



Onderzoek scheurgevoeligheid 2003

Bedrijfsonderzoek naar scheuren van cherrytomaten

P.M. Tersteeg

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
December 2003

PPO 41300056

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

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

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

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit onderzoek is gefinancierd door Productschap Tuinbouw en Technologiestichting STW.

Projectnummer: 41300056

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 636700
Fax : 0174 - 636735
E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	4
2	MATERIAAL EN METHODEN	5
2.1	Materiaal.....	5
2.2	Ontwikkelingsstadium.....	5
2.3	Vruchtkenmerken.....	6
2.4	Percentage scheuren	7
3	RESULTATEN	8
3.1	Ontwikkelingsstadium.....	8
3.2	Correlatie tussen vruchtdiameter en snelheid zetting	11
3.3	Verband tussen ontwikkelingsstadium en vruchtkenmerken	12
3.4	Verband tussen scheuren en vruchtkenmerken.....	13
3.5	Verloop scheuren: vergelijking tussen 2 bedrijven.....	14
3.6	Verloop van vruchtkenmerken: vergelijking tussen 2 bedrijven	15
4	DISCUSSIE	18
4.1	Invloed van zetting en vruchtleeftijd op scheuren	18
4.2	Ontstaan van scheuren tijdens weersomslagen	19
4.3	Mogelijkheden om scheuren te voorkomen	19
4.4	Kenmerken van scheurgevoelige vruchten	20
5	CONCLUSIES.....	22
	LITERATUUR.....	23
	BIJLAGE 1 KLIMAAT	24

1 Inleiding

Op veel tomatenbedrijven vormt het scheuren van vruchten aan de planten een probleem, vooral wanneer de tomaten in trossen worden geoogst. Met name de eerste vruchten aan de trossen zijn gevoelig voor scheuren (Tersteeg, 2003). Door het optreden van scheuren is niet alleen de productie lager, maar de trossen moeten ook nog eens met de hand worden bijgeknipt wat veel extra werk oplevert. Er zijn veel oorzaken aangedragen voor het ontstaan van scheuren (Peet, 1992), maar toch biedt dit in de praktijk niet voldoende houvast om het scheuren tot een aanvaardbaar niveau te beperken. Vorig jaar werd in het kader van het STW-project "Kwaliteitsregulatie bij Tomaat" geprobeerd een duidelijker beeld te krijgen van de voornaamste oorzaken van het scheuren in de praktijksituatie (Tersteeg, 2003). Hiertoe werd tijdens de hele teelt op een bedrijf met troscherrytomaten wekelijks het percentage scheuren vastgesteld en werden verschillende vruchtkenmerken gemeten. Aan de hand van deze dataset is een voorlopig model voor scheuren opgesteld. Volgens dit model worden scheurgevoelige perioden gekenmerkt door (a) een groter verschil in gewicht binnen de tros (b) een zwakkere textuur van de vruchtwand en (c) een hogere refractie. De gevonden verbanden tussen scheurgevoeligheid en gewichtsverschillen binnen de tros wijzen op een rol voor de zetting. Naarmate de vruchten van een tros langer na elkaar gezet worden zullen de eerste vruchten een grotere voorsprong hebben op en minder concurrentie ondervinden van de puntvruchten. Hierdoor kunnen de eerste vruchten relatief groot worden ten opzichte van de puntvruchten. Bovendien leidt een lage beschikbaarheid van assimilaten tijdens de zetting tot een reductie van het aantal cellen in alle vruchten, maar is deze reductie relatief groter in puntvruchten (Bohner & Bangerth, 1988; Bertin et al., 2001). Ook dit kan grotere gewichtsverschillen binnen de tros veroorzaken.

Een slechte zetting zou op verschillende manieren kunnen leiden tot scheuren. Ten eerste zal het bij een langzamere zetting langer duren voordat de puntvruchten rijp genoeg zijn om te kunnen oogsten, waardoor de eerste vrucht langer aan de plant hangt. De scheurgevoeligheid zal hierdoor toenemen. Ten tweede zal de kwaliteit van de zetting invloed hebben op de groei die vruchten kunnen verdragen. Dit zou bijvoorbeeld het gevolg kunnen zijn van het lagere aantal cellen bij een beperkte beschikbaarheid van assimilaten tijdens de zetting. Wanneer vruchten met weinig cellen tijdens de uitgroeiperiode teveel groeien, kunnen zwakke vruchten met een hoge scheurgevoeligheid ontstaan.

Tijdens de teelt in 2003 werd het onderzoek naar scheurgevoeligheid op het cherrytomaten bedrijf voortgezet. Ten eerste werd de invloed van de leeftijd van de eerste vruchten op scheurgevoeligheid nader bestudeerd. Vermoedelijk is scheurgevoeligheid niet afhankelijk van de absolute leeftijd (in dagen), maar van het ontwikkelingsstadium waarin de vrucht zich bevindt. Bij hogere temperatuur is de ontwikkelingssnelheid hoger (De Koning, 1994), waardoor de scheurgevoeligheid sneller zal toenemen. Daarom werden berekeningen uitgevoerd om het ontwikkelingsstadium vast te stellen. Ten tweede is onderzocht in hoeverre de vruchtkenmerken uit het voorlopige model gerelateerd zijn aan (a) het ontwikkelingsstadium van de eerste vruchten en (b) het optreden van scheuren tijdens de teelt in 2003. Om een vergelijking te kunnen maken tussen bedrijven werden ook waarnemingen uitgevoerd aan troscherrytomaten van een ander bedrijf. Omdat de kwaliteit van de zetting tot uiting kan komen in het aantal zaden werd ook het aantal zaden geteld.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Materiaal

Er werd gebruik gemaakt van troscherrytomaten van het ras Conchita, afkomstig van twee bedrijven. Op bedrijf A werden twee maal per week waarnemingen aan trossen van 15 planten uitgevoerd, waardoor het ontwikkelingsstadium (FDS) van de eerste vruchten aan de trossen kon worden berekend (paragraaf 2.2). Op beide bedrijven werden iedere maandag minimaal 12 trossen gekocht, waaraan vruchtkenmerken werden gemeten (paragraaf 2.3). Om een koppeling te kunnen maken tussen de FDS en vruchtkenmerken werden van bedrijf A zoveel mogelijk trossen gebruikt waaraan ook waarnemingen voor berekening van de FDS waren uitgevoerd. Om de bedrijven op scheurgevoeligheid te kunnen vergelijken werd iedere maandag ook het percentage gescheurde vruchten vastgesteld (paragraaf 2.4).

Het onderzoek startte in week 14. Na de oogst in week 45 werd op bedrijf A ethrel toegepast. Wegens de invloed van ethrel op het ontstaan van scheuren, werd het onderzoek op dat moment beëindigd. Tijdens en vlak na de toepassing van ethrel ontstonden in eerste instantie veel scheuren, waarschijnlijk door de hogere luchtvochtigheid. Op de langere termijn zal de toepassing van ethrel het ontstaan van scheuren hebben beperkt, doordat de uitgroei duur afnam.

2.2 Ontwikkelingsstadium

Tabel 1 - Overzicht van de uitgevoerde waarnemingen aan trossen van 15 planten in een pad op bedrijf A.

tijdstip	parameter
tijdens uitgroei	datum zetting (vrucht = 4 mm) vruchtnummers 1 en 10 en hoger datum kleuring vrucht 1
na oogst	datum oogst aantal gescheurde vruchten aantal niet gekleurde vruchten

Parameters uit Tabel 1 werden gebruikt voor de berekening van het ontwikkelingsstadium FDS (Fruit Development Stage) van de eerste vruchten aan de trossen. Hierbij is gebruik gemaakt van onderstaande formules (De Koning, 1994) en de voor het oogstprognosemodel tomaat aangepaste coëfficiënten (Kaarsemaker, 2003).

$$FDS_0 = 0 \quad [2.1]$$

$$FDR_t = a_{FDR} + \ln(Tt/20) * (b + c * FDS_{t-1} + d * FDS_{t-1}^2 + e * FDS_{t-1}^3) \quad [2.2]$$

$$FDS_t = FDS_{t-1} + FDR_t \quad [2.3]$$

waarbij

FDS_t = Fruit Development Stage, het ontwikkelingsstadium van de vrucht op t dagen na zetting

FDR_t = Fruit Development Rate

Tt = etmaaltemperatuur op dag t

a_{FDR} = coëfficiënt die FDR bij constante temperatuur van 20°C beschrijft

$b-e$ = coëfficiënten van de temperatuur responscurve

De FDS is zo gedefinieerd dat deze bij de zetting gelijk is aan 0 en bij start kleuring aan 1. Om de met formules 2.1 – 2.3 berekende FDS op de dag van kleuring precies op 1 te laten uitkomen, zijn per tros de oorspronkelijke coëfficiënten $a - e$ vermenigvuldigd met een correctiefactor. Over alle correctiefactoren werd het gemiddelde genomen, waarna de coëfficiënten werden vermenigvuldigd met deze gemiddelde correctiefactor. De waarde van de coëfficiënten nam hierdoor met 30% toe. Vervolgens werd de FDS op twee verschillende momenten tijdens de trosontwikkeling vastgesteld (Tabel 2).

Tabel 2 – Verklaring van gebruikte afkortingen voor ontwikkelingsstadium.

afkorting	verklaring
FDS _{zetting}	FDS op het moment van zetting van de puntvrucht
FDS _{oogst}	FDS op het moment dat de tros werd geoogst

Bij een aantal trossen werden puntvruchten aangehouden die bij oogst niet waren gekleurd. Omdat deze vruchten niet bepalend zijn voor het moment dat de tros wordt geoogst, zijn deze vruchten niet gebruikt in de analyse. Als puntvrucht werd dus de laatste vrucht aangehouden die bij oogst ook daadwerkelijk kleuring vertoonde.

Aangezien de eerste vrucht bij oogst al enige tijd is gekleurd, is FDS_{oogst} groter dan 1. Het effect van temperatuur op FDS van reeds gekleurde vruchten is niet bekend, daarom werd de aanname gemaakt dat de temperatuurrepons niet meer verandert bij een FDS groter dan 1. Hiertoe werd in vergelijking 2.2 voor FDS_{t-1} steeds de waarde van 1 ingevuld:

$$FDR_t = a_{FDR} + \ln(Tt/20) * (b + c * 1 + d * 1^2 + e * 1^3 + e * 1^4) \quad [2.4]$$

Door de definitie van FDS komt het ontwikkelingsstadium bij oogst uit op ongeveer 1.2 - 1.7 (Zie Tabel 4). Deze schaal is kunstmatig, maar stelt ons in de gelegenheid om verschillen in ontwikkeling te vergelijken tussen trossen.

Correlatie tussen vruchtdiameter en FDS – Onderzocht werd of slecht gezette trossen in een vroeg stadium opgespoord kunnen worden door tijdens de zetting de diameter van de eerste vrucht te meten. Verwacht werd dat een hoge vruchtdiameter wijst op een hoge FDS. Daarom werd de diameter van de eerste vrucht gemeten op het moment dat de tiende vrucht gezet was. Nagegaan werd of deze gecorreleerd was aan de FDS van de eerste vrucht op dat moment.

2.3 Vruchtkenmerken

Uiterlijke kenmerken – Van alle trossen werden alle vruchten afzonderlijk gewogen. Om een indruk te krijgen van het verloop in vruchtgewicht binnen de trossen werd met lineaire regressieanalyse voor iedere tros de richtingscoëfficiënt berekend:

$$\text{vruchtgewicht} = \text{richtingscoëfficiënt} * \text{vruchtnummer} + \text{constante} \quad [2.5]$$

Textuur hele vrucht (priktest) – Met de Instron druktrembank werd een priktest (Tersteeg, 2003) toegepast op de eerste zes vruchten van minimaal 7 trossen. Vooraf gescheurde vruchten werden niet gebruikt. De vruchten werden aangeprikt met een penplunjer (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.

Tabel 3 – 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
kracht	N	5.2	maximale kracht	fraction of maximum load = 1
energie	mJ		energie bij maximale kracht	onderste limiet: verplaatsing = 0 bovenste limiet: verplaatsing bij max. kracht
compressie	mm	1.1	compressie bij maximale kracht	

Refractie – Voor het meten van de refractie werden de eerste drie vruchten aan de trossen gebruikt, welke ook voor de priktest waren gebruikt. Deze vruchten werden over het tussenschot doorgesneden, waarna één van de helften werd gebruikt voor meting van de refractie. Tot week 21 werden alle vruchthelften samen fijngemalen, zodat één sample ontstond. Daarna werden de vruchthelften per vijf met een staafmixer fijngemalen, zodat vier samples met sap ontstonden. De refractie van het sap werd gemeten met de Atago digitale refractometer.

Aantal zaden – Van de eerste drie vruchten van vijf trossen werd het aantal zaden geteld.

2.4 Percentage scheuren

Het percentage gescheurde vruchten werd vlak na oogst vastgesteld. Hiertoe werd in het pad waaruit de voor de metingen gebruikte trossen afkomstig waren het aantal gescheurde vruchten geteld en het aantal geoogste vruchten geschat. Deze schatting werd gemaakt op basis van het totaalgewicht van de geoogste vruchten en het gemiddeld vruchtgewicht.

3 Resultaten

3.1 Ontwikkelingsstadium

Tabel 4 – Het verband tussen het ontwikkelingsstadium van de eerste vrucht bij oogst (FDS_{oogst}), en het percentage trossen met gescheurde vruchten totaal en per maand. N = totaal aantal geoogste trossen per categorie. Voor de duidelijkheid zijn in deze en volgende tabellen per maand alleen gegevens afgebeeld als het aantal trossen per categorie hoger was dan vier; voor het totaal zijn alle data van alle trossen meegenomen.

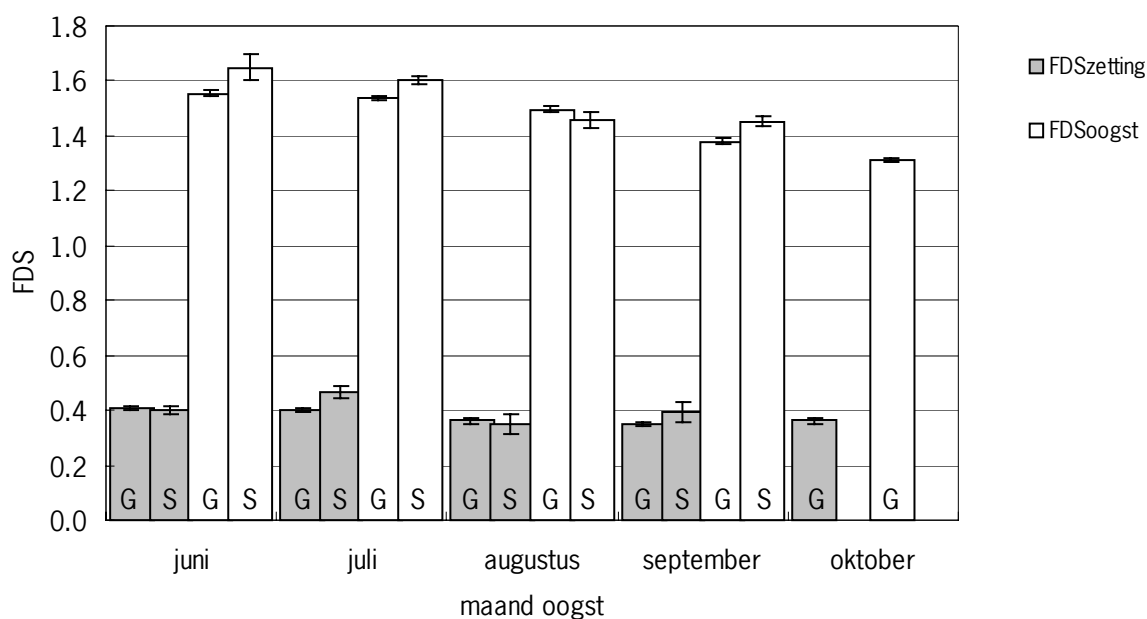
FDS_{oogst}	N	% trossen met gescheurde vruchten					
		totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
1.2 - 1.3	38	3%	-	-	-	0%	0%
1.3 - 1.4	61	2%	-	-	-	0%	0%
1.4 - 1.5	104	9%	0%	0%	9%	11%	-
1.5 - 1.6	84	7%	8%	5%	7%	-	-
1.6 - 1.7	40	10%	9%	14%	-	-	-

- Hoe hoger de FDS_{oogst} , des te hoger het totaal percentage trossen met gescheurde vruchten.
- In augustus is geen verband tussen scheuren en FDS waargenomen.
- In september traden scheuren al op bij een relatief lagere FDS waarde.

Tabel 5 – Het verband tussen het ontwikkelingsstadium van de eerste vrucht bij zetting van de puntvrucht ($FDS_{zetting}$) en het percentage trossen met gescheurde vruchten totaal en per maand. N = totaal aantal geoogste trossen per categorie.

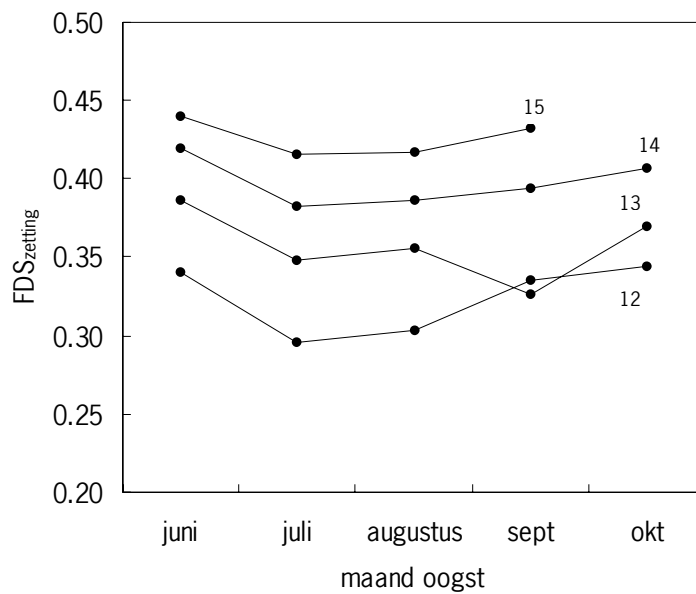
$FDS_{zetting}$	N	% trossen met gescheurde vruchten					
		totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
0.2-0.3	33	3%	-	0%	20%	0%	-
0.3-0.4	175	6%	8%	0%	7%	8%	0%
0.4-0.5	106	9%	12%	9%	10%	12%	0%
0.5-0.6	15	13%	-	17%	-	-	-

- Hoe hoger de $FDS_{zetting}$, des te hoger het totaal percentage trossen met gescheurde vruchten.
- In augustus is geen verband tussen scheuren en FDS waargenomen.



Figuur 1 – Ontwikkelingsstadium van de eerste vrucht bij zetting van de puntvrucht $FDS_{zetting}$ en bij oogst FDS_{oogst} ($\pm SE$). In de figuur zijn gemiddelde waarden afgebeeld voor trossen met gescheurde vruchten (S) en zonder gescheurde vruchten (G = gave trossen).

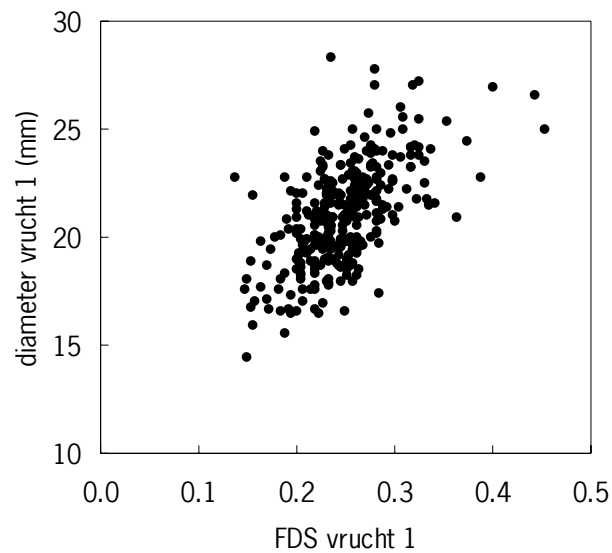
- In juni, juli en september is de FDS_{oogst} hoger voor trossen met gescheurde vruchten dan voor gave trossen, in augustus was dit niet het geval.
- In juli en september is de $FDS_{zetting}$ hoger voor trossen met gescheurde vruchten dan voor gave trossen, in juni en augustus was dit niet het geval.



Figuur 2 – Ontwikkelingsstadium van de eerste vrucht bij zetting van de puntvrucht (FDS_{zetting}) bij 12 tot 15 vruchten per tros.

- Hoe meer vruchten per tros worden aangehouden, hoe hoger FDS_{zetting} .
- Bij een gelijk aantal vruchten per tros was FDS_{zetting} in de zomermaanden lager dan in het voor- of najaar.

3.2 Correlatie tussen vruchtdiameter en snelheid zetting



Figuur 3 – Correlatie tussen de diameter van de eerste vrucht en het ontwikkelingsstadium (FDS), beiden zijn vastgesteld op het moment dat de tiende vrucht gezet is.

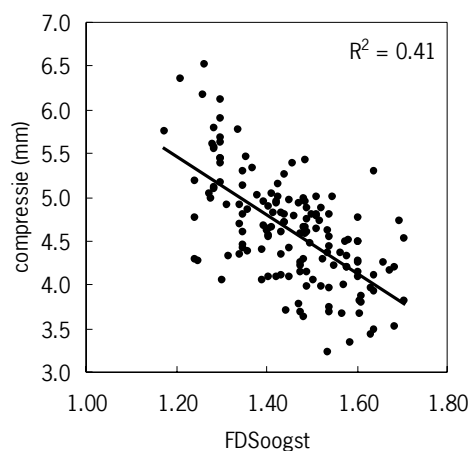
- Er was een positieve correlatie tussen de FDS en de diameter van de eerste vrucht op het moment dat de tiende vrucht gezet is ($R^2=0.37$).

3.3 Verband tussen ontwikkelingsstadium en vruchtkenmerken

Tabel 6 – Het verband tussen ontwikkelingsstadium van de eerste vrucht bij zetting van de puntvrucht (FDS_{zetting}) en bij oogst (FDS_{oogst}) en enkele vruchtkenmerken. R = correlatiecoëfficiënt; GVG = gemiddeld vruchtgewicht (g); De richtingscoëfficiënt beschrijft het verloop in vruchtgewicht binnen een tros.

	R	
	FDS_{zetting}	FDS_{oogst}
uiterlijke kenmerken		
trosgewicht (g)	0.50	0.55
aantal vruchten per tros	0.69	0.49
GVG hele tros (g)	-0.08	0.31
GVG vrucht 1-3 (g)	0.16	0.48
richtingscoëfficiënt	-0.24	-0.21
textuur (priktest)		
kracht (N)	-0.33	-0.43
energie (mJ)	-0.33	-0.60
compressie (mm)	-0.23	-0.64
aantal zaden		
aantal zaden	0.03	0.13

- Er was een positieve correlatie tussen FDS_{zetting} en het aantal vruchten per tros (zie ook Figuur 2).
- Er was een negatieve correlatie tussen FDS_{oogst} en de compressie, gemeten met de priktest (zie ook Figuur 4). Bij vruchten met een hogere FDS_{oogst} is de vrucht dus minder ver ingedrukt op het moment dat de penplunjer de vrucht doorboort, de vrucht is brosser.



Figuur 4 – Correlatie tussen ontwikkelingsstadium van de eerste vrucht bij oogst FDS_{oogst} en de compressie.

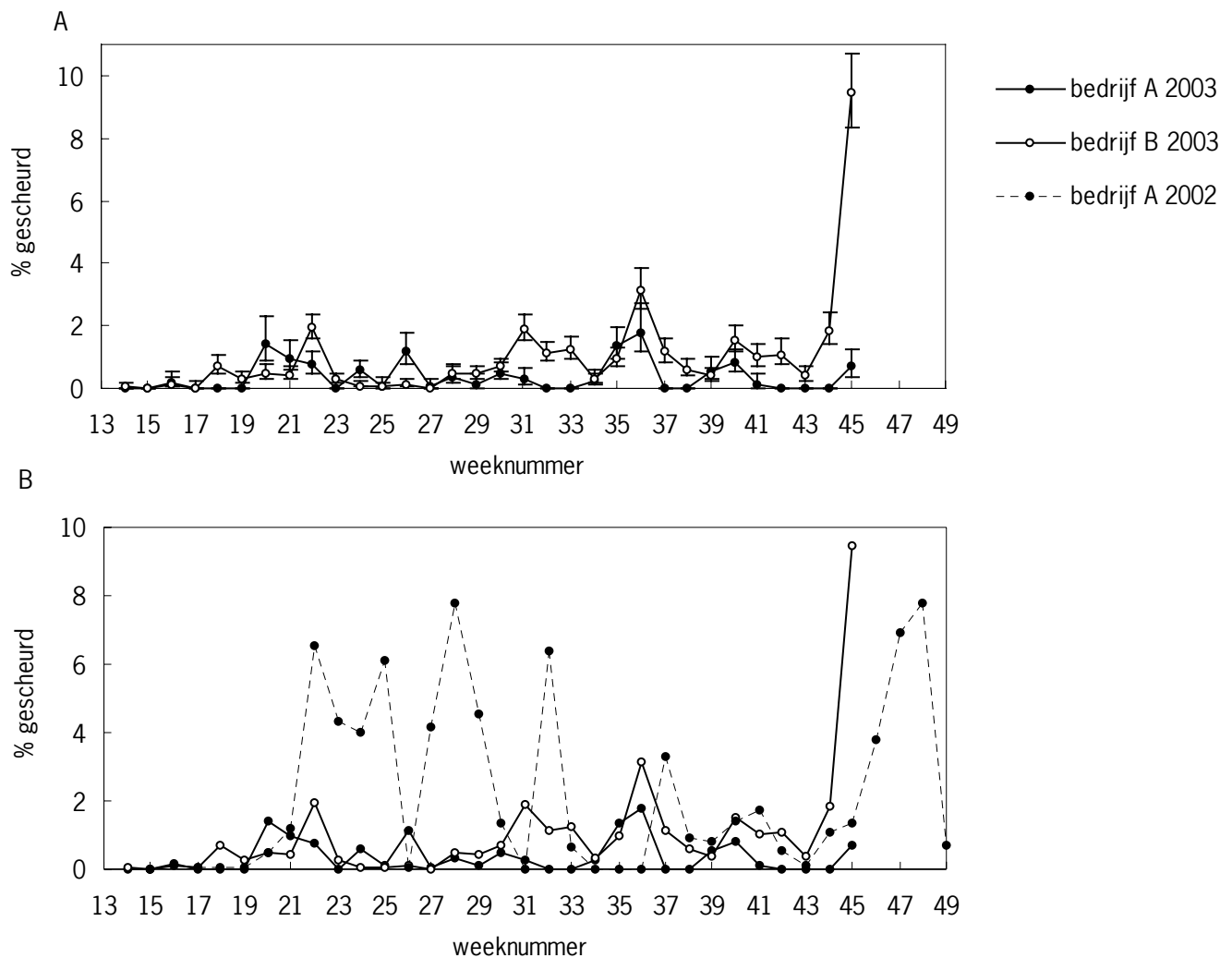
3.4 Verband tussen scheuren en vruchtkenmerken

Tabel 7 – Vruchtkenmerken van trossen met en zonder gescheurde vruchten. GVG = gemiddeld vruchtgewicht (g); De richtingscoëfficiënt beschrijft het verloop in vruchtgewicht binnen een tros.

	trossen op Bedrijf A		trossen op Bedrijf B	
	niet gescheurd	gescheurd	niet gescheurd	gescheurd
uiterlijke kenmerken	n = 346	n = 20	n = 318	n = 66
trosgewicht (g)	250	269	265	275
aantal vruchten per tros	13.1	14.0	13.2	13.7
GVG hele tros (g)	19.0	19.3	20.1	20.2
GVG vrucht 1-3 (g)	21.6	22.5	22.7	23.8
richtingscoëfficiënt	-0.55	-0.62	-0.60	-0.73
textuur (priktest)	n = 215	n = 8	n = 205	n = 30
kracht (N)	6.3	5.9	5.9	6.0
energie (mJ)	14.9	13.0	12.9	12.8
compressie (mm)	4.5	4.1	4.1	4.0
aantal zaden	n = 146	n = 13	n = 131	n = 34
aantal zaden	102	102	100	102

- Trossen met gescheurde vruchten waren zwaarder dan gave trossen, vooral door het hogere aantal vruchten.
- Bij trossen met gescheurde vruchten waren de eerste vruchten zwaarder en was het verloop in het vruchtgewicht groter, hierdoor was de richtingscoëfficiënt kleiner.
- Er zijn geen consequente verschillen gevonden in textuur tussen trossen met gescheurde en gave vruchten. Bij bedrijf A was de vruchtwand bij de trossen met gescheurde vruchten zwakker (lagere waarde van kracht, energie en compressie); bij bedrijf B waren er geen verschillen, maar van dit bedrijf waren de gemiddelde waarden lager en was het aantal trossen met gescheurde vruchten hoger.
- Er was geen verschil tussen trossen met gescheurde en gave vruchten in het aantal zaden.

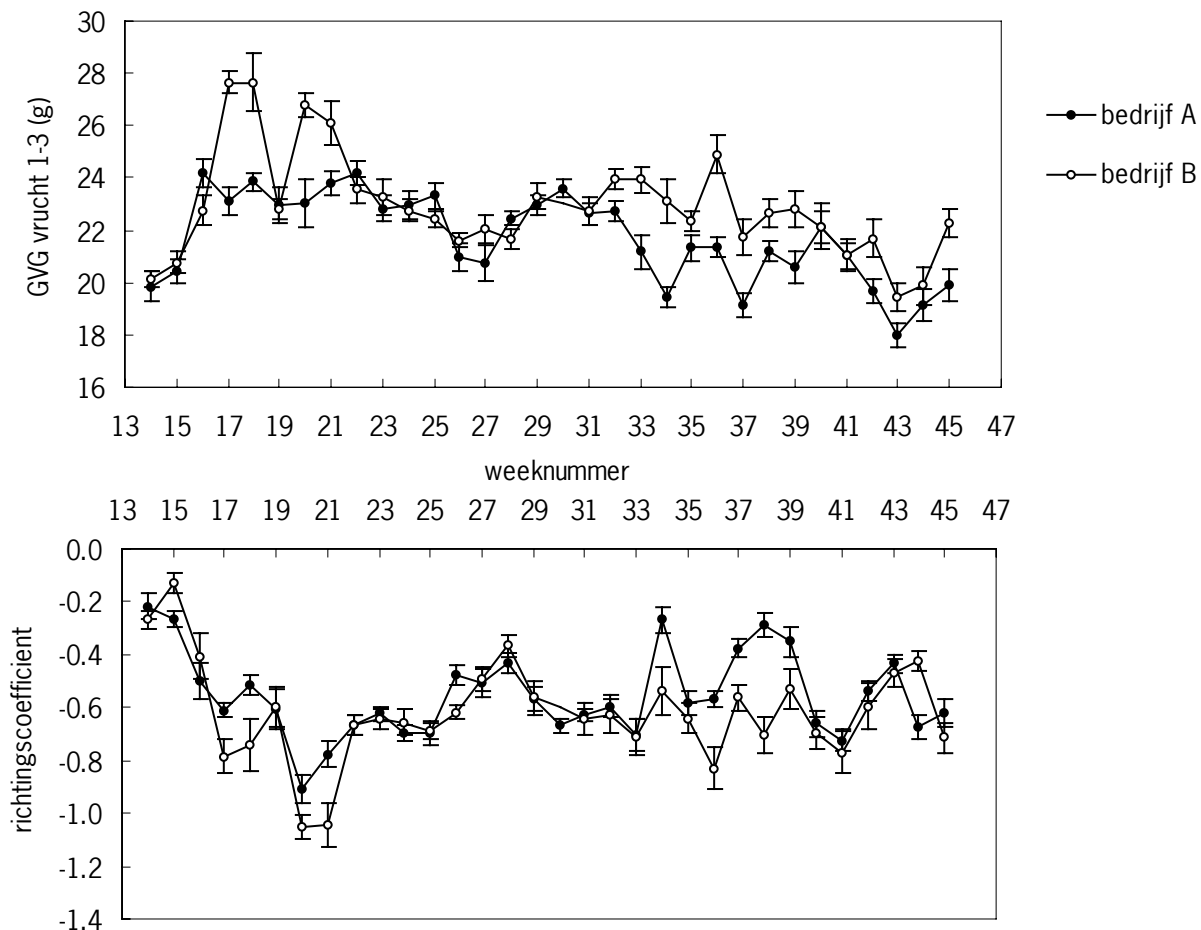
3.5 Verloop scheuren: vergelijking tussen 2 bedrijven



Figuur 5 – Verloop van het percentage gescheurde vruchten op twee bedrijven. In figuur A geven de foutbalken het 95% betrouwbaarheidsinterval voor het percentage scheuren aan. In figuur B is ook het verloop van het scheuren op bedrijf A in 2002 afgebeeld.

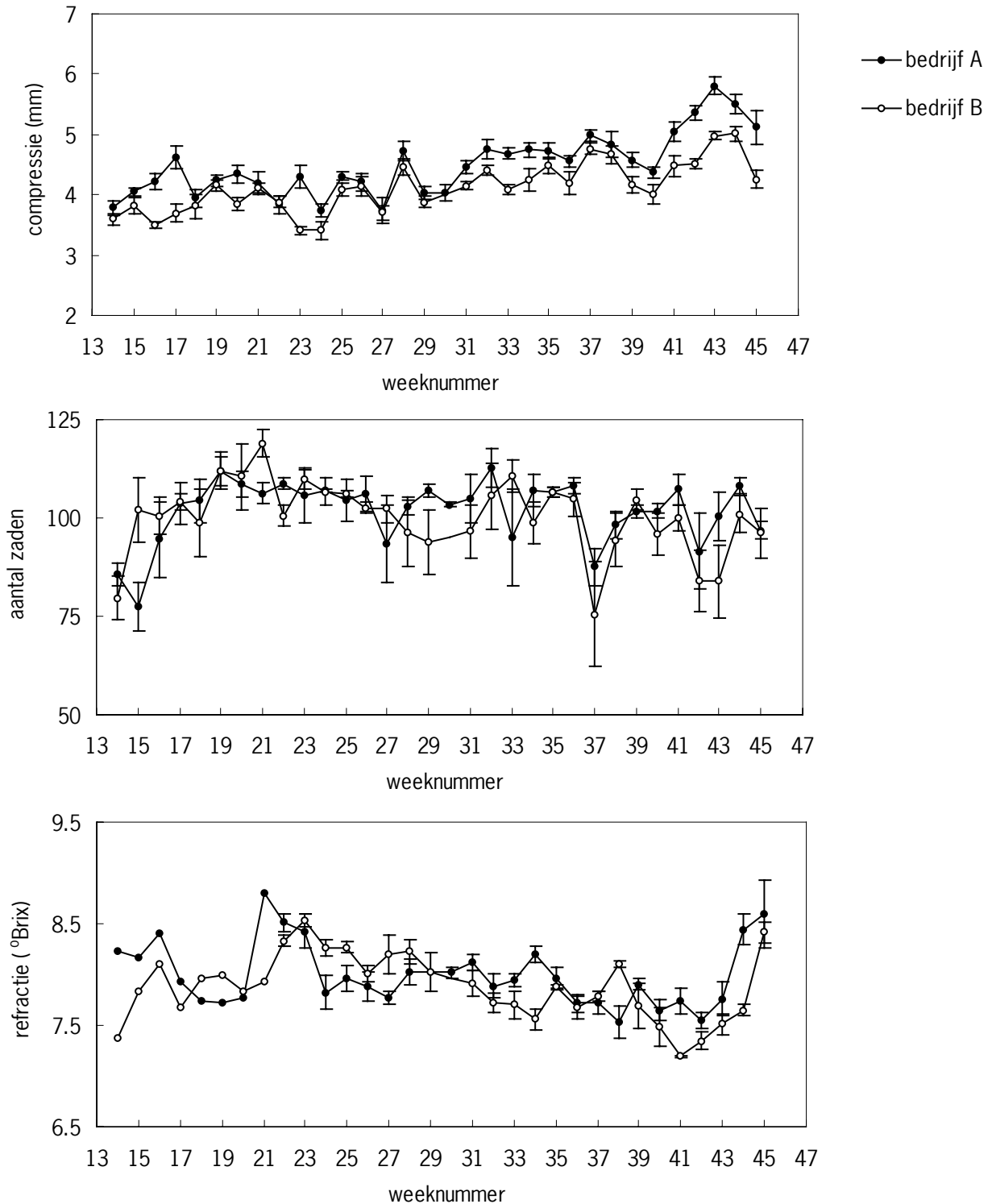
- Op bedrijf A scheurde over het hele jaar genomen gemiddeld 0.5 %, op bedrijf B was dit 1.1%. Met name na week 31 was het percentage scheuren bij bedrijf A vaak lager dan bij bedrijf B.
- Met name in het najaar hadden de bedrijven steeds in ongeveer dezelfde weken last van gescheurde vruchten.
- In het voorjaar en de zomer van 2003 waren er veel minder gescheurde vruchten dan in 2002.
- Het percentage scheuren in het najaar, vanaf ongeveer week 36, was redelijk vergelijkbaar tussen 2002 en 2003. De pieken lijken zelfs voornamelijk in dezelfde perioden op te treden.

3.6 Verloop van vruchtkenmerken: vergelijking tussen 2 bedrijven



Figuur 6 – Verloop van het gemiddeld vruchtgewicht GVG van de eerste drie vruchten aan de trossen en de richtingscoëfficiënt, deze beschrijft het verloop in vruchtgewicht binnen een tros.

- Met name aan het einde van de teelt was het gewicht van de eerste drie vruchten lager bij bedrijf A.
- Het verloop van de richtingscoëfficiënt was voor beide bedrijven opvallend gelijk, alleen tussen week 34 en week 40 was deze hoger bij bedrijf A dan bij bedrijf B.



Figuur 7 – Verloop van de met de priktest gemeten compressie en het aantal zaden en de refractie.

- De compressie nam toe tijdens de teelt en was bij bedrijf A vaak hoger dan bij bedrijf B.
- Het aantal zaden in de vruchten varieerde, er was een opvallende gelijkenis tussen de bedrijven in het verloop van het aantal zaden.
- Ook de refractie varieerde, aan het einde van de teelt nam de refractie plotseling sterk toe.

4 Discussie

4.1 Invloed van zetting en vruchtleeftijd op scheuren

Kanttekeningen bij berekening FDS

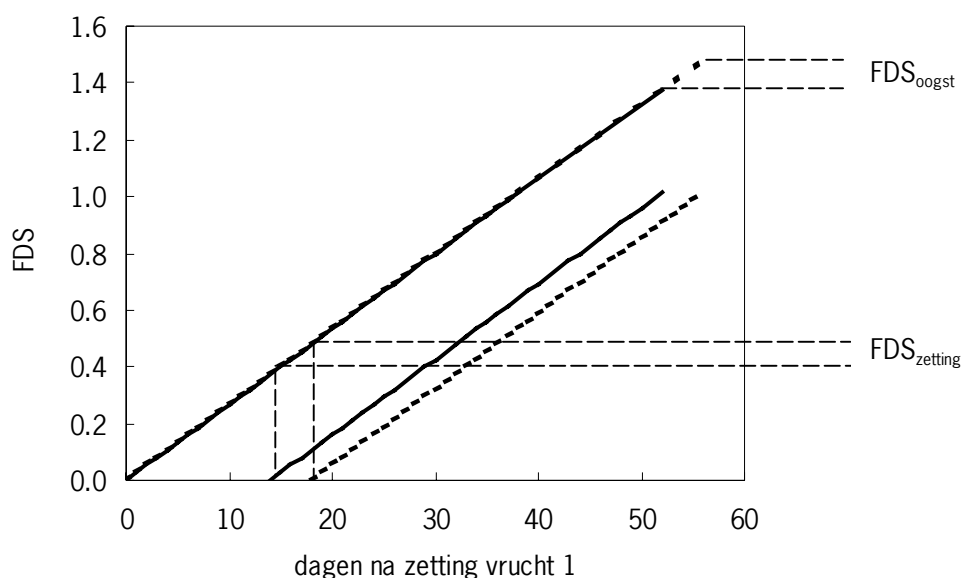
Omdat scheurgevoeligheid van de eerste vruchten aan de trossen sterker gerelateerd zal zijn aan het ontwikkelingsstadium (FDS) dan aan de absolute leeftijd (in dagen), werd de FDS berekend. De ontwikkelingsnelheid is vooral afhankelijk van de temperatuur en het ontwikkelingsstadium van de vrucht op dat moment. De ontwikkeling van vruchten wordt versneld door verhoging van de temperatuur; jonge en bijna oogstbare vruchten zijn hiervoor het meest gevoelig (De Koning, 1994). Voor het berekenen van de FDS op tijdstippen tussen zetting (FDS = 0) en aanvang van kleuring (FDS = 1) zijn formules beschikbaar (Zie Materiaal en Methoden; De Koning, 1994; Kaarsemaker, 2003). Wanneer een tros geoogst wordt zijn de eerste vruchten al enige tijd gekleurd, waardoor de FDS waarde groter moet zijn dan 1. Van de invloed van temperatuur op de ontwikkelingsnelheid van reeds gekleurde vruchten zijn geen gegevens bekend. Daarom is de aanname gemaakt dat de temperatuurrepons bij een FDS groter dan 1 gelijk is aan de temperatuurrepons bij een FDS van 1. Om de temperatuurrepons bij een FDS groter dan 1 in kaart te brengen is meer onderzoek nodig.

Hoge FDS leidt tot scheurgevoeligheid

Bij hogere waarden voor het ontwikkelingsstadium van de eerste vruchten bij oogst (FDS_{oogst}), ontstonden hogere percentages trossen met gescheurde vruchten (Tabel 4). Alleen bij in de maand augustus geoogste trossen ontstond dit verband niet. De in deze maand geoogste trossen vielen bijna allemaal binnen twee categorieën qua FDS_{oogst} . Bovendien waren er onder deze trossen maar drie met gescheurde vruchten. Mogelijk hebben het ontbreken van variatie in FDS_{oogst} in combinatie met het lage percentage scheuren bijgedragen aan het uitblijven van een verband tussen FDS_{oogst} en scheuren in augustus. In juni, juli en september kwamen wel duidelijker verbanden naar voren. In september ontstonden scheuren bij veel lagere waarden voor FDS_{oogst} dan in juni en juli. Vermoedelijk spelen de klimaatomstandigheden in het najaar hierbij een rol. Weersomslagen, die voornamelijk in het najaar optreden, kunnen leiden tot scheuren (zie ook paragraaf 4.2). Hierdoor zullen scheuren tijdens weersomslagen al bij een lagere FDS_{oogst} ontstaan. Ook andere factoren als de EC in de mat, de EC van het druppelwater en de watergeefstrategie kunnen van belang zijn. Vruchten zijn dus scheurgevoeliger naarmate FDS_{oogst} hoger is, de FDS waarde waarbij vruchten gaan scheuren is ook afhankelijk van de overige omstandigheden.

Basis hoge FDS kan al tijdens zetting worden gelegd

Bij hogere waarden voor het ontwikkelingsstadium van de eerste vruchten bij zetting (FDS_{zetting}), ontstonden hogere percentages trossen met gescheurde vruchten (Tabel 5). Net als voor FDS_{oogst} ontstond dit verband niet bij in de augustus geoogste trossen. In juni was het verband niet zo uitgesproken als in juli en september. In juli en september lag de waarde voor FDS_{zetting} hoger voor de trossen met gescheurde vruchten dan voor de gave trossen (Figuur 1). De basis voor een hoge FDS_{oogst} in deze maanden lijkt dus al tijdens de zetting te zijn gelegd. In Figuur 7 is aangegeven wat het effect is van de tijdsduur waarbinnen de vruchten aan een tros worden gezet op de FDS. Wanneer de puntvrucht langer na de eerste vrucht wordt gezet, zal het langer duren voordat deze puntvrucht kleurt en de tros geoogst kan worden. De eerste vrucht blijft hierdoor langer hangen, waardoor de FDS_{oogst} groter is. Verschillende factoren kunnen de tijdsduur tussen zetting van de eerste vrucht en de puntvrucht beïnvloeden. Zo verloopt de zetting trager bij lagere temperatuur. Echter, ook de FDS is afhankelijk van de temperatuur. Aangezien geen gegevens beschikbaar zijn over de exacte relatie tussen zettingsnelheid en temperatuur bij Conchita, kan geen uitspraak worden gedaan over het effect van temperatuur op de uiteindelijke FDS_{oogst} . Ook een beperkte beschikbaarheid van assimilaten leidt tot een langzamere zetting (Bertin, 1995) en zal hierdoor hogere waarden voor FDS_{zetting} en FDS_{oogst} tot gevolg hebben. Daarnaast is natuurlijk het aantal vruchten aan een tros bepalend voor de totale zettingsduur. In dit onderzoek bleek inderdaad dat FDS_{zetting} hoger was naarmate meer vruchten per tros werden aangehouden (Figuur 2).



Figuur 8 – Verloop van de FDS van de eerste vrucht en de puntvrucht. De puntvrucht is 14 (doorgetrokken lijnen) en 18 (onderbroken lijnen) dagen na de eerste vrucht gezet. Aangenomen is dat de tros geoogst wordt op het moment dat de puntvrucht kleurt (FDS = 1). De waarden voor FDS zijn berekend voor een constante temperatuur van 20°C.

4.2 Ontstaan van scheuren tijdens weersomslagen

Zoals hierboven al is besproken, traden in september een aantal weersomslagen op, wat tot extra scheuren kan hebben geleid. Van de gemonitorde planten zijn in deze maand vijf trossen gescheurd, waarvan 2 op 1 september (week 36) en 3 op 29 september (week 40). In deze weken waren inderdaad zowel de hoeveelheid straling als de temperatuur in de kas veel lager dan in de weken ervoor (Bijlage 1). Uit eerder onderzoek is gebleken dat scheuren bij cherrytomaten vooral 's nachts en in de vroege ochtend ontstaan, op het moment dat totale sapstroom naar de vrucht het hoogst is (Ohta, 1997). Dit is dus een kritieke periode. Bij donker weer komt de verdamping pas later op gang. Wanneer dan te vroeg water wordt gegeven zou dit kunnen leiden tot een te grote sapstroom naar de vruchten waardoor deze scheuren. De EC kan hierbij een belangrijke rol spelen. De EC in het druppelwater is lager dan de EC in de mat. Op het moment dat het druppelwater wordt toegevoegd zal de EC in de mat dalen, wat de opname van water stimuleert. Wanneer de verdamping op dat moment nog niet voldoende op gang is gekomen, kan de plant niet voldoende water kwijt via het blad en kan er teveel water naar de vruchten gaan waardoor deze scheuren.

4.3 Mogelijkheden om scheuren te voorkomen

Een te hoge FDS_{oogst} kan in veel gevallen worden voorkomen door de $FDS_{zetting}$ niet te hoog op te laten lopen. Dit kan gedaan worden door het aantal vruchten aan de trossen te beperken wanneer de zetting niet vlot genoeg verloopt. De resultaten van dit onderzoek wijzen erop dat voor trossen die in de zomerperiode worden geoogst meer vruchten kunnen worden aangehouden omdat (a) bij een gelijk aantal vruchten per tros de $FDS_{zetting}$ in de zomer lager is (Figuur 2) en (b) scheuren in de zomer pas optreden bij een hogere waarde voor de FDS_{oogst} (Tabel 4). Het moet mogelijk zijn om telers een handvat aan te bieden, waarmee ze kunnen vaststellen wat op een bepaald moment de ideale tros lengte is. Het meten van de diameter van de eerste vrucht tijdens de zetting zou hiervoor een mogelijkheid kunnen zijn; een te hoge diameter kan erop wijzen dat er te veel vertraging is opgetreden tijdens de zetting. In dit onderzoek werd inderdaad een positieve correlatie gevonden tussen de diameter van de eerste vrucht en de FDS, beiden vastgesteld op het moment dat de tiende vrucht gezet was (Figuur 3). Maar, dit verband is te zwak om slecht gezette trossen nauwkeurig genoeg op te sporen. Waarschijnlijk moet het effect van assimilaten beschikbaarheid op de vruchtgroei worden meegenomen. Door een laag aanbod van assimilaten wordt de groei beperkt, maar bij gelijkblijvende temperatuur gaat de ontwikkeling van de vrucht gewoon door.

Wellicht is het mogelijk om de snelheid van zetting van vruchten aan een tros modelmatig te berekenen met behulp van temperatuur en assimilatenbeschikbaarheid. Aan de hand van het verwachte temperatuurverloop kan dan voor elke tros lengte berekend worden hoe hoog $FDS_{zetting}$ wordt. De tros lengte kan zodanig worden aangepast dat een ideale $FDS_{zetting}$ ook wordt bereikt. Bij trossen die in het najaar worden geoogst, zal de ideale $FDS_{zetting}$ lager zijn, omdat in het najaar de kans op extra scheuren door weersomslagen groter is. Ook kan aanvullend onderzoek gedaan worden naar het voorkomen van scheuren tijdens weersomslagen. Waarschijnlijk kan het optreden van scheuren worden beperkt door later te starten met druppelen. Daarnaast is het mogelijk dat veel problemen met scheuren voorkomen kunnen worden door al voordat het weer omslaat de EC van het druppelwater iets te verhogen. Hierdoor zal de EC in de mat minder snel dalen, waardoor de wateropname niet te sterk gestimuleerd wordt.

4.4 Kenmerken van scheurgevoelige vruchten

Uiterlijke kenmerken

Zoals hierboven al besproken is, leidt een hoger aantal vruchten per tros tot hogere waarden voor $FDS_{zetting}$ en FDS_{oogst} . Dit kan verklaren waarom trossen met gescheurde vruchten gemiddeld meer vruchten hadden dan gave trossen (Tabel 7). Door het hogere aantal vruchten waren de trossen met gescheurde vruchten gemiddeld het zwaarst. Verwacht werd dat het gewichtsverschil tussen de vruchten aan een tros in sterke mate bepaald wordt door verschillen in FDS tussen deze vruchten. Er was echter geen verband tussen de richtingscoëfficiënt en $FDS_{zetting}$ (Tabel 6). Net als vorig jaar lijken grotere gewichtsverschillen wel gepaard te gaan met een hogere scheurgevoeligheid; het gewichtsverschil was groter bij trossen met gescheurde vruchten (lagere richtingscoëfficiënt) dan bij gave trossen (Tabel 7). De eerste drie vruchten aan trossen met gescheurde vruchten waren zwaarder dan die van gave trossen (Tabel 7). Ook een te sterke vruchtgroei kan dus hebben bijgedragen aan het ontstaan van scheuren op de bedrijven.

Textuur

Er was een negatieve correlatie tussen FDS_{oogst} en de met de priktest gemeten compressie (Tabel 6; Figuur 4). Vruchten met een hogere FDS_{oogst} waren dus minder ver ingedrukt op het moment dat de plunjer door de vruchtwand heen drong. Zulke vruchten zijn dus brosser, omdat de wand eerder breekt. Dit kan veroorzaakt zijn doordat de schil en de vruchtwand zwakker worden naarmate de vrucht ouder wordt. De priktest werd uitgevoerd bij alle eerste zes vruchten aan de trossen, uitgezonderd de gescheurde vruchten. Aangezien de eerste 6 vruchten aan de trossen altijd redelijk snel na elkaar werden gezet kan worden aangenomen dat de textuureigenschappen van deze vruchten informatie geven over de leeftijd van eventuele gescheurde vruchten aan de tros. Bij een vergelijking tussen de met de priktest gemeten textuureigenschappen van vruchten waarbij wel of geen gescheurde vruchten aan de trossen zaten werden echter geen consequente verschillen gevonden (Tabel 7).

Aantal zaden

Er was geen verschil in aantal zaden tussen trossen met en trossen zonder gescheurde vruchten (Tabel 7). Ook wanneer gescheurde vruchten en niet gescheurde vruchten worden vergeleken, levert dit geen verschillen in aantal zaden op (niet afgebeelde resultaten). Slechte zaadzetting is dus geen oorzaak van scheuren.

Verschillen tussen bedrijven in scheurgevoeligheid en vruchtkenmerken

Vanaf week 31 was het percentage scheuren op bedrijf A vaak lager dan op bedrijf B (Figuur 5). In deze periode zijn ook verschillen gevonden tussen de bedrijven in de vruchtkenmerken die gerelateerd bleken te zijn aan het scheuren. Het gewicht van de eerste vruchten was vaak lager bij bedrijf A dan bij bedrijf B (Figuur 6). Ook was de richtingscoëfficiënt gedurende een aantal weken in deze periode hoger bij bedrijf A, het gewichtsverschil binnen de tros was dus kleiner (Figuur 6). Tussen de vruchten van de bedrijven zijn ook verschillen in textuur gevonden. De compressie was op bedrijf A vaak hoger dan op bedrijf B (Figuur 7). Ook dit was met name na week 31 het geval. Dit wijst erop dat de op bedrijf B geoogste vruchten een verder ontwikkelingsstadium hadden dan de op bedrijf A geoogste vruchten, wat weer kan hebben bijgedragen aan het hogere percentage scheuren op bedrijf B. Verschillen in percentage scheuren tussen de bedrijven lijken niet gerelateerd te zijn aan het aantal zaden of de refractie (Figuur 7).

Terugkoppeling op voorlopig model voor scheuren 2002

Volgens het in 2002 ontwikkelde voorlopige model voor scheuren kunnen scheurgevoelige vruchten worden gekenmerkt door (a) een groter verschil in vruchtgewicht binnen de tros (b) een zwakkere textuur van de vruchtwand en (c) een hogere refractie (Tersteeg, 2003). Ook bij het in dit jaar uitgevoerde onderzoek komen het verschil in vruchtgewicht binnen de tros en de textuur van de vruchtwand naar voren als belangrijke eigenschappen. De refractie werd niet voor afzonderlijke vruchten of trossen gemeten. Hierdoor kan een eventueel effect van refractie alleen bestudeerd worden door verschillen in scheurgevoeligheid tussen bedrijven te relateren aan verschillen in refractie (zie vorige alinea) of door per bedrijf het wekelijks vastgestelde percentage scheuren te relateren aan de wekelijks vastgestelde refractie. Ook bij de laatste benadering komt geen duidelijk verband tussen refractie en percentage scheuren naar voren (correlatiecoëfficiënt $R = 0.17$ voor bedrijf A en $R = -0.04$ voor bedrijf B). Ook in 2002 was de correlatie tussen het percentage scheuren en de refractie niet hoog ($R=0.24$), maar het model kon wel verbeterd worden door de refractie eraan toe te voegen.

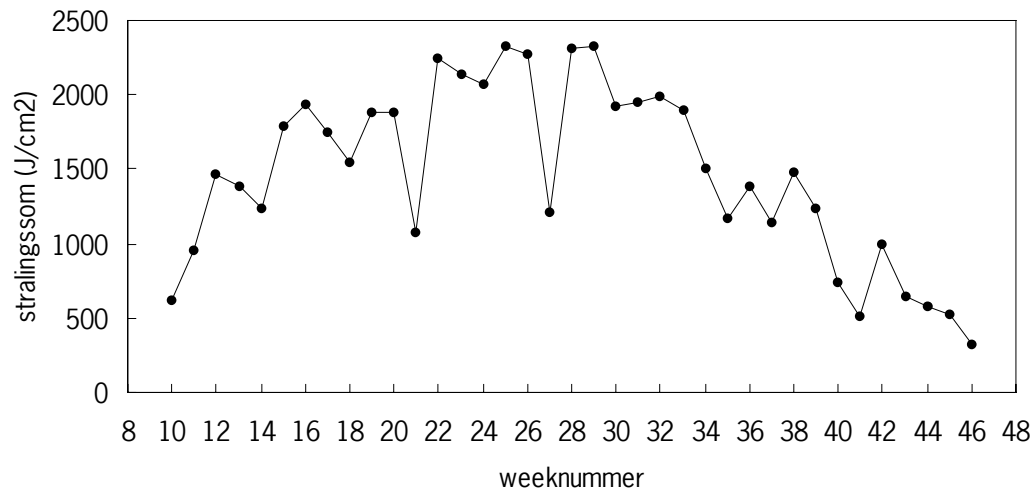
5 Conclusies

- Scheurgevoeligheid neemt toe naarmate vruchten rijper worden.
- Wanneer trossen vanwege een te trage zetting te lang aan de plant moeten hangen, worden de eerste vruchten rijper en dus scheurgevoeliger.
- De mate van rijpheid waarbij scheuren optreden kan verschillen. Onder gunstige omstandigheden scheuren alleen de rijpste vruchten, bij weersomslagen scheuren ook minder rijpe vruchten.
- Rijpere vruchten hebben een zwakkere textuur.
- Trossen met scheurgevoelige vruchten worden dikwijls gekenmerkt door een zwakkere textuur van de eerste vruchten en grotere verschillen in vruchtgewicht.

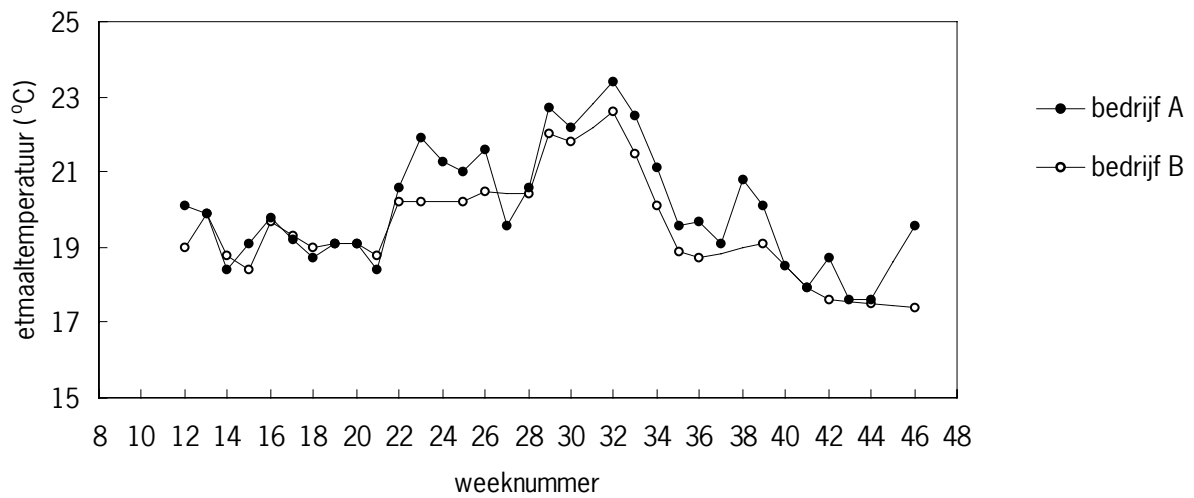
Literatuur

- Bertin, N. (1995). Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. *Annals of Botany* 75, 55-65.
- Bertin, N, Gautier, H., Roche, C. (2001). Number of cells in tomato fruit depending on fruit position and source-sink balance during plant development. *Plant Growth Regulation* 00, 1-8.
- Bohner, J., Bangerth, F. (1988). Effects of fruit set sequence and defoliation on cell number, cell size and hormone levels of tomato fruits. *Plant Growth Regulation* 7, 141-155.
- Kaarsemaker, R.C. (2003). Implementatie oogstprognose. Intern verslag PPO Glastuinbouw Naaldwijk.
- Koning, A.N.M. de (1994). Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach. Proefschrift.
- Ohta, K., Hosoki, T., Matsumoto, K., Ohya, M., Ito, N., Inaba, K. (1997). Relationships between fruit cracking and changes of fruit diameter associated with solute flow to fruit in cherry tomatoes. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65, 753-759.
- Peet, M.M. (1992). Fruit cracking in tomato. *HortTechnology* 2(2), 216-123.
- Tersteeg, P. (2003). Scheuren van cherrytomaat op een bedrijf in 2003. Intern verslag PPO Glastuinbouw Naaldwijk.

Bijlage 1 Klimaat



Figuur 9 – Stralingssom. Deze werd geregistreerd bij PPO Glastuinbouw in Naaldwijk. De bedrijven A en B zijn gelegen in Maasland, op korte afstand van Naaldwijk.



Figuur 10 – Etmaaltemperatuur op bedrijf A en B.