



Scheuren van cherrytomaat op een bedrijf in 2002

STW project "Kwaliteitsregulatie bij Tomaat"

P.M. Tersteeg

Inhoudsopgave

pagina

1	Inleiding	5
2	Materiaal en Methoden	7
2.1	Materiaal	7
2.2	Methoden	7
2.2.1	Vaststellen verloop scheuren op praktijkbedrijf	7
2.2.2	Scheurtest	7
2.2.3	Vruchtparameters	7
2.2.4	Plantparameters en kasklimaat	9
3	Resultaten	11
3.1	Verloop scheuren op praktijkbedrijf	11
3.2	Betrouwbaarheid scheurtest	12
3.3	Vruchtkenmerken	13
3.3.1	Gewicht	13
3.3.2	Diameter	17
3.3.3	Gewicht kroontje en vruchtsteel	18
3.3.4	Refractie	19
3.3.5	Stevigheid schil - trektest	20
3.3.6	Stevigheid schil – priktest	22
3.3.7	Textuur en percentage sap vruchtvlees	25
3.3.8	Aantal zaden	27
3.3.9	Voorlopige modellen	28
3.4	Relatie scheuren met plantparameters en kasklimaat	31
3.4.1	Plantbelasting	31
3.4.2	Lengtegroei	32
3.4.3	Relatieve luchtvochtigheid	34
3.4.4	Temperatuur	36
3.4.5	Straling	37
3.4.6	EC in de mat	38
4	Discussie	39
4.1	Bruikbaarheid van de scheurtest	39
4.2	Kenmerken van scheurende vruchten	39
4.3	Model voor scheurgevoeligheid	42
4.4	Effecten van planteigenschappen en klimaat	43
	Conclusies	45
	Literatuur	47
	Bijlage 1 - <i>Hypothetisch model voor scheurgevoeligheid</i>	49

1 Inleiding

Met de komst van de trostomaat is de presentatie van onze producten sterk verbeterd. Maar vooral bij de zoetere typen als troscherrytomaten ligt scheuren altijd op de loer. Op veel bedrijven blijkt dat het scheuren van vruchten vrij plotseling en massaal kan optreden. De trossen moeten dan een voor een worden bijgeknipt. Dit kost productie, maar ook een hoop zorg en naloop op het bedrijf. Als pas in het handelskanaal blijkt dat de vruchten scheurgevoelig waren kan de schade nog veel groter worden. Hoewel scheuren vrij veel voorkomt, zijn er nog weinig exacte gegevens over beschikbaar. In dit onderzoek in het kader van het STW-project "Kwaliteitsregulatie bij Tomaat" werd daarom als eerste stap het optreden van scheuren op een bedrijf met troscherrytomaten (Conchita) nauwkeurig in kaart gebracht. Gedurende de hele teelt van het jaar 2002 werden hiervoor elke week waarnemingen in een telpaadje gedaan.

Ten tweede werd geprobeerd om een scheurgevoelige periode te voorspellen. Hiervoor is een (voorlopige) test ontwikkeld om de gevoeligheid van vruchten voor scheuren objectief vast te stellen (Tersteeg, 2002b). In deze test worden de vruchten geforceerd aan het scheuren gebracht. Onderzocht werd of de test hierdoor een kleine toename in de scheurgevoeligheid al kon detecteren terwijl in de kas nog geen vruchten scheurden.

Ten derde werd geprobeerd om inzicht te krijgen in de kenmerken van vruchten in scheurgevoelige perioden. Aan de hand van een literatuuronderzoek (Tersteeg, 2002a) is een voorlopig model voor scheuren opgesteld (Bijlage 1). Om (een gedeelte van) dit model te toetsen werden tijdens de teelt verschillende vruchtkenmerken gemeten, waaronder gewicht, refractie en schilstevigheid. Gedurende het onderzoek ontstond de indruk dat er een relatie was tussen de textuur van de vruchtwand en de scheurgevoeligheid. Om hier extra gegevens over te verzamelen werd in een aantal weken een compressietest uitgevoerd, waarbij verschillende textuureigenschappen van de schil werden vastgesteld. In eerder onderzoek is een verband gevonden tussen de kwaliteit van de zetting en de scheurgevoeligheid, bij slechte zetting scheurden meer vruchten (Kretchman en Howlett, 1970). Om een voorlopige indruk te krijgen van de rol van de zetting bij scheurgevoeligheid werd in een aantal weken het aantal zaden geteld. Het aantal zaden is hierbij als maat genomen voor de kwaliteit van de zetting. Tot slot is geprobeerd een koppeling te maken tussen het scheuren in de kas en op het bedrijf verzamelde teeltgegevens.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Materiaal

Wekelijks werden cherrytomaten van het ras Conchita betrokken van bedrijf A. In week 4 werd geplant, vanaf week 15 werden vruchten geoogst. Wekelijks werden vruchten opgehaald voor de scheurtest en het meten van verschillende vruchtparameters. De vruchten werden altijd op maandag geoogst en opgehaald, alleen in week 44 was dit op woensdag. Tot en met week 37 werden de vruchten altijd in hetzelfde pad (nummer 130) geoogst. Daarna werd af en toe uit een ander pad geoogst, omdat de oogstfrequentie afnam waardoor niet meer elke maandag uit pad 130 geoogst werd.

In het voorjaar was het blad sterk aangetast door mineervlieg, de problemen met mineervlieg begonnen in week 18 en waren maximaal in week 22. In week 33 werd uit een deel van de planten de kop gehaald, in week 39 werden alle overige planten gekopt. In week 47 werd ethrel toegepast. De uitgroeiduur was ongeveer zeven weken, maar werd na week 43 langer.

2.2 Methoden

2.2.1 Vaststellen verloop scheuren op praktijkbedrijf

Om inzicht te krijgen in het werkelijke verloop van het scheuren op het bedrijf werd wekelijks het percentage in de kas gescheurde vruchten berekend. In het paadje waaruit de voor de overige metingen gebruikte vruchten waren geoogst werd het aantal gescheurde vruchten geteld en het aantal geoogste vruchten geschat. Deze schatting werd gemaakt op basis van het aantal geoogste doosjes. Hierbij werd de aanname gedaan dat elk doosje een gewicht van 3.2 kg had. Aan de hand van het gemiddeld vruchtgewicht werd vervolgens een schatting gemaakt van het totale aantal geoogste vruchten.

2.2.2 Scheurtest

Scheuren werden opgewekt door vruchten in een waterbad met demiwater (25°C) te leggen. De kroonblaadjes werden onder water van de vrucht verwijderd om de kans op embolie zoveel mogelijk te beperken. Uit vooronderzoek bleek dat puntvruchten vrijwel nooit scheuren in de scheurtest. Daarom werden alleen de eerste negen vruchten aan de trossen gebruikt. Na 1 uur werd het percentage gescheurde vruchten bepaald. Er werden altijd minimaal 5 trossen gebruikt in de test. Vooraf gescheurde vruchten werden meegenomen in het testresultaat.

2.2.3 Vruchtparameters

Vruchtgewicht, vruchtdiameter en kroongewicht - Wekelijks werd van minimaal 5 trossen iedere vrucht gewogen. Vooraf gescheurde vruchten werden niet gewogen. Van de eerste 9 vruchten aan de trossen werden ook de kroontjes met de vruchtstelen gewogen. Hiertoe werden de vruchtstelen vlak langs de trossteel afgesneden. Van de eerste drie vruchten aan de trossen en de vruchtnummers 7 tot en met 9 werd wekelijks de diameter gemeten ($n=10$). De diameter werd altijd gemeten over de evenaar, aan het breedste deel van de vrucht.

Refractie - De refractie werd wekelijks gemeten. Hiertoe werden de vruchten met een staafmixer (FreeMix professional) fijn gemalen. De refractie van het verkregen sap werd wekelijks gemeten met de Atago digitale refractometer. Voor elke meting werden minimaal 10 vruchten gebruikt.

Stevigheid schil - Voor het meten van de stevigheid van de schil met de Instron druktrekbank zijn twee verschillende protocollen gebruikt. Één waarbij een schilstrip uit elkaar wordt getrokken (de 'trektest') en één waarbij een hele vrucht met een penvormige pluiner wordt aangeprikt (de 'priktest').

Trektest - Door Vincent (1982; 1983; 1990) zijn protocollen uitgewerkt waarbij weefsel uit elkaar wordt getrokken. Hierbij wordt het breukvlak geleid door kleine keepjes. Door de meting uit te voeren met inkepingen van verschillende lengte kan de keepgevoeligheid worden bepaald. Deze protocollen zijn gebruikt voor de ontwikkeling van een trektest voor de schil van tomaat (Robat, 2000; Tersteeg et al., 2001). Op basis van de ervaring die hierbij is opgedaan werd onderstaande testmethode opgesteld. Het maken van kepen van verschillende lengte bleek technisch nogal lastig te zijn. Daarom werd volstaan met een kleine keep van uniforme lengte. Over de evenaar van de vrucht werd een schilstrip van 40 bij 5 mm (lxb) genomen. De strip werd altijd precies tussen de schotten genomen. In het midden van de strip werd onder een binoculair met een scheermesje aan beide zijden een inkeping van 1 mm gemaakt. Daarna werd de strip direct tussen twee pneumatische klemmen van de Instron druktrekbank geklemd. De afstand tussen de klemmen was 20 mm. De strip werd met een snelheid van 2 mm/min uit elkaar getrokken totdat deze gebroken was. Er werd gebruik gemaakt van een 10 N meetcel. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de bij de trektest gebruikte berekeningen. Voor de trektest werden vruchten met de vruchtnummers 1 tot en met 3 en 7 tot en met 9 gebruikt (tot en met week 28; n=5, vanaf week 30; n=10).

Tabel 1 - Functie-instellingen in de methode voor de Instron trektest.

		nr.			
symbool	eenheid	functie	naam functie	onderste limiet	bovenste limiet
		-100	slack or pretension correction	0.0000001 kN	0.0001 kN
F	N	1.2	maximale kracht		
% strain	%	1.6	% strain bij maximale kracht (=uitrekking bij maximale kracht/20 mm *100%)		

Priktest - Tijdens deze test worden vruchten met een penvormige pluiner aangeprikt (Bourne, 1979). Deze test is door verschillende onderzoekers gebruikt voor het meten van de stevigheid van de schil (Adegoroye et al., 1989; Bakker, 1988; Bakker & Schilstra-van Veelen, 1989). Strikt genomen is de priktest onzuiver, omdat er verschillende componenten als spanning (engels: stress) en afschuifkrachten (engels: shear) gelijktijdig worden gemeten (Vincent, 1990). Maar omdat de priktest veel eenvoudiger uit te voeren is dan de hierboven beschreven trektest, werd besloten ook de priktest regelmatig uit te voeren. De priktest levert bovendien extra informatie op over de eigenschappen van de vrucht, namelijk de mate waarin de vrucht kan worden samengedrukt voordat de schil breekt (de compressie bij breuk Cb). Tijdens de priktest werden de vruchten aangeprikt met een penpluiner (diameter 2 mm), welke met een snelheid van 120 mm/min naar beneden bewoog. De vruchten werden altijd op een vaatbundel aangeprikt. Er werd een meetcel van 1 kN gebruikt. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de gebruikte berekeningen. De priktest werd vanaf week 25 wekelijks uitgevoerd met de vruchtnummers 4 tot en met 6 (tot en met week 27; n=10, vanaf week 28; n=minimaal 17).

Tabel 2 - Functie-instellingen in de methode voor de Instron priktest.

symbool	eenheid	nr.	functie naam functie	parameters
		-101	"slack or pretension and gauge length correction"	onderste limiet: 0.00001 N bovenste limiet: 0.0005 N
F	N	5.2	maximale kracht	fraction of maximum load = 1
E	mJ		energie bij maximale kracht	onderste limiet: verplaatsing = 0 bovenste limiet: verplaatsing bij $F=F_{max}$
C	mm	1.1	compressie bij maximale kracht	
D	mm	62.3	diameter	

Textuur en percentage sap vruchtvlees - Voor het meten van de textuur van de vruchtwand werd een compressietest uitgevoerd zoals beschreven in Verkerke et al. (2002). Met met een kurkboor werden uit elke vrucht een aantal ponsjes genomen uit het midden van de vrucht, tussen de schotten in. Op deze manier werden 40 ponsjes genomen uit minimaal 15 vruchten. Door de ponsjes voorzichtig over filtreerpapier te rollen werd aanhangend vocht verwijderd. Vier maal werden vijf ponsjes met de schil naar beneden onder een plunjer samengedrukt tot een kracht van 900 N met de Instron druktrembank. Hierbij werden de kracht bij breuk (Fbp) en de energie bij breuk (Ebp) gemeten. Voor bepaling van het percentage sap werd de meting nogmaals vier maal met vijf ponsjes uitgevoerd, maar werden de ponsjes tussen een lapje schermdoek (10x25 cm, Agratex, Ludvig Svensson) en twee gewogen filtreerpapierjes (Schleicher & Schuell, 23 SL, doorsnede 90 mm, dikte 0.43 mm) gelegd. Het schermdoek werd gebruikt om te voorkomen dat losse cellen in het papier terecht kwamen en werden meegewogen bij de bepaling van het percentage sap. Het percentage sap werd berekend als de toename in gewicht van de filtreerpapierjes door het uitgeperste sap, gedeeld door het versgewicht van de ponsjes. Tijdens deze meting werd ook de dikte van de vruchtwand (inclusief schil) gemeten (Dp, Dikte pericarp). Er werd gebruik gemaakt van een 1 kN meetcel en een platte plunjer van 80 mm doorsnede bij een balksnelheid van 60 mm/min. Deze metingen werden in totaal 9 maal uitgevoerd met de vruchtnummers 1 tot en met 3 en 7 tot en met 9.

Aantal zaden - In verschillende weken werd het aantal zaden geteld (n =minimaal 15).

Berekening kandidaatmodellen voor verklaren scheuren met vruchtparameters - Generalized linear models werden opgesteld met GENSTAT volgens de Rsearch en Fit procedures (Montgomery & Peck, 1992). In de berekeningen zijn in week 49 verzamelde gegevens niet meegenomen. In deze week scheurden weinig vruchten doordat deze door de toepassing van ethrel sneller doorkleurden en hierdoor eerder werden geoogst. Dit geldt ook voor alle in dit verslag getoonde waarden voor de correlatie coëfficiënt R en R^2 .

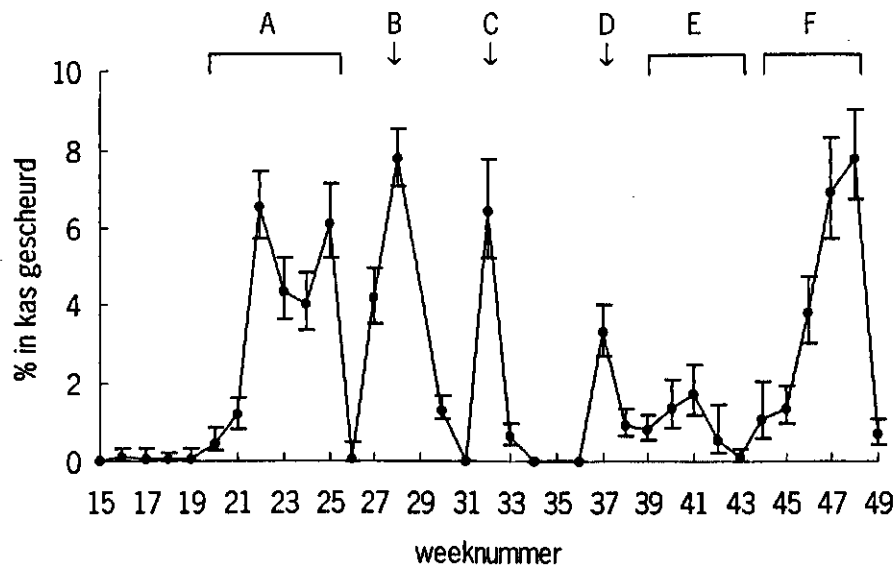
2.2.4 Plantparameters en kasklimaat

Op het bedrijf werden verschillende eigenschappen van de planten in de kas bijgehouden. Hiervoor werden wekelijks (op vrijdag) verschillende metingen gedaan aan twee groepen van 6 planten, elk in een ander deel van de kas. Ten eerste werd het totaal aantal gezette en geoogste vruchten bijgehouden, zodat de plantbelasting berekend kon worden. Om de lengtegroei vast te stellen werd wekelijks de lengte van de plant op de draad aangegeven. Aan de hand hiervan werd de lengtegroei per week (de afstand tussen twee streepjes op de draad) gemeten.

Ook werden de relatieve luchtvochtigheid, de temperatuur en de EC geregistreerd. Vanuit de computer in Naaldwijk werd de stralingssom gekopieerd. Voor de analyse van de klimaatgegevens werden weekgemiddelden (van zaterdag tot vrijdag) gebruikt.

3 Resultaten

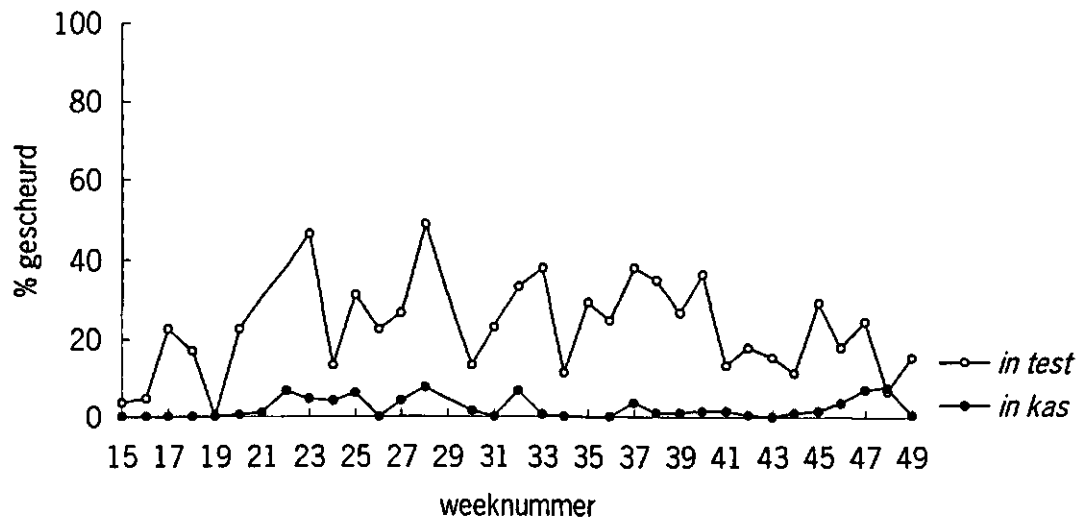
3.1 Verloop scheuren op praktijkbedrijf



Figuur 1 – Verloop van het scheuren in de kas op het praktijkbedrijf. De foutbalken geven het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor het percentage scheuren aan.

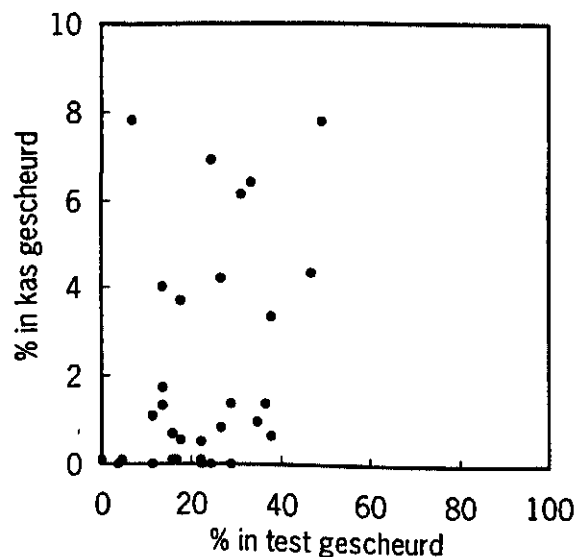
- Er waren verschillende perioden waarin veel vruchten scheurden (A – F).
- Over het hele jaar genomen was 2.3% van de geoogste vruchten gescheurd.
- Wanneer in de kas vruchten scheurden, waren dit vrijwel altijd de eerste vruchten aan de trossen (niet getoonde resultaten).
- Er ontstonden vrijwel alleen lengtescheuren vanuit het kroonlitteken, vanaf week 46 werden er ook enkele vruchten geoogst met breedtescheuren (over de evenaar van de vrucht; niet getoonde resultaten).

3.2 Betrouwbaarheid scheurtest



Figuur 2 – Verloop van het scheuren in de kas en het scheuren van verschillende vruchtnummers in de scheurtest.

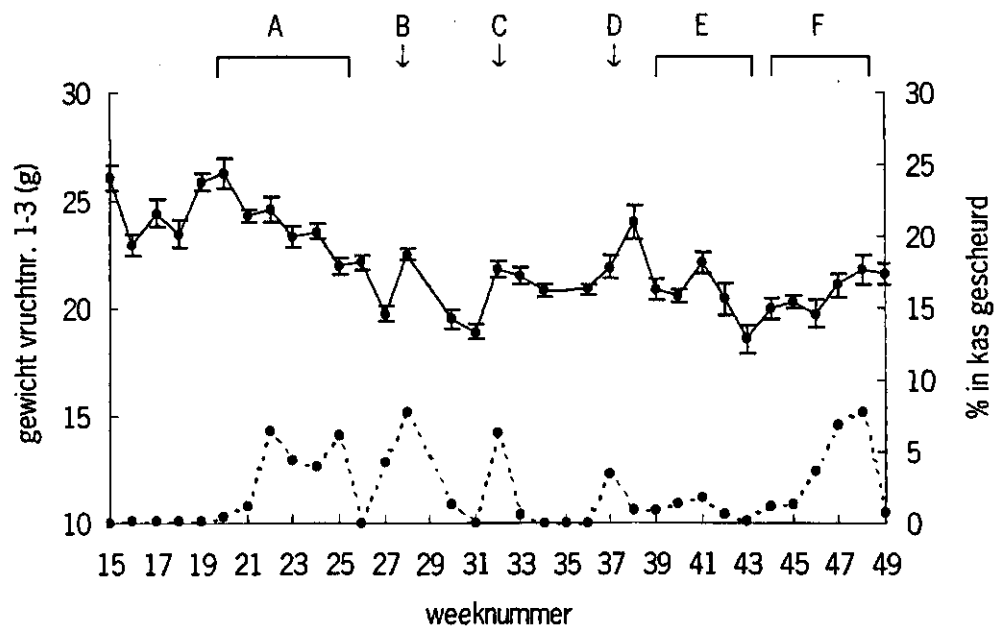
- Net als in de kas scheurden ook tijdens de test vooral de eerste vruchten aan de trossen (niet getoonde resultaten).
- Net als in de kas traden tijdens de test ook vrijwel alleen lengtescheuren op en scheurden er vanaf week 46 ook enkele vruchten over de evenaar (niet getoonde resultaten).
- De testresultaten kwamen niet goed overeen met het scheuren op het bedrijf (Figuur 2; Figuur 3).
- Aan de hand van deze resultaten is het niet mogelijk om betrouwbaar te kunnen voorspellen dat er een scheurgevoelige periode aankomt (Figuur 2).



Figuur 3 - Correlatie tussen percentage in de kas en in de test gescheurde vruchten ($R^2=0.13$).

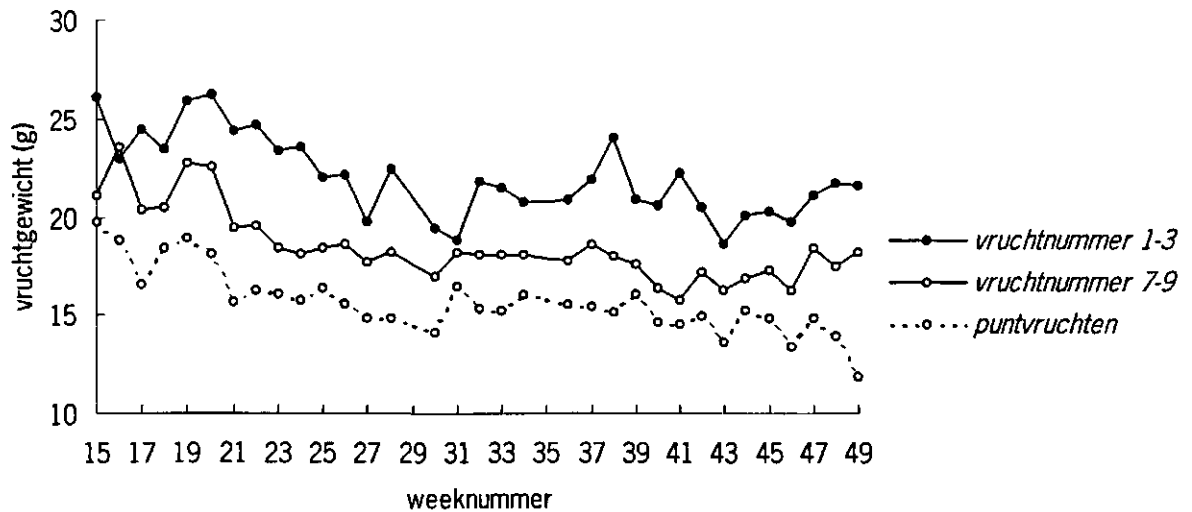
3.3 Vruchtkenmerken

3.3.1 Gewicht



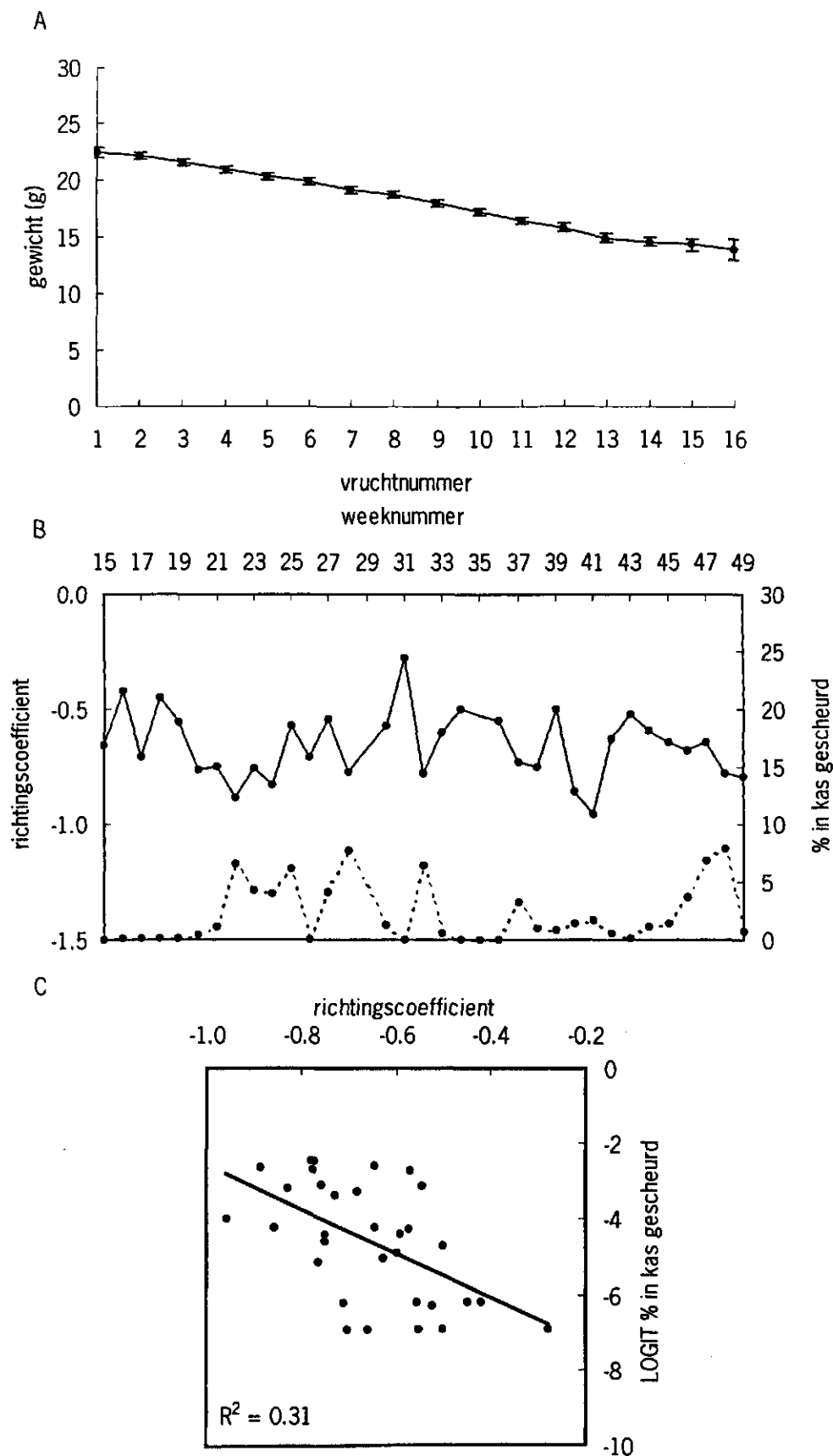
Figuur 4 – Verloop van het scheuren in de kas (onderbroken lijn, rechter y-as) en het gewicht ($\pm$ SE) van de eerste drie vruchten aan de trossen (ononderbroken lijn, linker y-as).

- Opvallend was dat het optreden van scheuren in periode B en C gepaard ging met een sterke toename van het gewicht van de eerste vruchten ten opzichte van de week ervoor.



Figuur 5 – Verloop van het vruchtgewicht van de eerste drie vruchten, vruchtnummer 7 tot en met 9 en de laatste drie vruchten (puntvruchten) aan de trossen.

- De sterke fluctuatie in gewicht werd vooral bij de eerste vruchten gevonden.
- Tot en met week 20 waren de vruchten gemiddeld zwaarder dan in de andere weken.
- Doordat er in deze eerste weken nauwelijks vruchten scheurden was er over de hele teelt genomen een zwakke negatieve correlatie tussen het percentage scheuren in de kas en het vruchtgewicht ($R=-0.20$ zie ook paragraaf 3.3.9; Tabel 6).
- Wanneer de data uit deze weken niet worden meegenomen in de analyse, was er een zwakke positieve correlatie tussen het percentage scheuren in de kas en het vruchtgewicht ($R=0.37$, zie ook paragraaf 3.3.9; Tabel 6).



Figuur 6 – A. Gewicht ($\pm$ SE) van verschillende vruchtnummers, gemiddeld over alle weken.
 B. Verloop van het scheuren in de kas (onderbroken lijn, rechter y-as) en de met lineaire regressie-analyse verkregen richtingscoëfficiënt van gewichtsverloop binnen tros (ononderbroken lijn, linker y-as).
 C. Correlatie tussen percentage in de kas gescheurde vruchten (na LOGIT-transformatie) en richtingscoëfficiënt.

- Het vruchtgewicht nam vrijwel lineair af met het vruchtnummer (Figuur 7A).

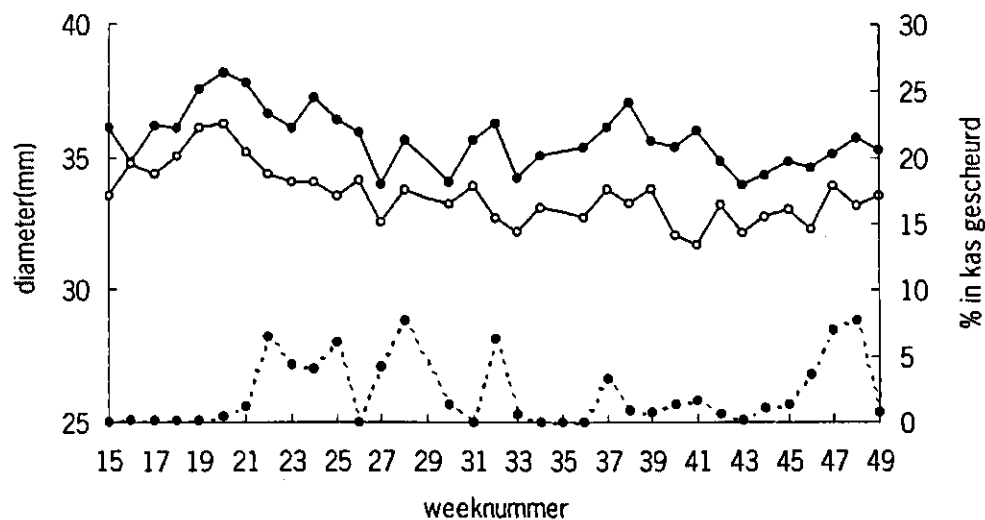
Per week werd voor elke tros de lineaire regressielijn berekend;

$$\text{vruchtgewicht} = \text{constante (B)} + \text{richtingscoëfficiënt (C)} * \text{vruchtnummer}$$

Met lineaire regressielijnen kon 89% van de variatie in vruchtgewicht tussen vruchtnummers worden verklaard.

- De waarde voor de richtingscoëfficiënt varieerde per week (Figuur 7B).
- Er was een (zwakke) negatieve correlatie tussen het percentage op het bedrijf gescheurde vruchten en de richtingscoëfficiënt (Figuur 7C). Er scheurden dus over het algemeen meer vruchten naarmate het verschil in gewicht tussen de vruchten aan de trossen groter was.

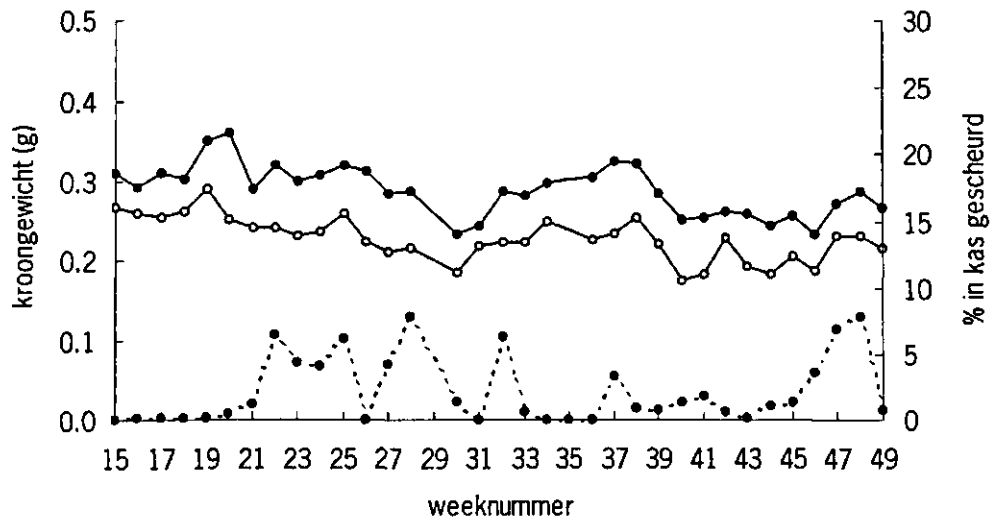
3.3.2 Diameter



Figuur 7 – Verloop van het scheuren in de kas (onderbroken lijn, rechter y-as) en de diameter (ononderbroken lijnen, linker y-as) van de eerste drie vruchten aan de trossen (dichte symbolen) en vruchtnummer 7 tot en met 9 (open symbolen).

- Er was geen correlatie tussen het verloop van de vruchtdiameter tijdens de teelt en het verloop van het scheuren op het bedrijf ($R = 0.06$ voor vruchtnummer 1-3 en $R = -0.11$ voor vruchtnummer 7-9).
- De vruchtdiameter was sterk gecorreleerd aan het vruchtgewicht ($R = 0.82$ voor vruchtnummer 1-3 en $R = 0.84$ voor vruchtnummer 7-9).

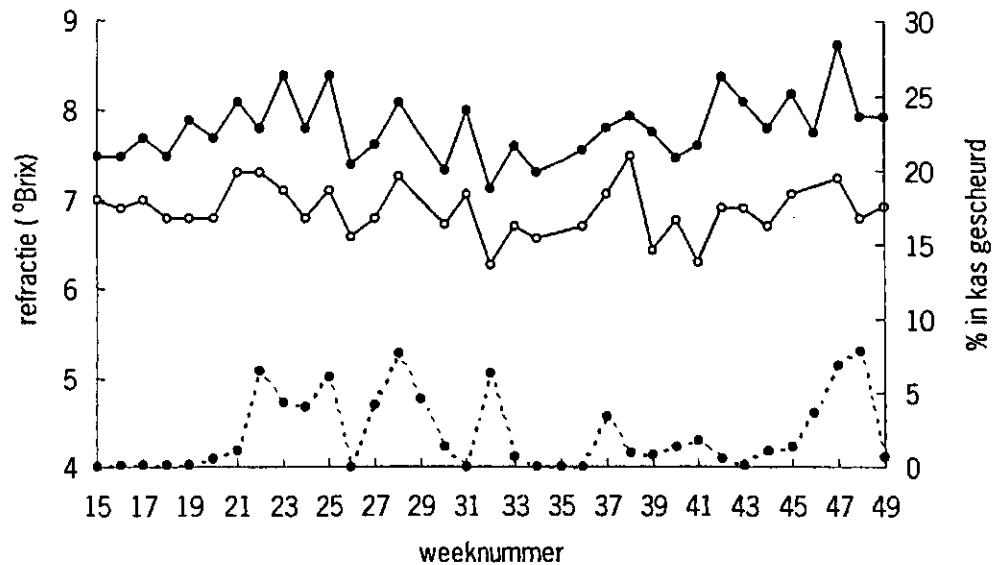
3.3.3 Gewicht kroontje en vruchtsteel



Figuur 8 – Verloop van het scheuren in de kas (onderbroken lijn, rechter y-as) en het gewicht van de kroontjes met vruchtsteel (ononderbroken lijnen, linker y-as) van de eerste drie vruchten aan de trossen (dichte symbolen) en vruchtnummer 7 tot en met 9 (open symbolen).

- Het kroongewicht varieerde tijdens de teelt maar er was geen correlatie met het scheuren op het bedrijf ($R=0.01$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=-0.07$ voor vruchtnummer 7-9).
- Het kroongewicht was wel sterk gecorreleerd aan het vruchtgewicht ($R=0.80$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=0.82$ voor vruchtnummer 7-9).

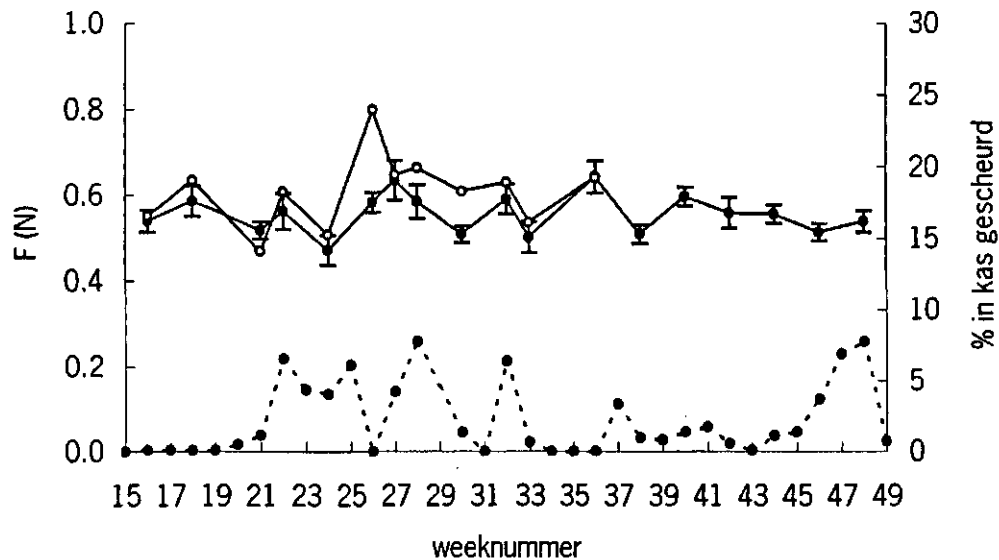
3.3.4 Refractie



Figuur 9 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de refractie (ononderbroken lijnen, linker y-as) van de eerste drie vruchten van de trossen (dichte symbolen) en vruchtnummers 7 tot en met 9 (open symbolen).

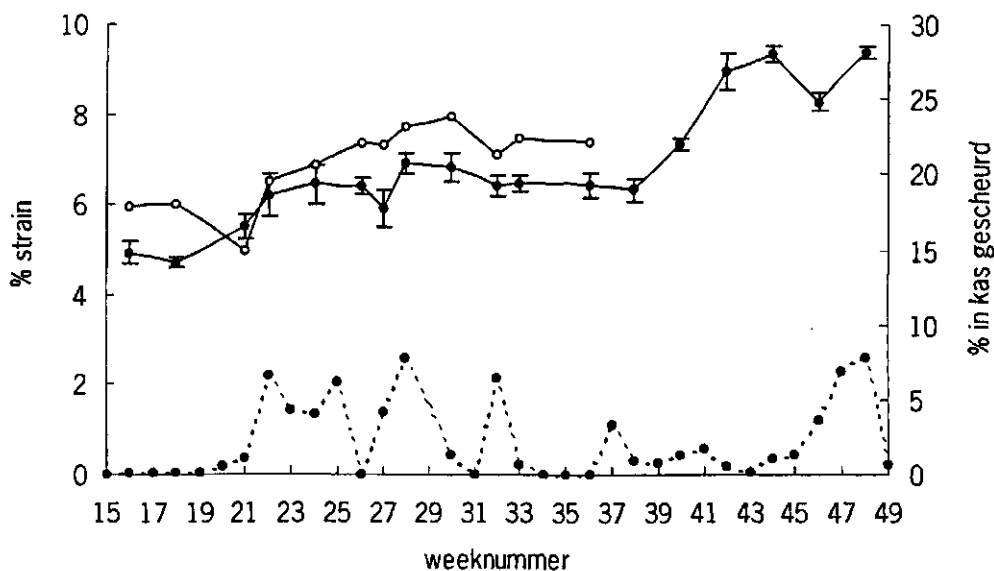
- De refractie varieerde sterk tijdens de teelt.
- De refractie van de eerste drie vruchten was altijd hoger dan die van vruchtnummer 7, 8 en 9.
- Er was een zwak positieve correlatie tussen het percentage op het bedrijf gescheurde vruchten en de refractie van met de eerste drie vruchten aan de trossen ($R=0.34$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=0.23$ voor vruchtnummer 7-9).
- Er was geen sterke correlatie tussen de refractie en het gewicht ($R=-0.06$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=0.21$ voor vruchtnummer 7-9).

3.3.5 Stevigheid schil - trektest



Figuur 10 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en met de trektest gemeten maximale kracht F ($\pm$ SE; ononderbroken lijn, linker y-as) van de eerste drie vruchten van de trossen (dichte symbolen) en vruchtnummers 7 tot en met 9 (open symbolen). Tot en met week 28; $n=5$ en $LSD=0.10$, vanaf week 30; $n=10$ en $LSD=0.09$.

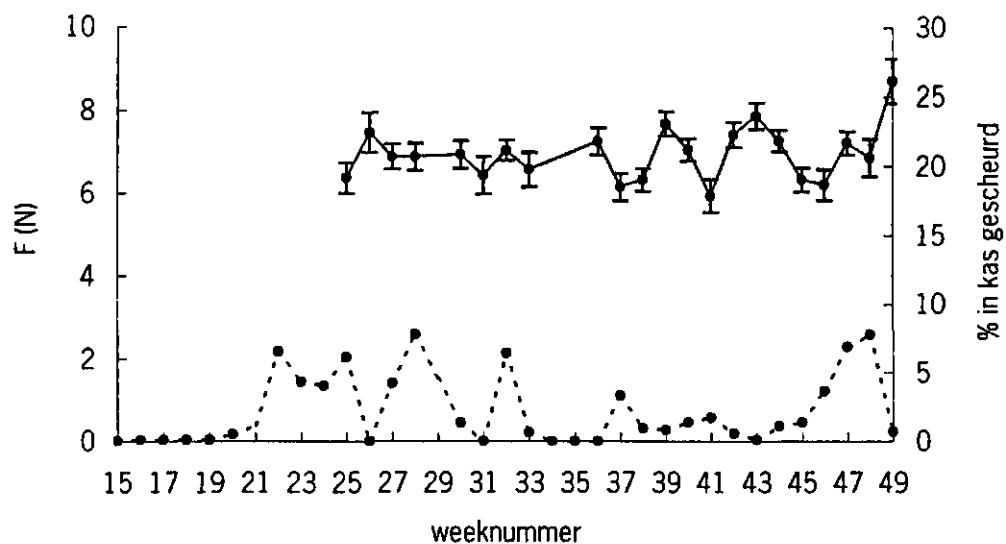
- In week 26 en 30 werd een hogere kracht gemeten aan de vruchtnummers 7 tot en met 9 dan aan de eerste drie vruchten aan de trossen (Figuur 10). In deze weken waren de vruchtnummers 7 tot en met 9 minder ver doorgekleurd dan in andere weken.
- De kracht die maximaal op de schil kan worden uitgeoefend varieerde in de tijd, maar was niet gecorreleerd aan het percentage in de kas gescheurde vruchten ($R=0.04$ voor zowel vruchtnummer 1-3 als 7-9).
- Er was geen sterke correlatie tussen de gemeten kracht en het vruchtgewicht ($R=-0.27$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=-0.22$ voor vruchtnummer 7-9).



Figuur 11 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en met de trektest gemeten percentage strain ($\pm$ SE; ononderbroken lijn, linker y-as) van de eerste drie vruchten van de trossen (dichte symbolen) en vruchtnummers 7 tot en met 9 (open symbolen). Tot en met week 28; $n=5$ en $LSD=1.0$, vanaf week 30; $n=10$ en $LSD=0.7$.

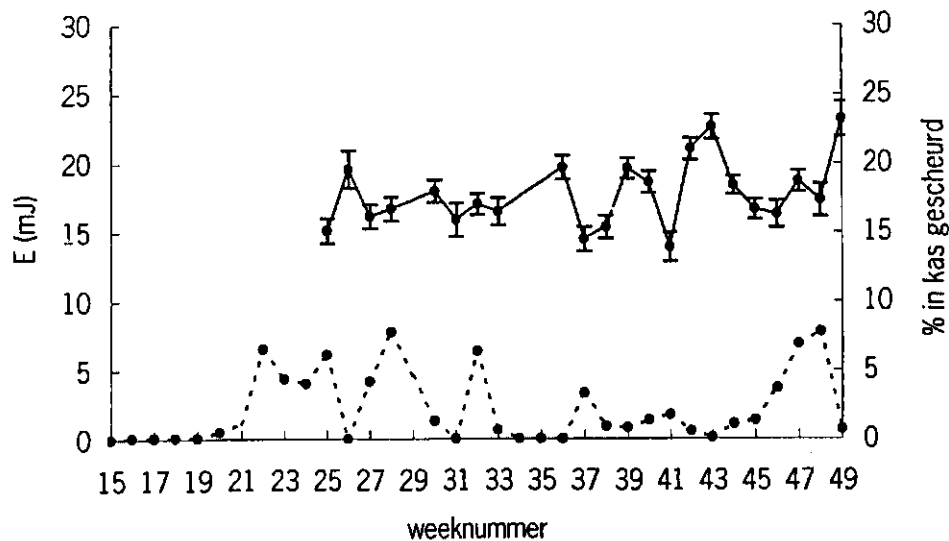
- Het percentage strain was in het voorjaar laag, vrijwel constant in de zomer en nam vanaf week 40 opnieuw sterk toe. Aan het einde van het teeltseizoen was de schil tijdens de trektest dus verder uitgerekt voordat breuk plaatsvond.
- De vruchtnummers 7 tot en met 9 hadden over het algemeen een iets hoger percentage strain dan de eerste drie vruchten aan de trossen.
- Er was geen sterke correlatie tussen het scheuren op het bedrijf en het percentage strain ($R=0.25$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=0.24$ voor vruchtnummer 7-9).
- Er was een negatieve correlatie tussen het percentage strain en het vruchtgewicht ($R=-0.54$ voor vruchtnummer 1-3 en $R=-0.69$ voor vruchtnummer 7-9).

3.3.6 Stevigheid schil – priktest

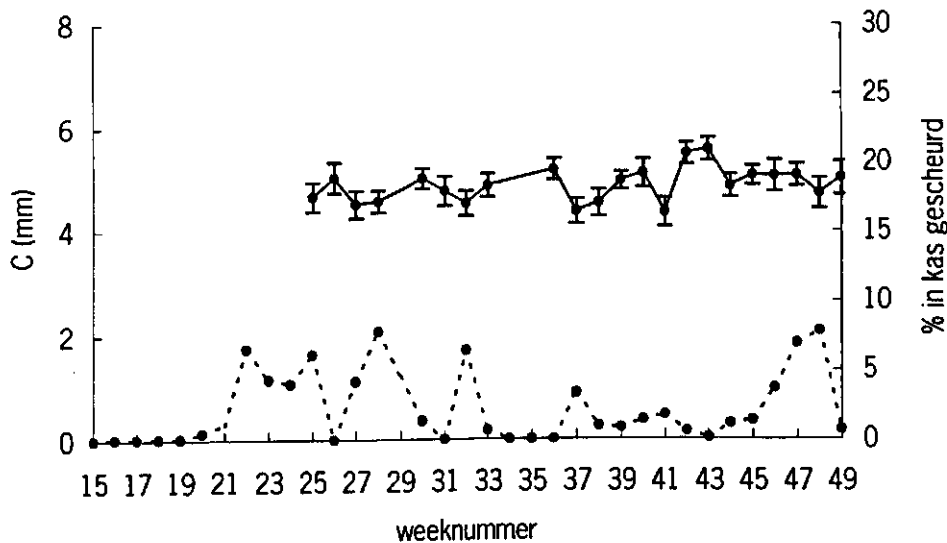


Figuur 12 - Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en met de priktest gemeten maximale kracht F ($\pm$ SE) van vrucht nummer 4 tot en met 6 (ononderbroken lijn, linker y-as). Tot en met week 27; $n=10$, er zijn geen significante verschillen tussen deze weken. Vanaf week 28; $n=\text{minimaal } 17$ en $\text{LSD}=0.6$.

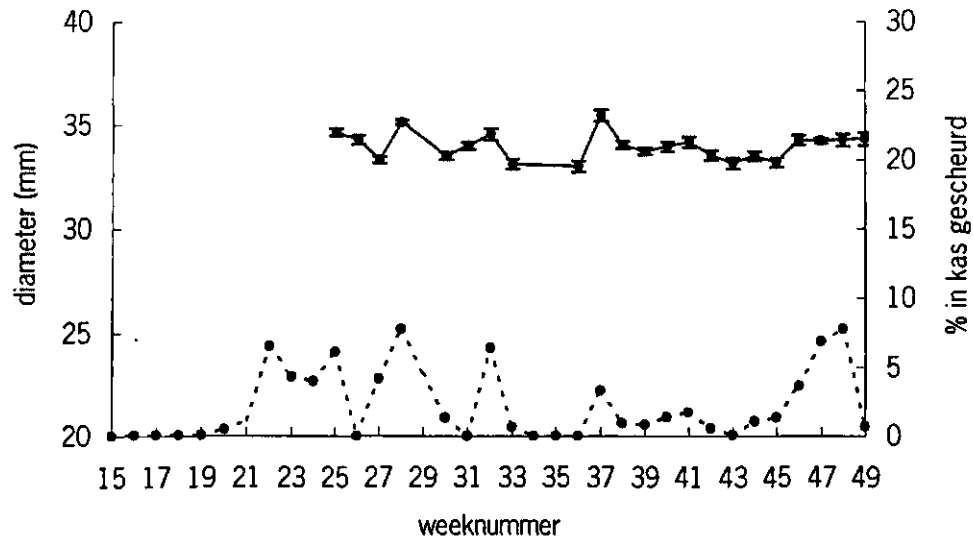
- Er was geen sterke correlatie tussen het scheuren in de kas en de met de priktest gemeten kracht F die maximaal met de penplunjer op de vrucht kon worden uitgeoefend ($R=-0.18$).
- Er was een zwakke negatieve correlatie tussen F en de diameter ($R=-0.37$).



Figuur 13 - Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en met de priktest aan vruchtnummer 4 tot en met 6 gemeten energie E ($\pm$ SE; ononderbroken lijn, linker y-as). Tot en met week 27; $n=10$, er zijn geen significante verschillen tussen deze weken. Vanaf week 28; n =minimaal 17 en $LSD=2.4$.



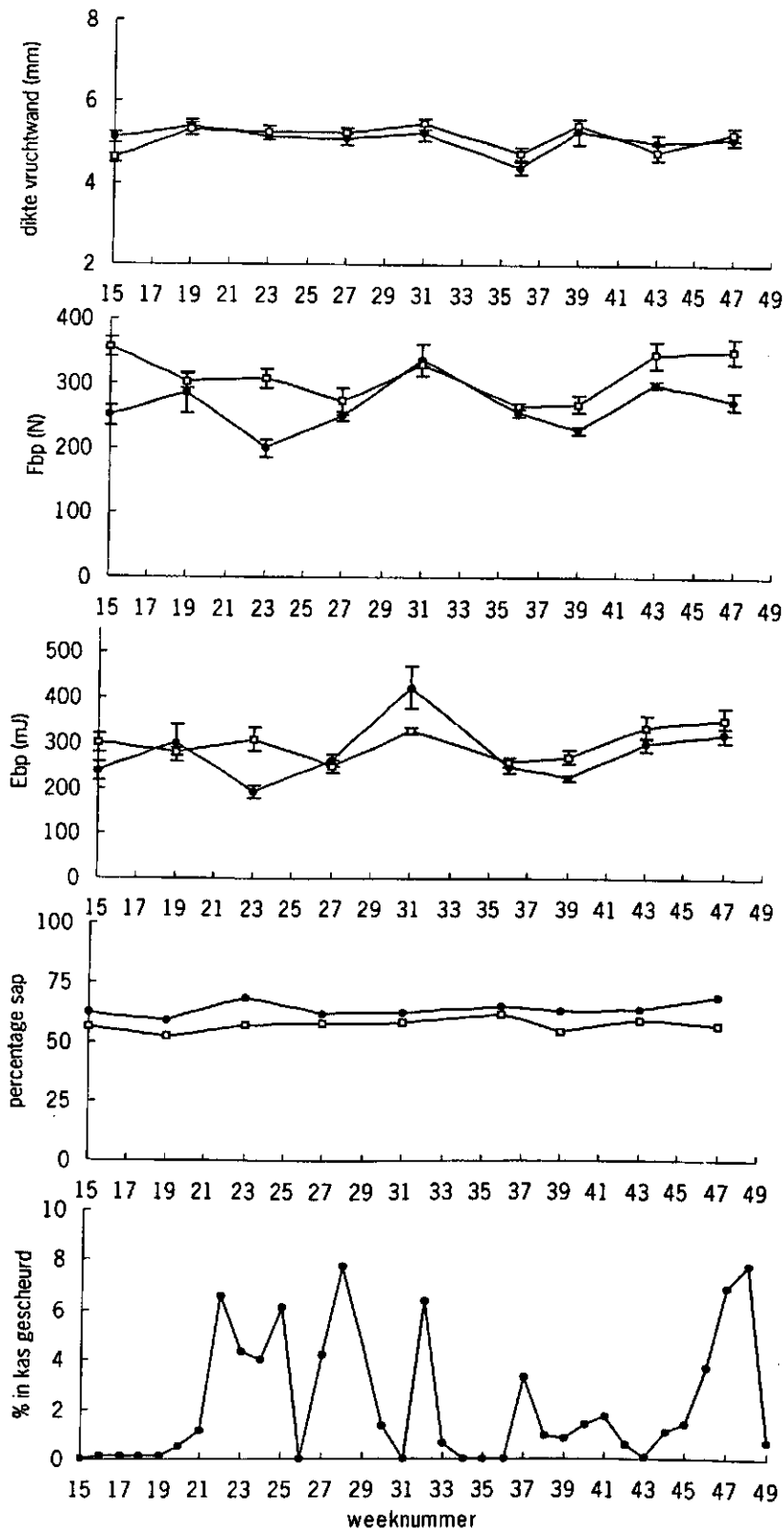
Figuur 14 - Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en met de priktest aan vruchtnummer 4 tot en met 6 gemeten compressie C ($\pm$ SE; ononderbroken lijn, linker y-as). Tot en met week 27; $n=10$, er zijn geen significante verschillen tussen deze weken. Vanaf week 28; n =minimaal 17 en $LSD=0.34$.



Figuur 15 - Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en met de priktest aan vruchtnummer 4 tot en met 6 gemeten vruchtdiameter ($\pm$ SE; ononderbroken lijn, linker y-as). Tot en met week 27; $n=10$ en $LSD=0.99$. Vanaf week 28; $n=\text{minimaal } 17$ en $LSD=0.85$.

- Er was een zwakke negatieve correlatie tussen het scheuren in de kas en de energie ($R=-0.33$).
- Er was een negatieve correlatie tussen het scheuren in de kas en de compressie: de mate waarin de vrucht was ingedrukt op het moment dat de maximale kracht was bereikt ($R=-0.44$).
- De energie was sterk gecorreleerd aan de kracht ($R=0.93$) en de compressie ($R=0.87$).
- Er was een negatieve correlatie tussen de diameter en de energie ($R=-0.49$) en de diameter en de compressie ($R=-0.58$).

3.3.7 Textuur en percentage sap vruchtvlees



Figuur 16 – Verloop van het scheuren in de kas en met de Instron druktrembank gemeten dikte vruchtwand ($\pm$ SE), kracht Fbp en energie Ebp bij breuk vruchtwand en percentage uit de vruchtwand geperst sap van de eerste drie vruchten aan de trossen (dichte symbolen) en de vruchtnummers 7-9 (open symbolen).

- De dikte van de vruchtwand varieerde niet veel, maar was het laagst in week 36.
- De kracht bij breuk van de vruchtwand Fbp varieerde wel veel. Fbp was het hoogst in week 31 en het laagst in week 23 en 39.
- Het verloop van de energie bij breuk Ebp was vergelijkbaar met het verloop van Fbp.
- Het percentage sap van de eerste drie vruchten aan de trossen was het hoogst in de weken 23 en 47.
- De eerste drie vruchten aan de trossen hadden altijd een hoger percentage sap dan de vruchtnummers 7 tot en met 9. Bij de andere gemeten parameters was geen consequent verschil tussen vruchtnummers.

Tabel 3 - Correlatie coëfficiënt R tussen percentage in de kas gescheurde vruchten (na LOGIT-transformatie) en met de Instron druktrembank gemeten parameters aan de vruchtwand van de eerste drie vruchten aan de trossen en vruchtnummer 7-9 (7 vrijheidsgraden).

		LOGIT % in kas gescheurd
dikte vruchtwand	vruchtnummer 1-3	0.21
dikte vruchtwand	vruchtnummer 7-9	0.43
kracht bij breuk vruchtwand	vruchtnummer 1-3	-0.52
kracht bij breuk vruchtwand	vruchtnummer 7-9	-0.13
energie bij breuk vruchtwand	vruchtnummer 1-3	-0.31
energie bij breuk vruchtwand	vruchtnummer 7-9	0.07
percentage sap	vruchtnummer 1-3	0.58
percentage sap	vruchtnummer 7-9	-0.15

- De hoogste correlaties werden gevonden tussen het percentage in de kas gescheurde vruchten en de kracht bij breuk van de vruchtwand en het percentage uit de vruchtwand geperst sap van de eerste drie vruchten aan de trossen.

3.3.8 Aantal zaden

Tabel 4 – Aantal zaden van vruchtnummer 4-6 in verschillende weken (n=24 in week 28, n=15 in overige weken). Tevens is het percentage in de kas gescheurde vruchten, het gemiddelde gewicht van de vruchtnummers 4-6 en de richtingscoëfficiënt voor het verloop van het vruchtgewicht weergegeven.

week	% in kas gescheurd	aantal zaden ($\pm$ SE)	gewicht (g) ($\pm$ SE)	richtingscoëfficiënt
27	4.2	96 ($\pm$ 2)	19.0 ($\pm$ 0.4)	-0.55 ($\pm$ 0.05)
28	7.8	96 ($\pm$ 1)	20.7 ($\pm$ 0.2)	-0.77 ($\pm$ 0.02)
30	1.3	91 ($\pm$ 3)	18.8 ($\pm$ 0.5)	-0.57 ($\pm$ 0.04)
32	6.4	94 ($\pm$ 4)	19.6 ($\pm$ 0.5)	-0.78 ($\pm$ 0.06)
37	3.3	104 ($\pm$ 2)	20.8 ($\pm$ 0.7)	-0.73 ($\pm$ 0.16)

- In week 37 hadden de vruchten de meeste zaden, in week 30 de minste.
- Er was geen duidelijke relatie tussen het aantal zaden van vruchtnummer 4-6 en het percentage scheuren.
- Er lijkt een positief verband te zijn tussen aantal zaden en het vruchtgewicht.
- Er was geen duidelijke relatie tussen het aantal zaden van vruchtnummer 4-6 en de richtingscoëfficiënt.

Tabel 5 – Aantal zaden van verschillende vruchtnummers in week 30 en 32 (n=minimaal 15). Tevens is het percentage in de kas gescheurde vruchten en het gemiddelde gewicht van de vruchtnummers weergegeven.

week	% in kas gescheurd	vruchtnummer	aantal zaden ($\pm$ SE)	gewicht (g) ($\pm$ SE)
30	1.3	1-3	89 ($\pm$ 3)	19.5 ($\pm$ 0.4)
		4-6	91 ($\pm$ 3)	18.8 ($\pm$ 0.5)
		7-9	85 ($\pm$ 2)	17.0 ($\pm$ 0.4)
		10 en hoger	82 ($\pm$ 3)	14.3 ($\pm$ 0.4)
32	6.4	1-3	97 ($\pm$ 2)	21.8 ($\pm$ 0.4)
		4-6	94 ($\pm$ 4)	19.6 ($\pm$ 0.5)
		7-9	86 ($\pm$ 2)	18.1 ($\pm$ 0.5)
		10 en hoger	80 ($\pm$ 2)	15.0 ($\pm$ 0.5)

- In week 32 hadden de eerste vruchten meer zaden dan in week 30.
- In week 32 waren deze vruchten veel zwaarder, was het gewichtverloop groter (Tabel 4) en scheurden in de kas meer vruchten dan in week 30.

3.3.9 Voorlopige modellen

In kandidaat modellen bleken de met de priktest gemeten kracht en de energie belangrijke predictoren. Omdat deze meting pas vanaf week 25 werd uitgevoerd, zijn de data uit de periode voor week 25 niet gebruikt voor de berekening van kandidaatmodellen. Met name in de laatste oogstweken gaven kandidaat modellen vaak een slechte voorspelling. Omdat in deze periode andere omstandigheden kunnen hebben geleid tot scheuren dan in andere weken (zie paragraaf 4.2) zijn uiteindelijk alleen de resultaten tot en met week 44 gebruikt voor de berekeningen (Tabel 6; Tabel 7).

Tabel 6 - Correlatiecoëfficiënt R tussen percentage in de kas gescheurde vruchten (na LOGIT-transformatie) en de aan verschillende vruchtnummers gemeten vruchtkenmerken met alle data, resp. alleen de data uit de periode tussen week 25 en 44.

parameter	vruchtnummer	LOGIT % in kas gescheurd	
		R alle weken	R week 25 t/m 44
gemiddeld gewicht	alle	-0.32	0.22
gewicht	1	-0.04	0.33
gewicht	2	-0.07	0.31
gewicht	3	-0.12	0.39
gewicht	4	-0.08	0.44
gewicht	5	-0.19	0.30
gewicht	6	-0.20	0.21
gewicht	7	-0.25	0.31
gewicht	8	-0.34	-0.04
gewicht	9	-0.43	-0.21
gewicht	10	-0.40	-0.04
gewicht	11	-0.43	-0.11
gewicht	12	-0.47	-0.20
richtingscoëfficiënt	n.v.t.	-0.56	-0.50
diameter	1-3	-0.04	0.19
diameter	7-9	-0.19	-0.09
kroongewicht	1-3	-0.12	0.10
kroongewicht	7-9	-0.27	-0.04
refractie	1-3	0.36	0.13
refractie	7-9	0.20	0.12
F (priktest)*	4-6	-0.34	-0.39
E (priktest)*	4-6	-0.47	-0.53
C (priktest)*	4-6	-0.50	-0.62
D (priktest)*	4-6	0.52	0.53

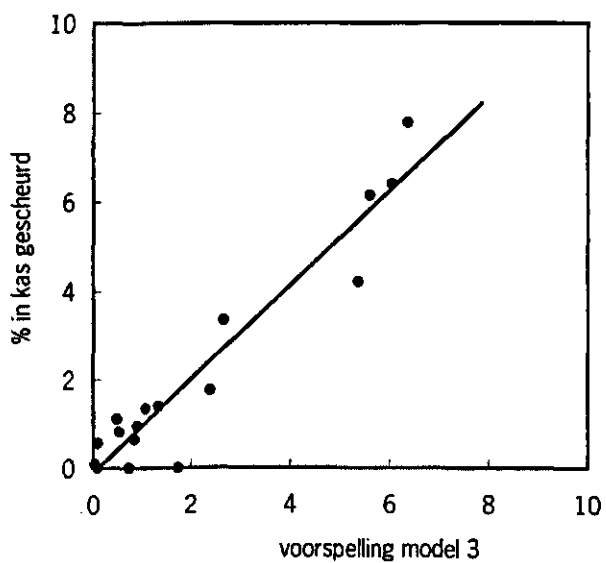
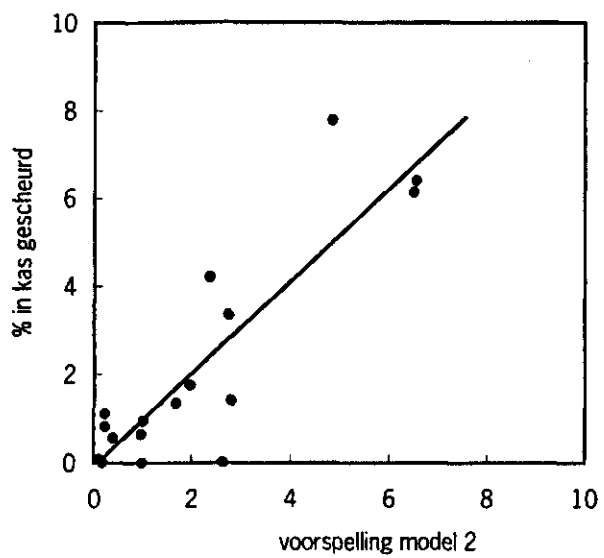
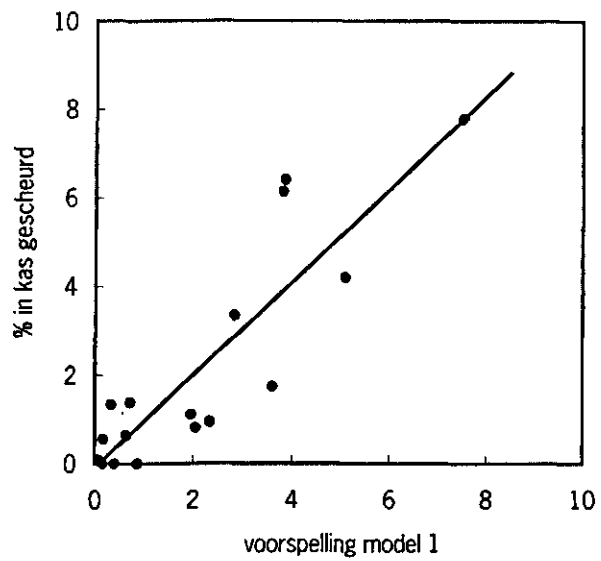
*De priktest werd vanaf week 25 uitgevoerd. Hierbij werden de maximale kracht F, energie E, compressie C en vruchtdiameter D gemeten.

- Tussen week 25 en 44 was het scheuren in de kas het sterkst gecorreleerd aan het gewicht en de diameter van vruchten in het midden van de trossen.
- Ook was het scheuren in de kas gecorreleerd aan de richtingscoëfficiënt voor het verloop van het vruchtgewicht en de met de priktest gemeten energie E en compressie C.

Tabel 7 – Multiële regressie modellen met vruchtparameters als predictoren voor het percentage in de kas gescheurde vruchten (na LOGIT-transformatie).

model	constante	predictoren							R^2_{adj}	C_p
		F (priktest)	E (priktest)	refractie vrucht 1-3	richtings- coëfficiënt	gewicht vrucht 6	gewicht vrucht 7	gewicht vrucht 9		
1	-26.47	5.52	-1.54	1.12	-3.36				63%	5.5
2	-21.26					0.89	1.65	-1.74	61%	5.4
3	-22.22	3.45	-0.96			0.89	0.921	-1.35	74%	3.2

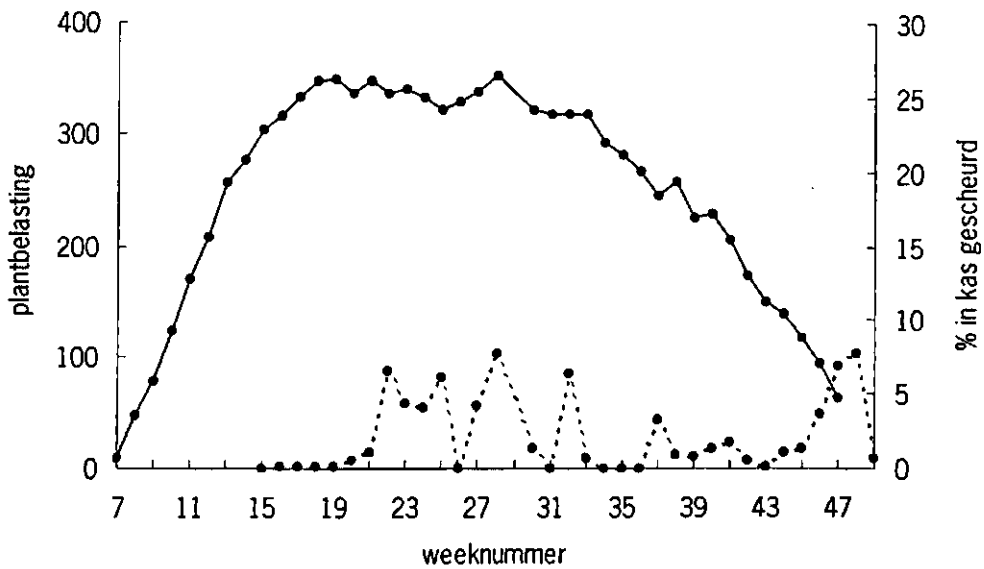
- In de multiële regressie analyse (Rsearch) kwamen de met de priktest gemeten kracht en energie, de refractie en de richtingscoëfficiënt voor het verloop van het vruchtgewicht naar voren als betrokken factoren (Tabel 7; Figuur 17).
- De variatie in het percentage scheuren (tussen week 25 en 44) kon voor 61% worden verklaard door een model met het gewicht van vruchtnummer 6, 7 en 9 (Tabel 7; Figuur 17).
- Door in model 1 de richtingscoëfficiënt en de refractie te vervangen door het gewicht van vrucht 6, 7 en 9 stijgt R^2_{adj} van 63 tot 74% (Tabel 7; Figuur 17).



Figuur 17 – Correlatie tussen het percentage scheuren in de kas en de door de drie kandidaat modellen voorspelde waarde.

3.4 Relatie scheuren met plantparameters en kasklimaat

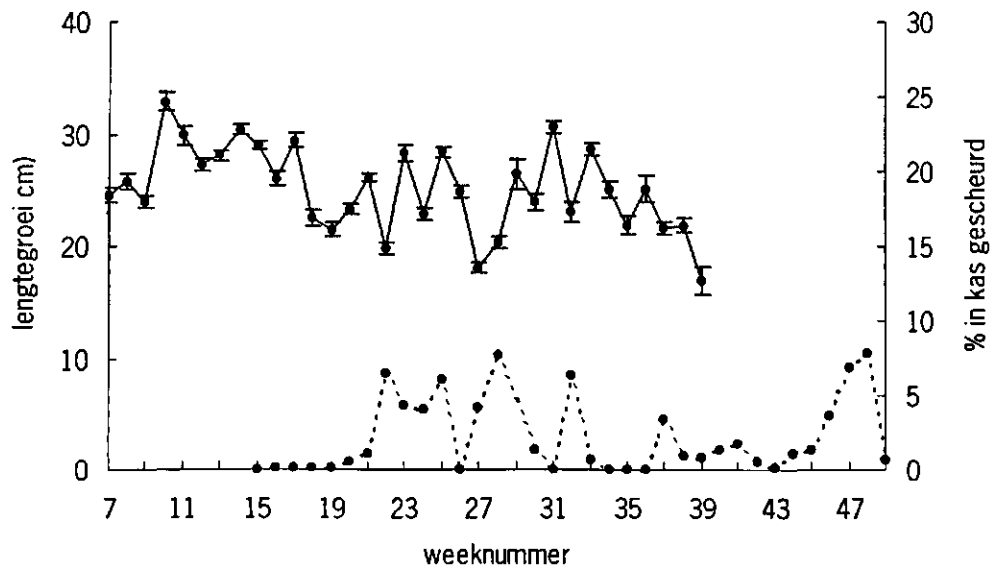
3.4.1 Plantbelasting



Figuur 18 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de plantbelasting (aantal vruchten per plant; ononderbroken lijn, linker y-as).

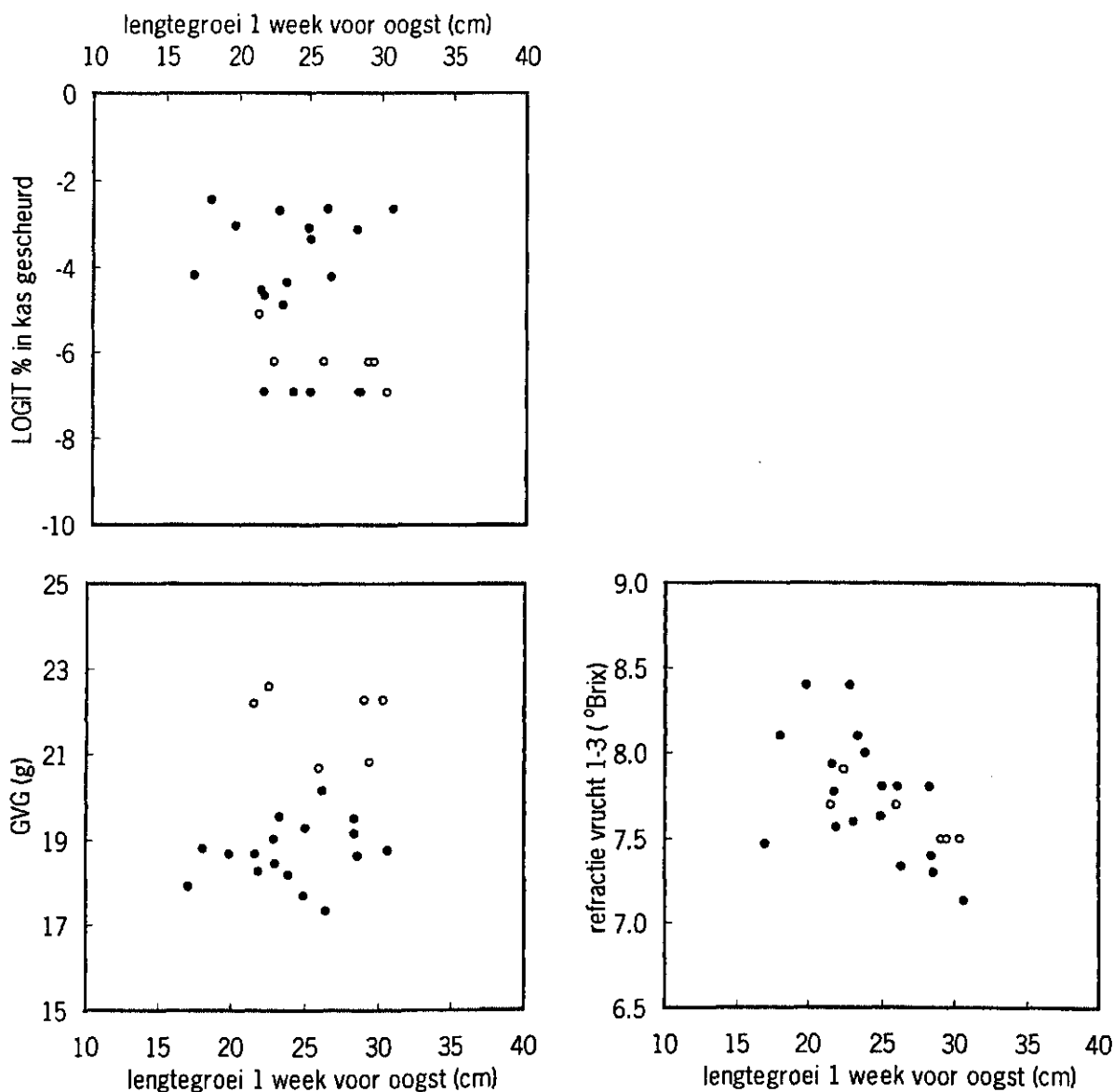
- Tot week 13 nam de plantbelasting sterk toe, daarna bleef de plantbelasting langzaam toenemen tot week 18.
- Na week 39 nam de plantbelasting sterk af.

3.4.2 Lengtegroei



Figuur 19 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de lengtegroei ($\pm$ SE; ononderbroken lijn, linker y-as).

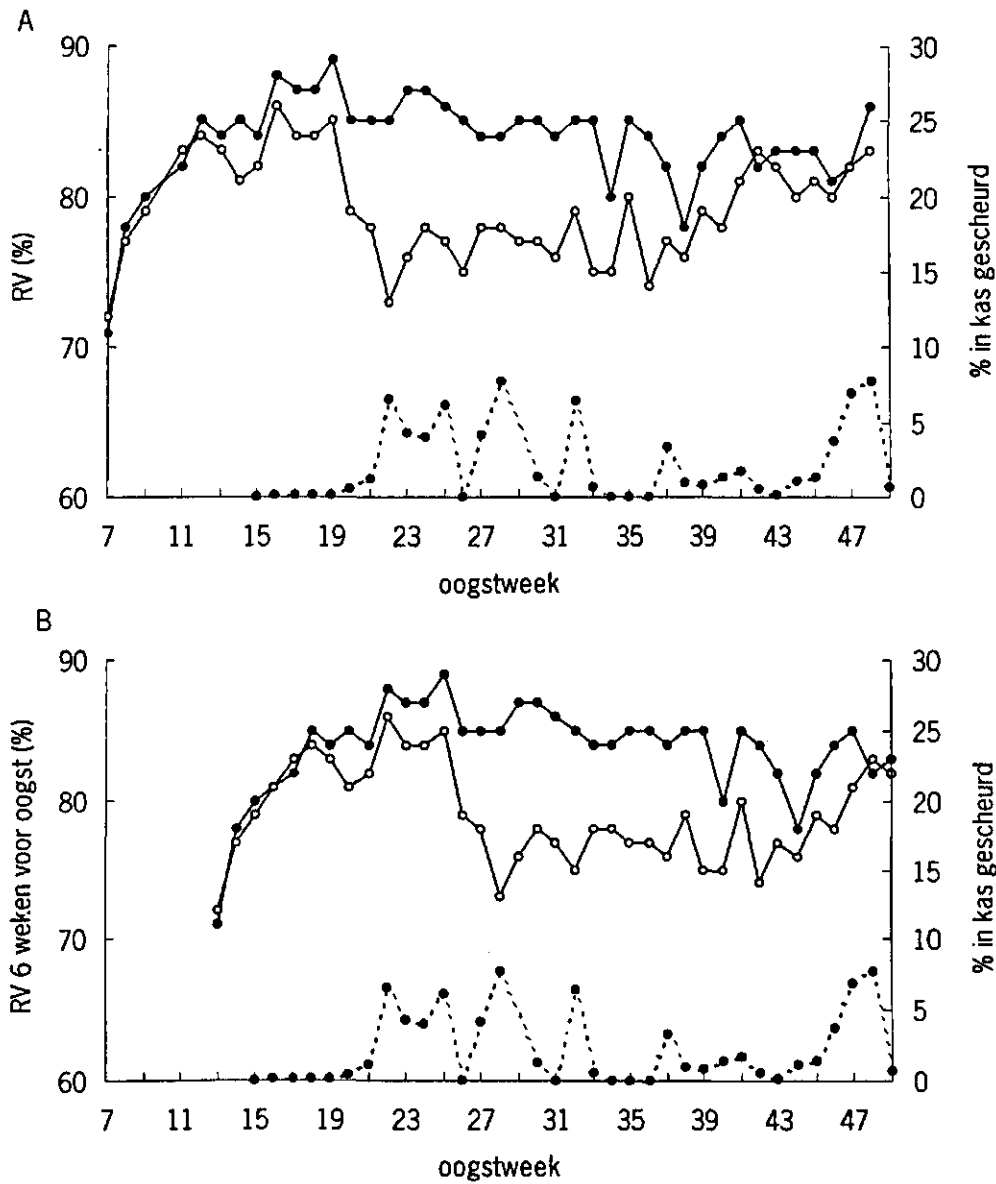
- De lengtegroei varieerde sterk tijdens de teelt.



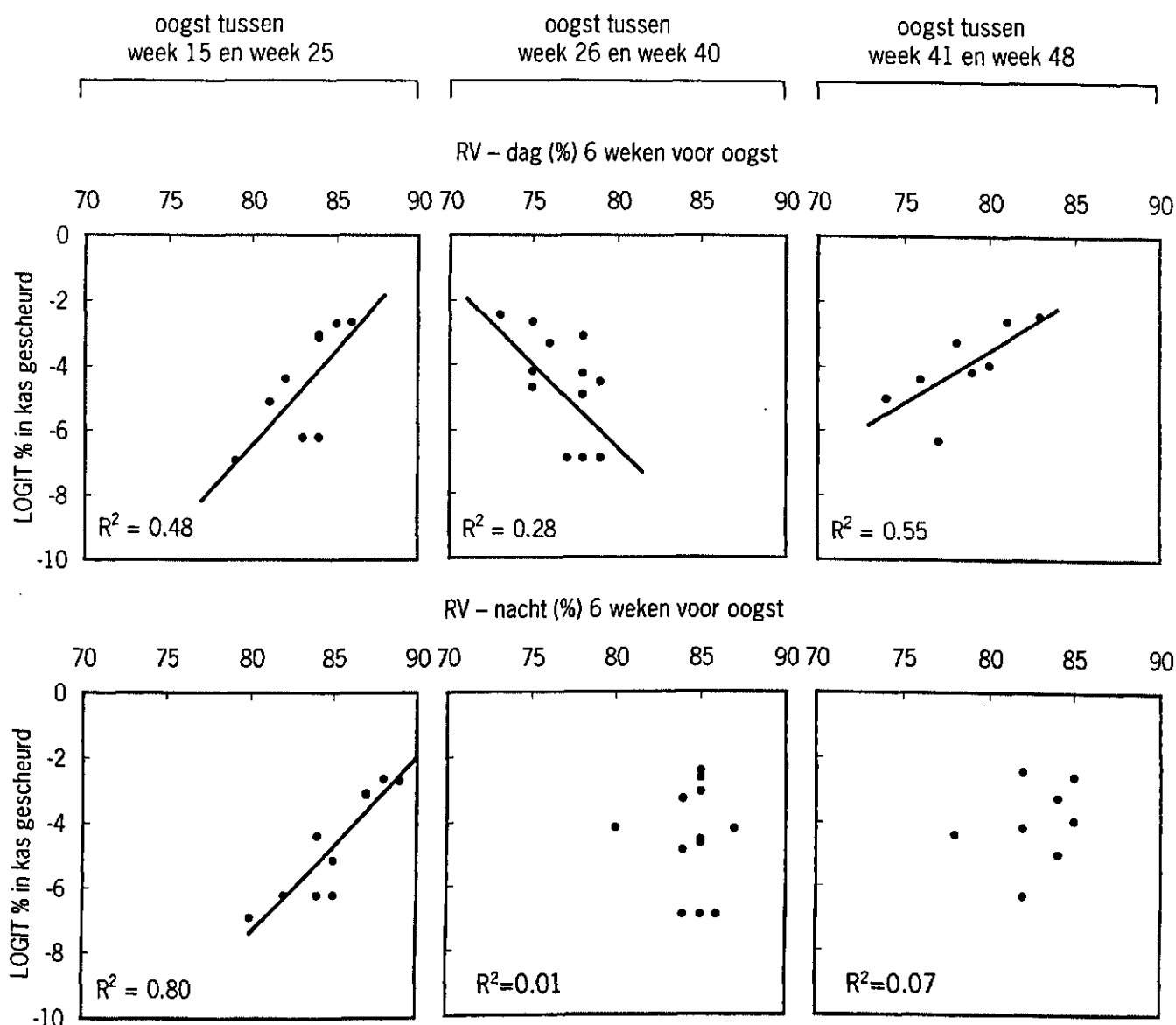
Figuur 20 – Correlatie tussen lengtegroei één week voor oogst en percentage in de kas gescheurde vruchten (na LOGIT-transformatie), gemiddeld vruchtgewicht GVG en refractie bij oogst. De open symbolen geven waarden weer van vruchten die geoogst werden tussen week 15 en 20, de dichte symbolen geven waarden weer van vruchten die na week 20 werden geoogst.

- Er was een negatieve correlatie tussen de lengtegroei één week voor oogst en de refractie ($R^2=0.32$). Wellicht hebben de teeltomstandigheden die leiden tot een hogere refractie ook geleid tot meer lengtegroei.
- De snelle lengtegroei tussen week 15 en week 20 ging samen met een hoog gemiddeld vruchtgewicht.
- Er was geen verband tussen de lengtegroei één week voor oogst en het gewicht van de vruchten die na week 20 werden geoogst ($R^2=0.07$).
- Er was geen verband tussen de lengtegroei één week voor oogst en het percentage in de kas gescheurde vruchten ($R^2=0.02$).

3.4.3 Relatieve luchtvochtigheid



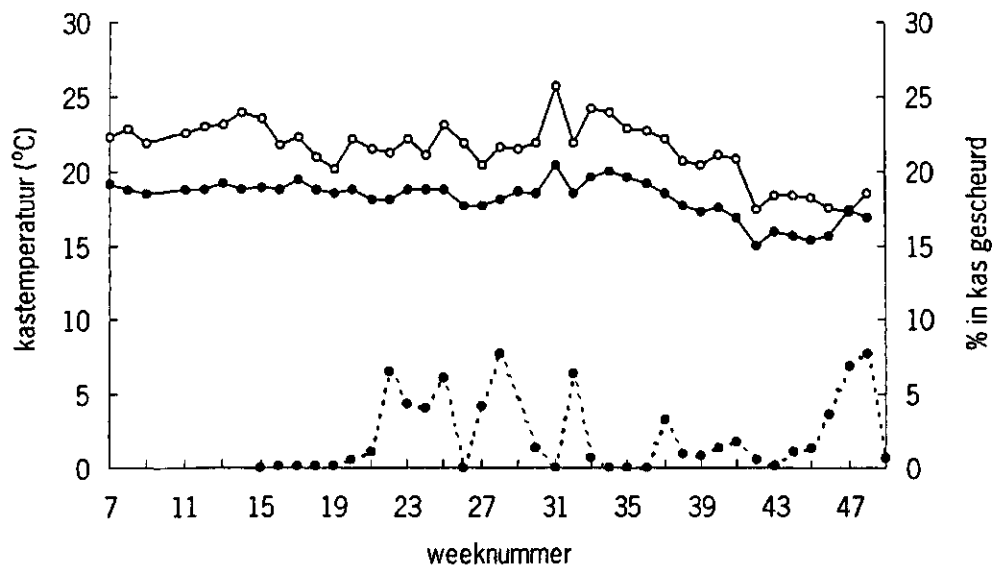
Figuur 21 A – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de relatieve luchtvochtigheid (ononderbroken lijnen, linker y-as) op de dag (dichte symbolen) en 's nachts (open symbolen).
 B – Als figuur A, maar de RV-grafiek is zes weken naar rechts verschoven, zodat de RV zes weken voor oogst vergeleken kan worden met het percentage vruchten dat bij oogst gescheurd was.



Figuur 22 - Correlatie tussen het percentage in de kas gescheurde vruchten (na LOGIT-transformatie) en de relatieve luchtvochtigheid op de dag en 's nachts 6 weken voor oogst in drie oogstperioden.

- De relatie tussen het scheuren in de kas en de luchtvochtigheid was niet in alle perioden hetzelfde.
- Tussen week 15 en 25 was er een positieve correlatie tussen het scheuren in de kas en de relatieve luchtvochtigheid 6 weken voor oogst. Dit verband was sterker met de luchtvochtigheid 's nachts dan op de dag.
- Tussen week 26 en week 40 was de correlatie tussen het scheuren in de kas en de luchtvochtigheid op de dag negatief en zwakker dan in de andere weken. Daarna werd dit verband weer positief.
- Vanaf week 26 was er geen correlatie tussen het scheuren in de kas en de luchtvochtigheid 's nachts.

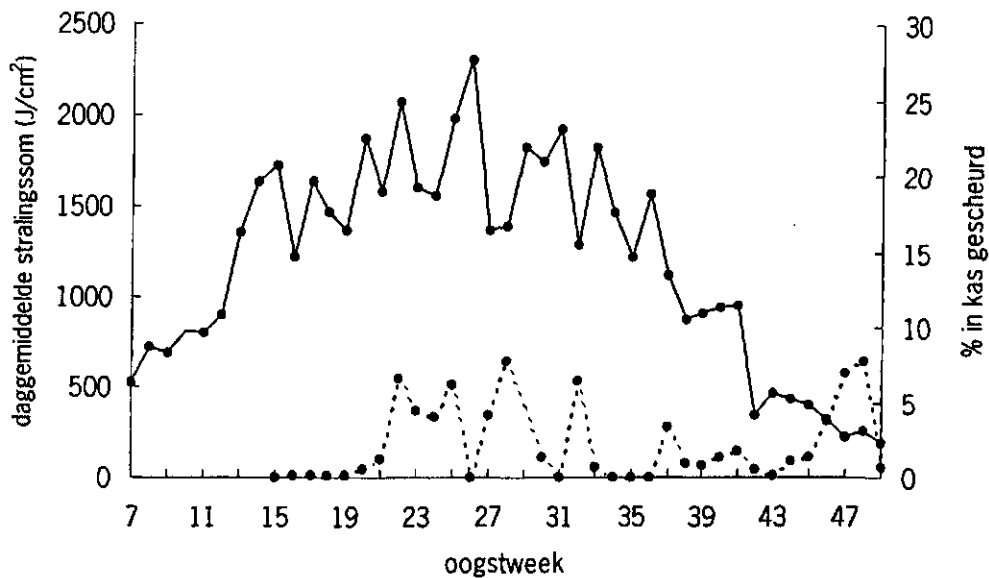
3.4.4 Temperatuur



Figuur 23 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de temperatuur (ononderbroken lijnen, linker y-as) op de dag (open symbolen) en 's nachts (dichte symbolen).

- De gemiddelde dagtemperatuur was 21.6°C.
- In week 31 was de gemiddelde dagtemperatuur met 25.6°C het hoogst.
- Vanaf week 42 was de dagtemperatuur lager dan 16°C.

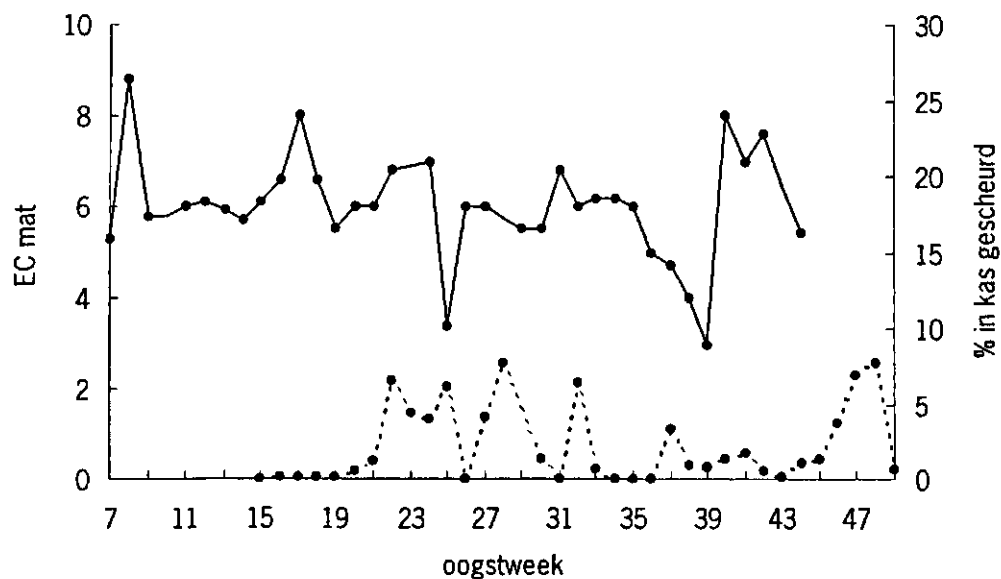
3.4.5 Straling



Figuur 24 – Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de stralingssom (ononderbroken lijn, linker y-as).

- Tot week 13 lag het daggemiddelde van de stralingssom tussen 500 en 1000 J/cm², daarna nam het stralingsniveau sterk toe.
- In week 26 was het daggemiddelde van de stralingssom het hoogst.
- Vanaf week 38 nam het stralingsniveau weer af.
- In week 42 nam het stralingsniveau nog verder af tot minder dan 500 J/cm².

3.4.6 EC in de mat



Figuur 25 - Verloop van het scheuren (onderbroken lijn, rechter y-as) en de EC in de mat (ononderbroken lijnen, linker y-as).

- De EC in de mat was gemiddeld 6.0 mS/cm.
- In week 31 en tussen week 42 en 45 was de EC lager dan gemiddeld.

4 Discussie

4.1 Bruikbaarheid van de scheurtest

Net als in de kas traden tijdens de scheurtest vooral lengtescheuren op en scheurden met name de eerste vruchten aan de trossen. Toch kwamen de resultaten van de scheurtest niet goed overeen met het percentage op het bedrijf gescheurde vruchten (Figuur 2; Figuur 3). Dit zal deels veroorzaakt zijn door verschillen in de tijd tussen oogst en uitvoering van de test. Met name de temperatuur in deze periode bleek veel invloed te hebben op het scheuren in de test (Tersteeg 2002b). In dit onderzoek werd de test op het lab in Naaldwijk uitgevoerd, waardoor er altijd enige tijd verstreek tussen oogst en de meting. Het testresultaat zou dus verbeterd kunnen worden door de test altijd onmiddellijk na de pluk op het bedrijf uit te voeren. Bovendien kunnen afwijkingen zijn veroorzaakt zijn door momentane verschillen in teeltomstandigheden: Als plotseling een bui overtrekt, kan het zijn dat toch veel vruchten scheuren in de kas terwijl ze slechts geringe scheurgevoeligheid hebben.

Na verdere optimalisatie kan de test wel worden ingezet voor het screenen van rassen en bedrijven op scheurgevoeligheid. Uit ander onderzoek bleek namelijk dat de test waardevol is bij het opsporen van verschillen tussen bedrijven met hetzelfde ras (Tersteeg, 2003a). Het gunstigere testresultaat dan in dit onderzoek kan verklaard worden doordat de tijd tussen oogst en meting voor elk bedrijf gelijk was. Bovendien werden de vruchten in dezelfde periode geoogst. Hierdoor zullen verschillen in percentage scheuren in de kas als gevolg van verschillen in momentane teeltomstandigheden zijn beperkt. De test was ook bruikbaar bij het vaststellen van rasverschillen in scheurgevoeligheid (Tersteeg, 2003b). Ook dit kan te maken hebben met het oogsten in dezelfde periode. Bovendien was de range in het percentage scheuren in de test groter dan in dit onderzoek. Rasverschillen in scheurgevoeligheid zijn dus groter dan van week tot week verschillen in scheurgevoeligheid bij één ras, waardoor de scheurtest verschillen beter kan opmerken. Het percentage in de test gescheurde vruchten was meestal hoger dan het percentage scheuren in de kas. Verwacht werd dat de test hierdoor een kleine toename in de scheurgevoeligheid eerder zou kunnen opmerken, waardoor voorspeld kan worden dat er een scheurgevoelige periode aankomt. Toch bleek dat een scheurgevoelige periode aan de hand van deze resultaten niet betrouwbaar te voorspellen was (Figuur 2). Na verbetering van de test zal deze echter nog niet kunnen voorspellen dat er een scheurgevoelige periode aankomt. De scheuren in de kas ontstonden te plotseling, waardoor de test één week voor het optreden van scheuren nog geen verhoogde scheurgevoeligheid zal kunnen opsporen.

4.2 Kenmerken van scheurende vruchten

Vruchtgewicht – Vooral de eerste vruchten aan de tros bleken scheurgevoelig. Uit de metingen bleek dat soms veel scheuren ontstonden in weken dat het gewicht van de deze vruchten plotseling veel hoger was dan in de week ervoor. (Figuur 4). Het lijkt aannemelijk dat deze vruchten scheuren omdat ze plotseling te veel groeien (Li et al., 2002). Mogelijk kunnen de vruchten de snellere groei op dat moment niet aan. Deze van week tot week verschillen kwamen echter niet in de multiële regressie analyse (Rsearch) naar voren als betrokken factor, maar hierover zullen in 2003 wel data worden verzameld. Bij andere vruchtnummers waren de van week tot week verschillen in gewicht minder groot (Figuur 5).

Er scheurden ook meer vruchten naarmate het verschil in vruchtgewicht binnen een tros groter was (Figuur 6). Dit kan veroorzaakt zijn door een langere tijd tussen zetting van de eerste en de laatste vrucht. Scheuren kunnen zijn ontstaan doordat de eerste vruchten hierdoor minder concurrentie van de andere vruchten hadden, waardoor ze gemakkelijk te groot kunnen worden. Bovendien hangen deze vruchten langer aan de plant, waardoor ze rijper en wellicht zwakker worden. Wanneer de Rsearch procedure werd

losgelaten op het gemiddeld gewicht per vruchtnummer, bleek dat 61% van de variatie in percentage scheuren (tussen week 25 en 44) kon worden verklaard aan de hand van het gewicht van vruchtnummer 6, 7 en 9. Dit kan het gevolg zijn van een toevalligheid in de data set. Toch lijkt dit model het vermelden waard omdat volgens dit model meer vruchten scheuren naarmate vrucht 6 en 7 zwaarder zijn en vrucht 9 lichter is. Dit zou erop kunnen wijzen dat vooral scheuren ontstaan wanneer de zetting rondom vruchtnummer 9 moeizamer verloopt. In 2003 zal worden uitgezocht of dit een eenmalige toevallige waarneming is, of dat dit effect vaker te zien is.

Er was een hoge correlatie tussen diameter en het vruchtgewicht, maar de verhouding tussen diameter en vruchtgewicht varieerde wel tijdens de teelt. Er is geen duidelijk verband gevonden tussen deze verhouding en het scheuren in de kas (niet afgebeelde resultaten).

Refractie – Op het eerste gezicht was er geen duidelijk verband tussen het verloop van het scheuren en het verloop van de refractie (Figuur 9), er was slechts een zwak positieve correlatie. Toch bleek bij de multiële regressie analyse dat de refractie vaak voorkwam in kandidaat modellen. Wellicht kwam de refractie in de modellen voor omdat de omstandigheden die tot scheuren leidden ook een hoge refractie tot gevolg hadden. Een hoge refractie zou ook direct kunnen leiden tot scheuren wanneer vruchten hierdoor een grotere (osmotische) aantrekkingskracht uitoefenen op het water in de plant. Dit ligt genuanceerder, want de verdeling van osmotisch actieve stoffen over symplast en apoplast zou bepalend kunnen zijn voor de aantrekkingskracht van vruchten voor water. Bovendien zal in vruchten die door een hoge refractie veel water opnemen de refractie weer afnemen door verdunning. Door consumenten wordt vaak geklaagd dat vruchten te sterk 'opgepompt' worden met water, waardoor deze minder zoet en dus minder smaakvol zouden zijn. In dit onderzoek was er geen negatieve correlatie tussen het gewicht en de refractie. Blijkbaar gaat het niet altijd op dat zware vruchten ook een lage refractie hebben.

Textuur hele vrucht en textuur en percentage sap vruchtvlees - De priktest werd uitgevoerd om op een snelle, eenvoudige manier een indruk te krijgen van de stevigheid van de schil. Hoe groter de kracht die nodig is om de penplunjer door de schil te drukken, hoe steviger de schil. Op het moment dat de plunjer door de schil heengedrukt is, worden ook de verbruikte energie en de mate waarin de vrucht is ingedrukt (de compressie) gemeten. Opvallend was dat het scheuren in de kas sterker gecorreleerd was aan de energie en de compressie dan aan de kracht (Figuur 12; Figuur 13). In kandidaat modellen komen de kracht en de energie vaak samen voor (Tabel 7). Ondanks dat er een negatieve correlatie is tussen de het percentage scheuren en de kracht, is de modelcoëfficiënt voor de kracht altijd positief. Met name de combinatie tussen de kracht en de energie lijkt dus van belang. De verhouding tussen F en E kan een indicatie zijn van de taaheid van de vrucht, bij taaie vruchten is de kracht laag in verhouding tot de energie. Volgens de kandidaat modellen is bij scheurgevoelige vruchten de kracht juist hoog in verhouding tot de energie (een positieve modelcoëfficiënt voor de kracht en een negatieve voor de energie). Vruchten lijken in scheurgevoelige perioden dus minder taaie (brosser) te zijn dan in andere perioden. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een te hoge gerealiseerde groei, waar de vrucht niet goed tegen bestand is. Om praktische redenen werd de priktest uitgevoerd met de vruchtnummers 4 tot en met 6. Aangezien het met name de eerste vruchten zijn die scheuren, is het beter deze test in het vervolg ook bij de eerste drie vruchten aan de trossen uit te voeren.

Een nadeel van de priktest is dat de schileigenschappen altijd effect hebben op het testresultaat, waardoor geen direct onderscheid kan worden gemaakt tussen de eigenschappen van de schil en de rest van de vrucht. De textuur van de vruchtwand kan, los van de eigenschappen van de schil, worden gemeten door ponsjes van de vruchtwand samen te drukken en de benodigde kracht en energie te meten. Om een voorlopige indruk te krijgen van een eventuele relatie tussen deze textuureigenschappen en het scheuren werd deze test in een beperkt aantal weken uitgevoerd (Figuur 16). Met name kracht bij breuk van de vruchtwand lijkt op basis van deze metingen aan het percentage scheuren gecorreleerd te zijn (Tabel 3). Om aan te tonen of er daadwerkelijk een verband is tussen deze parameter en het scheuren zullen meer metingen moeten worden gedaan. Er was ook een positieve correlatie tussen het scheuren en het percentage uit de vruchtwand geperst sap (Tabel 3). Ook hiervoor geldt dat meer metingen nodig zijn om een eventuele relatie met scheurgevoeligheid definitief vast te stellen.

Schilstevigheid - Verwacht werd dat een te hoge groeisnelheid leidt tot een afname van de breekkracht van de schil omdat deze dunner zal worden naarmate de vrucht groter wordt. Bovendien zouden hierbij zwelscheurtjes kunnen ontstaan die de schil zwakker maken. Dit zou uiteindelijk tot scheurgevoeligheid kunnen leiden. De maximale kracht die op de schil kan worden uitgeoefend werd op twee manieren gemeten; met de trektest werd een schilstrip uit elkaar getrokken en met de priktest werd een vrucht met een smalle pluun samengedrukt. Er was echter slechts een zeer zwakke negatieve correlatie tussen het scheuren en de met de trek- en priktest gemeten krachten (Figuur 10; Figuur 12). Toch lijkt het niet aannemelijk dat de schilstevigheid niet van invloed is op het scheuren in de kas. Bij de vruchten werden soms kleine inkepingen in de schil rondom de kroon waargenomen. Deze inkepingen kunnen zijn ontstaan wanneer de groeisnelheid plotseling toenam en kunnen uiteindelijk hebben bijgedragen aan het scheuren van de vruchten. Dit effect kon niet worden waargenomen met de uitgevoerde testen omdat daarbij altijd de kracht bij breuk van de schil op de evenaar van de vrucht werd gemeten. Meestal waren er geen grote verschillen tussen de eerste vruchten aan de trossen en de vruchtnummers 7 tot en met 9 in de met de trektest gemeten maximale kracht. Alleen in weken dat er grote verschillen in kleurstadia waren tussen deze vruchtnummers was de gemeten kracht lager bij de eerste (verder doorgekleurde) vruchten. Tijdens de trektest werd ook het percentage strain van de schilstrips gemeten; de mate waarin de strip uitrekt voordat breuk plaatsvindt (Figuur 11). Het percentage strain was in de zomer wat hoger dan in het voorjaar. Vanaf week 40 nam het percentage strain plotseling sterk toe en bleef de waarde hoog tot aan het einde van de teelt. Het verloop van het percentage strain was gecorreleerd aan het verloop van het vruchtgewicht. In weken dat vruchten groter waren, was het percentage strain over het algemeen lager: de schil van grotere vruchten rekte minder ver uit voordat breuk plaatsvond. Mogelijk verliest de schil aan uitrekbaarheid naarmate de vrucht groter wordt. Dit kan ook verklaren waarom de eerste vruchten over het algemeen een lager percentage strain hadden dan de vruchtnummers 7 tot en met 9. Een lage uitrekbaarheid zou tot scheurgevoelige vruchten kunnen leiden. Er was echter geen negatieve correlatie tussen het percentage strain en het scheuren in de kas.

Gewicht kroon en vruchtsteel - Vruchten met een groter kroontje zouden door een hogere verdamping meer water kunnen aantrekken en meer water kunnen doen verdampen. Het hangt er vanaf welk effect groter is of dit leidt tot scheuren. Het kroongewicht varieerde tijdens de teelt, maar was niet of nauwelijks gecorreleerd aan het scheuren in de kas (Figuur 8). Het kroongewicht was wel sterk gecorreleerd aan het vruchtgewicht. Toch varieerde de verhouding tussen kroongewicht en vruchtgewicht wel tijdens de teelt, maar er werd geen duidelijk verband gevonden tussen deze verhouding en het scheuren in de kas (niet afgebeelde resultaten). In sommige kandidaat modellen kwam kroongewicht wel voor, maar er leek geen logisch verband met scheuren voor de hand te liggen.

Aantal zaden - De in dit onderzoek gevonden verbanden tussen scheuren en het verschil in vruchtgewicht binnen een tros wijst op een rol voor de zetting. Ook in het seizoen van 1996 had men op een aantal bedrijven de indruk dat een slechtere zetting in een bepaalde periode gepaard ging met meer gescheurde vruchten (Janse, 1996). Deze waarnemingen komen overeen met de resultaten van een proef van Kretschman en Howlett (1970). In hun onderzoek bleek het aantal gescheurde vruchten toe te nemen naarmate er minder vaak werd getrild. Wanneer sprake is van een slechte zetting groeien de vruchten trager en blijven hierdoor fijner. Bovendien bevatten de vruchten dan minder zaden. In dit onderzoek werd in een aantal weken het aantal zaden van vruchtnummers 4 tot en met 6 geteld. Op het bedrijf werd aangegeven dat met name de in week 30 geoogste vruchten slecht gezet waren. De vruchten bevatten in deze week inderdaad minder zaden (Tabel 4) en waren veel minder zwaar dan in andere weken (Tabel 4; Figuur 5). Toch was in deze week maar 1.3% van de geoogste vruchten gescheurd. Ook in de andere weken was er geen duidelijke relatie tussen het aantal zaden van vruchtnummer 4 tot en met 6 en het percentage scheuren. Wel leek er een positief verband te zijn tussen het aantal zaden en het vruchtgewicht. Dit verband werd ook in ander onderzoek gevonden (Rylski, 1979). Dit verband wordt niet toegeschreven aan een direct effect van de door zaden geproduceerde auxinen op celstrekking maar aan een door de zaden teweeggebrachte 'sink'-activiteit (Varga & Bruinsma, 1976). Op basis van tellingen in week 30 en 32 lijkt het aantal zaden gerelateerd te zijn aan het vruchtnummer, de eerste vruchten aan de trossen hadden de meeste zaden. Dit is in overeenstemming met in eerder onderzoek gevonden verbanden tussen vruchtnummer en aantal zaden (Bertin et al., 1998). In week 32

hadden met name de eerste vruchten aan de trossen meer zaden dan de (slecht gezette) vruchten van week 30. Toch scheurden in week 32 veel meer vruchten (6.4%) dan in week 30 (1.3%). In week 32 bevatten de eerste vruchten niet alleen meer zaden dan in week 30, ze waren ook veel zwaarder, waardoor het gewichtsverloop binnen de tros groter was. Op basis van deze resultaten lijkt het scheuren in deze weken vooral gerelateerd te zijn aan de verdeling van het aantal zaden over de trossen. Door een ongelijke verdeling van het aantal zaden zullen de eerste vruchten minder concurrentie ondervinden. Hierdoor kunnen ze te groot worden en scheuren. Een langere tijd tussen zetting van de eerste vrucht en de puntvrucht zou gepaard kunnen gaan met een groter verschil in aantal zaden tussen vruchtnummers. Wanneer dit het geval is kan het scheuren ook zijn veroorzaakt doordat de trossen hierdoor langer aan de plant hingen. Aangezien in dit onderzoek slechts een beperkt aantal tellingen van het aantal zaden is uitgevoerd, is verder onderzoek is nodig om vast te stellen wat de exacte relatie is tussen het aantal zaden en de verdeling van zaden over de vruchten aan de tros en het scheuren in de kas.

4.3 Model voor scheurgevoeligheid

Oorzaken van afwijkende modelvoorspellingen - Vier predictoren kwamen vaak in kandidaat modellen voor: de met de priktest gemeten kracht en energie, de refractie van vruchtnummer 1 tot en met 3 en de richtingscoëfficiënt van het verloop van het vruchtgewicht binnen de tros. Een model met alleen de vier genoemde predictoren gaf echter slechts een R^2 van 42% en een te hoge C_p waarde van 16.7 (niet afgebeelde resultaten). Op zoek naar de uitbijters bleek dat er in week 46 en 28 veel meer vruchten scheurden dan door dit model wordt voorspeld. Het scheuren van vruchten in de kas is echter afhankelijk van zowel de scheurgevoeligheid (aanleg) als de teeltomstandigheden op dat moment (expressie). Wanneer vruchten scheuren door ongunstige momentane teeltomstandigheden, kan dit leiden tot afwijkingen tussen het percentage in de kas gescheurde vruchten en de door een model voorspelde scheurgevoeligheid. In week 48 kan dit inderdaad het geval geweest zijn. In week 48 was ethrel toegepast, waardoor er een hoge luchtvochtigheid in de kas ontstaat. Doordat de verdamping hierdoor bemoeilijkt wordt kan dit tot een hoger percentage scheuren hebben geleid, ook zonder dat er veranderingen optreden in de vruchtparameters. Ook in 2001 scheurden op dit bedrijf meer vruchten na de toepassing van ethrel, een andere teler had in 2002 echter geen last van scheuren na toepassing van ethrel.

De afwijkende modelvoorspelling in week 46 kan een andere oorzaak hebben. In deze week werd langer gewacht met oogsten in verband met de slechte prijzen. Hierdoor waren de vruchten rijper, waardoor meer vruchten zouden kunnen gescheurd. Ondanks dat de vruchten rijper waren, waren de met de trek- en priktest gemeten schil- en vruchteigenschappen overigens niet afwijkend van de andere weken. Het bleek nog niet mogelijk om in het model rekening te houden met het kleurstadium bij oogst. In het vervolgonderzoek zal het kleurstadium en/of de leeftijd van de vruchten nauwkeuriger worden vastgesteld, zodat deze ook in het model kunnen worden opgenomen. Omdat ook in week 45 langer werd gewacht met oogsten, zijn de in deze week verzamelde data niet gebruikt voor de model berekeningen. Week 49 was op voorhand al uit de modelberekeningen gehouden omdat het lage percentage scheuren in deze week het gevolg zal zijn geweest van de ethrel behandeling (zie paragraaf 2.2.3). Daarom zijn uiteindelijk alleen de resultaten tot en met week 44 gebruikt voor de berekeningen.

Uitkomst voorlopige model - Door het weglaten van de data vanaf week 45 kon het model met de refractie, de met de priktest gemeten kracht en energie en de richtingscoëfficiënt van het verloop van het vruchtgewicht binnen de tros 63% van het scheuren in de kas verklaren (Tabel 7). Op basis van dit voorlopige model lijken vruchten in scheurgevoelige periode gekenmerkt te worden door een hoge refractie, een minder taai vruchtwand en een groter gewichtsverschil binnen de tros.

In bijlage 1 is aangegeven welke vruchteigenschappen op basis van een literatuuronderzoek vermoedelijk gerelateerd zijn aan de scheurgevoeligheid. Volgens dit model is het scheuren van vruchten afhankelijk van de op de schil uitgeoefende druk en de stevigheid van de schil. In dit onderzoek kwam de met de prik- en trektest gemeten schilstevigheid echter niet naar voren als betrokken factor. Misschien zou in het geval van Conchita beter zijn om de relatie tussen het scheuren en de inkepingen in de schil rondom de kroon nader

te bestuderen. De op de schil uitgeoefende druk is afhankelijk van de waterimport in en de waterexport uit de vrucht. De waterimport is afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid water en de aantrekkingskracht van de vrucht voor water. Volgens het in dit onderzoek gevonden kandidaat model is een hogere refractie betrokken bij scheurgevoeligheid. Een hoge refractie kan gepaard gaan met een hoge aantrekkingskracht van vruchten voor water en kan zo tot scheuren leiden.

Het scheuren van vruchten zal niet alleen afhankelijk zijn van de gerealiseerde wateropname en groeisnelheid, maar ook van de groei die de vrucht maximaal kan verdragen. Zowel de gerealiseerde groei als de door de vrucht maximaal te verdragen groei zijn veranderlijk en worden beïnvloed door teeltomstandigheden. Wanneer vruchten meer groeien dan ze kunnen hebben, kan dit leiden tot zwakke vruchten met een hoge scheurgevoeligheid. Dit zou de in dit onderzoek gevonden verbanden tussen textuur en scheuren kunnen verklaren: in scheurgevoelige perioden lijken de vruchten minder taai (brosser) te zijn. In de lineaire regressie analyse kwam ook het verschil in vruchtgewicht binnen een tros naar voren als betrokken factor. Zoals in bovenstaande paragraaf al werd opgemerkt kan een groter gewichtsverschil het gevolg zijn van een langere tijd tussen zetting van de eerste en de laatste vrucht. Door een afname van de concurrentie met de puntvruchten en een langere uitgroeiduur kan dit leiden tot het scheuren van de eerste vruchten. Bovendien zullen slecht gezette vruchten scheurgevoeliger zijn doordat ze minder groei kunnen verdragen.

Om het in dit onderzoek gevonden kandidaat model voor scheuren te valideren, zullen het komende teeltseizoen (2003) vruchtparameters op verschillende bedrijven worden gemonitord. Ook zal verder worden onderzocht of het scheuren van tomaten in de praktijk gerelateerd is aan (a) de verhouding tussen de maximaal door vruchten te verdragen groei en de gerealiseerde groei en/of (b) een langere tijd tussen zetting van de eerste vrucht en de puntvrucht. Wanneer deze verbanden inderdaad kunnen worden gevonden, biedt dit mogelijkheden om een scheurgevoelige periode te voorspellen.

4.4 Effecten van planteigenschappen en klimaat

Aantasting met mineervlieg - In scheur periode A was het blad sterk aangetast door mineervlieg. Dit zou de verdamping geremd kunnen hebben, waardoor de vruchten kunnen zijn gescheurd. Volgens Ruud Kaarsemaker is het echter niet waarschijnlijk dat deze aantasting een groot effect op de verdamping heeft. Een effect van mineervlieg aantasting is dus niet bewezen.

Plantbelasting - Bij afnemende plantbelasting neemt de groeisnelheid van de vruchten toe waardoor scheuren kunnen ontstaan. Doordat de kop uit de planten werd gehaald nam de plantbelasting na week 40 af (Figuur 18). Vanaf week 44 nam het vruchtgewicht enigszins toe en scheurden er meer vruchten op het bedrijf (scheur-periode F). Dit kan te maken hebben gehad met de afname van de plantbelasting. Ook tijdens de rest van de teelt zouden schommelingen in plantbelasting kunnen hebben bijgedragen aan het scheuren van de vruchten. Bij een lagere plantbelasting zijn per vrucht meer assimilaten beschikbaar, wat kan leiden tot grotere vruchten met een hoger suikergehalte. De lage plantbelasting aan het begin van de teelt zal hebben bijgedragen aan het hoge gewicht van de vruchten die tussen week 15 en week 20 waren geoogst (Figuur 6). Deze vruchten hadden echter geen hogere refractie (Figuur 9).

Luchtvochtigheid - Een hoge luchtvochtigheid tijdens de uitgroei kan leiden tot een hoge scheurgevoeligheid (Maroto et al., 1995; Ohta et al., 1991). Bij een hoge luchtvochtigheid is het dampdrukverschil kleiner en groeien de vruchten sneller (Leonardi et al., 2000). Aan het begin en aan het einde van de teelt was er inderdaad een verband tussen het percentage in de kas gescheurde vruchten en de relatieve luchtvochtigheid 6 weken voor oogst (Figuur 21; Figuur 22). Het scheuren van de vruchten in de perioden voor week 25 en na week 41 zou mogelijk gerelateerd kunnen zijn aan een te snelle groei aan het begin van de vruchtontwikkeling door een hoge luchtvochtigheid. In de zomer was de relatieve luchtvochtigheid overdag lager en was het verband met het scheuren in de kas minder sterk. Opvallend is wel dat in de zomer over het algemeen juist minder vruchten scheurden naarmate de luchtvochtigheid op de dag 6 weken voor oogst hoger was.

Vanaf week 42 namen de kastemperatuur en de hoeveelheid instraling sterk af (Figuur 23; Figuur 24). Op het bedrijf werd aangegeven dat de puntvruchten vanaf week 43 niet goed doorkleurden. Hierdoor moesten de trossen langer aan de planten blijven hangen voordat geoogst kon worden. Dit zal hebben bijgedragen aan het scheuren aan het einde van de teelt, in periode F. De relatie tussen het scheuren in de kas en de temperatuur of de lichtintensiteit in de andere scheur-perioden was op het eerste gezicht minder duidelijk. Dit geldt ook voor de EC in de mat (Figuur 25). Verwacht kan worden dat schommelingen van klimaatomstandigheden kunnen leiden tot verandering van de groeisnelheid. Dit kan scheurende vruchten tot gevolg hebben.

Planteigenschappen en klimaat tijdens zetting – Aangezien de resultaten van dit onderzoek wijzen op een mogelijke invloed van de zetting op scheurgevoeligheid is het interessant om ook te zoeken naar een relatie tussen het scheuren in de kas en planteigenschappen en het klimaat tijdens de zetting. In 2003 zal verder onderzoek worden gedaan naar de rol van de zetting bij scheurgevoeligheid en de invloed van teeltfactoren hierop. Afhankelijk van de resultaten van dit vervolgonderzoek zullen de teeltgegevens uit het hier beschreven onderzoek worden gebruikt voor verdere analyse.

Conclusies

- Met de voorlopige scheurtest zal een scheurgevoelige periode niet kunnen worden voorspeld.
- Na verdere optimalisatie kan de test wel worden ingezet voor het screenen van rassen en bedrijven op scheurgevoeligheid.
- Op basis van een voorlopig model lijken vruchten in scheurgevoelige perioden gekenmerkt te worden door:
 - een minder taaie vruchtwand en/of
 - een hoge refractie
 - een groter gewichtverschil binnen de tros
- Om het in dit onderzoek gevonden kandidaat model voor scheuren te valideren, zullen het komende teeltseizoen (2003) vruchtparameters op meerdere bedrijven worden gemonitord.
- Ook zal verder worden onderzocht of het scheuren van tomaten in de praktijk gerelateerd is aan (a) een langere tijd tussen zetting van de eerste vrucht en de puntvrucht en/of (b) de verhouding tussen de maximaal door vruchten te verdragen groei en de gerealiseerde groei.

Literatuur

- Adegoroye, A.S., Jolliffe, P.A., Tung, M.A. (1989). Textural characteristics of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum*) affected by sunscald. J. Sci. Food Agric. 49, 95-102.
- Bakker, J.C. (1988). Zwelscheuren bij tomaat: de invloed van plantdatum vruchtsamenstelling, -stevigheid en de rol van plantbelasting. Intern verslag PTG no. 32.
- Bakker, J.C., Schilstra-van Veelen, I.M. (1989). Invloed van EC op vruchtstevigheid vruchtgroei, samenstelling en het optreden van zwelscheuren bij tomaat. Intern verslag PTG no. 2.
- Bertin, N., Gary, C., Tchamitchian, M., Vaissiere, B.E. (1998). Influence of cultivar, fruit position and seed content on tomato fruit weight during a crop cycle under low and high competition for assimilates. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 73(4), 541-548.
- Bourne, M.C. (1979). Theory and application of the puncture test in food texture measurement *In* Sherman (1979).
- Janse, J. (1996). Scheuren van tomaten. Intern verslag PPO.
- Kamimura, S., Yoshikawa, H., Ito, K. (1972). Studies on fruit cracking in tomatoes. Bull. Hort. Res. Stat., Morioka 7, 73-138.
- Kretschman, D.W., Howlett, F.S. (1970). Frequency of pollination and fruit cracking. Research summary 41, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, 19-38.
- Leonardi, C., Guichard, S., Bertin, N. (2000). High vapour pressure deficit influences growth, transpiration and quality of tomato fruits. Scientia Horticulturae 84, 285-296.
- Li, Y.L., Stanghellini, C., Challa, H. (2002). Response of tomato plants to a step-change in root-zone salinity under two different transpiration regimes. Scientia Horticulturae 93, 267-279.
- Maroto, J.V., Bardisi A., López, S., Pascual, B., Alagarda, J. (1995). Influence of relative humidity in the appearance of cracking in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. Acta Horticulturae 412, 306-312.
- Montgomery, D.C. & Peck, E.A. (1992). Introduction to Linear Regression Analysis, second edition. Wiley, New York.
- Ohta, K., Ito, N., Hosoki, T., Sugi, Y. (1991). Influence of relative humidity on fruit cracking of cherry tomato grown on hydroponic culture and its control. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60(2), 337-343.
- Robat S.A. (2000). Handleiding instrumenteel meten scheuren tomaat, scheur- en rektest, versie 2000. Intern Rapport PBG 231.
- Rylski, I. (1979). Fruit set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and pollination. J. Am. Soc. Hort. Sci. 104, 835-838.
- Tersteeg, P.M., Robat, S.A., Verkerke, W. (2001). Scheurgevoeligheid tomaat 2001.
- Tersteeg, P.M. (2002a). Literatuuroverzicht scheuren tomaat. Intern verslag project 420056.
- Tersteeg, P.M. (2002b). Ontwikkeling test op scheurgevoeligheid. Intern verslag project 420056.
- Tersteeg, P.M. (2003a). Scheurgevoeligheid tomaat op vier bedrijven. Intern verslag PPO glastuinbouw GT 133009.
- Tersteeg, P.M. (2003b). Vertrouwelijk rapport voor Bruinsma Seeds.
- Varga, A., Bruinsma, J. (1976). Roles of seeds and auxins in tomato fruit growth. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie 80, 95-104.
- Verkerke, W., Kersten, M., Voorbij, L. en Robat, S.A. (2002). Handboek smaakonderzoek 2002. Intern verslag PPO Glastuinbouw Naaldwijk.
- Vincent, J.F.V. (1982). The mechanical design of grass. Journal of Materials Science 17, 856-860.
- Vincent, J.F.V. (1983). The influence of water content on the stiffness and fracture properties of grass leaves. Grass and Forage Science 38, 107-114.
- Vincent, J.F.V. (1990). Fracture properties of plants. Adv. Bot. Res. 17, 235-287.

Bijlage 1 - Hypothetisch model voor scheurgevoeligheid

Rol fysiologische eigenschappen bij de aanleg voor scheuren bij tomaat

(Uit: Tersteeg, 2002a)

