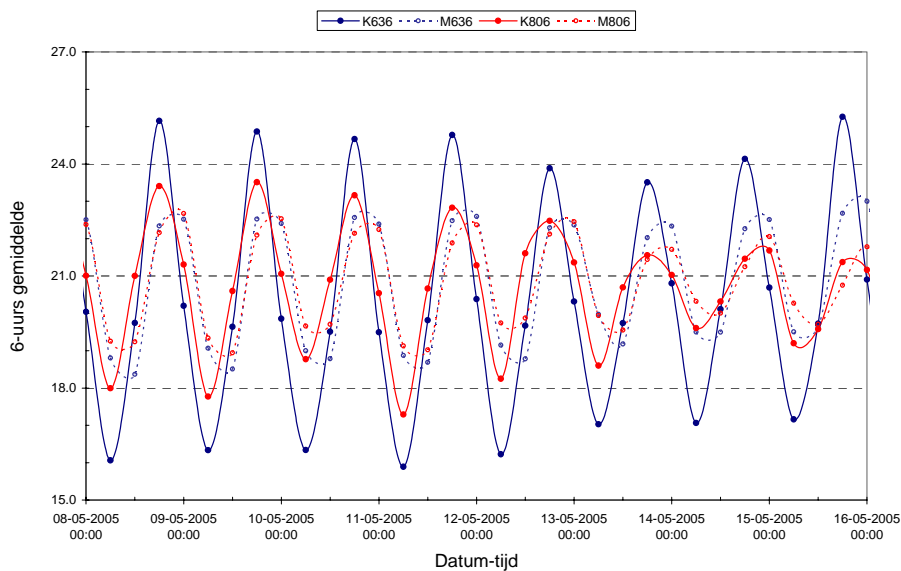
- Zowel enten als matverwarming geven beide grotere bladeren en lijken elkaar zelfs aan te vullen. Enten heeft invloed gedurende de volle teeltperiode van het gewas. Geënte planten geven het gehele jaar grotere bladeren terwijl dit alleen in de zomer voordelen biedt.
- Grotere bladeren zijn in het voor en najaar niet nodig omdat het bladoppervlak dan al voldoende is bij de beschikbare hoeveelheid licht.
- Problemen met te klein bladoppervlak in de gesloten kas komen vooral voor in de zomerperiode. Met behulp van matverwarming in de zomer kan in de zomermaanden 10% meer bladoppervlak gerealiseerd worden. Enten kan tot 30% meer bladoppervlak geven, maar doet dit ook in perioden dat het niet echt nodig is.
- Matverwarming lijkt vooral van invloed als de mattemperatuur lager is dan de ruimtetemperatuur en veel assimilaten beschikbaar zijn. Op basis van de literatuur lijkt het positieve effect van een hogere mattemperatuur vooral aan het einde van de dag en in de nacht te liggen als de luchttemperatuur al weer aan het dalen is en de mattemperatuur nog enige tijd hoog blijft. Door dit na-ijl effect, dat onder normale omstandigheden in de open kas optreedt, is dan voor te stellen dat door de hogere wortelactiviteit de turgor zich sneller herstelt en het slap gaan van het blad wordt voorkomen. Zonder experimentele onderbouwing blijft dit echter vooralsnog speculatie.
- In de zomer is de mattemperatuur zonder matverwarming in de gesloten kas aan het einde van de dag lager dan de mattemperatuur in de open kas. Met matverwarming tussen 12:00 uur en 20:00 uur ligt de mattemperatuur in de gesloten kas in die periode in de buurt van de mattemperatuur in de open kas.
- De invloed van bladoppervlak in de zomer op de vruchtproductie van tomaat is relatief klein omdat het blad relatief kort aan de plant hangt. Het rendement van extra lichtonderschepping is relatief klein omdat er relatief veel assimilaten in het blad geïnvesteerd moeten worden om meer licht te kunnen onderscheppen.



## Bijlage 1: Naijlen mattemperatuur op kasttemperatuur

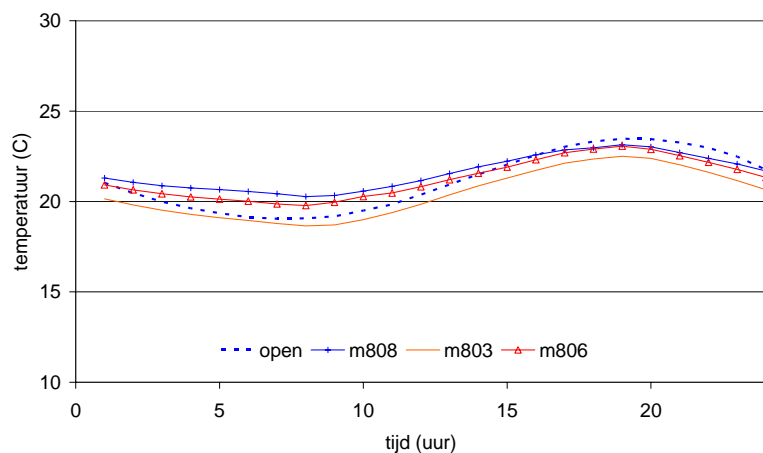


**Figuur B1-1:** Temperatuurverloop in week 13/14 in open kas (636) en gesloten kas (806) van ruimte- (K) en mattemperatuur (M). Naijlen van mattemperatuur op kasttemperatuur is duidelijke zichtbaar. Zesuursgemiddelde.

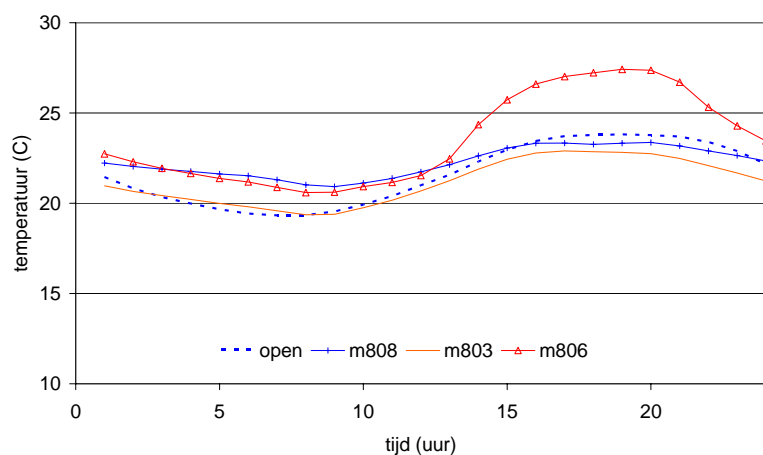


**Figuur B1-2:** Temperatuurverloop in week 19. in open kas (636) en gesloten kas (806) van ruimte- (K) en mattemperatuur (M). Naijlen van mattemperatuur op kasttemperatuur is duidelijke zichtbaar. Zesuursgemiddelde.

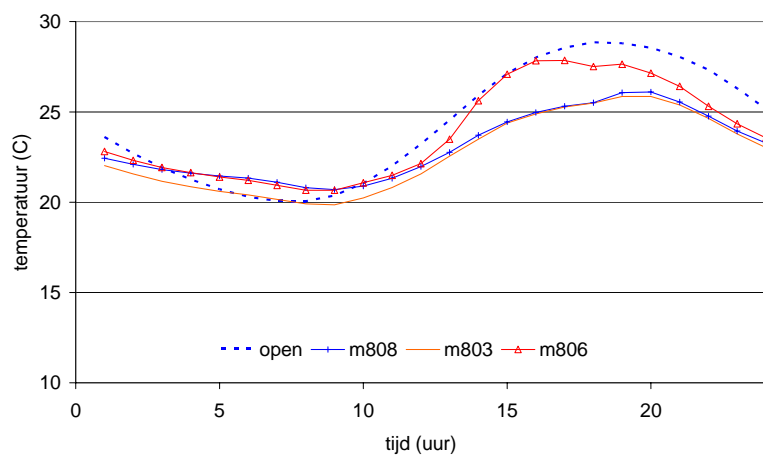
## Bijlage 2: Gemiddeld dagverloop mattemperatuur



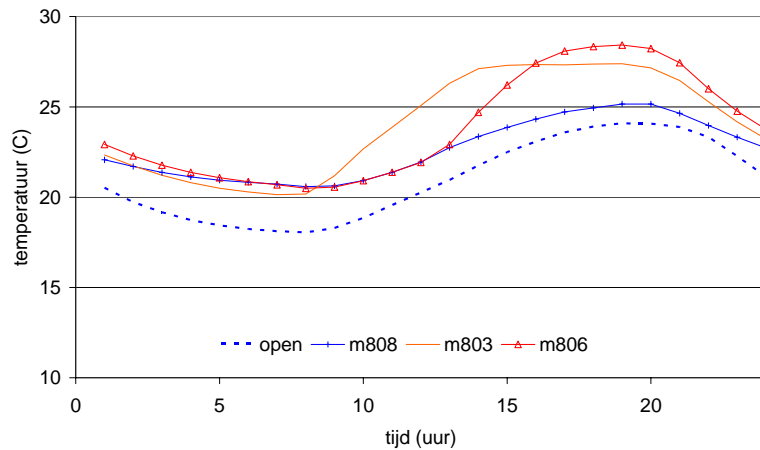
**Figuur B2-1:** Gemiddeld dagverloop van de mattemperatuur tussen 31 mei en 8 juni 2005. Open kas en matten met uitgeschakelde verwarming in de gesloten kas (m803,m806, m808)



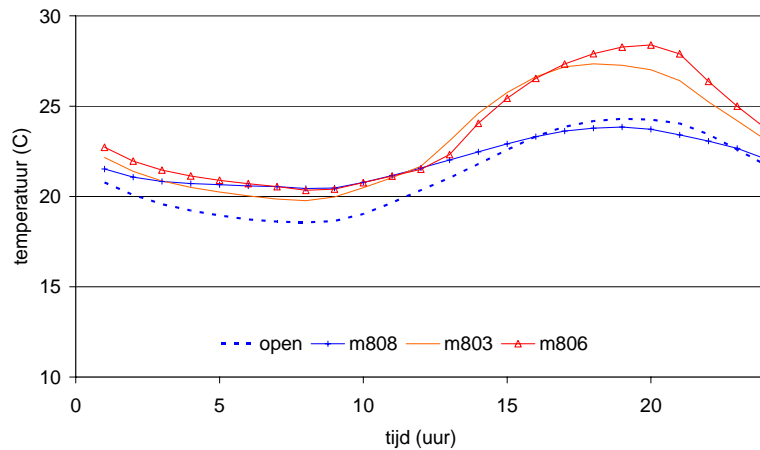
**Figuur B2-2:** Gemiddeld dagverloop van de mattemperatuur tussen 9 en 15 juni 2005. Open kas en matten met ingeschakelde verwarming (m806) of uitgeschakelde verwarming(m803, m808) in de gesloten kas



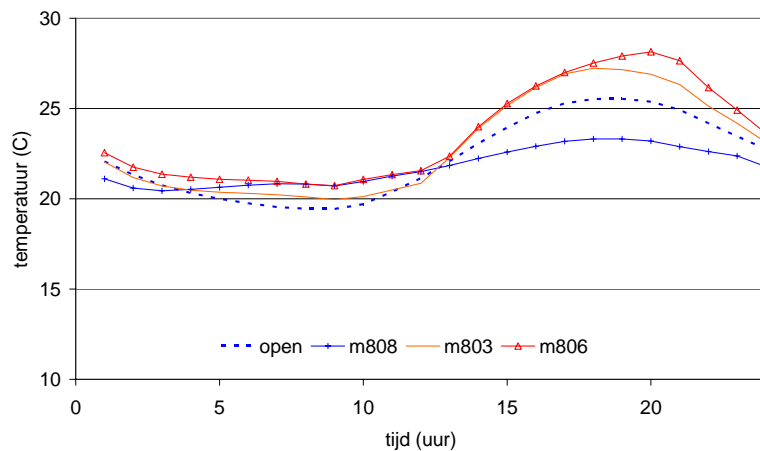
**Figuur B2-3:** Gemiddeld dagverloop van de mattemperatuur tussen 15 en 23 juni 2005. Open kas en matten met ingeschakelde verwarming (m806, m803) of zonder verwarming (m808) in de gesloten kas.



**Figuur B2-4:** Gemiddeld dagverloop van de mattemperatuur in de periode tussen 29 juli en 5 augustus 2005. Open kas en matten met ingeschakelde verwarming (zwaar verwarmd m806, licht verwarmd m803) of zonder verwarming (m808) in de gesloten kas.



**Figuur B2-5:** Gemiddeld dagverloop van de mattemperatuur in de periode tussen 5 en 30 augustus 2005. Open kas en matten met ingeschakelde verwarming (zwaar verwarmd m806, licht verwarmd m803) of zonder verwarming (m808) in de gesloten kas.



**Figuur B2-6:** Gemiddeld dagverloop van de mattemperatuur in de periode tussen 1 en 10 september 2005. Open kas en matten met ingeschakelde verwarming (zwaar verwarmd m806, licht verwarmd m803) of zonder verwarming (m808) in de gesloten kas.

## Bijlage 3: Berekend cumulatief bladoppervlak per behandeling (m<sup>2</sup>)

Behandeling > Bladnummer*	Geënt		Niet geënt		Stengeldichtheid	
	Gesloten	Open	Gesloten	Open	Gesloten	Open
1	0.02	0.01	0.01	0.01	4.2	4.2
2	0.06	0.02	0.05	0.05	4.2	4.2
3	0.12	0.06	0.09	0.10	4.2	4.2
4	0.19	0.11	0.12	0.16	4.2	4.2
5	0.29	0.20	0.18	0.28	4.2	4.2
6	0.42	0.32	0.29	0.44	4.2	4.2
7	0.64	0.49	0.46	0.55	4.2	4.2
8	0.90	0.66	0.64	0.67	4.2	4.2
9	1.20	0.93	0.83	0.83	4.2	4.2
10	1.38	1.23	1.03	1.08	4.2	4.2
11	1.55	1.45	1.21	1.31	3.75	3.75
12	1.66	1.61	1.53	1.52	3.75	3.75
13	1.91	1.85	1.71	1.69	3.75	3.75
14	2.16	2.17	1.91	1.96	3.75	3.75
15	2.44	2.40	2.17	2.20	3.75	3.75
16	2.70	2.66	2.38	2.37	3.75	3.75
17	2.94	2.96	2.59	2.61	3.75	3.75
18	3.15	3.31	2.91	2.81	3.75	3.75
19	3.46	3.51	3.12	2.98	3.75	3.75
20	3.69	3.75	3.37	3.18	3.75	3.75
21	3.98	3.94	3.64	3.42	3.75	3.75
22	4.19	4.21	3.86	3.55	3.75	3.75
23	4.19	4.42	4.15	3.72	3.75	3.75
<b>24</b>	<b>4.19</b>	<b>4.58</b>	<b>4.15</b>	<b>3.91</b>	<b>3.75</b>	<b>3.75</b>

\* Bladnummer 1 is boven, bladnummer 24 is onder

## Bijlage 4: Nutriëntengehaltes.

**Gemiddelde nutriëntengehaltes van geënte en ongeënte tomaten met en zonder matverwarming**

**Hoofdelementen OPEN kas (mmol/kg drogestof), gemiddeld geënt en ongeënt**

Advies	K	Na	Ca	Mg	P-tot	N-tot
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	720	35	908	140	180	4563
<b>05-aug</b>	634	33	805	156	140	3784
<b>30-jun</b>	758	32	853	183	143	3897
<b>10-mei</b>	730	24	751	134	135	3572

**Hoofdelementen GESLOTEN kas (mmol/kg drogestof), gemiddeld geënt, ongeënt, met en zonder matverwarming**

Advies	K	Na	Ca	Mg	P-tot	N-tot
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	715	35	634	160	195	4133
<b>05-aug</b>	645	42	628	125	131	3265
<b>30-jun</b>	628	32	940	149	135	3100
<b>10-mei</b>	731	19	821	150	120	3643

**Spore elementen en drogestof OPEN kas , gemiddeld geënt en ongeënt**

	Fe	Mn	Zn	B	Cu	DS %
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	2.0	9.5	0.3	5.5	155	10.4
<b>05-aug</b>	1.8	10.3	0.2	5.3	170	12.1
<b>30-jun</b>	1.9	8.8	0.3	6.5	220	13.2
<b>10-mei</b>	1.9	7.9	0.25	4.15	150	13.5

**Spore elementen en drogestof GESLOTEN kas, gemiddeld geënt, ongeënt, met en zonder matverwarming**

	Fe	Mn	Zn	B	Cu	DS %
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	1.6	6.5	0.3	3.7	161	11.2
<b>05-aug</b>	1.8	5.9	0.3	3.5	124	12.1
<b>30-jun</b>	2.1	8.4	0.2	4.1	197	13.4
<b>10-mei</b>	1.45	6.15	0.25	3.8	147	13.4

**Gemiddelde nutriëntengehaltes van geënte en ongeënte tomaten met en zonder matverwarming**

**Hoofdelementen gesloten kas (mmol/kg drogestof), gemiddeld geënt en ongeënt met matverwarming**

Advies	K	Na	Ca	Mg	P-tot	N-tot
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	780	39	634	162	198	4637
<b>05-aug</b>	657	48	741	132	137	3470
<b>30-jun</b>	588	33	916	138	137	2918
<b>10-mei</b>	684	17	749	159	108	3593

**Hoofdelementen GESLOTEN kas (mmol/kg drogestof), gemiddeld geënt en ongeënt zonder matverwarming**

Advies	K	Na	Ca	Mg	P-tot	N-tot
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	678	37	594	146	197	4096
<b>05-aug</b>	670	39	623	124	126	3178
<b>30-jun</b>	656	35	979	158	157	3280
<b>10-mei</b>	771	20	990	154	121	3355

**Spore elementen gesloten kas (µmol/kg drogestof), gemiddeld geënt en ongeënt met matverwarming**

	Fe	Mn	Zn	B	Cu	DS %
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	1.6	7.2	0.3	4.1	180.6	10.3
<b>05-aug</b>	1.5	6.7	0.4	4.0	143.8	11.9
<b>30-jun</b>	2.1	8.6	0.2	3.4	203.9	13.1
<b>10-mei</b>	1.6	6.9	0.2	3.7	160.5	13.5

**Spore elementen gesloten kas (µmol/kg drogestof), gemiddeld geënt en ongeënt zonder matverwarming**

	Fe	Mn	Zn	B	Cu	DS %
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	1.7	7.0	0.3	3.5	159.0	10.6
<b>05-aug</b>	2.0	5.9	0.3	3.6	107.5	12.5
<b>30-jun</b>	2.1	9.5	0.2	5.1	217.2	13.7
<b>10-mei</b>	1.7	6.0	0.3	3.8	154.7	13.5

**Gemiddelde nutriëntengehaltes van geënte tomaten**  
**Hoofdelementen OPEN kas (mmol/kg drogestof), geënt**

Advies	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P-tot</b>	<b>N-tot</b>
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	778	34	952	138	180	4278
<b>05-aug</b>	604	32	780	170	150	3555
<b>30-jun</b>	731	32	827	193	149	4137
<b>10-mei</b>	752	24	748	133	133	3346

**Hoofdelementen GESLOTEN kas (mmol/kg drogestof) geënt**

Advies	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P-tot</b>	<b>N-tot</b>
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	623	29	629	143	172	3621
<b>05-aug</b>	615	35	517	107	115	2688
<b>30-jun</b>	624	29	960	145	120	2873
<b>10-mei</b>	779	17	793	147	125	3871

**Spore elementen en drogestof OPEN kas, geënt**

	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>DS %</b>
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	1.9	8.8	0.3	4.8	160.4	9.8
<b>05-aug</b>	1.6	9.4	0.2	5.0	154.4	12.1
<b>30-jun</b>	1.8	8.6	0.3	6.5	224.2	12.6
<b>10-mei</b>	1.7	7.9	0.2	3.8	142.7	13.5

**Spore elementen en drogestof GESLOTEN kas, geënt**

	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>DS %</b>
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	1.3	6.5	0.3	3.2	139.3	10.1
<b>05-aug</b>	1.5	4.4	0.2	3.1	98.2	11.9
<b>30-jun</b>	1.7	8.0	0.2	4.2	190.0	13.8
<b>10-mei</b>	1.2	6.1	0.3	4.2	151.9	13.0

### Gemiddelde nutriëntengehaltes van ongeënte tomaten

#### Hoofdelementen OPEN kas (mmol/kg drogestof), ongeënt

Advies	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P-tot</b>	<b>N-tot</b>
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	662	36	864	142	180	4848
<b>05-aug</b>	664	34	830	142	130	4013
<b>30-jun</b>	785	32	879	173	137	3657
<b>10-mei</b>	708	24	754	135	137	3798

#### Hoofdelementen GESLOTEN kas (mmol/kg drogestof) ongeënt

Advies	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P-tot</b>	<b>N-tot</b>
Gebrek <	600		200	150	100	1700
Richtwaarde minimaal	900		400	150	100	2000
Richtwaarde maximaal	1300	100	800	300	150	3000
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	780	35	680	190	213	4179
<b>05-aug</b>	637	46	631	137	146	3724
<b>30-jun</b>	644	31	905	155	126	3330
<b>10-mei</b>	690	21	752	139	126	3754

#### Spore elementen en drogestof OPEN kas, ongeënt

	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>DS %</b>
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	2.1	10.2	0.3	6.2	149.6	12.6
<b>05-aug</b>	2.0	11.2	0.2	5.6	185.6	12.1
<b>30-jun</b>	2.0	9.0	0.3	6.5	215.8	13.2
<b>10-mei</b>	2.1	7.9	0.3	4.5	157.3	13.3

#### Spore elementen en drogestof GESLOTEN kas, ongeënt

	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>DS %</b>
Gebrek <		0.5	0.5	3	100	
Richtwaarde minimaal	1.5	1	0.6	5	100	
Richtwaarde maximaal	2	3	0.7	7	200	
Overmaat >		20	5	7		
<b>Gemeten waarden</b>						
<b>30-sep</b>	1.8	5.4	0.3	4.0	165.0	10.8
<b>05-aug</b>	2.2	6.6	0.3	3.4	146.6	12.3
<b>30-jun</b>	2.5	7.4	0.2	3.7	177.0	13.6
<b>10-mei</b>	1.2	5.6	0.3	3.5	121.0	14.0



## Bijlage 5: Proefopzet en kas lay-out.

### Schema proef matverwarming Themato 2004-2005

Gesloten kas

Open kas

