

b

ibliotheek
efstation
aaldwijk

A
1
K
73

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

Invloed van grondverwarming en dag-/nachttemperatuurregiem op de groei, ontwikkeling en produktie van tomaat.

stookteelt 1984/1985 lagewatertemperatuurkas.

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

internverslag nr.33
Naaldwijk, juli 1986

A. Koning

2216818

INHOUD

Samenvatting	2
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methode	
2.1 Algemene gegevens	4
2.2 Behandelingen	4
2.3 Ventilatie, CO2 en schermen	5
2.4 Waarnemingen	5
2.5 Verwerking gegevens	5
3. Algemeen teeltverloop	
3.1 Afkweek	6
3.2 Verwarmingscapaciteit	7
3.3 Teeltverloop	8
4. Grondverwarming	
4.1 Klimaat	9
4.2 Teeltverloop	11
4.3 Resultaten en discussie	11
5. Dag-/nachttemperatuurregim	
5.1 Klimaat	13
5.2 Teeltverloop	15
5.3 Resultaten en discussie	15
6. Etmaaltemperatuur	
6.1 Verdeling van de veldjes	20
6.2 Resultaten en discussie	20
7. Conclusies	23
8. Publicaties	24

Bijlagen

1. Proefschema
2. Datafiles
3. Gegevens vruchtkwaliteit

SAMENVATTING

In de lagewatertemperatuurkas is in het stookseizoen 1984/1985 temperatuuronderzoek bij tomaat verricht. De invloed van grondverwarming en de invloed van verschillende dag-/nachttemperatuurregiems met een gelijke etmaaltemperatuur op de groei, ontwikkeling en produktie werden onderzocht. Als gevolg van een temperatuurverloop binnen de afdelingen kon ook het effect van verschillen in etmaaltemperatuur bepaald worden. Binnen de afdelingen waren 3 rassen t.w. Turbo, Counter en Dombito opgenomen.

Grondverwarming had een sterke verhoging van de relatieve luchtvochtigheid tot gevolg. Significante effecten van het gebruik van grondverwarming op groei en ontwikkeling van tomaat werden niet gevonden. De gezondheid van het gewas en de eindproduktie werden door de hogere bodemtemperatuur (en hogere luchtvochtigheid) negatief beïnvloed.

De planten bij een lage dagtemperatuur en hoge nachttemperatuur kregen eind december last van Mg-gebrek, gevolgd door bladverdroging. In de periode maart-april onderscheidde de behandeling met de lage dag- en hoge nachttemperatuur zich door een gezonder gewas; minder Ca-gebrek (gele bladpunten) en minder Botrytis. Ontwikkeling werd niet beïnvloed door het dag-/nachttemperatuurregiem. De lengtegroei van hoofdstengel en trossteel werd, bij gelijke etmaaltemperatuur, gestimuleerd door een hoge dagtemperatuur. Bij een hoge dagtemperatuur was het aantal kniktrossen hoger. Alle rassen reageerden op gelijke wijze op de verschillende temperatuurregiems. Er was geen verschil in produktie en vruchtkwaliteit tussen de behandeling met een hoge dag- en lage nachttemperatuur en de behandeling met een gelijke dag- en nachttemperatuur.

Een lagere etmaaltemperatuur gaf een tragere ontwikkeling. De produktie werd door een lage etmaaltemperatuur verlaagd, maar de eindproduktie was gelijk aan die bij een hoge etmaaltemperatuur.

1. INLEIDING

De lagewatertemperatuurkas (307) wordt verwarmd met uitsluitend water met een maximale temperatuur van 40 oC. In de stookteelt 1984/1985 werden in deze kas tomaten geteeld om te zien welke problemen er op kunnen treden bij gebruik van een buisverwarming met laagwaardige warmte. Binnen de uit 8 afdelingen bestaande kas werd met restwarmte samenhangend temperatuuronderzoek verricht.

1.1 Grondverwarming.

Bij gebruik van lagetemperatuurverwarmingswater is een verwarmingsstelsel met een groot verwarmend oppervlak nodig. D.m.v. bodemverwarming kan het totale grondoppervlak gebruikt worden als verwarmend oppervlak. Uit de literatuur blijkt dat een hoge bodemtemperatuur bij tomaat meestal negatief op de produktie en kwaliteit werkt. Enkele publicaties geven echter een positief effect aan. Vanwege de gunstige technische aspecten en de enkele t.a.v. bodemverwarming bij tomaat positieve publicaties, werd een behandeling (2 afdelingen) met grondverwarming opgenomen.

1.2 Dag-/nachttemperatuurregiem.

Hoewel de lagewatertemperatuurkas verwarmd wordt met uitsluitend water met een lage temperatuur, zal in de praktijk bij gebruik van een alternatieve warmtebron een deel van de warmtebehoefte (o.a. de pieklast) gedekt worden door een conventionele ketelinstallatie. Gegeven de capaciteit van de alternatieve en de conventionele warmtebron, zal men streven naar een zo groot mogelijke bijdrage van de alternatieve warmtebron in de totale warmtebehoefte. Deze bijdrage kan verhoogd worden indien men niet aan een (in de praktijk gebruikelijk) strak temperatuurregiem gebonden is.

Op fysiologische gronden is het aannemelijk dat de temperatuur binnen bepaalde grenzen kan variëren zonder dat dit de groei en ontwikkeling veel zal beïnvloeden, dit onder de voorwaarde dat een bepaalde gemiddelde temperatuur bereikt wordt. De introductie van klimaatcomputers maakt het mogelijk in de regeling een gemiddelde temperatuur na te streven. Een computer beschikt n.l. over een geheugen zodat ook de voorgeschiedenis in de regelaktie betrokken kan worden.

Bij gebruik van een beweegbaar scherm verandert de k-waarde van de kas. 's Nachts met gesloten scherm is de kas beter geïsoleerd dan overdag met het scherm in geopende toestand. En tot nu toe gebruikelijk temperatuurpatroon met een hoge dag- en een lagere nachttemperatuur leidt bij gebruik van een beweegbaar scherm tot een grote warmtevraag op de dag en een lage warmtevraag 's nachts. T.a.v. de verhouding tussen de door de alternatieve warmtebron en de door de conventionele warmtebron geleverde warmte is een dergelijk temperatuurpatroon ongunstig.

Indien men het temperatuurpatroon n.a.v. het gebruik van een alternatieve warmtebron en/of een beweegbaar scherm wil veranderen, dan zal men moeten weten of dag- en nachttemperatuur voor een plant gelijkwaardig zijn. In de proef zijn hiervoor 3 dag/nachttemperatuurpatronen (allen in tweevoud) opgenomen.

Een eerlijk vergelijk van de dag- en nachttemperatuur zal men alleen hebben indien de gemiddelde etmaaltemperatuur voor alle behandelingen gelijk is. Dit werd gerealiseerd met een computerprogramma dat de dagtemperatuur berekend op basis van een te behalen gemiddelde etmaaltemperatuur. Instraling zal door het passief oplopen van de dagtemperatuur de behandelingsgrenzen vervagen. Dit werd voor een groot deel ondervangen door ook de gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur onder invloed van straling te verhogen. Een uitgebreide beschrijving van de werking van dit regelprogramma wordt gegeven in intern verslag 1985nr.37: "Regeling van de nachttemperatuur op basis van een gerealiseerde temperatuursom en een gewenste etmaalsom".

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 Algemene gegevens.

kas: 307 afd 1 t/m 8.

maximale watertemperatuur: 40 oC

gewas: tomaten

zaaidatum: 20/10

uitzetten in de kas (op een schotel): 30/11

plantdatum (doorwortelen): 18/12

plantafstand: 60 cm

grondteelt

leidsysteem: op en neer

startdatum klimaatbehandelingen: 4/12

einddatum klimaatbehandelingen: 13/5

2.2 Behandelingen.

grondverwarming en dag-/nachttemperatuurregiem

behandeling	grondverwarming	dag/nacht
1	-	hoog/laag
2	-	gelijk
3	-	laag/hoog
4	+	gelijk

Het grondverwarmingsnet stond in serie met de twee bovengrondse verwarmingsnetten. Bij het bereiken van een bepaalde grondtemperatuur werd de grondverwarming afgeschakeld. Aanvankelijk was deze maximale bodemtemperatuur 20 oC, later 25 oC. Deze waarden werden nooit bereikt zodat de grondverwarming nooit afgeschakeld werd.

Bij verschillende dag- en nachttemperatuur bedroeg het verschil, afhankelijk van de daglengte, 4 tot 5 oC. De verschillen zijn tot 13/5 (einde verschil in instelling) redelijk gerealiseerd (zie figuren 10 en 11).

rassen.

Turbo (standaard rond ras)

Counter (zet beter bij lage temperatuur ?)

Dombito (vleestomaat)

Het proefschema wordt gegeven in bijlage 1.

De klimaatherhalingen liggen verdeeld over de noord- en zuidafdelingen. Binnen de afdelingen liggen de herhalingen (rassen) eenmaal aan de voorzijde en eenmaal aan de achterzijde. De veldgrootte bedraagt 14 planten.

2.3 Ventilatie, CO₂ en schermen.

Ventilatie en CO₂-gehalte waren voor alle behandelingen gelijk. Setpoint-CO₂ varieerde tussen 320 en 1000 ppm, afhankelijk van een berekend ventilatievoud. Er werd zuiver CO₂ gedoseerd.

Schermen: transparant (LS-10) overdag en 's nachts, afhankelijk van buitenomstandigheden,
aluminium (LS-11) 's nachts, afhankelijk van buitenomstandigheden,
voor alle behandelingen gelijk.

2.4 Waarnemingen.

-klimaat

per afdeling

- gemiddelde ruimtetemperatuur (per dag)
- gemiddelde bodemtemperatuur (per dag)
- ruimtetemperatuur (per uur)
- luchtvochtigheid (%) (per uur)
- CO₂-gehalte (ppm) (per uur)
- watertemperatuur van aanvoer en retour van ieder net (per 2-uur)

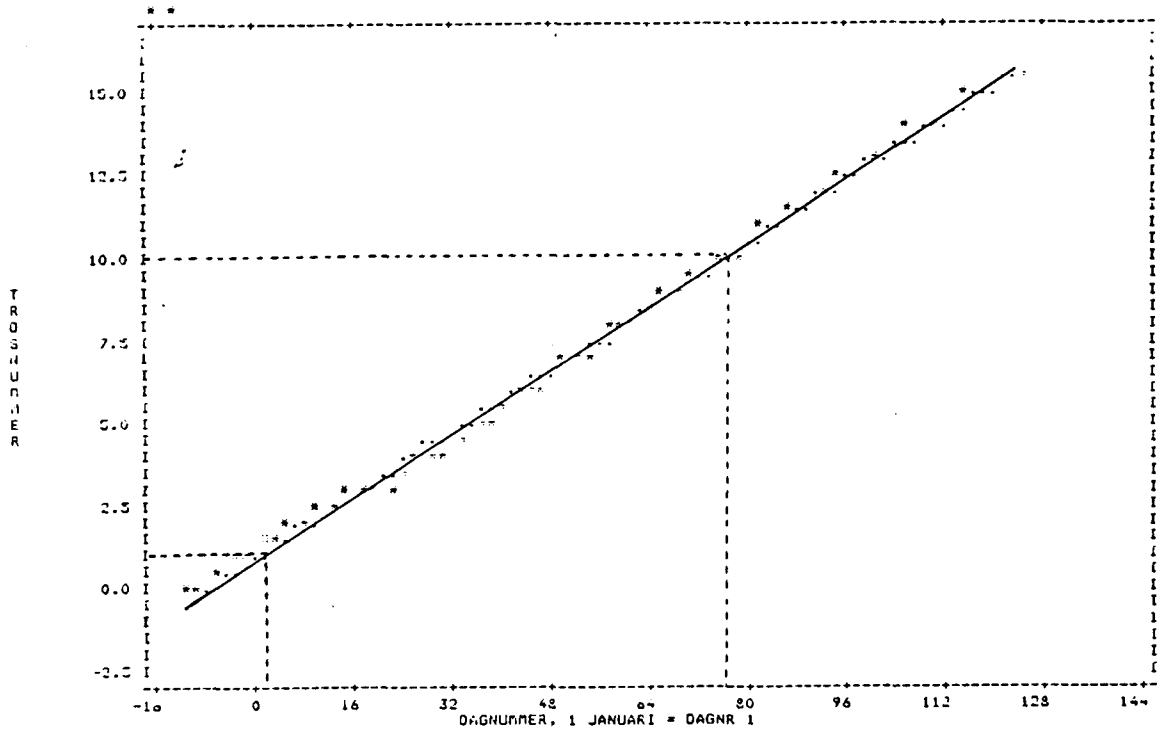
per veld

-gewas en produktie

- gemiddelde ruimtetemperatuur (per dag)
- plantlengte (1 * per week, tot aan de draad)
- stengellengte tussen tros 4 en 7
- trosnr. bloei (3 * per week)
- trosnr. oogst (3 * per week)
- aantal kniktrossen tros 4 t/m 6
- produktie: gewicht en aantal (3 * per week)
- kwaliteit: houdbaarheid en zoet/zuur-gehalte (alleen van behandeling 1 t/m 3, ras Counter) (1 * per 2 weken)

2.5 Verwerking gegevens

Alle gegevens werden verwerkt met GENSTAT. De plantlengte, de opvolging van trossen in bloei en de opvolging van trossen in oogst werden allen zeer goed beschreven door een rechte lijn. Uit de gefitte lijnen (per veld) werd de bloeidatum en de oogstdatum van de eerste tros berekend (zie figuur 1). De zo verkregen vroegheid (bloei en oogst eerste tros) en bloei- en oogstnelheid (helling van gefitte lijn) werden, evenals alle andere gewas- en produktiewaarnemingen verwerkt met de variantieanalyse Anova (GENSTAT).

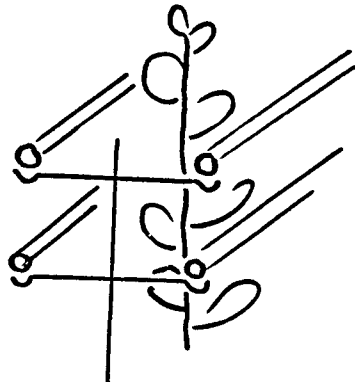


figuur 1. Berekening van vroegheid en snelheid. *=waarnemingen

3. ALGEMEEN TEELTVERLOOP

3.1 Afkweek.

Op 30 november werden de tomatenplanten in de kas gebracht. Tot 18 december hebben ze op schoteltjes naast het plantgat gestaan. De verwarmingsbuisjes lagen op de onderste dragers van de steuntjes. In januari werd het tweede net op de bovenste drager geplaatst. De tomatenplanten stonden tussen 4 huisjes (zie figuur 2).

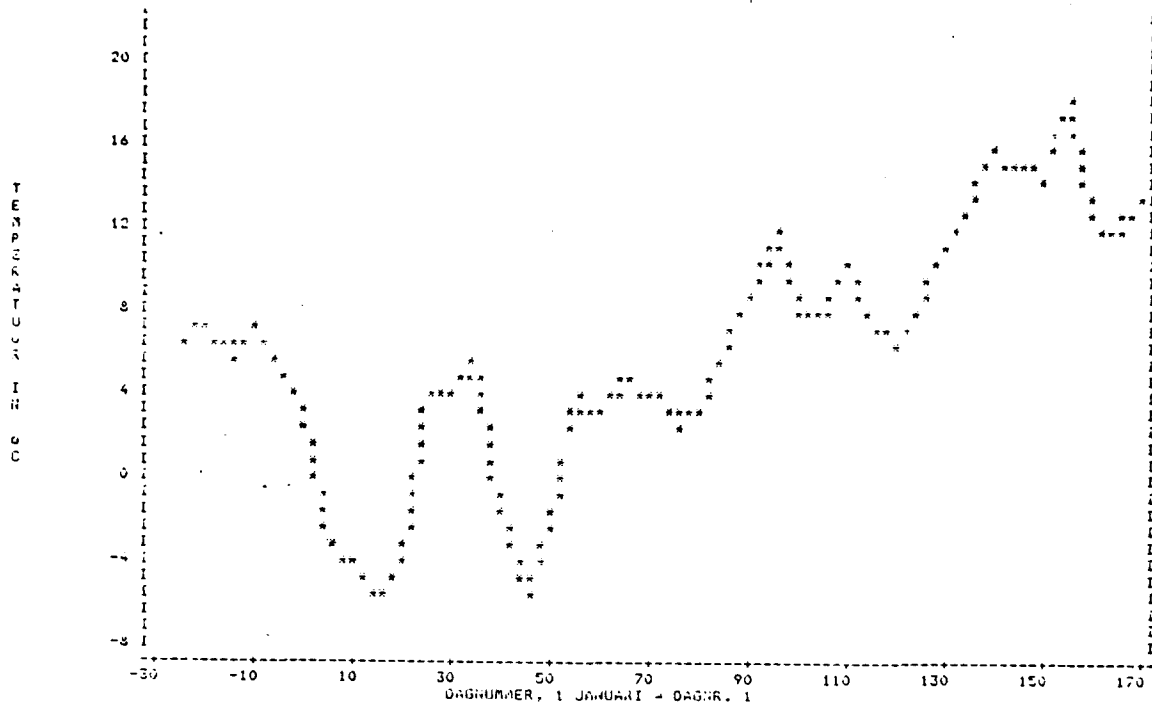


figuur 2. ligging van de verwarmingsbuisen en plaats van de plant.

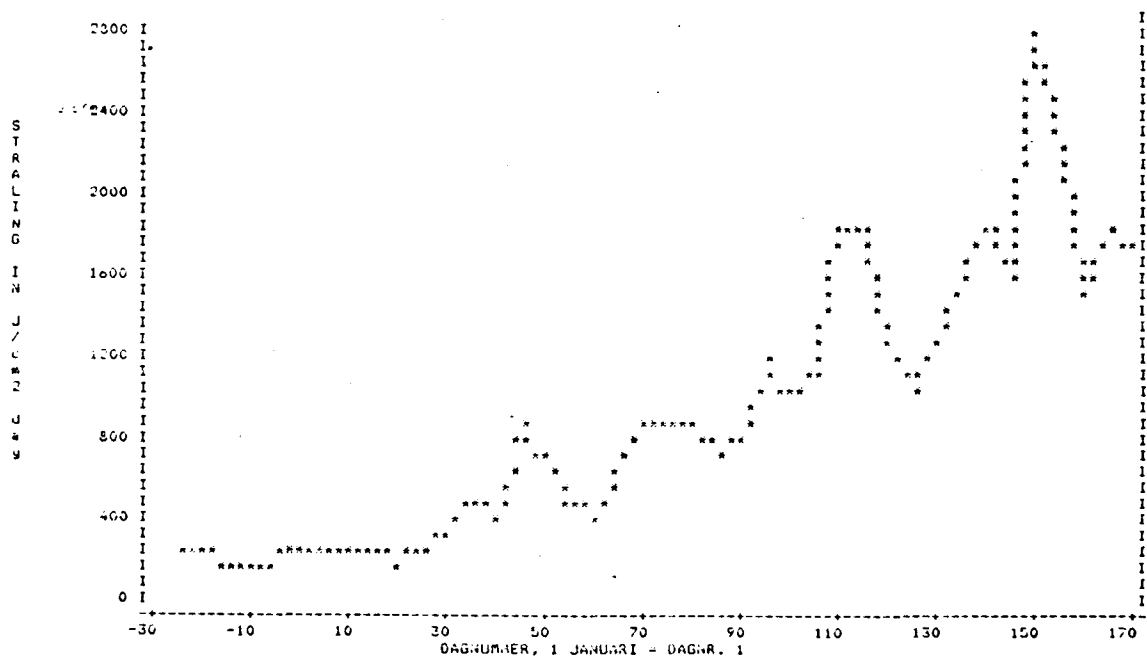
De z.g. afkweek (tot aan planten) met de verwarmingsbuisen dicht bij de plant verliep erg goed. Door de buisligging was de waterbehoefte groot. Vanwege de vele arbeid voor het watergeven werden de planten vrij vroeg in het plantgat gezet.

3.2 Verwarmingscapaciteit.

Omstreeks 15 januari hadden we te maken met een vorstperiode met erg weinig instraling (figuren 3 en 4). Tijdens deze periode was de capaciteit van het verwarmingssysteem te klein om op de dag met geopende schermen een ruimtetemperatuur van 16 oC te handhaven. Dankzij het dubbele scherm kon tijdens de nacht onder alle voorgekomen omstandigheden een ruimtetemperatuur van 18 oC bereikt worden.



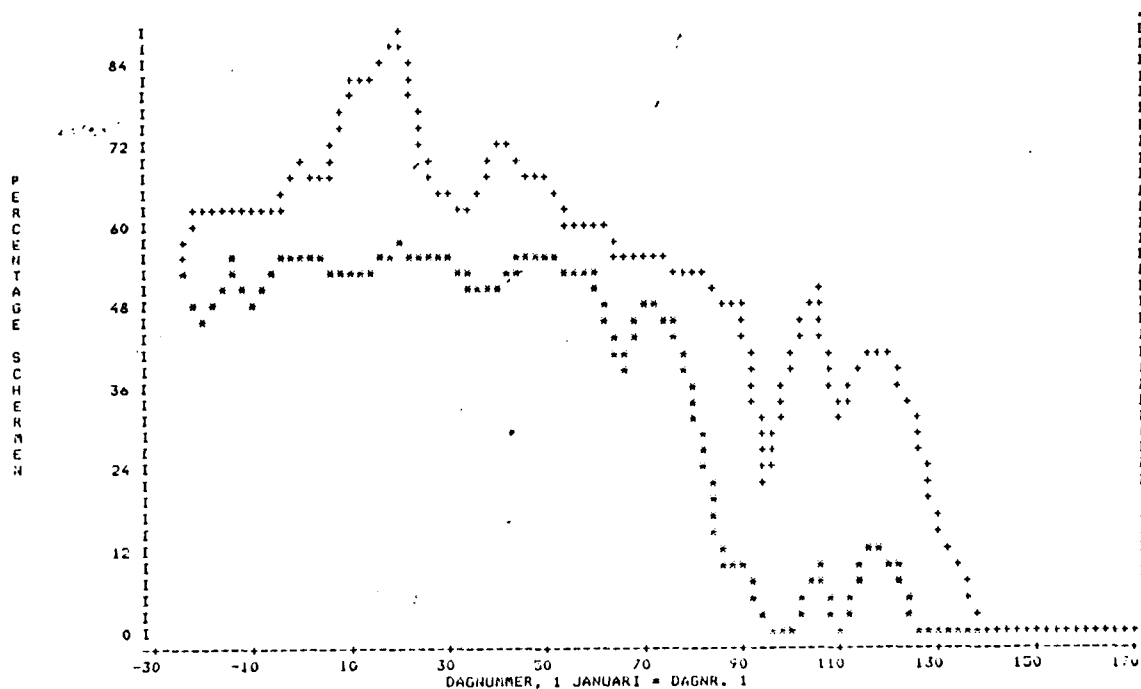
figuur 3. Het verloop van de buitentemperatuur.



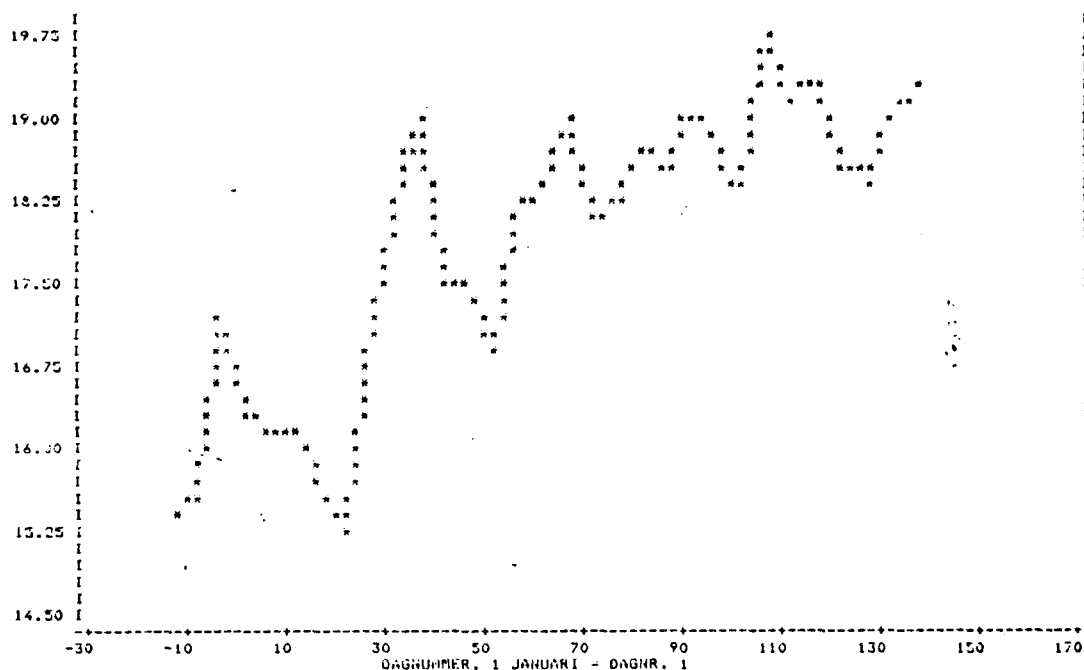
figuur 4. het verloop van de globale straling (buiten).

3.3 Teeltverloop.

Omdat de capaciteit van het verwarmingssysteem voor een vroege stookteelt wat krap bemeten is, werd om een voldoende hoge temperatuur te bereiken ook op de dag veel geschermd met het transparante scherm. Deze situatie kwam in januari veelvuldig voor (zie figuur 5). Het verloop van de gerealiseerde etmaaltemperatuur wordt weergegeven in figuur 6. Door de lage (dag)temperatuur en het vele schermen verliep in deze periode de zetting moeizaam, onafhankelijk van het temperatuurregime. De kwaliteit van de vruchten van de eerste trossen was hierdoor zeer matig.



figuur 5. het percentage scheremen met het transparante (+) en het gealuminiseerde (*) scherm.

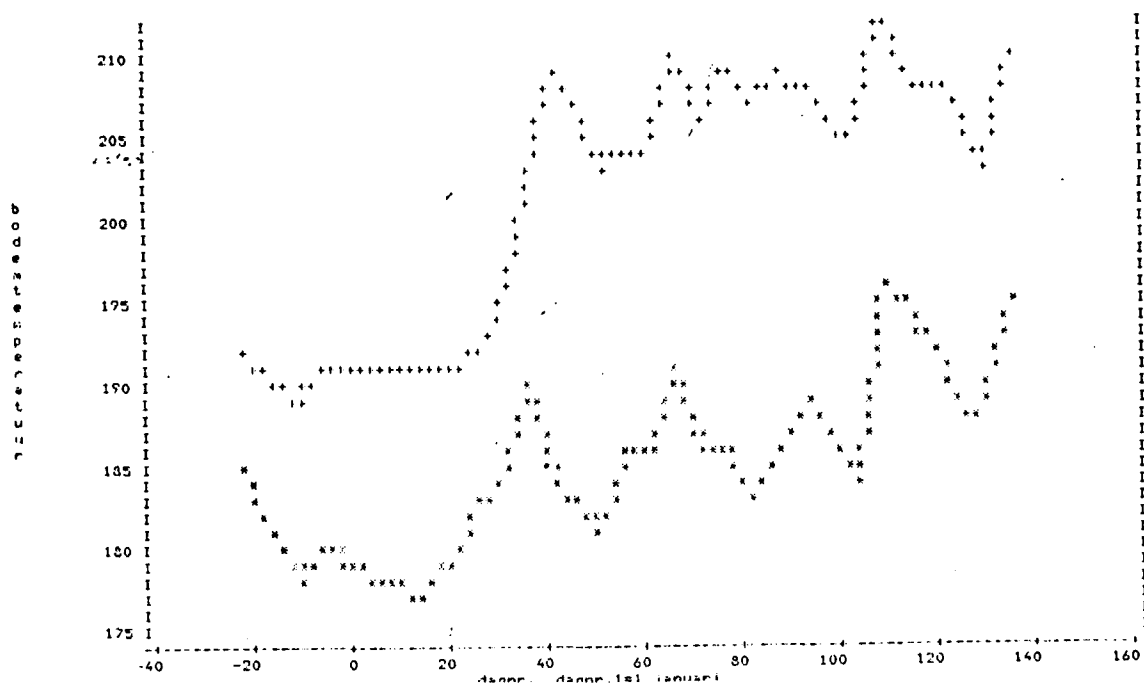


figuur 6. het verloop van de gemiddelde etmaaltemperatuur in de kas.

4. GRONDVERWARMING

4.1 Klimaat.

Figuur 7 geeft het verloop van de bodemtemperatuur voor de behandelingen met en zonder grondverwarming, beide bij gelijke dag- en nachttemperatuur. Opvallend is de relatief hoge temperatuur bij de behandeling zonder grondverwarming. Waarschijnlijk is dit een gevolg van de lage buisligging en het gebruik van een uitstraling belettend aluminium scherm 's nachts. De gemiddelde bodemtemperatuur van 15/12 t/m 15/5 was 18,5 en 20,2 voor resp. zonder en met grondverwarming.



figuur 7. het verloop van de gemiddelde bodemtemperatuur (10 cm) zonder grondverwarming (*) en met grondverwarming (+).

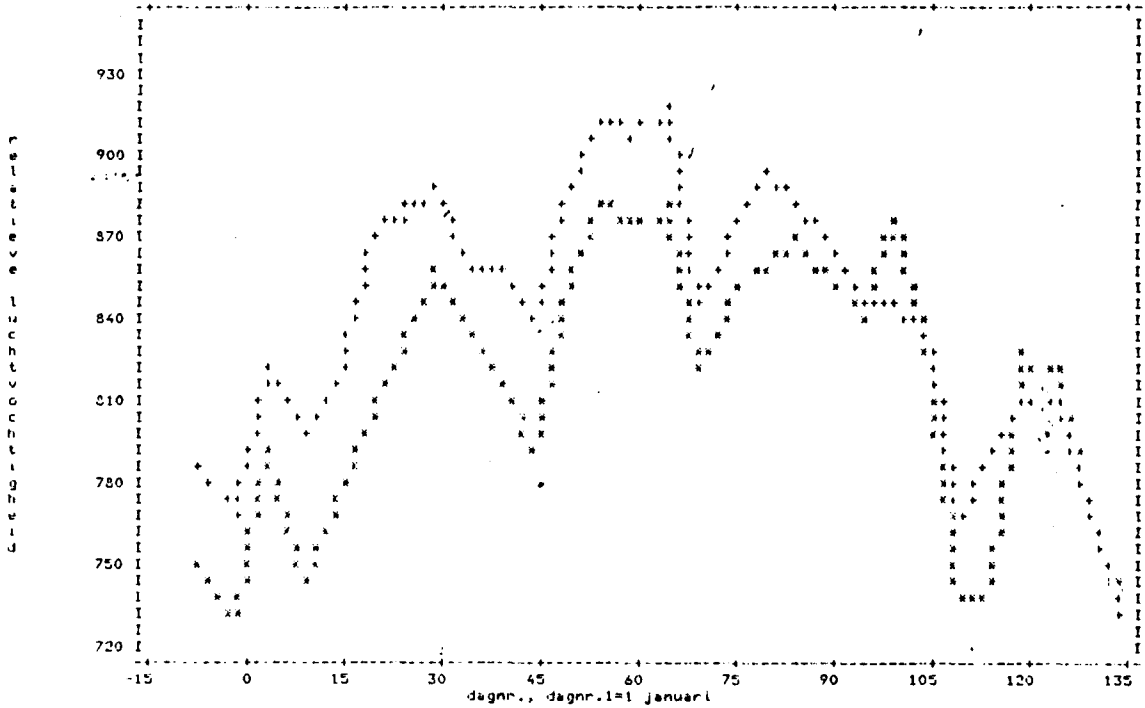
Dit verschil in bodemtemperatuur had geen merkbare invloed op de temperatuur van de bovengrondse verwarmingsnetten, m.a.w. de bijdrage van de grondverwarming in de verwarming van de luchttemperatuur was klein of niet aanwezig.

De grondverwarming had wel een duidelijke invloed op de luchtvochtigheid. De figuren 8 en 9 geven het verloop van de relatieve luchtvochtigheid, resp. overdag en 's nachts, in de tijd. Door ventilatie nam het verschil, m.n. op de dag, naar de zomer toe af. In tabel 1 zijn enkele gemiddelden gegeven over de periode 15/12 t/m 15/5.

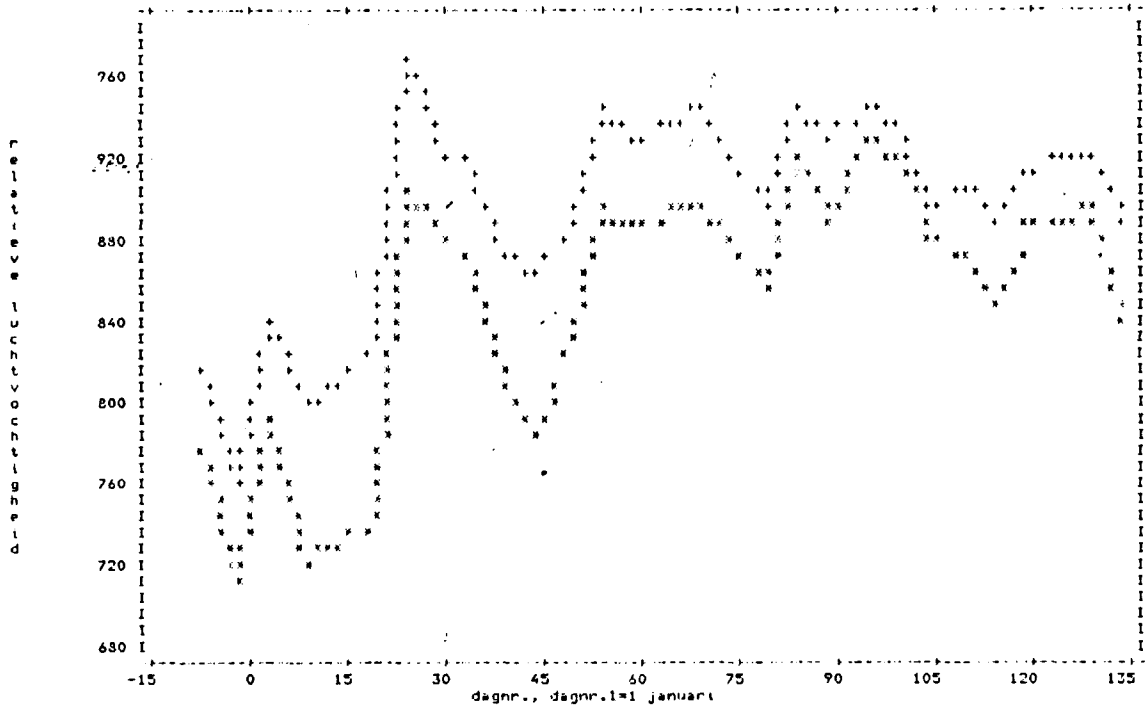
tabel 1. Invloed van grondverwarming op de bodemtemperatuur en relatieve luchtvochtigheid, gemiddeld van 15/12 t/m 15/5.

	bodemtemperatuur	relatieve luchtvochtigheid	
		dag	nacht
zonder grondverwarming	18,5	81	85
met grondverwarming	20,2	84	89

De met de grondverwarming ingebrachte energie is waarschijnlijk voor een groot deel omgezet in latente warmte.



figuur 8. het verloop van de relatieve luchtvochtigheid tussen 12.00 en 13.00 uur, zonder (*) en met (+) grondverwarming.



figuur 9. het verloop van de relatieve luchtvochtigheid tussen 24.00 en 1.00 uur, zonder (*) en met (+) grondverwarming.

4.2 Teeltverloop.

Bij de behandeling met grondverwarming was het vormen van goede bloemen moeilijker dan bij de behandeling zonder grondverwarming. Met name Dombito had problemen door een erg zware gewasopbouw. Waarschijnlijk als gevolg van de hoge RV kwam bij de behandeling met grondverwarming meer Ca-gebrek (gele bladpunten) en Botrytis voor.

4.3 Resultaten en discussie.

Tabel 2 geeft de resultaten van de verwerkte gewas- en produktie-waarnemingen. In deze tabel is ook aangegeven in hoeverre verschillen statistisch betrouwbaar zijn, en of er een betrouwbare interactie bestaat tussen ras en grondverwarming.

Tabel 2. De invloed van grondverwarming op de groei, ontwikkeling en produktie van tomaat bij de rassen Turbo, Counter en Dombito.

grondverwarming	met			zonder			overschrijdings- kans v/h verschil		
	17.0			17.0					
gemiddelde luchttem- peratuur tot 7/3	17.0			17.0					
ras	Turbo	Count	Dombi	Turbo	Count	Dombi	t	r	t*r
lengtegroei (cm/w)	15.2	15.0	10.8	15.9	16.0	11.9			3
stengellengte tussen tros 4 en 7 (cm)	71.8	68.3	55.3	72.5	67.8	57.3			3
aantal kniktrossen van tros 6 t/m 9	0.9	2.4	0.3	1.3	2.1	0.7			3
bloei									
vroegheid	2/1	30/12	7/1	3/1	31/12	10/1			3 1
snelheid (tros/w)	0.83	0.85	0.80	0.84	0.86	0.83			3
oogst									
vroegheid	20/3	16/3	24/3	20/3	18/3	27/3			3
snelheid (tros/w)	1.04	1.04	1.01	1.04	1.07	1.06			
produktie									
gewicht (kg/m ²)									
t/m 12/4	1.3	1.9	0.9	1.3	1.7	0.7			3
24/5	7.4	8.3	6.3	7.3	8.1	5.7			3
1/7	13.3	14.1	14.6	12.6	12.9	11.8	1		2
gem.vruchtgew.(g)									
t/m 12/4	40	42	93	42	46	86			3
24/5	53	52	117	54	52	111			3
1/7	58	56	130	57	55	123			3

t=bodemtemperatuur, r=ras, t*r=interactie tussen bodemtemperatuur en ras.

* t.a.v. de overschrijdingskans van de verschillen staat 1,2 en 3 voor een kans kleiner dan resp. .1, .05 en 0.01.

Rassen

Uit tabel 2 blijkt dat de vleestomaat duidelijk verschilt van de ronde rassen Turbo en Counter. Voor bijna alle gemeten grootheden is het verschil sterk significant, d.w.z. bij Dombito is de lengtegroei langzamer, en bloei, oogst en produktie later dan bij Turbo en Counter. De totale produktie op 1/7 is gelijk aan die van de ronde rassen.

Grondverwarming

Het verwarmen van de bodem gaf geen significante verschillen in ontwikkeling en lengtegroei. Ondanks dat het niet significant is lijkt de grondverwarming de lengtegroei iets te bevorderen. Ook het iets hoger aantal kniktrossen bij gebruik van grondverwarming kan wijzen op iets langere trosstelen.

De uiteindelijke produktie was bij gebruik van grondverwarming lager, dit waarschijnlijk als gevolg van het minder gezonde gewas door van de hogere luchtvochtigheid.

Interactie tussen ras en grondverwarming

Er trad slechts 1 significante interactie tussen rassen en het gebruik van grondverwarming op, t.w. bij de uiteindelijke produktie. Deze interactie is zodanig dat in de afdelingen zonder grondverwarming Dombito meer produceert dan de ronde rassen terwijl met gebruik van grondverwarming dit juist minder is. De interactie is gedeeltelijk een gevolg van de problemen die ontstaan wanneer twee gewassen met verschillende temperatuurbehoefte in 1 afdeling staan. De gehandhaafde ruimtetemperatuur was voor de vleestomaat aan de lage kant waardoor een erg zwaar, vegetatief gewas ontstond. Door het gebruik van grondverwarming en de hiermee gepaard gaande hogere luchtvochtigheid werd het gewas nog weliger en was het moeilijk goede bloemen en zetting te krijgen.

5. DAG-/NACHTTEMPERATUURREGIEM

5.1 Klimaat.

Figuur 10 en figuur 11 tonen resp. het verloop van de gerealiseerde temperatuur tussen 12.00 en 13.00 uur en 24.00 en 1.00 uur. In tabel 3 worden de gemiddelde temperaturen per maand gegeven.

Tabel 3: Gemiddelde gerealiseerde temperaturen bij 3 dag-/nachttemperatuurregiems.

a: 12.00-13.00 uur.

regiem	dec.	jan.	feb.	maa.	apr.	mei	dec.-mei
hoog/laag	19,8	18,6	20,7	20,6	23,0	22,7	20,8
gelijk	17,7	17,3	19,5	19,2	21,8	22,1	19,6
laag/hoog	15,0	15,2	18,4	18,5	20,7	21,6	18,3

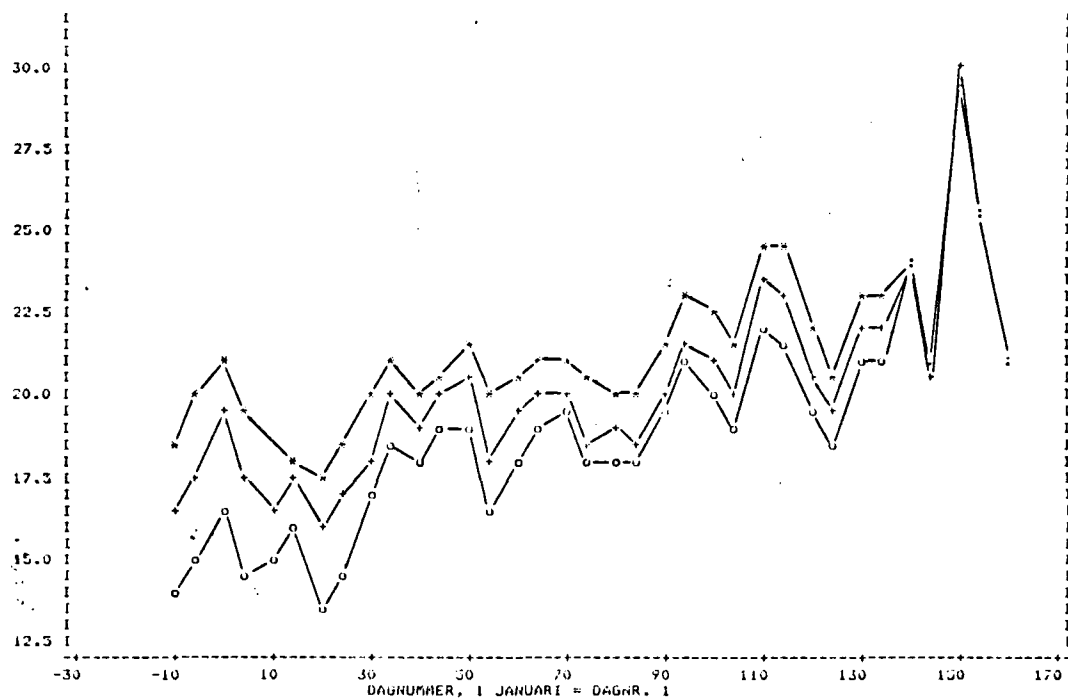
b: 24.00-1.00 uur.

regiem	dec.	jan.	feb.	maa.	apr.	mei	dec.-mei
hoog/laag	15,2	16,0	16,6	16,7	16,3	16,3	16,3
gelijk	16,4	16,7	17,9	18,2	17,9	17,3	17,5
laag/hoog	17,9	17,6	18,8	19,2	18,9	17,9	18,4

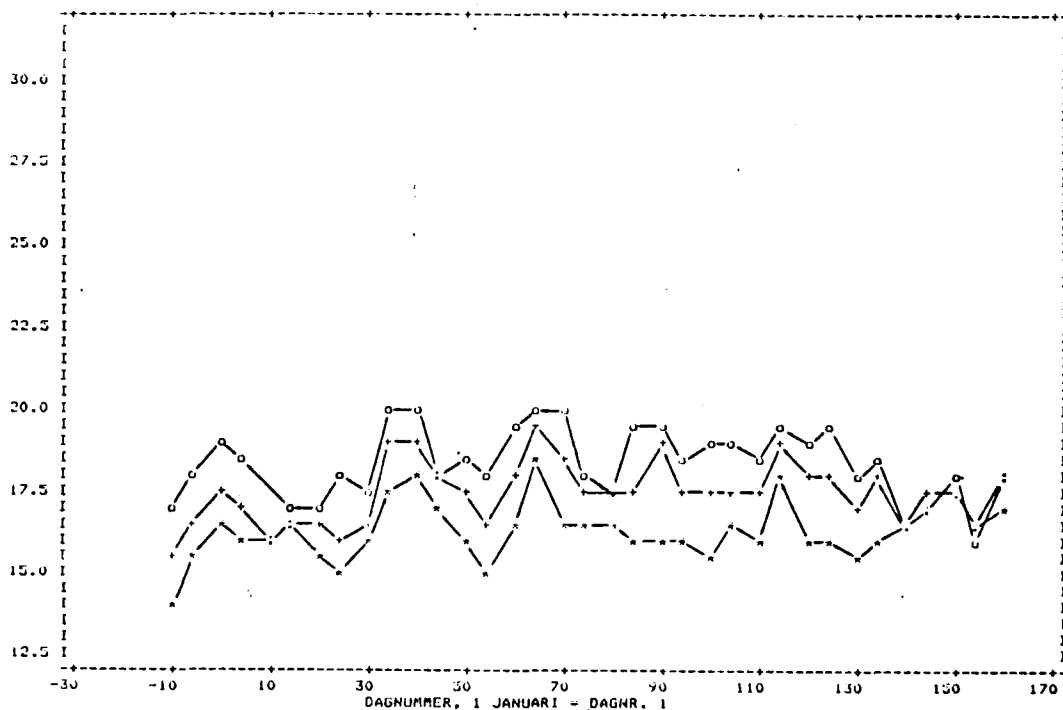
c: 12. etmaal

regiem	dec.	jan.	feb.	maa.	apr.	mei	dec.-mei
hoog/laag	16,1	16,3	17,6	18,5	19,1	18,8	17,7
gelijk	16,1	16,3	17,6	18,5	19,0	18,7	17,7
laag/hoog	16,2	16,2	17,6	18,2	18,8	18,7	17,6

Tot 13/5 (dagnr. 133) zijn er duidelijke verschillen in temperatuur gerealiseerd. De verschillen tussen de twee extreme behandelingen waren zowel tijdens de dag als tijdens de nacht ongeveer 2 oC (tabel 3). De verschillen in gerealiseerde etmaaltemperatuur erg klein.



figuur 10. De gerealiseerde temperatuur tussen 12.00 en 13.00 uur bij 3 verschillende dag-/nachttemperatuurregiems.
 * = hoog/laag, + = gelijk, o =laag/hoog



figuur 11. de gerealiseerde temperatuur tussen 24.00 en 1.00 uur bij 3 verschillende dag-/nachttemperatuurregiems.
 * = hoog/laag, + = gelijk, o =laag/hoog

5.2 Teeltverloop.

Bij het omgekeerde temperatuurregiem trad begin januari ernstig magnesiumgebrek op. Enige tijd later verdroogden deze bladeren. De oorzaak van dit magnesiumgebrek moet waarschijnlijk gezocht worden in een te geringe verdamping. Door het relatief zachte weer in december werd bij deze behandeling tijdens de dag nauwelijks gestookt. Omdat bovendien niet (extra) geventileerd werd liep de luchtvochtigheid bij deze behandeling erg hoog op. In december, toen de planten nog op schotels stonden, bleek de waterbehoefte minder te zijn naarmate de dagtemperatuur lager was. Ook de bladkleur was in deze volgorde lichter. Bij het regiem met de laagste dagtemperatuur kwam zelfs glazigheid in het blad voor. In februari, onder koude buitenomstandigheden, herstelden de planten zich goed, echter door de problemen was de zetting en de uitgroei van de eerste trossen zeer slecht.

Later in het seizoen, (maart) had het omkeren van het temperatuurregiem juist een zeer positief effect op de gezondheid van het gewas. De planten bij de hoge dag- en lage nachttemperatuur kregen veel last van Ca-gebrek (gele bladpunten), de planten bij het omgekeerde regiem bleven hiervoor gespaard. De gele bladpunten bij hoog/laag en in mindere mate bij de planten bij de gelijke dag- en nachttemperatuur werden snel aangetast door Botrytis, dat bij deze behandelingen ook op de stengels en vruchten voorkwam. De aantasting met Botrytis was bij de behandeling met het omgekeerde temperatuurregiem aanzienlijk minder.

5.3 Resultaten en discussie

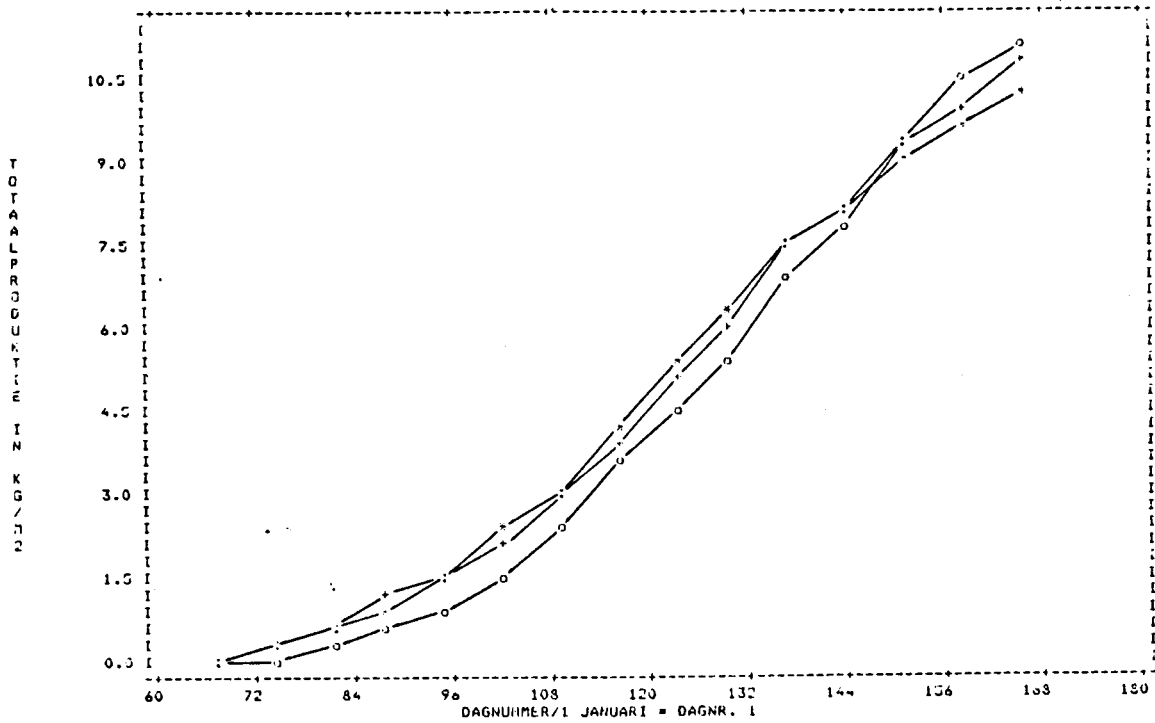
Tabel 4a geeft de resultaten van de verwerkte gewaswaarnemingen t.a.v. de 3 verschillende temperatuurregiems. Tabel 4b geeft vervolgens de overschrijdingskans (P) voor de gevonden verschillen. Het productieverloop (gemiddeld over Counter en Turbo) is weergegeven in figuur 12 en figuur 13.

Tabel 4a: De invloed van dag-/nachttemperatuurregiem op de groei van tomaat, bij de rassen Turbo, Counter en Dombito.

dag-/nachttemperatuur gemiddelde luchttem- peratuur tot 7/3	hoog/laag			gelijk			laag/hoog		
	17.0			17.0			16.9		
ras	Turbo	Count	Dombi	Turbo	Count	Dombi	Turbo	Count	Dombi
lengtegroei (cm/w)	16.2	16.1	11.4	15.2	15.0	10.8	12.9	12.9	10.0
stengellengte tussen tros 4 en 7 (cm)	75.5	72.0	60.3	71.8	69.3	55.3	61.8	59.3	52.5
aantal kniktrossen van tros 6 t/m 9	2.1	3.0	1.0	0.9	2.4	0.3	0.5	1.0	0.6
bloei									
vroegheid	2/1	30/12	8/1	2/1	30/12	7/1	2/1	1/1	10/1
snelheid (tros/w)	0.85	0.86	0.79	0.83	0.85	0.80	0.79	0.83	0.79
oogst									
vroegheid	18/3	14/3	25/3	20/3	16/3	24/3	24/3	23/3	31/3
snelheid (tros/w)	1.04	1.03	1.03	1.04	1.04	1.01	1.08	1.11	1.08
produktie									
gewicht (kg/m ²)									
t/m 12/4	1.5	2.0	0.7	1.3	1.9	0.9	1.0	1.2	0.3
24/5	7.6	8.3	6.3	7.4	8.3	6.3	7.0	7.7	5.3
1/7	13.3	13.8	13.8	13.3	14.1	14.6	14.0	14.6	14.5
gem.vruchtgew.(g)									
t/m 12/4	39	45	84	40	42	93	41	45	95
24/5	54	53	118	53	52	117	60	57	125
1/7	58	57	128	58	56	130	64	62	140

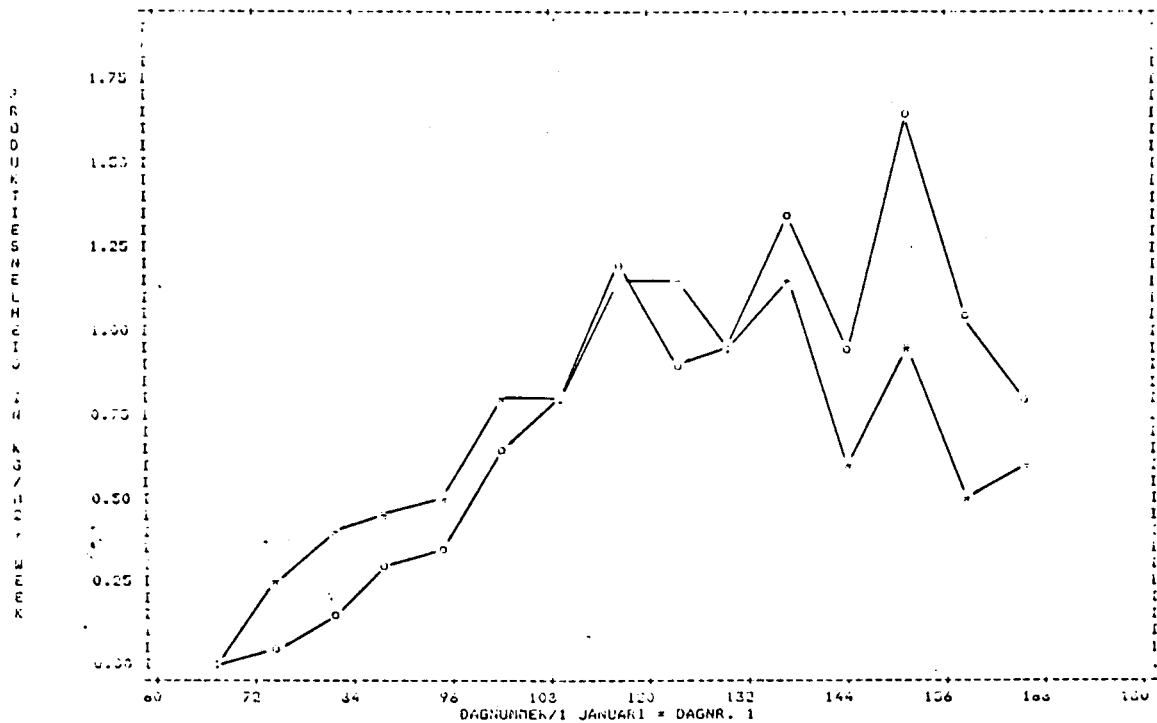
Tabel 4b: De overschrijdingskans (P) van de verschillen uit tabel 4a. 1, 2 en 3 staan resp. voor een overschrijdingskans van 0.1, 0.05 en 0.01.

	temperatuur- regiem	ras	temp.regiem * ras
lengtegroei (cm/w)	3	3	1
stengellengte tussen tros 4 en 7 (cm)	2	3	
bloei			
vroegheid		3	
snelheid (tros/w)		3	2
oogst			
vroegheid	2	3	
snelheid (tros/w)			
produktie			
gewicht (kg/m ²)			
t/m 12/4	2	3	
24/5		3	
1/7		1	
gem.vruchtgew.(g)			
t/m 12/4		3	
24/5	1	3	
1/7	2	3	



figuur 12. het verloop van de cumulatieve produktie bij de verschillende dag-/nachttemperatuurregiems.

* = hoog/laag, + = gelijk, o =laag/hoog



figuur 13. het verloop van de produktiesnelheid bij de verschillende dag-/nachttemperatuurregiems.

* = hoog/laag, o =laag/hoog

Rassen

In bijna alle waarnemingen verschilt de vleestomaat Dombito van de ronde rassen Turbo en Counter. Bij Dombito is de lengtegroei minder, de bloei van de eerste tros later en de opeenvolging van de trossen in bloei is langzamer. Het afrijpen van de eerste tros is later, de snelheid waarmee de trossen elkaar opvolgen in afrijping is gelijk, de produktie is (aanvankelijk) lager en het gemiddeld vruchtgewicht hoger in vergelijking tot de ronde rassen. Alhoewel dit niet getoetst is, lijkt Dombito minder last te hebben van kniktrossen dan de ronde rassen.

De lagere, m.n. vroege, produktie van Dombito kan verklaard worden met de moeilijkheden die dit ras had bij het vormen van goede bloemen en het verkrijgen van voldoende zetting. De gerealiseerde etmaaltemperatuur is voor vleestomaat waarschijnlijk te laag geweest.

Counter lijkt t.a.v. kniktrossen iets gevoeliger te zijn dan Turbo. Overige verschillen zijn er tussen de ronde rassen Counter en Turbo niet geconstateerd.

Temperatuurregiem.

Het temperatuurregiem heeft een duidelijke invloed op de lengtegroei; de planten worden langer naarmate de dagtemperatuur hoger (en de nachttemperatuur lager) is. Het korter blijven van de plant bij het omgekeerde temperatuurregiem blijkt ook uit de geringere internodiumlengte. Niet alleen de hoofdstengel, ook de trosstelen blijven bij het omkeren van het temperatuurregiem korter. Hierdoor knikken deze trosstelen minder gemakkelijk (tabel 4a).

T.a.v. de vroegheid en snelheid van bloei zijn er geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen. In vroegheid van de oogst (rijpen eerste tros) zijn de planten bij het omgekeerde temperatuurregiem later dan de planten bij de overige twee behandelingen. Deze verlaten is waarschijnlijk het gevolg van het Mg-gebrek en de daarop volgende bladverdroging bij deze behandeling in januari. Er is geen verschil in de snelheid waarmee trossen elkaar opvolgen in afrijpen. In de vroege produktie bestaat er een significant verschil tussen de behandeling laag/hog enerzijds en de behandelingen hoog/laag en gelijk anderzijds. Ook dit verschil kan teruggevoerd worden op boven genoemde problemen. Later wordt de achterstand in produktie goedgemaakt en op 1/7 is er zelfs een tendens tot een hogere produktie naarmate de dagtemperatuur lager en de nachttemperatuur hoger is geweest. Op de laatste peildatum (1/7) is het gemiddeld vruchtgewicht bij het omgekeerde temperatuurregiem hoger dan dat bij de overige twee behandelingen.

De verhouding tussen dag- en nachttemperatuur blijkt een grote invloed te hebben op de lengtegroei van de stengeldelen. Hieruit volgt dat ten aanzien van de strekking de dagtemperatuur effectiever is dan de nachttemperatuur. Bij gelijke etmaaltemperatuur is de ontwikkeling van tomaat (afsplitsing van bladeren en trossen) onafhankelijk van de temperatuurverdeling over dag en nacht. Een hogere nachttemperatuur geeft bij gelijke etmaaltemperatuur een kortere en stevigere (compactere) gewasopbouw, dat tot een vermindering van het aantal kniktrossen leidt. Door een gezonder gewas in het late voorjaar en minder kniktrossen worden bij het omgekeerde regiem de tomaten grover, waarbij ook de totale produktie (in kg/m²) iets hoger uitkomt.

Interactie tussen temperatuurregiem en ras.

Er treden slechts een tweetal significante interacties tussen temperatuurregiem en ras op (tabel 4b). De meest betrouwbare is die in bloeiselheid. Deze interactie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de verlaging van de bloeiselheid door het omkeren van het temperatuurregiem bij Turbo, terwijl dit voor Dombito gelijk blijft. De invloed van het temperatuurregiem op de bloeiselheid was niet significant zodat ook aan het bestaan deze interactie getwijfeld kan worden. De tweede interactie is die op de lengtegroei. De lengtegroei wordt bij Dombito minder door het omkeren van de temperatuur geremd dan bij de ronde rassen Counter en Turbo.

Vruchtkwaliteit

De in- en uitwendige kwaliteit zijn als gemiddelden van 5 waarnemingsdata in tabel 5 samengevat. De resultaten per waarnemingsdatum zijn opgenomen als bijlage 3.

Tabel 5. In- en uitwendige kwaliteit bij 3 verschillende dag-/nachttemperatuurregiems. ras: Counter, gemiddelden van 5 waarnemingsdata.

dag-/nachttemperatuur	hoog/laag	gelijk	laag/hoog
doorkleuring (dgn)	5,0	4,8	4,9
houdbaarheid (dgn)	11,1	11,4	10,2
EC (mS/cm)	6,2	6,2	6,3
zuur (mmol/100 ml)	7,4	7,6	7,4
refractie (%)	4,6	4,9	4,7

Aanvankelijk was bij alle behandelingen de houdbaarheid slecht, waarbij het omgekeerde regiem de slechtst houdbare tomaten leverde. Deze slechte houdbaarheid is waarschijnlijk veroorzaakt door de moeilijke zetting van de eerste trossen en Mg-gebrek bij het omgekeerde temperatuurregiem. Later in het seizoen was de houdbaarheid bij alle behandelingen goed. Uit deze gegevens blijkt dat de in- en uitwendige kwaliteit niet door het dag-/nachttemperatuurregiem wordt beïnvloed. Krimpscheurwaarnemingen zijn verricht door I. Schilstra-v. Veelen. De resultaten zijn vermeld in het intern verslag 1985nr.58. Er werd geen verschil in aantasting ten gevolge van de verschillende temperatuurregiems gevonden.

6. ETMAALTEMPERATUUR

6.1 Verdeling van de veldjes

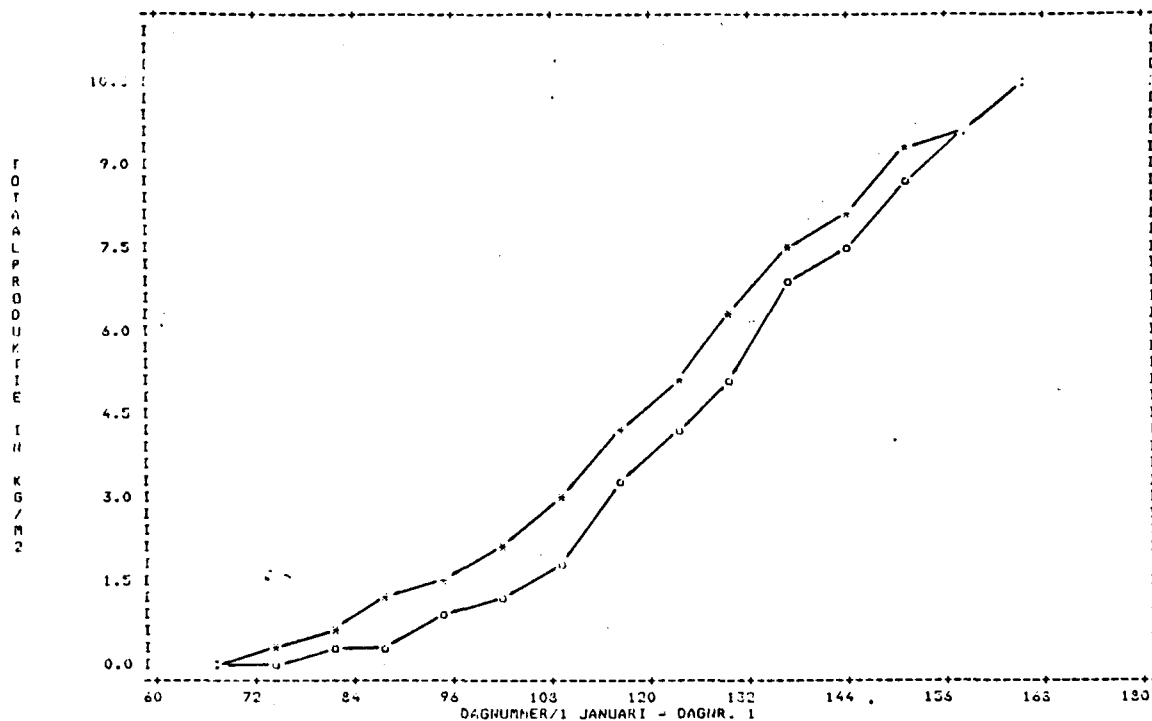
Binnen de afdelingen bleek er een duidelijk temperatuurverloop te zijn van een hoge temperatuur aan de kant van de corridor naar een lage temperatuur aan de kant van de binnengevel. De grootte van de temperatuurverschillen was voor alle behandelingen gelijk. Van ieder ras lag er per afdeling een veldje aan de corridorkant en een veldje aan de gevelkant. Omdat van alle veldjes de gemiddelde etmaaltemperatuur geregistreerd werd kan ook het effect van de gemiddelde etmaaltemperatuur op de waargenomen en berekende gewas en produktie parameters bekeken worden. Ten behoeve van deze vergelijking zijn de rassen Turbo en Counter van de temperatuurregiems "hoog/laag" en "gelijk" bij elkaar genomen. Deze 16 veldjes zijn vervolgens gesplitst in twee groepen t.w. "warme" (de corridorkant) en "koude" (gevelkant) veldjes.

6.2 Resultaten en discussie.

Tabel 6 geeft de op deze wijze verwerkte waarnemingen. Figuur 14 en figuur 15 tonen resp. de cumulatieve produktie en de produktiesnelheid van de "warme" en "koude" veldjes.

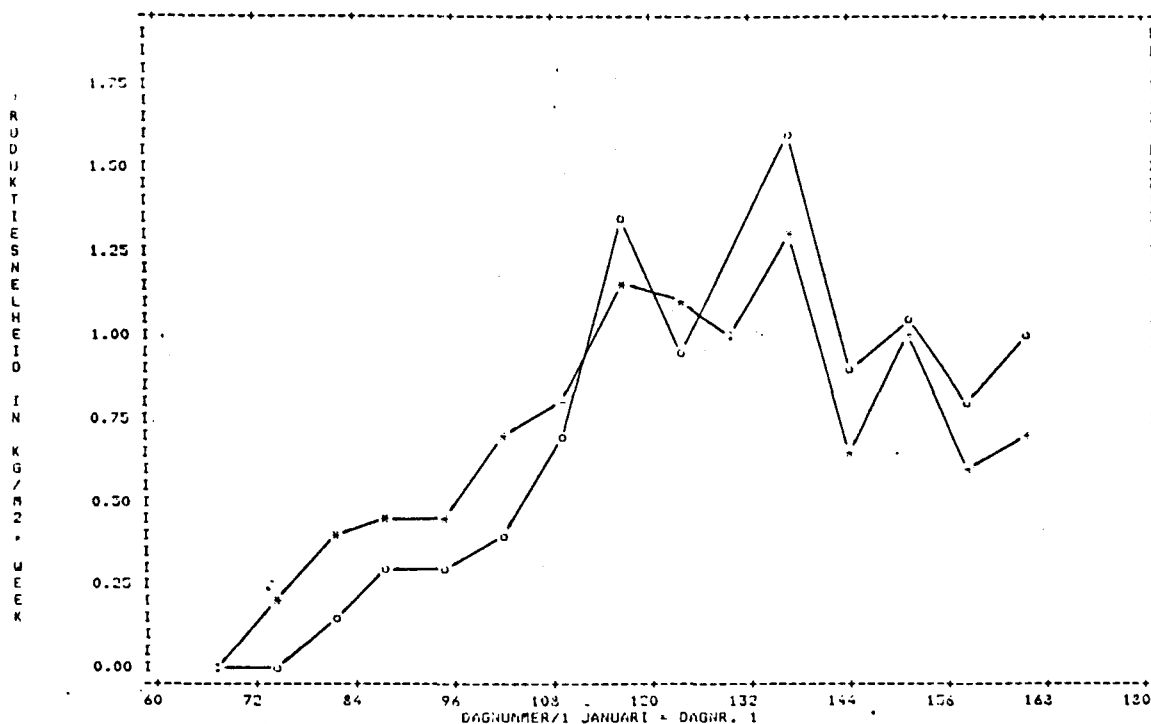
Tabel 6: De invloed van de gemiddelde etmaaltemperatuur op de groei van tomaat, gemiddeld over de rassen Turbo en Counter en de dag-/nachttemperatuurregiems hoog/laag en dag- en nachttemperatuur gelijk. Bij de overschrijdingskans(P) staat 1, 2 en 3 voor resp. een kans van 0.1, 0.05, en 0.01.

etmaaltemperatuur	hoog	laag	P
gemiddelde luchttemperatuur tot 7/3	17,4	16,7	3
lengtegroei (cm/w)	16,4	14,9	3
stengellengte tussen tros 4 en 7 (cm)	73	71	3
bloei			
vroegheid	31/12	2/1	3
snelheid (tros/w)	0,86	0,83	3
oogst			
vroegheid	11/3	19/3	3
snelheid (tros/w)	0,99	1,08	3
produktie			
gewicht (kg/m ²)			
t/m 12/4	2,2	1,1	3
24/5	8,2	7,6	3
1/7	13,3	13,9	
gem.vruchtgew.(g)			
t/m 12/4	42	41	2
24/5	50	56	2
1/7	55	60	1



figuur 14. het verloop van de cumulatieve produktie bij een hoge en een lage etmaaltemperatuur.

* = hoge etmaaltemperatuur, o = lage etmaaltemperatuur



figuur 15. het verloop van de produktiesnelheid bij een hoge en een lage etmaaltemperatuur.

* = hoge etmaaltemperatuur, o = lage etmaaltemperatuur

Het verschil tussen de gerealiseerde gemiddelde etmaaltemperatuur tot 7/3 van de twee groepen bedraagt 0,7 oC. Een lagere etmaaltemperatuur vermindert de lengtegroei voornamelijk door een vertraagde ontwikkeling. Dit blijkt uit de uiteindelijke internodiumlengte die slechts in geringe mate beïnvloed werd door de etmaaltemperatuur. De bloei van de eerste tros werd sterk significant met 2 dagen vertraagd. Het rijpen van deze tros was bij de lage etmaaltemperatuur maar liefst 8 dagen later dan bij de hoge etmaaltemperatuur. De snelheid waarmee trossen elkaar in bloei en opvolgen wordt ook vertraagd door een lagere etmaaltemperatuur. De snelheid waarmee trossen elkaar opvolgen in oogst is bij de lage etmaaltemperatuur significant hoger. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een inhaal-effect in een periode dat er geen temperatuurverschillen meer waren. De vroege produktie is als gevolg van een tragere ontwikkeling bij de lage etmaaltemperatuur kleiner dan bij de hoge etmaaltemperatuur. Op de laatste peildatum is de totale produktie bij de lage etmaaltemperatuur (tot 7/3) echter iets hoger. Dit is een gevolg van een hoger gemiddeld vruchtgewicht bij de lagere etmaaltemperatuur.

7. CONCLUSIES

Teelt met een lage watertemperatuur in de lagewatertemperatuurkas.

- De afkweek van de tomatenplanten met de verwarmingsbuizen dicht bij de plant verliep erg goed.
- De capaciteit van het verwarmingssysteem is onvoldoende om onder extreme buitenomstandigheden zonder scherm een hogere luchttemperatuur dan 16 oC te bereiken.
- Bij gebruik van een enkel scherm, en zeker van een dubbel scherm, is er geen capaciteitgebrek.
- De bodemtemperatuur was constant erg hoog. Mogelijke oorzaken zijn: verwarmingsbuizen dicht bij de grond en het tegengaan van uitstraling door het schermen tijdens de nacht.

Grondverwarming

- Het gebruik van grondverwarming had geen merkbaar effect op de buistemperatuur van de bovengrondse netten. De bodemverwarming leverde dus geen duidelijk aandeel in de ruimteverwarming.
- De luchtvochtigheid van de kaslucht steeg bij gebruik van grondverwarming met ongeveer 4%. De in de bodem gebrachte warmte wordt waarschijnlijk omgezet in latente warmte (verdamping).
- Het gebruik van grondverwarming had geen significante invloed op ontwikkeling en lengtegroei van het gewas.
- Het gebruik van grondverwarming had een negatieve invloed op de gezondheid van het gewas en de produktie. Het is niet uitgesloten dat het een en ander veroorzaakt wordt door de hoge luchtvochtigheid bij het gebruik van grondverwarming.
- Grondverwarming, gecombineerd met een (te) lage luchttemperatuur, geeft bij de vleestomaat Dombito een extra zwaar gewas met slechte bloemvorming en zetting en een late produktie.

Dag-/nachttemperatuurregiem.

- De 3 beproefde rassen, Turbo, Counter en Dombito, reageerden op gelijke wijze op het dag-/nachttemperatuurregiem.
- De lage dagtemperatuur veroorzaakte in december-januari magnesiumgebrek gevolgd door bladverdroging. Waarschijnlijk was een te geringe verdamping a.g.v. een hoge luchtvochtigheid zonder minimum buistemperatuur en minimum ventilatie de oorzaak van het Mg-gebrek.
- In maart-april had de hoge nachttemperatuur een positieve invloed op de gezondheid van het gewas. Ca-gebrek (gele bladpunten) en aantasting met Botrytis kwamen minder voor naarmate de nachttemperatuur hoger was.
- De lengtegroei van stengel en trosstelen wordt geremd door het omkeren van het temperatuurregiem. Door de kortere trossteel knikten er minder trossen naarmate de nachttemperatuur hoger en de dagtemperatuur lager was.
- Ontwikkelingssnelheid wordt niet beïnvloed door de verhouding tussen de dag- en nachttemperatuur.
- De hogere dagtemperatuur had, bij gelijke etmaaltemperatuur, een klein positief effect op de vroegheid. Bij het omgekeerde regiem kwamen de planten later in produktie door de opgelopen schade in december-januari.
- Eindproduktie (1/7) was hoger naarmate de dagtemperatuur lager en de nachttemperatuur hoger was. De hogere produktie werd bereikt door een hoger gemiddeld vruchtgewicht.
- Het dag-/nachttemperatuurregiem had geen invloed op de uit- en inwendige vruchtkwaliteit.

Etmaaltemperatuur.

- Door structurele temperatuurverschillen binnen de afdelingen, de ligging van de waarnemingsveldjes en registratie van de gemiddelde etmaaltemperatuur per veldje, was het mogelijk ook de invloed van de etmaaltemperatuur te bekijken.
- Een lagere etmaaltemperatuur verminderde de lengtegroei, voornamelijk door een vertraagde ontwikkeling.
- Bloei en oogst werden door een lagere etmaaltemperatuur verlaat.
- Eindproduktie en gemiddeld vruchtgewicht waren hoger bij een lager etmaaltemperatuur.

- De gemiddelde etmaaltemperatuur heeft een veel grotere invloed op de groei, ontwikkeling en produktie dan de verhouding tussen de dag- en nachttemperatuur.

8. PUBLICATIES

Reeds over dit onderzoek verschenen publicaties.

Koning A.N.M. de. Omkeren van dag- en nachttemperatuur. Voordeliger tomaten telen?:Tuinderij 65(14) 1985 p16-17.

Koning A.N.M. de. Temperatuuronderzoek bij tomaat. Invloed temperatuurregime op groei, ontwikkeling en produktie. Groente en fruit: 41(27) 1986 p30-34.

Koning A.N.M. de. Temperatuuronderzoek bij tomaat. Invloed etmaaltemperatuur en temperatuurverdeling op groei, ontwikkeling en produktie. Groente en fruit: 41(27) 1986 p35-37.

bijlage 2

De onderstaande datafiles zijn op band weggeschreven:

t85afs47.dat	stengellengte tussen tros 4 en tros 7
t85bint.dat	ruimtetemperatuur tussen 24.00-1.00 uur en 12.00-13.00 uur.
t85bloei.dat	bloei eerste bloem per tros
t85bodemt.dat	bodemtemperatuur op 10 cm
t85buisch.dat	buitenomstandigheden en percentage schermen
t85leng.dat	plantlengte
t85oogst.dat	oogst eerste tomaat per tros
t85rv.dat	relatieve luchtvochtigheid
t85temp.dat	etmaaltemperatuur per veld
t85waant.dat	aantal tomaten per veld per week
t85wgew.dat	produktie in gewicht per veld per week

Inwendige kwaliteit
EC (n.S./cm) (convertd. gef. treerd)

Lage water temperatuur kas stockteelt 1985

temp. regime datum \ afd.	hoog dag / laag nacht		gem.	gelijk dag / nacht				laag dag / hoog nacht		gem.
	3	8		1	4	gem.	2	7		
29/3	7.6	6.8	7.2	7.0	7.2	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2
19/4	6.6	7.0	6.8	7.0	7.1	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1
4/5	5.4	5.2	5.3	5.1	5.1	5.1	5.1	6.0	5.7	5.4
17/5	5.6	5.3	5.5	5.8	5.8	5.8	5.8	5.5	5.7	5.6
31/5	6.4	6.2	6.3	6.0	6.2	6.1	6.1	6.2	5.9	6.1
gem.	6.3	6.1	6.2	6.2	6.3	6.2	6.2	6.4	6.3	6.2

Uitwendige kwaliteit

Daarkleurig (dagen)

emp. regime lum \ afd.	hoog dag / laag nacht		gem.	gelijk dag / nacht				laag dag / hoog nacht		gem.
	3	8		1	4	gem.	2	7		
27/3	3.8	3.4	3.6	3.2	3.4	3.3	4.0	4.2	4.1	3.7
9/4	3.2	3.6	3.4	3.5	3.9	3.7	4.4	4.2	4.3	3.8
22/4	3.5	5.1	4.3	4.2	4.8	4.5	4.5	4.3	4.4	4.4
6/5	5.3	6.1	5.7	4.7	4.9	4.8	4.7	4.7	4.7	5.1
0/5	7.9	7.7	7.8	7.4	7.8	7.6	7.7	6.1	6.9	7.4
gem.	4.7	5.2	5.0	4.6	5.0	4.8	5.1	4.7	4.9	4.9

Uit stallen (dagen)

emp. regime tum \ afd.	hoog dag / laag nacht		gem.	gelijk dag / nacht				laag dag / hoog nacht		gem.
	3	8		1	4	gem.	2	7		
27/3	1.9	4.1	2.9	2.5	2.6	2.5	0.4	0.3	0.4	2.0
9/4	8.2	8.1	8.2	8.5	5.9	7.2	5.0	4.6	4.8	6.7
22/4	8.4	7.2	7.8	11.2	6.2	8.7	8.6	10.5	9.5	8.7
6/5	13.0	11.2	12.1	15.8	12.1	13.9	14.6	14.1	14.3	13.5
20/5	24.3	23.7	24.0	24.2	25.2	24.7	22.3	21.4	21.8	23.5
gem.	11.2	10.9	11.1	12.4	10.4	11.4	10.2	10.2	10.2	10.9

29/10/85

zuur (mmol / 100 ml puree)

temp. regime datum \ afd.	hoog dag / laag nacht		gem.	gelijk dag / nacht				laag dag / hoog nacht		gem.
	3	8		1	4	gem.	2	7		
29/3	8.4	7.3	7.3	7.9	8.1	8.0	7.8	7.6	7.7	7.9
19/4	7.6	8.1	7.8	8.3	8.0	8.1	8.0	7.8	7.9	8.0
4/5	7.1	6.3	6.7	6.7	6.6	6.7	6.8	7.2	7.0	6.8
17/5	7.1	6.7	6.9	7.4	7.3	7.4	7.1	6.4	6.8	7.0
31/5	8.1	7.7	7.9	7.7	8.0	7.8	7.0	8.0	7.5	7.6
gem.	7.7	7.2	7.4	7.6	7.6	7.6	7.3	7.4	7.4	7.5

refraktie (%)

temp. regime datum \ afd.	hoog dag / laag nacht		gem.	gelijk dag / nacht				laag dag / hoog nacht		gem.
	3	8		1	4	gem.	2	7		
29/3	4.3	4.0	4.2	4.3	4.0	4.2	3.9	3.9	3.9	4.1
19/4	4.1	4.6	4.4	4.6	4.8	4.7	4.6	4.8	4.7	4.6
4/5	4.3	4.4	4.4	4.5	4.3	4.4	4.1	4.4	4.3	4.6
17/5	4.9	4.7	4.8	5.2	5.0	5.1	4.7	4.7	4.7	4.4
31/5	5.1	5.1	5.1	6.0	6.2	6.1	5.6	6.2	5.9	5.7
gem.	4.5	4.6	4.6	4.9	4.9	4.9	4.6	4.8	4.7	4.7