

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
1
B
16

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINDOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK
TG 10000000

~~PTG~~

Invloed van EC op vruchtstevigheid,
vruchtgroei, -samenstelling en het
optreden van zwelscheuren bij tomaat.

J.C. Bakker

I.M. Schilstra - van Veelen

Januari 1989

Intern Verslag PTG no. 2

2216821

Voorwoord

Dit verslag is gebaseerd op een concept verslag dat in eerste instantie onder nummer 68 (1986) als intern verslag was aangemeld. Na een verdere uitwerking van de resultaten was een zodanige wijziging noodzakelijk dat een geheel nieuw verslag geschreven is. Het concept verslag met als titel: 'Onderzoek naar de invloed van de EC op het optreden van zwelscheurtjes bij tomaat', door I.M. Schilstra - van Veelen, komt daarmee te vervallen en is als zodanig niet in de bibliotheek aanwezig.

Samenvatting

De invloed van de EC (1.5, 2.0, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0 mS/cm) op het optreden van zwelscheuren is onderzocht in een voorjaarsteelt. Ook de invloed van de EC op vruchtgroei, vruchtstevigheid en -samenstelling is onderzocht, alsmede relaties met zwelscheuren. Er zijn oriënterende metingen uitgevoerd aan vruchtdiameterfluctuaties binnen een etmaal en onder omstandigheden met een zeer hoge verdamping.

De meeste zwelscheurtjes werden waargenomen aan het begin en eind van de teelt. De zwelscheuraantasting verschilde betrouwbaar tussen de EC's 1.5 en 5.0 maar het verband tussen gerealiseerde EC en zwelscheuren was niet betrouwbaar.

De EC had geen significant effect op de gemeten einddiameter, gemiddelde RGR en uitgroeiduur van de vruchten. Het % droge stof en K-gehalte van de vruchten was hoger bij hogere EC, het Ca gehalte lijkt hoger te zijn bij een EC van 3.0. Het B gehalte daalt bij toenemende EC.

De breekkracht en de helling van de Instroncurve zijn hoger bij een hogere EC. De indrukbaarheid was het laagst (elasticiteit/breekkracht hoog!) bij de EC 3.0, deze vruchten vertoonden ook de meeste scheuren. De zwelscheuraantasting is het hoogst bij vruchten die gegroeid zijn in een periode met lage plantbelasting.

Vruchten met een lange uitgroeiduur hebben meer zwelscheuren.

Bijna uitgegroeide vruchten kunnen krimpen onder omstandigheden met een zeer hoge verdamping.

Louise Profieken!

Inhoud

1.	Inleiding	- 1
2.	Proefopzet en teeltomstandigheden	- 1
3.	Resultaten	- 4
3.1.	Produktie	- 4
3.2.	Zwelscheuren	- 4
3.2.1.	Verloop in de tijd	- 4
3.2.2.	Invloed van de EC	- 6
3.3.	Lange termijn vruchtgroei en plantbelasting	- 8
3.3.1.	Lange termijn vruchtgroei	- 8
3.3.2.	Plantbelasting	- 9
3.4.	Korte termijn vruchtgroei	- 10
3.5.	Vruchtsamenstelling	- 12
3.6.	Vruchtstevigheid/elasticiteit	- 13
3.7.	Afdrukken vruchthuid mbv. replicatechniek	- 13
3.8.	Relaties tussen zwelscheuren en vruchtkenmerken	- 14
3.8.1.	Vruchtgroeiparameters	- 14
3.8.2.	Plantbelasting	- 14
3.8.3.	Vruchtstevigheid en -samenstelling	- 17
4.	Conclusies en aanbevelingen	- 20
5.	Literatuur	- 20

Bijlagen

1. Inleiding

Om meer inzicht te krijgen in de factoren die van invloed zijn op het optreden van zwelscheurtjes, is in de energiekas tijdens de stookteelt 85/86 het effect van de EC onderzocht.

Tijdens de stookteelt van 84/85 kon bij een proef in de energiekas geen effect van het EC niveau worden aangetoond. Waarschijnlijk kwam dit omdat de onderzochte niveau's te dicht bij elkaar lagen (Schilstra en Bakker, 1985). In ander onderzoek, met een grotere range in EC werd wel een positief effect van de EC op zwelscheuren gevonden (van der Burg en Theune, 1987). Ook bij paprika bleek een positief effect van een hoge EC op het optreden van zwelscheuren (Schilstra, 1985).

Ten aanzien van het effect van de EC bestaan een aantal veronderstellingen: de worteldruk is lager is bij een hoge EC, de vruchten zijn steviger en hebben een andere samenstelling. Ook de vruchtgroei op zich kan zich anders gedragen onder hoge EC.

In dit onderzoek zijn bovengenoemde aspecten onderzocht en de mogelijke relaties met zwelscheuren.

Het effect van worteldruk wordt veelal toegeschreven aan het "oppompen van vruchten". Tot nu toe is alleen informatie beschikbaar over de groei van kleine vruchten (Ehret and Ho, 1986). De zwelscheuren ontstaan echter in een later stadium van de vruchtgroei (Schilstra en Bakker, 1985; Bakker, 1988a).

In dit onderzoek zijn proefmetingen uitgevoerd om relatie te vinden tussen de verdamping van de plant en mogelijke diameterfluctuaties van de vrucht.

2. Proefopzet en teeltomstandigheden

De proef is uitgevoerd in de twee enkel glas afdelingen van de energiekas (kas 111). In de overige afdelingen werd onderzoek gedaan naar komkommer. Het voedingsschema was derhalve gebaseerd op de teelt van komkommer, recirculerend systeem. De plantdatum was 16-12-1985, het ras Calypso.

De klimaatinstellingen waren:

Stooktemperatuur dag/nacht	19/17 oC
Ventilatiетemperatuur dag/nacht	20/18 oC
Co2	340 ppm
Scherm 's nachts dicht als Tbuiten	< 9 oC
overdag dicht als Tbuiten	< 0 oC en wind > 4m/s

Binnen de afdelingen waren 12 verschillende EC behandelingen aangelegd, 8 constante niveau's en 4 wisselende niveau's (zoz). (gerealiseerde EC is het gemiddelde van de gehele teeltperiode) :

1.	EC 1.5 mS/cm	(gerealiseerd 1.6 mS/cm)	
2.	2.0		2.1
3.	2.5		2.7
4.	3.0		3.0
5.	3.5		3.5
6.	4.0		4.2
7.	4.5		4.4
8.	5.0		4.9
9.	5.0, 3 wkn na zetting	3.0 (gerealiseerd 4.7 -> 3.1, week 7- 8)	
10.	6		4.8 -> 2.9 10-11
11.	9		4.9 -> 2.8 13-14
12.	12		5.1 -> 2.7 15-16

De velden met EC 2.5 en 4.5 werden gebruikt voor rassenonderzoek cherrytomaat.

Tijdens de oogstperiode (7/4 tm 13/6) werden de tomaten geteld en gewogen. Tevens werd het gewicht van de vruchten met neusrot vastgelegd. Bij elke oogstdatum zijn zwelscheurwaarnemingen gedaan. Per vrucht werd beoordeeld in een schaal van 0-5, waarbij 0 - geen, 5 - ernstig aangetast (Bij de verwerking zijn deze scores omgezet naar de nieuwe schaal van 0 tot 4; Bakker, 1988a).

Van in totaal 180 vruchten zijn naast oogstwaarnemingen gegevens verzameld over zettingsdatum, groeiverloop, oogstdatum en diameter bij de oogst. Het betrof de tweede vrucht van tros 1,3,5,7,9 en 11, bij de EC behandelingen 1.5, 3.0 en 5.0 mS/cm. De diameterwaarnemingen (3 * per week) zijn verwerkt mbv. een Richards functie:

$$Y=A* \left(1+e^{\frac{1}{1-D}(-B*(T-C))} \right)^{-1}$$

waarin T = dagnummer, A = einddiameter, B = gemiddelde RGR,
C = moment snelste diametergroei, D = symmetrieparameter

Om de uitgroeiduur te bepalen zijn de vruchten gelabeld op het moment van zetting (diameter >2mm).

Van de 180 vruchten is per tros en per EC behandeling berekend:

- Einddiameter (mm) (parameter A)
- Relatieve groeisnelheid (mm/mm.dag) (parameter B)
- Moment maximale diametergroei (dagnr) (parameter C)
- Moment maximale oppervlaktegroei (dagnr)
- Symmetrie van groeisnelheidscurve (parameter D)
- Zettingsdatum (dagnr)
- Oogstdatum (dagnr)
- Uitgroeiduur (dgn)
- Zwelscheuraantasting (0-4)

De metingen mbt fluctuaties van de vruchtdiameter hadden een orienterend karakter en zijn incidenteel uitgevoerd tijdens de teelt. De betreffende planten stonden buiten de proef. Er werd gebruik gemaakt van LVDT's (linear variable distance transducers, of verplaatsingsopnemers, Bijlage 1). Van een aantal planten buiten de proef is de verdamping bepaald mbv. elektronische weegschalen.

Van 3 EC's (1.5, 3.0 en 5.0 mScm⁻¹) is van vruchten van tros 1, 3, 5, 7 en 9 bij de oogst de vruchtsamenstelling (Ca, K, Mg, B, % droge stof) en de vruchtstevigheid bepaald.

De vruchtstevigheid is gemeten op het Sprenger Instituut met behulp van een Instron (instellingen in bijlage 2). Hierbij zijn van elke tomaat de volgende grootheden gemeten:

- 1 - breekkracht (= kracht nodig om een plunjer van 5 mm doorsnede door de huid te drukken)
- 2 - helling van de curve (= kracht/verplaatsing berekend over het middelste deel van de curve)

De definitie van de ELASTICITEITSMODULUS is:

$$\text{Elasticiteit(smodulus)} = \frac{\text{kracht/oppervlak}}{\text{relatieve verplaatsing}}$$

Het oppervlak wordt constant verondersteld en heeft de waarde van de oppervlakte van de gebruikte plunjer (in dit geval 19.635 mm²).

Uitgaande van een gelijke diameter van de vruchten geeft de helling van de curve een maat voor de werkelijke elasticiteitsmodulus. Dit is niet de elasticiteit in de zin van rekbaarheid.

Uit de meetgegevens kan de verhouding berekend worden tussen de breekkracht en de helling, dit is een maat voor de indrukbaarheid van de hele vrucht. De inverse van de helling is een maat voor de indrukbaarheid bij een vaste kracht.

Uit het onderzoek van Kamimura et al. (1972) en van Bakker (1988b) is gebleken dat vruchten met een slappe, weinig elastische huid gevoelig zijn voor scheuren.

Van 60 vruchten (alleen van EC 1.5) zijn wekelijks afdrukken gemaakt mbv de replicatechniek. Alleen de afdrukken van de vruchten die tijdens de oogst zwelscheuren vertoonden zijn bekeken onder de microscoop. Het moment van ontstaan van de scheuren kon daardoor geschat worden.

3. Resultaten

3.1. Produktie

De eind produktiegegevens zijn weergegeven in tabel 1. De verschillen tussen de behandelingen zijn niet betrouwbaar.

Tabel 1. Eind produktie bij 10 EC niveau's. Totaal (aantal en gewicht kg.m⁻²), gemiddeld vruchtgewicht (GVG; gram), Neusrot (aantal en gewicht kg.m⁻²)

EC	Totaal			Neusrot	
	aantal	gewicht	GVG	aantal	gewicht
1.5	185.6	12.50	67.34	0.16	0.0039
2.0	183.0	12.59	68.66	0.00	0.0000
3.0	196.7	13.55	68.98	0.31	0.0135
3.5	192.6	12.80	66.45	1.56	0.0570
4.0	187.7	12.43	66.22	0.31	0.0083
5.0	192.9	12.28	63.76	1.41	0.0389
5/3	192.7	12.88	66.92	0.31	0.0102
5//3	187.7	13.27	70.65	0.31	0.0103
5///3	178.9	11.90	66.56	1.46	0.0429
5////3	193.6	12.91	66.67	0.16	0.0043
P-waarde	0.08	n.s.	n.s.	0.015	0.005

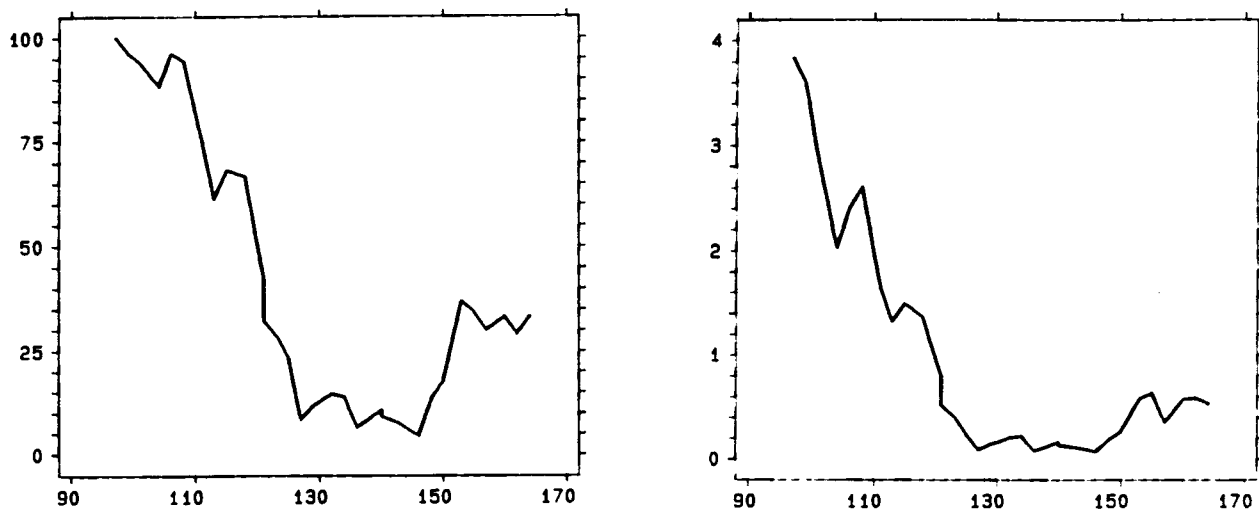
3.2. Zwelscheuren

3.2.1. Verloop in de tijd

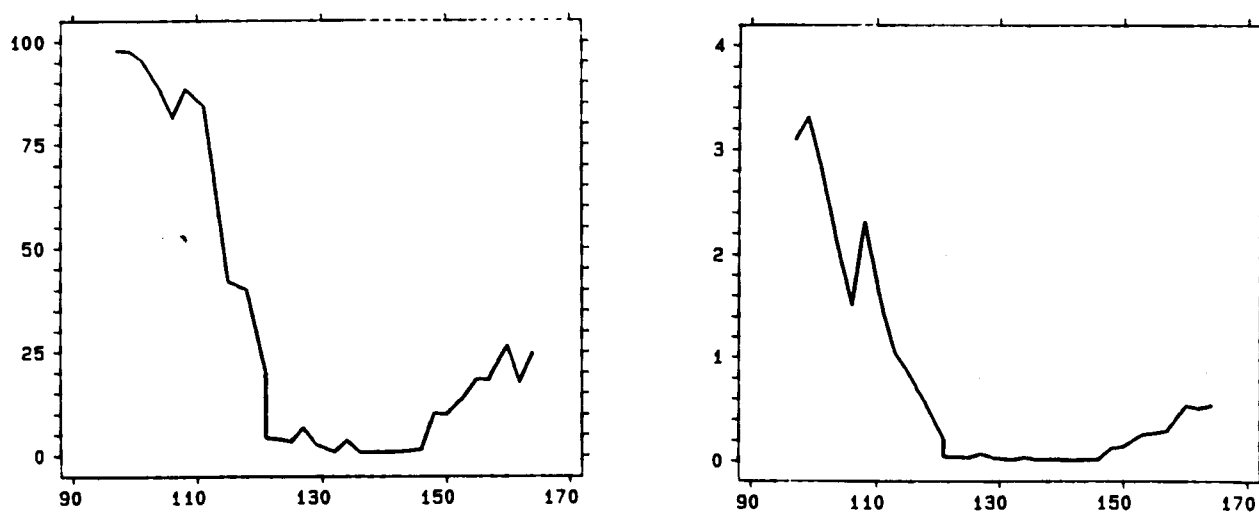
Om een indruk te geven van het verloop in zwelscheuraantasting is het % vruchten met scheuren en de gemiddelde score voor de EC's 1.5 en 5.0 uitgezet tegen de tijd in Figuur 1 en 2.

Het verloop in de tijd blijkt bij beide EC's duidelijk overeen te komen. De aantasting is hoog bij de vroege produktie en neemt sterk af om aan het einde van de teelt weer toe te nemen. Vruchten van de 1e, 3e en 11e tros zijn duidelijk meer aangetast dan vruchten van de 5e, 7e en 9e tros (zie ook tabel 3).

Het percentage vruchten en de gemiddelde score vertonen hetzelfde beeld. In Bijlage 10 is het gemiddelde % en score zwelscheuren als tabel weergegeven.



Figuur 1. Verloop van het % vruchten met zwelscheuren en de gemiddelde score bij EC 1.5, (dag 1 = 1 Januari 1986).



Figuur 2. Verloop van het % vruchten met zwelscheuren en de gemiddelde score bij EC 5.0, (dag 1 = 1 Januari 1986).

3.2.2 Invloed van de EC

Aan de hand van de Figuren 1 en 2 zijn vier perioden gekozen om de invloed van de EC te bepalen:

- 7/ 4 t/m 18/ 4 (1e 6 oogstdata)
- 21/ 4 t/m 1/ 5 (7e t/m 11e oogstdatum)
- 2/ 6 t/m 13/ 6 (laatste 6 oogstdata)
- 7/ 4 t/m 13/ 6 (gehele oogstperiode)

De gemiddelde zwelscheuraantasting en de bijbehorende p waarde per behandeling per periode zijn weergegeven in tabel 2. Omdat de velden langs de gevels duidelijk meer zwelscheuren vertoonden, (zie ook bijlage 2) zijn de berekende gemiddelden gecorrigeerd voor geveleffect.

Tabel 2. Gemiddelde zwelscheuraantasting (0-5) bij verschillende EC behandelingen, berekend in vier verschillende perioden.

EC	7/4 t/m 18/4	21/4 t/m 1/5	2/6 t/m 13/6	7/4 tm 13/6
1.5	3.14	1.53	0.67	0.85
2.0	2.67	1.50	0.71	0.76
3.0	2.82	1.27	0.99	0.82
3.5	2.86	1.22	1.08	0.85
4.0	2.33	1.03	0.89	0.69
5.0	2.38	0.87	0.42	0.58
5/3	2.42	1.09	0.98	0.72
5//3	2.84	1.23	1.03	0.83
5///3	2.91	1.25	0.84	0.73
5////3	2.50	1.29	0.44	0.65
	p>0.2	p>0.2	p<0.001	p>0.2

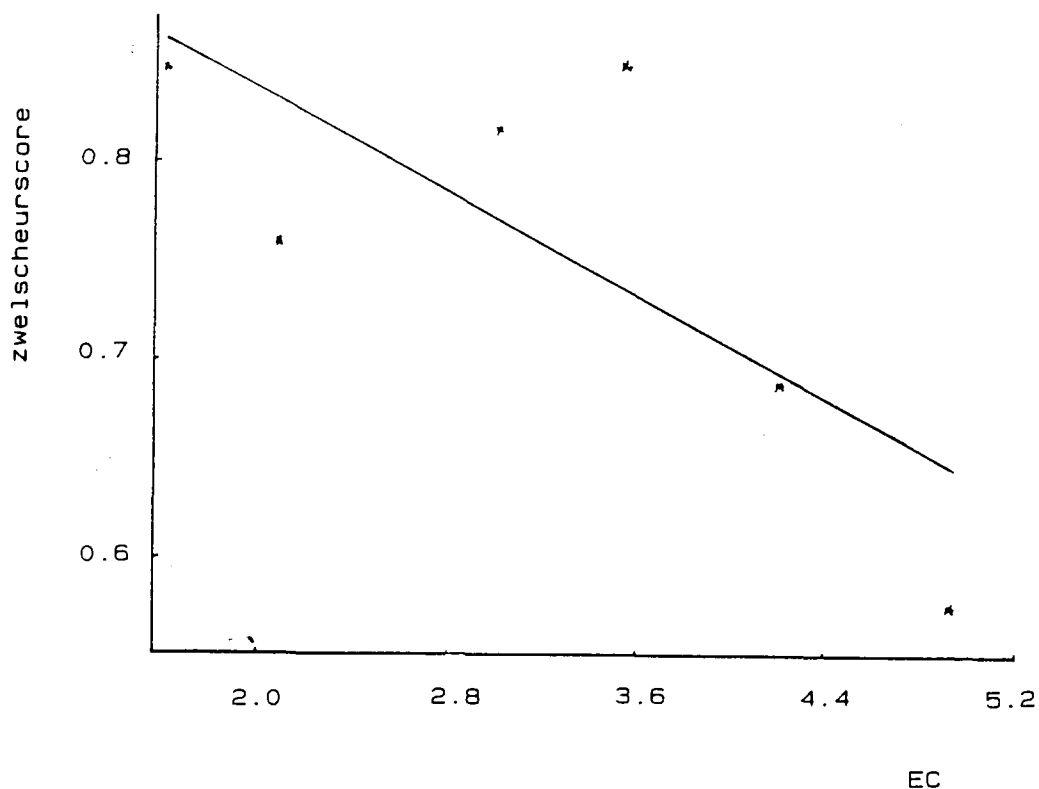
Uit tabel 2 blijkt dat de verschillen tussen de EC behandelingen alleen in de derde periode betrouwbaar zijn ($p < 0.001$). Uit de verschillen- tabellen (zie bijlage 3) blijkt echter wel dat het verschil tussen het hoogste en laagste EC niveau (1.5 tov 5.0) steeds betrouwbaar is ($P < 0.05$).

Van de gelabelde vruchten zijn de gegevens weergegeven in Tabel 3. De hoogste zwelscheuraantasting werd waargenomen bij tros 1, de laagste bij tros 7 ($p < 0.001$). Er is op basis van alleen de gelabelde vruchten alleen een betrouwbaar verschil in aantasting tussen de EC niveau's 3.0 en 5.0 (LSD %5 = 0.48).

Tabel 3. gemiddelde zwelscheuraantasting (0-4), berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	2.52	1.01	0.31	0.00	1.27	2.00	1.18
3.0	3.42	1.85	0.19	0.00	0.72	2.53	1.48
5.0	3.13	1.14	0.05	0.00	0.45	1.07	0.96
gem	3.02	1.33	0.18	0.00	0.82	1.87	1.21

Met behulp van lineaire regressie is het verband tussen het gerealiseerde EC niveau en de bijbehorende zwelscheuraantasting berekend over de gehele oogstperiode. Het resultaat is weergegeven in Figuur 3. De correlatiecoëfficiënt was -0.7571 (dwz, $P < 0.10$).



Figuur 3. Relatie tussen gerealiseerde EC en zwelscheuraantasting

3.3 Lange termijn vruchtgroei en plantbelasting

3.3.1 Lange termijn vruchtgroei

De vruchtgroeimetingen zijn verwerkt mbv. de Richardsfunctie. Per tros en EC' zijn de verschillende parameters berekend. Met deze gegevens is vervolgens de plantbelasting berekend. Hierbij is uitgegaan van de volgende aannamen: 8 vruchten per tros

tussenliggende trossen hebben een groeiverloop dat het gemiddelde is van de gemeten trossen
gewicht tomaat (gram) = 0.54 * diameter (in mm) **3

Een deel van de vruchtgroeiparameters is weergegeven in tabel 4 t/m 7. De overige parameters en afgeleide grootheden zijn weergegeven in Bijlage 5.

Er zijn geen significante effecten van EC en trosnummer op de einddiameter (Tabel 4) aangetoond. De gemiddelde RGR (Tabel 5) van de vruchten verschilde niet tussen de EC's, er was wel een verschil tussen de trossen (LSD 5% = 0.006).

De uitgroei duur van de trossen (Tabel 7) neemt af in de tijd ($P < 0.001$; $LSD_{5\%} = 1.35$), maar wordt niet beïnvloed door de EC.

Tabel 4. Gemiddelde einddiameter (A; (mm), berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	48.56	50.80	51.01	48.17	51.11	49.09	49.64
3.0	52.35	53.25	52.80	53.09	53.14	49.24	52.33
5.0	51.05	53.20	53.24	49.77	49.22	49.20	51.01
gem	50.65	52.42	52.49	50.35	51.08	49.18	51.03

Tabel 5. Gemiddelde relatieve groeisnelheid (B; mm/mm.dag) berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	0.113427	0.103510	0.127221	0.123721	0.110581	0.117972	0.115772
3.0	0.107562	0.099899	0.117334	0.099989	0.102136	0.112053	0.106358
5.0	0.105234	0.095081	0.108123	0.108904	0.108702	0.106503	0.105349
gem	0.108741	0.099497	0.116453	0.110871	0.106908	0.111953	0.108913

Tabel 6. Zettingdatum (dagnummer), berekend per tros en per EC behandeling

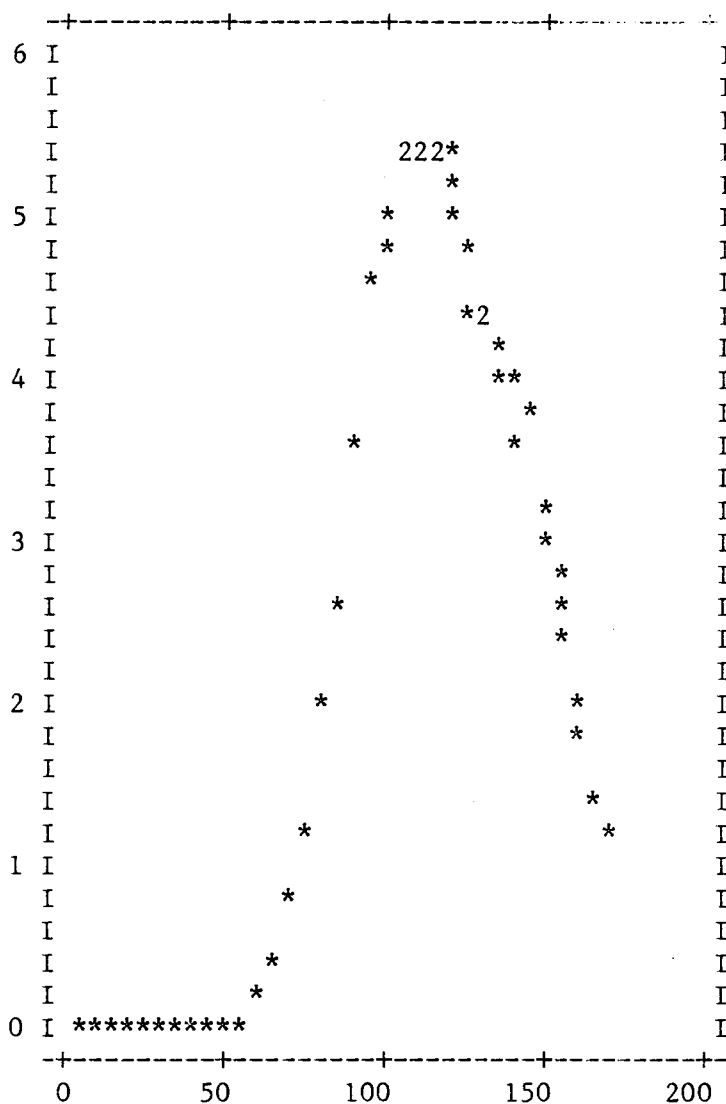
TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	48.60	62.40	77.00	93.00	108.22	123.13	83.67
3.0	48.60	64.80	77.90	93.00	108.50	121.40	85.70
5.0	49.50	65.10	78.40	93.80	107.50	119.44	85.05
gem	48.90	64.10	77.77	93.27	108.07	121.26	84.82

Tabel 7. Uitgroeiduur (dagen), per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	51.20	53.10	49.40	44.70	41.56	39.00	47.94
3.0	52.40	51.50	49.30	48.50	42.30	42.00	48.42
5.0	51.20	51.60	48.90	46.30	44.30	43.33	48.17
gem	51.60	52.07	49.20	46.50	42.76	42.14	48.18

3.3.2. Plantbelasting

De plantbelasting is berekend op de manier zoals eerder beschreven (Bakker, 1988) uit de vruchtgroei en produktiewaarnemingen. Omdat nauwelijks verschillen tussen de EC's tav vruchtgroei opgetreden zijn, is de plantbelasting berekend op basis van het gemiddelde over de 3 EC niveau's. In figuur 4 is het berekende verloop weergegeven. De plantbelasting is als tabel weergegeven in Bijlage 8.



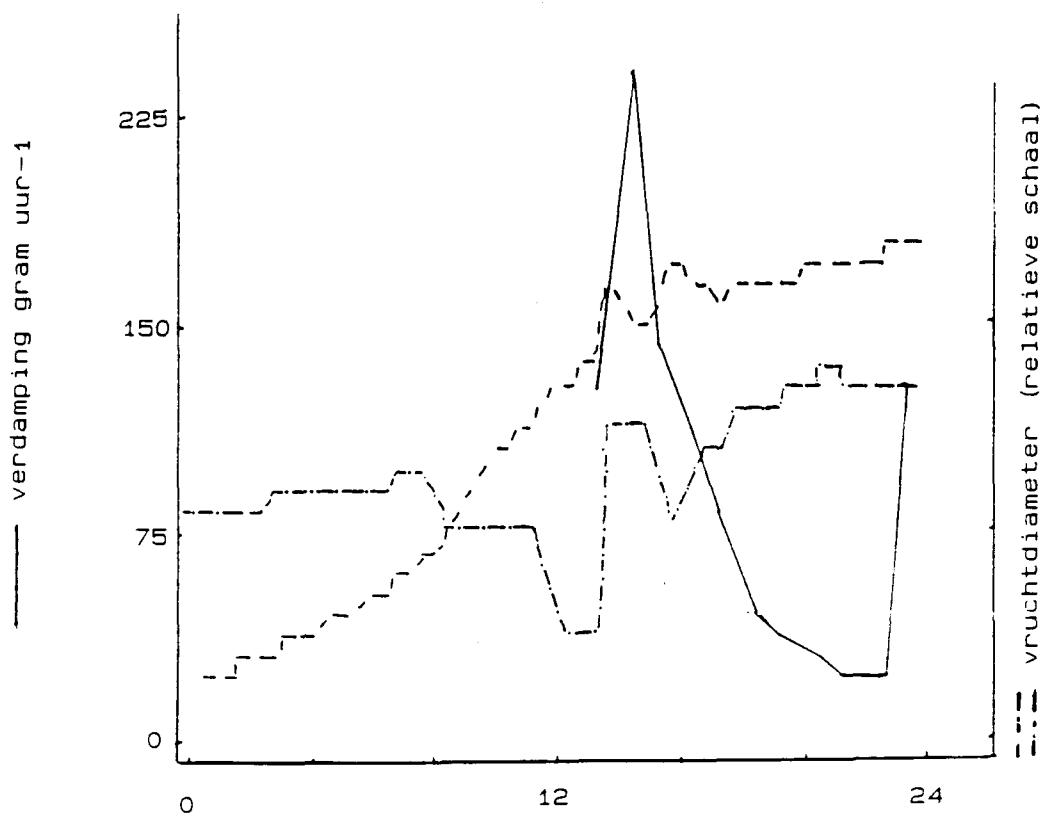
Figuur 4. Verloop van de plantbelasting (kg.m-2) (gemiddelde over de 3 EC's)

3.4 Korte termijn vruchtgroei

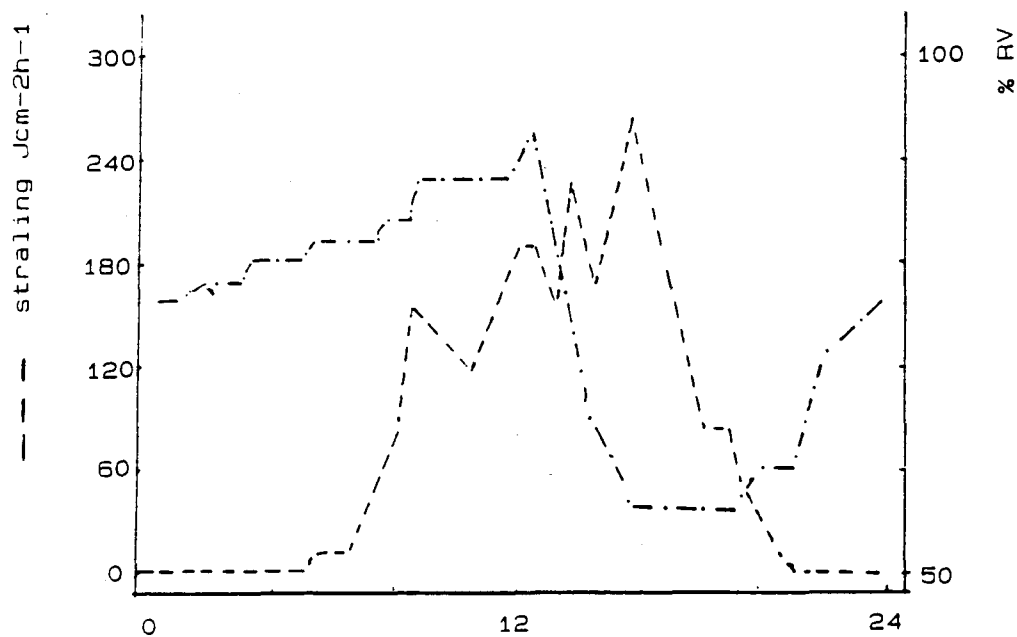
Om na te gaan of de waterhuishouding van de plant invloed heeft op het krimpen/zwellen van de vruchten zijn een aantal metingen gedaan om de korte termijn vruchtgroei te volgen. De gegevens van twee karakteristieke dagen zijn weergegeven in figuur 5 t/m 7.

In figuur 5 is het verloop van de vruchtdiameter weergegeven onder extreme verdampingsomstandigheden. Er is een diameterafname waar te nemen op momenten met zeer hoge verdampingssnelheden.

In figuur 6 is van dezelfde dag het stralings- en RV verloop weergegeven. Op de betreffende dag is door het dichthouden van de luchtramen tot 12 uur 's middags een extreem klimaat gerealiseerd.

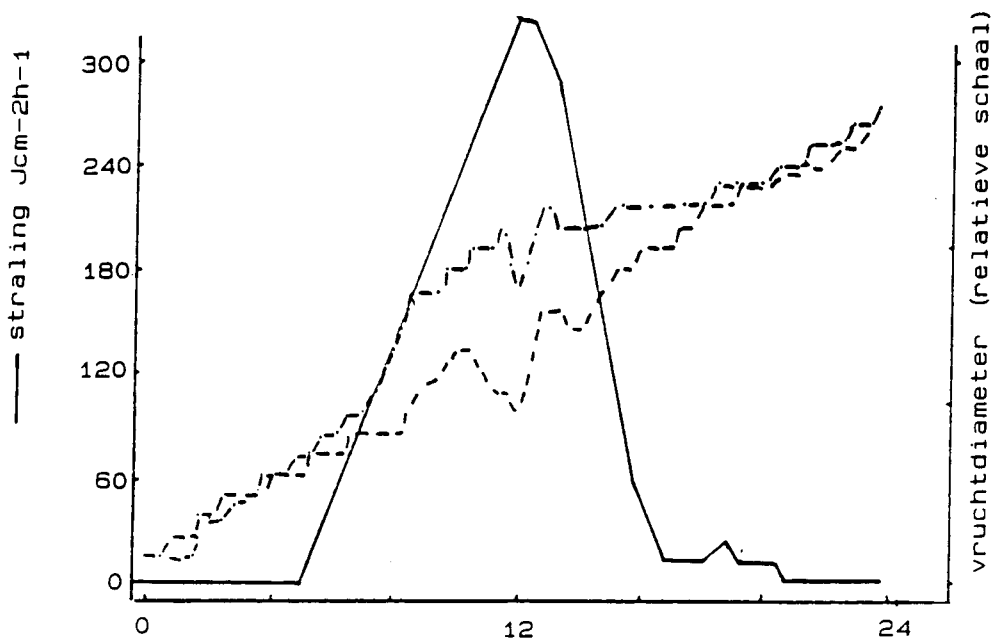


Figuur 5. Verloop verdamping (kg/uur ; 2 planten) en vruchtdiameter (micron) op 8/6



Figuur 6. Stralings- en RV verloop (resp. $\text{J/cm}^2 \cdot \text{h}$ en %) op 8/6

Uit figuur 7 (stralingsverloop en diameterfluctuaties van twee vruchten) blijkt nogmaals dat de vruchtdiameter afneemt op het moment van maximale straling. Op deze dag zijn geen verdampingsmetingen gedaan.



Figuur 7. Stralingsverloop ($J/cm^2 \cdot h$) en vruchtdiameter (micron) op 10/6

Uit de resultaten valt op dat de vruchtgroei stagneert bij een toenemende straling. Een afname van de vruchtdiameter overdag is echter niet op alle dagen waarneembaar geweest. De veronderstelling is derhalve dat het krimpen van de vruchten slechts optreedt:

- onder extreme omstandigheden (erg veel straling en een erg hoge temperatuur)
- wanneer de vruchten aan het eind van de groeiperiode verkeren.

3.5 Vruchtsamenstelling

Het Ca-, K- en B-gehalte en het % droge stof is bepaald van vruchten van tros 1, 5, 7 en 9 bij de EC behandelingen 1.5, 3.0 en 5.0 mS/cm. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 6.

Het K-gehalte in de vruchten neemt toe bij een hogere EC. Tevens valt op dat het K-gehalte afneemt bij hogere trosnummers. Vruchten, geteeld bij EC 3.0 hebben het hoogste Ca-gehalte, het Ca-gehalte daalt bij hogere trosnummers. Het EC-niveau beïnvloedt het Mg-gehalte van de vruchten niet. Het Mg-gehalte neemt wel weer af bij hogere trossen. Het B-gehalte in de vrucht neemt af bij hogere EC en bij hoger trosnummer. Bij toenemende EC stijgt het % droge stof van de vruchten. Globaal gezien neemt het % droge stof toe bij hogere trossen.

3.6 Vruchtstevigheid/elasticiteit

In Tabel 8 en 9 zijn voor de verschillende EC's en trossen de breekkracht en de helling van de Instroncurve weergegeven. Bij tros 3 ontbreekt de helling omdat door foutieve metingen deze niet meer te achterhalen was.

De breekkracht neemt toe bij hogere trossen en een hogere EC. Er is geen duidelijk verband tussen de helling en trospositie. Wel lijkt bij hogere EC de helling toe te nemen, dat wil zeggen de vrucht wordt minder elastisch.

Tabel 8. Breekkracht van de vruchten in kg bij 5 trossen en 3 EC's.

TROS EC	1	3	5	7	9	gem
1.5	0.791	1.10	1.338	1.247	1.577	1.211
3.0	0.944	1.29	1.359	1.645	1.292	1.306
5.0	1.049	1.16	1.668	1.689	1.657	1.445
gem	0.928	1.18	1.455	1.527	1.509	1.321

Tabel 9. Helling van de Instroncurve (F/verplaatsing)

TROS EC	1	3	5	7	9	gem
1.5	0.140	*	0.196	0.174	0.194	0.176
3.0	0.189	*	0.192	0.190	0.194	0.191
5.0	0.197	*	0.197	0.196	0.179	0.192
gem	0.175	*	0.195	0.187	0.189	0.186

3.7. Afdrukken vruchthuid mbv. replicatechniek

Slechts 17 van de in totaal 60 vruchten waarvan afdrukken zijn gemaakt vertoonden tijdens de oogst zwelscheuren. Van deze vruchten zijn de afdrukken onder de microscoop bekeken. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in bijlage 7.

De gemiddelde tijd tussen ontstaan (microscopisch zichtbaar worden) en oogst was 11 dagen. Door de grote spreiding en de geringe aantallen was het niet mogelijk betrouwbare conclusies te trekken over verschillen tussen de vruchten met een verschillende mate van zwelscheuraantasting.

3.8. Relaties tussen zwelscheuren en vruchtkenmerken

3.8.1 Vruchtgroeiparameters

In tabel 10 is de correlatiematrix weergegeven tussen de zwelscheuraantasting en de berekende groeiparameters (K: zwelscheuraantasting, A: einddiameter, B: relatieve groeisnelheid, C: moment max. diametergroei, U: uitgroeiduur, MAX: max. groeisnelheid)

Tabel 10. Correlaties tussen zwelscheuren en vruchtgroeiparameters (116 vrijheidsgraden, 5% betrouwbaarheidsgrens: 0.254)

	Zwelscheuren	
A	-0.0362	n.s.
B	-0.1849	n.s.
C	-0.4619	P<0.01
U	0.3440	P<0.01
MAX	-0.1482	n.s.

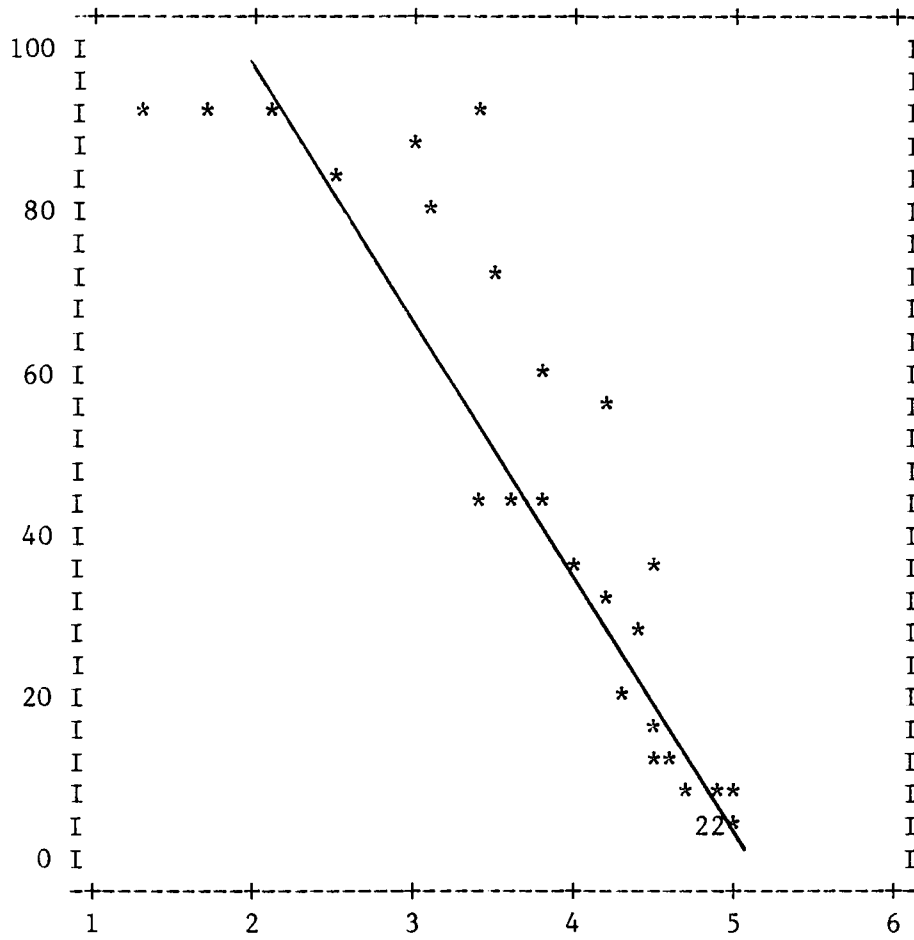
Uit tabel 10 blijkt dat er een positief verband is tussen de zwelscheuraantasting en de uitgroeiduur (meer zwelscheuren naarmate de uitgroeiduur langer is). De correlatie tussen C en de zwelscheuraantasting is vnl. een tijdseffect.

3.8.2 Plantbelasting

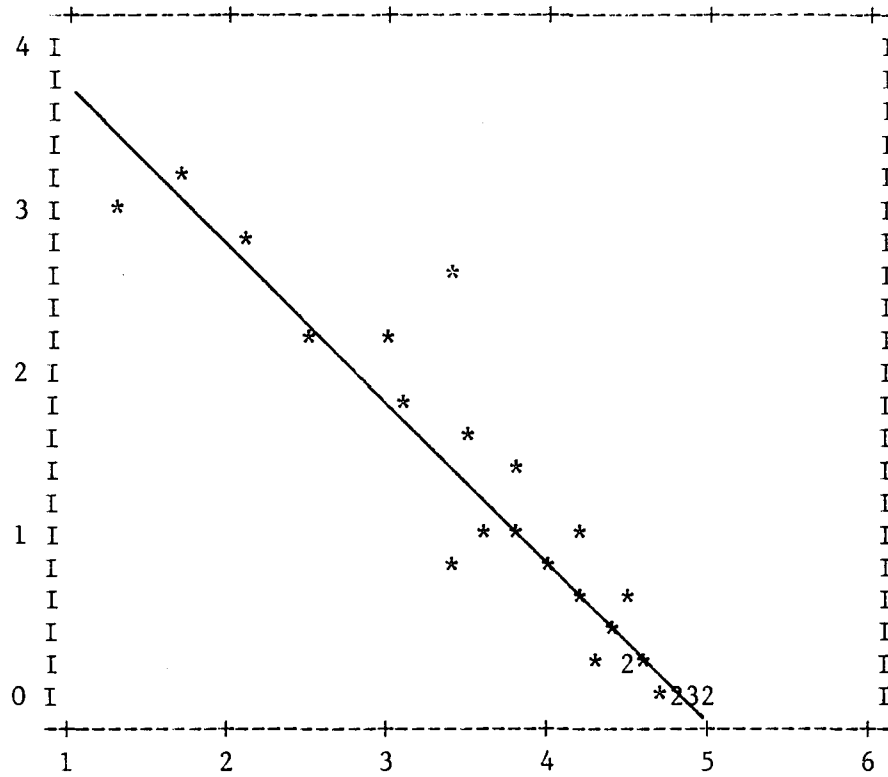
Eerdere resultaten gaven een relatie te zien tussen plantbelasting en zwelscheuren (Bakker, 1988b). Ook in deze proef is deze relatie onderzocht. De plantbelasting is berekend over de periode dat de vruchten aan de plant hingen. In Bijlage 8 is de gebruikte dataset weergegeven. Zowel het percentage aangetaste vruchten als de gemiddelde zwelscheurscore zijn zeer duidelijk negatief gecorreleerd met de berekende gemiddelde plantbelasting (Tabel 11). In Figuur 8 en 9 zijn de relaties tussen zwelscheurpercentage, -score en plantbelasting weergegeven. Een hogere plantbelasting heeft een lagere aantasting tot gevolg.

Tabel 11. Correlatiematrix zwelscheuren en plantbelasting; DF = 27
5% betrouwbaarheidsgrens: 0.3809
1% betrouwbaarheidsgrens: 0.4869

PERCENTAGE	1.0000			
SCORE (0-4)	0.9698	1.0000		
PLANTBELASTING (MOMENTAAN)	0.3990	0.3795	1.0000	
PLANTBELASTING (GEMIDDELD)	-0.9176	-0.9551	-0.2553	1.0000



Figuur 8. Verband tussen het % vruchten met zwelscheuren en de plantbelasting in kg.m⁻²
% = 158.3 - 30.12 * plantbelasting
(beide coëfficiënten zijn betrouwbaar; P<0.01)



Figuur 9. Verband tussen de zwelscheurscore (0-4) en de plantbelasting in kg.m⁻²
score = 4.7233 - 0.9558 * plantbelasting
(beide coëfficiënten zijn betrouwbaar; P<0.01)

3.8.3. Vruchtstevigheid en -samenstelling

Op basis van alle gegevens zijn onderlinge relaties onderzocht tussen de zwelscheuraantasting en (Tabel 12):

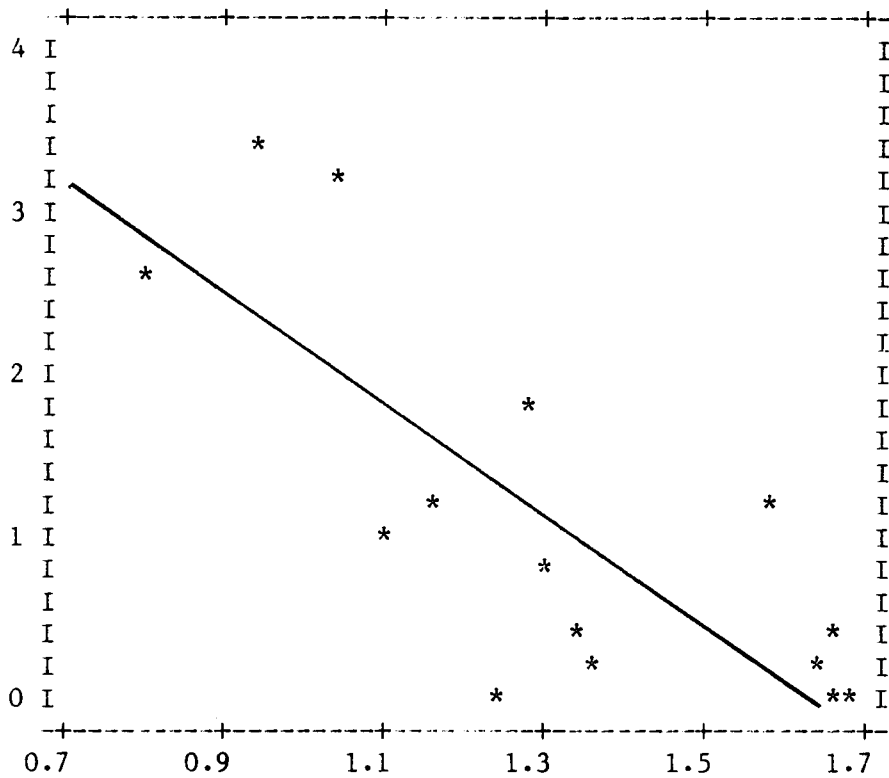
- 1 - de breekkracht
- 2 - de elasticiteit
- 3 - verhouding breekkracht/elasticiteit en elasticiteit/kracht (beide een maat voor de indrukbaarheid van de vrucht)
- 4 - gehaltenes K, Ca, B en % droge stof

Tabel 12. Correlatiematrix zwelscheuren en vruchtstevigheid; DF = 10
5% betrouwbaarheidsgrens: 0.5760
1% betrouwbaarheidsgrens: 0.7079
SCORE = zwelscheurscore (0-4)
KRACHT = breekkracht in kg
ELAST = helling instroncurve
VERH = KRACHT/ELAST
INVERS = 1/ELAST
INVERS2 = ELAST/KRACHT

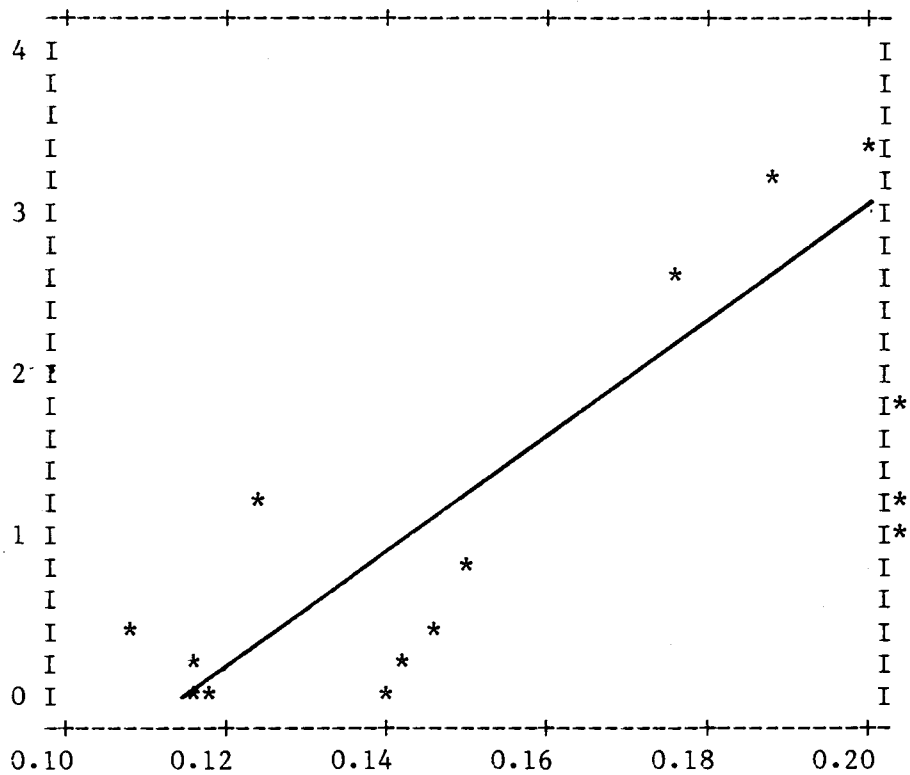
SCORE	1.0000						
KRACHT	-0.7805	1.0000					
ELAST	-0.2580	0.5380	1.0000				
VERH	-0.7998	0.9478	0.2453	1.0000			
INVERS	0.2834	-0.5559	-0.9957	-0.2719	1.0000		
INVERS2	0.8727	-0.9376	-0.2458	-0.9858	0.2699	1.0000	
CA	0.4226	-0.5690	-0.0754	-0.6440	0.1054	0.6425	
K	0.6701	-0.5593	-0.1244	-0.6106	0.1701	0.6753	
B	0.7507	-0.7411	-0.2454	-0.7867	0.2975	0.7822	
DS	-0.1281	0.3657	0.0427	0.4269	-0.0822	-0.3884	
CA	1.0000						
K	0.7416	1.0000					
B	0.6609	0.6744	1.0000				
DS	-0.8145	-0.6525	-0.5608				

De hoogste correlaties met zwelscheuren zijn die met de verhoudingen breekkracht/elasticiteit en elasticiteit/breekkracht. Dit komt overeen met eerdere resultaten (Bakker, 1988b). Weinig indrukbare vruchten hebben meer last van zwelscheuren. Ook de correlatie tussen zwelscheuren en de breekkracht zelf is significant. Vruchten met een lage breekkracht hebben meer scheuren. In de Figuren 10 t/m 12 zijn de verschillende verbanden weergegeven. De relaties met mineralengehaltenes zijn niet erg duidelijk, Kalium en Borium hebben mogelijk een negatief effect.

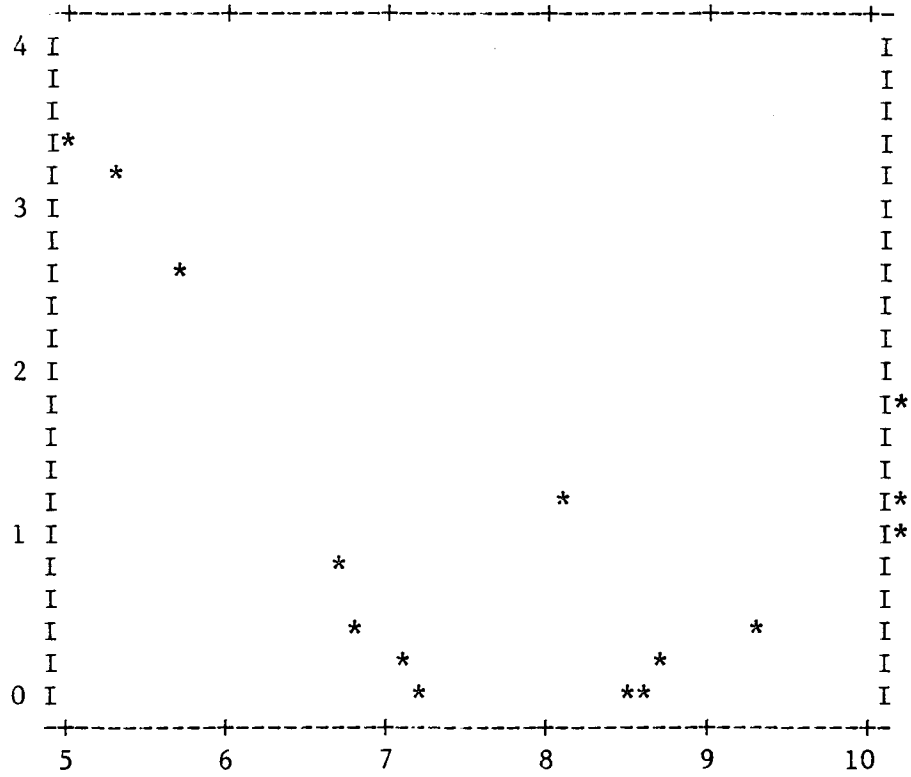
In Bijlage 9 zijn per tros en per EC de diverse berekende verhoudingen als tabel weergegeven.



Figuur 10. Verband tussen de zwelscheurscore (0-4) en de breekkracht.
 Score = 5.42 - 3.253 * breekkracht
 (beide coëfficiënten zijn betrouwbaar; P<0.01)



Figuur 11. Verband tussen de zwelscheurscore (0-4) en de verhouding elasticiteit/breekkracht.
 Score = -4.226 + 36.5 * verhouding
 (beide coëfficiënten zijn betrouwbaar; P<0.01)



Figuur 12. Verband tussen de zwelsscheurscore (0-4) en de verhouding breekkracht/elasticiteit.

4. Conclusies en aanbevelingen

Het gemiddelde niveau van zwelscheuraantasting over de totale oogstperiode was relatief laag. Hierdoor komt de invloed van EC op zwelscheuren waarschijnlijk wat minder goed tot uitdrukking. De hoogste EC (5.0) heeft een lagere aantasting dan de laagste (1.5). De EC had geen significant effect op de einddiameter, gemiddelde RGR en uitgroeiduur van de vruchten. Het % droge stof en K- gehalte van de vruchten was hoger bij hogere EC, het Ca gehalte lijkt hogere te zijn bij een EC van 3.0. Het B gehalte daalt bij toenemende EC. De breekkracht en de helling van de Instroncurve zijn hoger bij een hogere EC. De indrukbaarheid was het laagst (elasticiteit/breekkracht hoog!) bij de EC 3.0, deze vruchten vertoonden ook de meeste scheuren. De zwelscheuraantasting is het hoogst bij vruchten die gegroeid zijn in een periode met lage plantbelasting. Dit komt overeen met eerdere resultaten op dit gebied evenals de gevonden relaties tussen zwelscheuren en stevigheidsparameters van vruchten (Bakker, 1988b). Vruchten met een geringe mate van indrukbaarheid (star) vertonen meer scheuren. De relaties tussen mineralengehaltes van de vruchten en stevigheidsparameters zijn, evenals in eerder onderzoek (Bakker, 1988b), onduidelijk. De meting van diametefluctuaties over een etmaal heeft geleid tot de volgende hypothese ten aanzien van het krimpen van vruchten: vruchten worden alleen kleiner onder extreme omstandigheden (hoge straling en temperatuur) als de vruchten aan het eind van de groeiperiode verkeren. Verder onderzoek is noodzakelijk om deze hypothese te onderbouwen.

5. Literatuur

- Bakker, J.C., 1988a. Russeting (cuticle cracking) in glasshouse tomatoes in relation to fruit growth. *Journal of Horticultural Science*, 63: 459-463.
- Bakker, J.C., 1988b. Zwelscheuren bij tomaat: de invloed van plantdatum, vruchtsamenstelling, -stevigheid en de rol van plantbelasting. Intern verslag PTG nr. 32.
- Burg, A.M.M. van der, en Theune, D., 1987. NaCl bij tomaat. *Tuinderij*, 26 februari 1987: 27.
- Ehret, D.L, and Ho, L.C., 1986. Effects of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit. *Journal of Experimental Botany*, 37: 1294-1302.
- Kamimura S., H. Yoshikawa and K. Ito, 1972. Studies on fruit cracking in tomatoes. *Bulletin. Horticultural Research Station Morioka, Iwate, Japan*, 7: 73-138.
- Schilstra- van Veelen I.M., 1985, Krimpscheurwaarnemingen paprika 211, stookteelt 84/85, Intern verslag PTG, nr. 60.
- Schilstra- van Veelen I.M. en J.C. Bakker, 1985. Krimpscheurwaarnemingen tomaat 111, stookteelt 84/85, Intern verslag PTG, nr. 57.

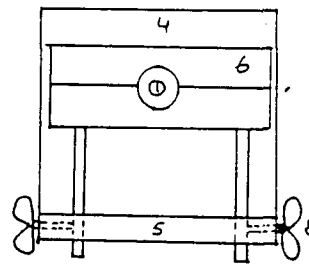
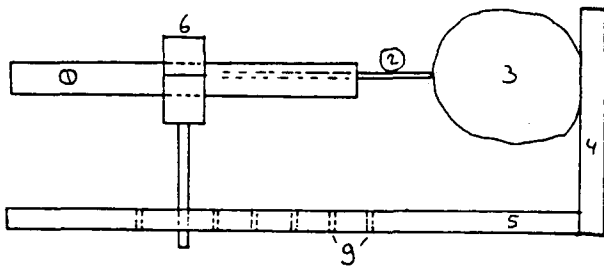
Technische gegevens LVDT's en meetprincipe

fabrikaat: Vibro-meter
type: WG 175
bereik: -10 tot + 10 mm
ingangsspanning: 24 V
uitgangssignaal: 0 tot 100 mV (0 = -10mm, 100 = +10mm)
temperatuurgevoeligheid
kale sensor: 0.002mm/C (opgave), 0.003mm/C (gemeten)

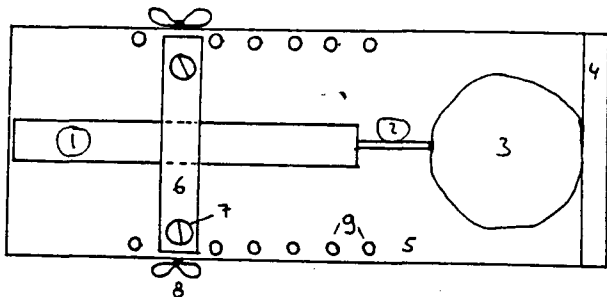
De sensoren zijn in eertse instantie in een klimaatkast getest op de temperatuurgevoeligheid en lineairiteit.

De lineairiteit voldoet redelijk goed in het temperatuurtraject van 15 tot 25 C, er is echter wel enige hysteresis aanwezig.

Vervolgens is de sensor in een opstelling gemonteerd zoals is weergegeven in figuur 3.



Schematische weergave opstelling LVDT.



- ① LVDT
- ② plunjer
- ③ vrukt
- ④ eindplaat
- ⑤ bodemplaat
- ⑥ klem
- ⑦ stelschroef
- ⑧ vleugelmoer
- ⑨ afstand gaten

Figuur 3

Bijlage 2.

INSTRON instellingen:

Plaatplunjer : 0.5 cm 0.
Volle schaal : 5 kg
Gage length : 50 mm
Return length : 25 mm
Balksnelheid : 2 cm/min
Returnsnelheid : 10 cm/min
Papiersnelheid : 5 cm/min

Bijlage 3.

Geveleffect op het optreden van zwelscheuren

		0.74	1.01	1.31
		*	0.45	0.95
		0.82	*	1.12
		0.58	0.72	1.08
		0.36	*	0.83
		0.28	0.60	0.68
		0.39	0.52	1.02
		0.41	*	0.88
		0.80	0.68	0.19
		*	0.90	0.42
		1.13	*	0.74
		1.03	0.90	0.75
		*	0.63	0.52
		1.20	0.81	0.61
		1.12	0.69	0.76
		*	0.68	0.60

Verschil tabel zwelscheuren

Bijlage 4.

	1.5	3.5	5//3	3	2	5///3	5/3	4	5////3	5
1.5	-									
3.5	-	-								
5//3	0.02	0.02	-							
3	0.03	0.03	0.01	-						
2	0.09	0.09	0.07	0.06	-					
5///3	0.12	0.12	0.10	0.09	0.03	-				
5/3	0.13	0.13	0.11	0.10	0.04	0.01	-			
4	0.16	0.16	0.14	0.13	0.07	0.04	0.03	-		
5////3	0.20	0.20	0.18	0.17	0.11	0.09	0.08	0.05	-	
5	0.27	0.27	0.25	0.24	0.18	0.15	0.14	0.11	0.07	-

$$LSD (\alpha = 0.05) = 0.15$$

$$LSD (\alpha = 0.10) = 0.13$$

Bijlage 5.

Vruchtgroei parameters en afgeleide parameters

Moment maximale diametergroei (C; dagnr), berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	38.92	52.38	73.42	88.81	99.91	122.96	76.44
3.0	40.17	55.20	71.99	84.08	102.92	116.18	76.99
5.0	42.44	54.35	71.84	92.00	103.06	111.47	78.22
gem	40.51	53.98	72.32	88.30	102.19	116.63	77.25

Gemiddelde maximale groeisnelheid (mm²/dag), berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	99.1	98.4	119.1	101.5	106.5	93.2	103.0
3.0	107.8	105.5	115.5	105.1	102.7	98.7	105.9
5.0	99.3	101.1	111.8	95.2	91.2	94.3	98.8
gem	102.1	101.7	115.5	100.6	100.1	95.4	102.6

Moment maximale oppervlaktegroei (dagnr), berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1.5	64.46	79.04	92.04	107.72	121.22	140.11	100.76
3.0	65.40	81.31	93.98	109.81	123.42	136.65	101.76
5.0	65.98	82.25	94.54	110.46	123.55	135.71	102.08
gem	65.28	80.86	93.52	109.33	122.73	137.49	101.54

Mate van symmetrie van groeisnelheidscurve (parameter D), berekend per tros en per EC behandeling

TROS EC	1	3	5	7	9	11	gem
1	1.128486	1.137746	1.219462	1.281907	1.238522	1.537112	1.249915
2	1.158117	1.158077	1.220011	1.170900	1.315030	1.295774	1.214879
3	1.188249	1.155705	1.195613	1.389297	1.263417	1.172151	1.227737
gem	1.158284	1.150509	1.210479	1.280702	1.274875	1.327239	1.230228

Bijlage 6.

Mineralgehaltenes in mmol/kg droge stof, B in umol/kg droge stof)
per tros en EC

Ca

TROS	1	5	7	9	gem
EC					
1.5	45	41	34	26	37
3.0	54	52	37	28	43
5.0	42	41	34	21	35
gem	47	45	35	25	38

K

TROS	1	5	7	9	gem
EC					
1.5	1502	1278	948	989	1179
3.0	1610	1288	1064	1051	1253
5.0	1534	1498	1142	1130	1326
gem	1549	1355	1051	1057	1253

Mg

TROS	1	5	7	9	gem
EC					
1.5	72	75	59	57	66
3.0	81	78	54	57	68
5.0	71	78	56	58	66
gem	75	77	56	57	66

B

TROS	1	5	7	9	gem
EC					
1.5	1.42	1.30	1.18	1.32	1.31
3.0	1.42	1.24	1.16	1.20	1.26
5.0	1.32	1.26	1.16	1.05	1.20
gem	1.40	1.27	1.17	1.19	1.26

% ds

TROS	1	5	7	9	gem
EC					
1.5	3.84	3.07	4.59	5.47	4.24
3.0	4.03	3.74	4.64	5.57	4.50
5.0	4.22	3.46	4.95	5.84	4.62
gem	4.03	3.42	4.73	5.63	4.45

Bijlage 7.

Tijdstip ontstaan zwelscheuren (dagnr), vergeleken met oogsttijdstip en moment max. diametergroei.

Vrucht	Zwelsch. (0-4)	Ontstaan (dagnr)	Oogst (dagnr)	Max.groei (dagnr)	t Oogst- ontstaan (dgn)	t Ontstaan- max.groei (dgn)
2	1	-	101	57	-	-
4	3	94	99	49	5	45
21	4	79	97	51	18	28
22	2	86	97	49	11	37
23	2	-	99	50	-	-
24	3	86	99	54	13	32
25	4	-	99	54	-	-
35	3	107	115	66	8	41
53	3	114	115	67	1	47
54	1	114	118	69	4	45
55	2	114	118	73	4	41
85	2	114	132	83	18	31
122	1	136	146	-	10	-
124	4	142	160	120	18	22
125	1	129	150	110	21	19
145	1	136	150	-	14	-
151	2	150	157	126	7	24
gem					11	34

Bijlage 8.

Datataset plantbelasting waarbij het gemiddelde is berekend,
uitgaande van de gemiddelde uitgroeiduur van de vruchten.

dag	kg per afdeling		plantbelasting	
	aanmaak cumulatief	produktie cumulatief	momentaan	gemiddeld
97	545.6	12.7	4.626	1.269
99	585.8	23.0	4.885	1.676
101	625.2	39.2	5.087	2.100
104	683.0	64.5	5.369	2.547
106	720.7	92.2	5.456	2.999
108	758.0	133.6	5.420	3.441
111	813.5	188.9	5.421	3.124
113	850.3	221.2	5.461	3.486
115	887.0	262.7	5.420	3.840
118	941.9	329.5	5.316	4.170
121	996.0	392.8	5.236	4.470
122	1013.9	441.2	4.971	4.280
125	1066.6	517.2	4.769	4.517
127	1101.1	584.1	4.488	4.706
129	1135.0	632.4	4.362	4.850
132	1184.6	680.8	4.373	4.951
134	1217.1	722.3	4.295	4.997
136	1249.0	777.6	4.092	4.947
140	1311.4	857.1	3.944	4.909
141	1326.8	905.5	3.657	4.841
146	1402.3	975.7	3.703	4.764
148	1431.9	1063.3	3.200	4.644
150	1460.8	1119.7	2.961	4.505
153	1502.5	1173.9	2.852	4.362
155	1528.4	1224.6	2.637	4.208
157	1552.3	1285.6	2.315	4.033
160	1583.6	1347.8	2.047	3.845
162	1601.2	1403.1	1.719	3.646
164	1616.0	1445.8	1.478	3.437

Bijlage 9.

Omgerekende stevigheidsparameters per tros en EC

breekkracht/elasticiteit

TROS EC	1	3	5	7	9	gem
1	5.65	0.00	6.83	7.17	8.13	6.94
2	4.99	0.00	7.08	8.66	6.66	6.85
3	5.32	0.00	8.47	8.62	9.26	7.92
gem	5.32	0.00	7.46	8.15	8.02	7.24

1/elasticiteit

TROS EC	1	3	5	7	9	gem
1	7.14	0.00	5.10	5.75	5.15	5.79
2	5.29	0.00	5.21	5.26	5.15	5.23
3	5.08	0.00	5.08	5.10	5.59	5.21
gem	5.84	0.00	5.13	5.37	5.30	5.41

elasticiteit/breekkracht

TROS EC	1	3	5	7	9	gem
1	0.177	0.000	0.146	0.140	0.123	0.147
2	0.200	0.000	0.141	0.116	0.150	0.152
3	0.188	0.000	0.118	0.116	0.108	0.132
gem	0.188	0.000	0.135	0.124	0.127	0.144

Bijlage 10.

Dataset zwelscheuren

dag, percentage, score (0-4)

97	93.47	3.08
99	93.42	3.23
101	93.37	2.78
104	83.97	2.16
106	86.16	2.14
108	90.14	2.60
111	78.79	1.71
113	72.07	1.58
115	60.18	1.39
118	54.67	0.93
121	36.37	0.56
122	18.04	0.25
125	12.59	0.15
127	8.79	0.10
129	6.56	0.08
132	7.16	0.09
134	5.04	0.06
136	2.70	0.03
140	2.75	0.04
141	4.31	0.06
146	3.86	0.05
148	10.88	0.16
150	15.09	0.23
153	27.73	0.50
155	33.62	0.69
157	36.13	0.85
160	44.87	1.03
162	44.28	0.98
164	44.01	0.90