

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

VERKENNEND ONDERZOEK NAAR OBJECTIVEREN VAN STEVIGHEIDSMETINGEN BIJ PAPRIKA

A. Penninga

Agrarische Hogeschool afdeling Tuinbouw te Den Bosch

W. Verkerke

PTG Naaldwijk

Naaldwijk, november 1991

Intern Verslag nr. 36

2243521

INHOUD	pagina
1. Samenvatting	3
2. Inleiding	3
3. Materiaal & Methode	4
3.1. Meetmethoden	4
3.2. Proeven	5
3.2.1. Oriënterende proef	5
3.2.2. Correlatie instrumentele en sensorische stevigheidsmetingen	6
3.2.3. Minimum monstergrootte	6
3.2.4. Destructiviteit	6
3.2.5. Kopscheuren	7
4. Resultaten	7
4.1. Oriënterende proef	7
4.2. Correlatie instrumentele en sensorische stevigheidsmeting	9
4.3. Minimum monstergrootte	12
4.4. Destructiviteit	13
4.5. Kopscheuren	14
5. Discussie	16
6. Conclusies en aanbevelingen	16
7. Literatuur	17
8. Dankwoord	18
9. Bijlage	18
9.1 Test specificaties	18
9.2. Files	19
9.3. Afkortingen	19

## 1. Samenvatting

Er is een verkennend onderzoek verricht naar de objectieve stevigheidsmeting aan intacte paprika's. De stevigheid van een paprika is objectief te meten met behulp van de druk-trekbank. Er bestaat een significante correlatie tussen de gemeten compressie en de houdbaarheid, maar de correlatie is niet erg hoog. Er worden aanbevelingen gedaan om de meetopstelling verder te verbeteren. Naast stevigheid zijn andere factoren als zwelscheurtjes en vruchtvorm waarschijnlijk sterk bepalend voor de houdbaarheid.

## 2. Inleiding

De Nederlandse paprika wordt gewaardeerd om zijn kwaliteit en daarom heeft de handel er een meerprijs voor over. De stevigheid van de vrucht speelt een belangrijke rol bij de kwaliteitswaardering van het produkt door de consument (Hampshire *et al.*, 1987). De resultaten van het expert-smaakpanel van het PTG wijzen er op dat knapperigheid een gewaardeerde eigenschap is. Daarnaast is de stevigheid bij oogst een maat voor de houdbaarheid (Janse, 1989). Op het PTG wordt de houdbaarheid bepaald; daarnaast wordt ook de stevigheid bij oogst met de hand gemeten. De handmatige meting is echter vrij lastig en is moeilijk te leren. Objectivering van de stevigheidsmetingen zou een stap in de richting van een kwaliteitsmodel voor paprika kunnen betekenen. Daarnaast opent instrumentele meting wellicht mogelijkheden om in de toekomst tot een objectieve veilingkeur te komen.

Er zijn voor paprika enkele methodes beschreven om de stevigheid te meten met een druk-trekbank. Bij de eerste methode wordt de vrucht met de steelzijde op de druk-trekbank neergezet en met een vlakke plaat op de neus ingedrukt (Ben-Yehoshua *et al.*, 1983; Hampshire *et al.*, 1987). Deze methode bootst de handmeting niet goed na, omdat er niet op de zijkant van de vrucht gemeten wordt. Daarnaast zijn vruchten met een minder geblokte of afwijkende vorm moeilijk te meten. Tenslotte is de methode destructief, omdat de steel moet worden verwijderd. Bij de tweede methode wordt de vrucht wel op de zijkant ingedrukt (Showalter, 1973). Ook hierbij geldt als nadeel dat vruchten met een afwijkende vorm moeilijk gemeten kunnen worden. Een derde methode werd gebruikt door Vlaswinkel (1990), die op het PTG aan de hand van ponsjes vruchtwand de relatie tussen dikte en stevigheid van de vruchtwand en de houdbaarheid onderzocht. Het meten aan ponsjes vruchtwand is echter vrij omslachtig en het is niet duidelijk geworden of dit een bruikbare methode is.

Dit verslag geeft een overzicht van een verkennend onderzoek naar de ontwikkeling van een methode voor objectieve stevigheidsmeting bij intacte paprika's. Teneinde de sensorische stevigheidsmeting zo goed mogelijk na te bootsen is gekozen voor een variant op de methode van Showalter (1973). Hierbij zijn de volgende aspecten onderzocht: (1) minimum monstergrootte; (2) correlatie sensorische stevigheid en houdbaarheid; (3) optimale instelling druk-trekbank (4) correlatie sensorische stevigheid en instrumentele stevigheid; (5) correlatie instrumentele stevigheid en houdbaarheid en (6) bepaling destructiviteit van de methode.

In een oriënterende proef is de stevigheid aan twee partijen gemeten. Toen hieruit bleek dat de ontwikkelde methode perspectief bood is deze uitvoerig getest in een tweede proef. In een derde proef is de mate van destructiviteit van de instrumentele bepaling bepaald. In een vierde proef is aandacht besteed aan kopscheuren. Deze scheuren in de bovenkant van de vrucht komen vooral bij gele en oranje paprika's voor en veroorzaken veel problemen in het handelskanaal (Van Veen, 1991). Op de verse, natte scheuren ontstaat

gemakkelijk rot. Ook de stevigheid van geel en oranje gekleurde vruchten laat vaak te wensen over. Mogelijk is de gevoeligheid voor kopscheuren gerelateerd aan de stevigheid (Van Uffelen *et al.*, 1991). We verwachten dat kopscheuren optreden op zwakke plekken in de vruchtwand. Daarom is geprobeerd of de rasgevoeligheid voor kopscheuren met de druk-trekbank objectief bepaald kan worden.

### 3. Materiaal & Methode

#### 3.1. Meetmethoden

##### Sensorische stevigheidsmeting (SS)

Dit is een beoordeling van stevigheid door handmeting. Bij deze meting worden de vingers van beide handen vanaf boven- en onderkant om de vrucht heen voornamelijk in de inhammen gelegd. Door voelen van de weerstand die de vruchtwand biedt bij licht knijpen, wordt de stevigheid vastgesteld. De waarderingsschaal loopt van 1 tot 9 (Janse, 1991).

##### Houdbaarheidsbepaling (HBH)

De vruchten worden in plantenkwekersbakken met een interieur gelegd, genummerd met een stift en bewaard in een cel bij 20°C en een R.V. van 80%. Drie keer per week (om de andere dag) wordt de sensorische stevigheid bepaald. Wanneer de vruchten beoordeeld worden met een 5, gaan rimpelen, of rotte plekje gaan vertonen worden ze uit de bewaring genomen. Van elke vrucht wordt de daguit genoteerd. Hiermee is per partij het gemiddelde aantal dagen houdbaar te berekenen. Vruchten die binnen een week rotten, worden niet meegeteld bij de bepaling van de houdbaarheid (Janse, 1991).

##### Instrumentele stevigheidsmeting

De metingen worden uitgevoerd met een Instron 4301 druk-trekbank. In dit verslag worden verschillende parameters van stevigheid als volgt omschreven. Met **compressie C** (mm) wordt bedoeld het aantal millimeters dat een vrucht wordt ingedrukt bij een bepaalde kracht. Hoe groter de indrukking, des te zachter is de vrucht. Met **maximale kracht F** (N) wordt bedoeld de kracht waarbij de vrucht breekt. Hiervoor geldt dat hoe hoger de kracht, des te steviger is de vrucht. Met **energie E** (mJ) wordt bedoeld de hoeveelheid energie die nodig is om door de vrucht te breken. Deze energie is gelijk aan de oppervlakte onder de kracht/deformatiecurve (zie Verkerke, (1989) en Verkerke & Gielesen (1990)). Uitvoerige beschrijving van de meetmethodes staat vermeld in de Bijlage 9.1. De gehanteerde parameters worden geacht een maat te zijn voor de veerkracht van de vrucht (C), de sterkte van de vruchtwand (F) en de taaiheid van de vrucht (E).

##### Compressie (C)

Met een knikkerplunjer wordt iedere vrucht in het midden op drie plaatsen op de schotten ingedrukt tot een ingestelde maximum kracht. De vruchten worden met de hand zó vastgehouden dat de zijkant horizontaal onder de knikkerplunjer komt te liggen. Op deze manier moeten de stevigheidsmetingen met de hand zo goed mogelijk nagebootst worden. Voor het verwerken van de meetresultaten is een GENSTAT programma ontwikkeld waarmee per vrucht de hoogste waarde (1), het

gemiddelde van de hoogste twee waarden (2) en het gemiddelde van de drie metingen (3) berekend wordt. Deze waarden komen overeen met de zachtste plek, de twee zachtste plekken en het gemiddelde van de drie gemeten plekken op de vrucht. Dit is gedaan om te onderzoeken of zo de handmeting beter kan worden nagebootst. Immers, wellicht is het totaaloordeel van de handmeting een "zoeken naar een zwakste plek".

#### Maximale kracht en Energie (F, E)

De positionering van de vruchten is gelijk aan die bij de compressiemeting. Met een penplunjer van 2 of 5 mm diameter wordt een vrucht in het midden op drie plaatsen tussen de schotten doorgeprikt.

#### Kopscheurmeting (Fk, Ek)

Bij deze meting worden in principe dezelfde parameters bepaald; er wordt echter gemeten op plekken waar we kopscheuren verwachten. Voor deze meting wordt de paprika dwars doormidden gesneden en met de steel naar boven neergezet. Met de penplunjer van 5 mm wordt elke vrucht op drie plaatsen op de bolle stukken doorgeprikt. De gemeten parameters zijn de maximale kracht F (N) en de hoeveelheid energie tot breuk E (mJ). Bij deze bepaling veert het vruchtvlees uiteraard veel minder ver door dan bij de eerste taaïheidsmeting, waarbij midden op de intacte vrucht wordt gemeten. Bij deze twee typen metingen is ook het GENSTAT programma gebruikt om resp. de zachtste, de twee zachtste en het gemiddelde van de drie meetplekken te vinden.

### 3.2. Proeven

#### 3.2.1. Oriënterende proef

Doel : optimaal instellen druk-trekbank  
correleren sensorische stevigheid en houdbaarheid  
correleren sensorische stevigheid en compressie

Ras : Mazurka

Herkomst : Temperatuurproef PTG kas 210

Behandeling: Er is gekozen voor vruchten afkomstig van de uiterste temperatuur trappen (24/21 en 21/15) omdat de verschillen in houdbaarheid tussen deze twee behandelingen het grootst zijn. De vruchten zijn enigszins geselecteerd op vorm en kleur zodat elk van de beide partijen zo homogeen mogelijk is. Lelijke en beschadigde vruchten zijn weggelaten.

Aantallen : Twee partijen van elk 40 stuks

Oogstdatum : 3 juni 1991

Meetdatum : 5 juni 1991

Methode : Van de helft van een partij (A) worden achtereenvolgens bepaald: sensorische stevigheid (SS); compressie met de knikkerplunjer (C) bij een maximale kracht van resp. 2, 3, 5, 8 en 10 N; maximale kracht en energie (F, E) met de penplunjer met een diameter resp. 2 en 5 mm. Van de andere helft van elke partij (B) wordt enkel de sensorische stevigheid bepaald en daarna de houdbaarheid (HBH).

### 3.2.2. Correlatie instrumentele en sensorische stevigheidsmeting

Doel : als proef 1  
bepalen van de mate van destructiviteit  
bepalen minimum monstergrootte  
Ras : onbekend (rode paprika's)  
Herkomst : Veiling Delft-Westerlee.

nr	veiling nr	klasse
1	wp 2758	I-2
2	wp 2033	I-2
3	wp 1411	S-1
4	wp 1887	S-1
5	wp 1362	S-1
6	wp 2421	S-1
7	wp 2267	S-1
8	wp 1255	S-1
9	wp 2188	S-1
10	wp 2715	I-2

Aantallen : Tien partijen van 40 vruchten  
Oogstdatum : 24 juni 1991  
Meetdatum : 26 juni 1991  
Methode : Aan de helft van elke partij (A) worden bepaald SS, C, HBH. Aan de andere helft worden enkel SS en HBH bepaald.

### 3.2.3. Minimum monstergrootte

Aan de hand van de partijgemiddelden en de standaardafwijking is uitgerekend hoe groot de minimum monstergrootte moet zijn om verschillen tussen de partijen te kunnen waarnemen.

### 3.2.4. Destructiviteit

Doel : Bepalen van de destructiviteit van instrumentele stevigheidsmetingen  
Herkomst : K. Vromans, Naaldwijk  
Ras : Rode paprika's (ws. Mazurka)  
Oogstdatum : 8 juli 1991  
Meetdatum : 8 juli 1991  
Aantallen : 150 stuks verdeeld in 5 partijen van 30  
Methode : Eén partij wordt niet gemeten (controle), de andere partijen worden met een knikkerplunjer ingedrukt tot een kracht van resp. 3, 5, 8 en 10 N. Hierna wordt van elke partij de houdbaarheid bepaald.

### 3.2.5. Kopscheuren

Doel : Correleren van kopscheurvoeligheid en de instrumentele stevigheid van enkele rassen (zie Tabel 10).  
 Herkomst : K. Vromans, Naaldwijk  
 Aantallen : Acht partijen van 30 vruchten  
 Oogstdatum : 9 juli 1991  
 Meetdatum : 9 juli 1991  
 Methode : Kopscheurmeting

## 4. Resultaten

### 4.1. Oriënterende proef (Tabel 1-4)

Tabel 1. Stevigheid van paprika's geteeld bij twee temperatuurinstellingen ( $^{\circ}\text{C}$ , dag/nacht); C = mm compressie bij resp. 2,3,5,8 en 10 N; gem. van drie metingen per vrucht); SS stevigheid, gemeten met de hand (waarderingsschaal 1-9); HBH = houdbaarheid (dagen).

Behandeling	C2	C3	C5	C8	C10	SS	HBH
21/15	0.50	0.80	1.45	2.50	3.23	8.4	10.7
24/21	0.53	0.85	1.56	2.68	3.48	7.4	7.7

De vruchten uit behandeling 24/21 zijn korter houdbaar, sensorisch zachter en verder indrukbaar. Dit is in overeenstemming met de verwachting.

Tabel 2. Correlatiematrix van SS - C en SS - HBH bij vruchten van de twee temperatuurtrappen; 3, 2, 1 = resp. gemiddelde van drie metingen, de twee zachtste plekken, de zachtste plek; n = 40; grenswaarde 5% = 0.31.

F	SS - C			SS - HBH
	3	2	1	
2	-0.653	-0.669	-0.627	
3	-0.685	-0.698	-0.670	
5	-0.706	-0.720	-0.700	
8	-0.730	-0.746	-0.748	
10	-0.742	-0.755	-0.765	0.566

Door te selecteren op de zachtste plek stijgt de correlatie iets, maar door bij hogere kracht te meten stijgt de correlatie veel meer. De hoogste correlatie wordt bij de selectie op de zachtste plek bij 10N gevonden ( $-0.765^2 = 0.59 \rightarrow$

59% verklaard). De correlatie tussen SS en HBH is echter vrij laag ( $0.566^2 = 0.32$  --> 32% verklaard).

Tabel 3. Stevigheidsmetingen bij vruchten van de twee temperatuurtrappen met een plunjer van resp. 5 en 2 mm. F = maximale kracht (N); E = Energie tot breuk (mJ); 3,2,1 resp. meetwaarden van gemiddelde van drie metingen, de twee zachtste plekken en de zachtste meetplek.

plunjer behandeling		F3	F2	F1	E3	E2	E1
5 mm	21/15	26.02	25.01	24.24	203.2	189.3	180.5
	24/21	23.02	22.22	21.46	209.3	199.1	191.0
2 mm	21/15	7.19	6.92	6.56	18.3	17.3	16.2
	24/21	7.83	7.50	7.23	17.4	16.3	15.1

Vruchten van behandeling 24/21 breken bij een lagere kracht dan die van 21/15. Dit is in overeenstemming met de verwachting. Bij meten met de 5 mm plunjer lijkt behandeling 24/21 echter taaiere vruchten te geven. Dit is niet overeenkomstig de verwachting.

Tabel 4. Correlatiematrix taaiheidsparameters Maximale kracht F (N) en Energie tot breuk E (mJ) met sensorische stevigheid (SS); 3,2,1 resp. meetwaarden van gemiddelde van drie metingen, de twee zachtste en de zachtste meetplek; n = 40; grenswaarde 5% = 0.31.

plunjer	F			E		
	3	2	1	3	2	1
5 mm	0.840	0.826	0.789	-0.016	-0.072	-0.150
2 mm	-0.145	-0.100	-0.114	0.048	0.125	0.112

De maximale kracht correleert positief met SS, maar de Energie niet. Door te selecteren op de zwakste plek wordt de correlatie iets lager. Meten met een 2 mm plunjer geeft geen zinvolle resultaten; de 5 mm plunjer geeft de beste resultaten. De hoogste correlatie met SS wordt gevonden bij het gemiddelde van drie metingen van de breekkracht (0.840 --> 71% verklaard). In vergelijking met de indrukbaarheid (Tabel 2) correleert de Breekkracht beter dan Compressie bij 10 N (71% versus 59% verklaard).



4.2. Correlatie instrumentele en sensorische stevigheidsmetingen  
(Tabel 5 - 8; Figuur 1 - 6)

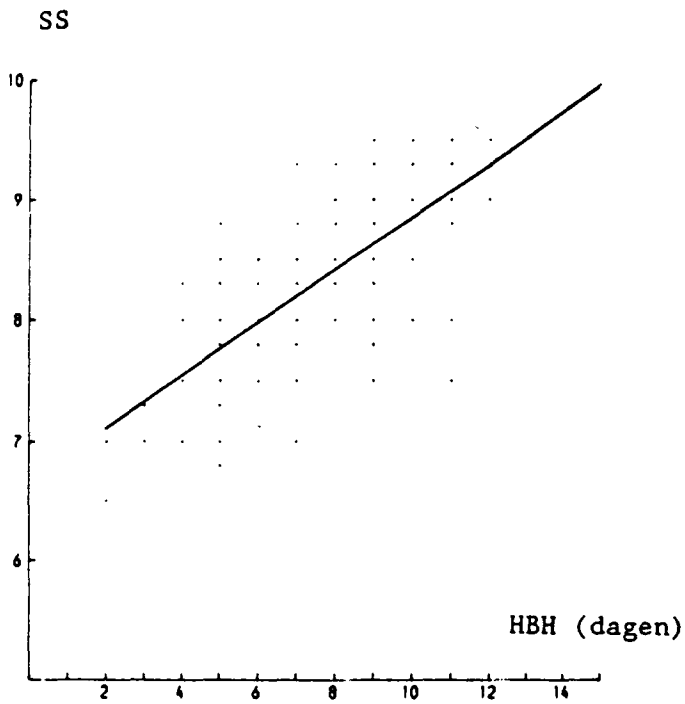
Tabel 5. Correlatiematrix van de parameters C, SS en HBH bij toenemende kracht F (N); 3, 2, 1 = resp. gemiddelde van drie metingen, de twee zachtste plekken, de zachtste plek; n = 200; grenswaarde 5% = 0.195.

F	SS - C			C - HBH			SS - HBH
	3	2	1	3	2	1	
3	-0.623	-0.626	-0.601	-0.610	-0.605	-0.578	
5	-0.672	-0.676	-0.655	-0.622	-0.621	-0.599	
8	-0.713	-0.713	-0.685	-0.631	-0.630	-0.601	
10	-0.734	-0.732	-0.704	-0.638	-0.639	-0.614	0.725

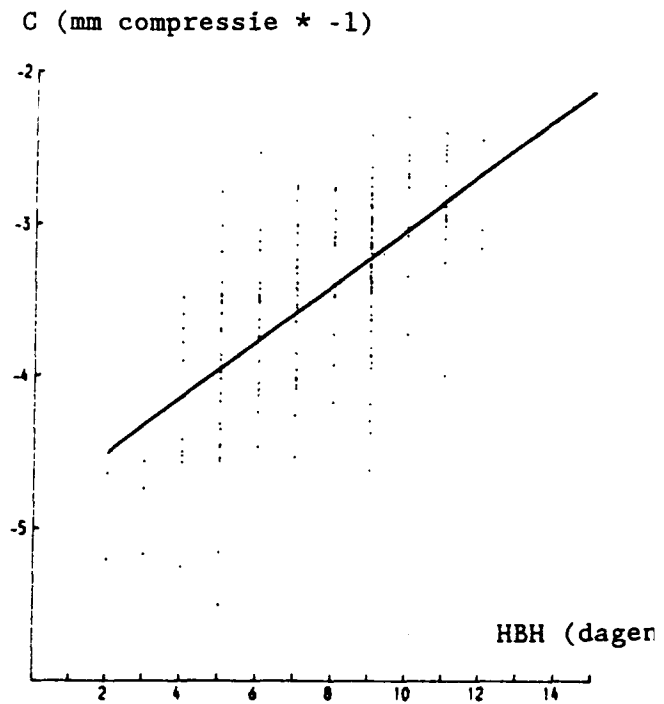
De correlatie tussen SS en C wordt beter naarmate er bij hogere kracht wordt gemeten; selecteren op de zwakste plek verbetert de correlatie niet. Er is een significant verband tussen C en HBH maar de correlatie is niet erg hoog (c.c. = 0.638 --> 41% verklaard). De correlatie tussen SS en HBH bedraagt 0.725 (53% verklaard) en valt hier dus hoger uit dan in de eerste proef (Tabel 2). In Figuur 1-3 zijn voor de individuele vruchten de regressielijnen weergegeven voor het verband tussen SS en HBH, C en HBH, SS en C. Hiervoor zijn gemiddelden van drie metingen per vrucht gebruikt. In Tabel 6 en 7 en Figuur 4 en 5 zijn de partijgemiddelden vergeleken.

Tabel 6. Partijgemiddelden voor sensorische stevigheid (SS), houdbaarheid (HBH) en C (compressie bij 10 N, gem. van drie metingen per vrucht met s.d.; a = gemeten met de druk-trekbank (n per partij = 20); b = niet instrumenteel gemeten (n per partij = 20).

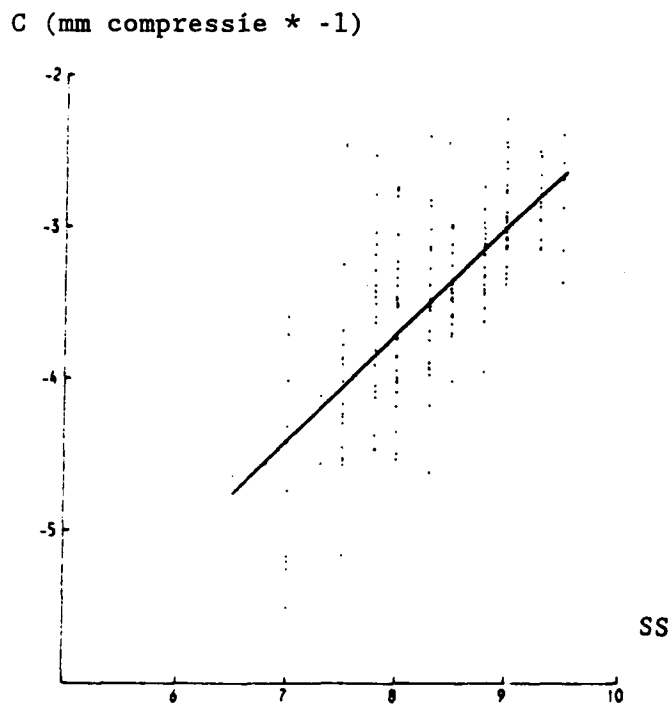
nr	a				b	
	SS	HBH	C	s.d.	SS	HBH
1	7.9	7.3	2.99	0.40	8.1	8.4
2	7.6	6.8	4.00	0.66	7.7	7.7
3	8.8	8.3	3.28	0.46	8.6	9.7
4	8.6	8.2	3.07	0.32	8.7	10.3
5	8.2	7.2	3.59	0.49	8.2	9.2
6	7.9	5.8	4.09	0.78	8.3	8.4
7	8.2	7.1	3.71	0.57	8.1	8.1
8	8.8	8.4	3.25	0.40	8.7	8.7
9	8.5	8.3	3.45	0.58	8.5	9.4
10	8.6	8.5	3.49	0.64	8.6	11.0
gem	8.3	7.6	3.49	0.55	8.4	9.1



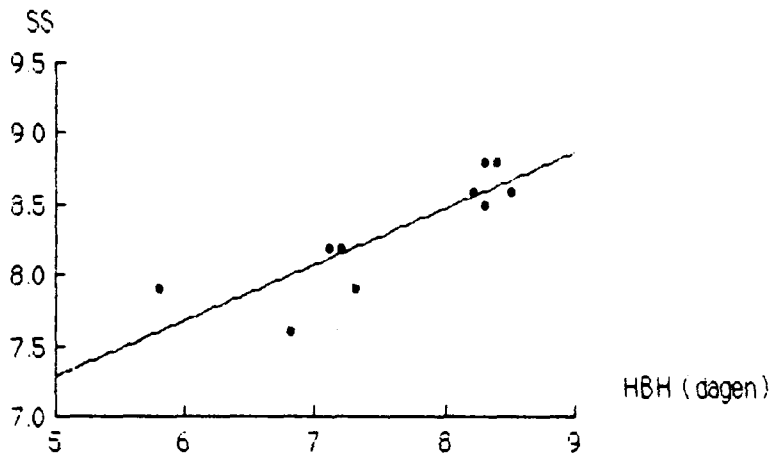
Figuur 1. Het verband tussen sensorische stevigheid en houdbaarheid (individuele vruchten)  
 $y = 6.67 + 0.219x$



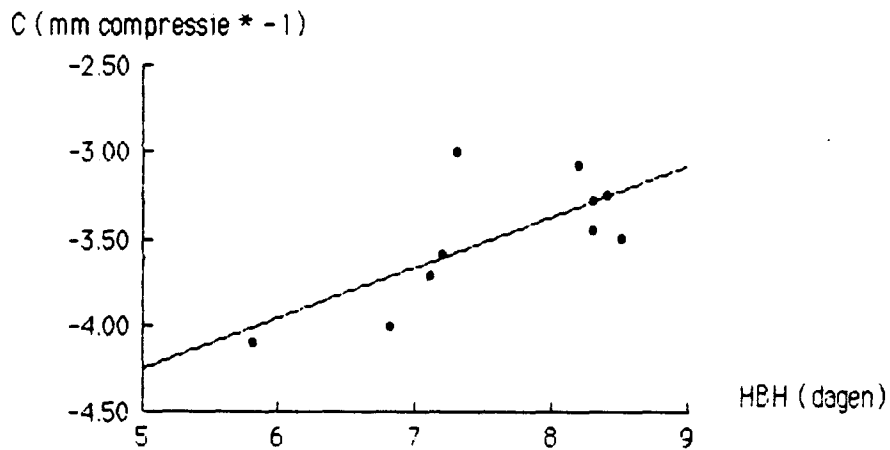
Figuur 2. Het verband tussen compressie en houdbaarheid (individuele vruchten)  
 $y = -4.88 + 0.18x$



Figuur 3. Het verband tussen compressie en sensorische stevigheid (individuele vruchten)  
 $y = -9.29 + 0.70x$



Figuur 4. Het verband tussen Sensorische stevigheid en Houdbaarheid (partijgemiddelden)  
 $y = 5.3 + 0.395x$



Figuur 5. Het verband tussen Compressie (C) en Houdbaarheid (partijgemiddelden).  
 $y = -5.72 + 0.294x$

Tabel 7. Correlatiematrix partijgemiddelden voor SS, HBH en C voor partijen a en b; n = 10; grenswaarde 5% = 0.576

	SS	C
IS	-0.576	
HBHa	0.850	-0.716
HBHb	0.757	

De compressie verklaart 51% van de houdbaarheid, terwijl de sensorische stevigheid 72% verklaart.

4.3. Minimum monstergrootte (Tabel 8, Figuur 6)

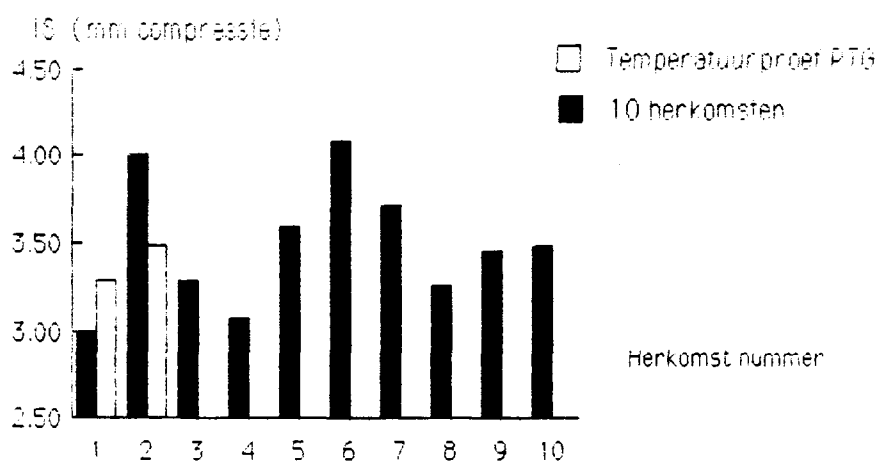
De IS varieert tussen 2.99 en 4.09 (Tabel 6 en Figuur 6). De variatie bedraagt in deze proeven gemiddeld 0.55, hetgeen neerkomt op een variatiecoëfficiënt van 15% (Tabel 5). De minimale monstergrootte hangt uiteraard af van het verschil dat men wil vaststellen tussen 2 partijen (Tabel 8).

Tabel 8. Minimum monstergrootte (n) en aan te tonen % verschil tussen twee partijen bij een variatiecoëfficiënt van 15%.

n	%
72	5
28	8
18	10
8	15
4	20

Om bijvoorbeeld de twee zachtste partijen (nr. 2 en 6) te onderscheiden van de rest moet een verschil van 0.41 mm aan te tonen zijn. Dit komt neer op 10%, hetgeen inhoudt dat hiervoor de minimum monstergrootte 18 vruchten bedraagt. Bij een verschil van 0.25 mm tussen de twee temperatuurtrappen (8%, Tabel 1), is de minimale monstergrootte ongeveer 30 vruchten.

Tijdsaspect - Het meten van stevigheid aan tweehonderd vruchten tot 10,3 N kost 8 uur. Sensorisch beoordelen van stevigheid van dezelfde partij kost 45 minuten.



Figuur 6. Instrumentele stevigheid van de onderzochte partijen (Proef 1 en 2); data uit Tabel 1 en 6. Hoe hoger de staaf, des te zachter de vruchten

#### 4.4. Destructiviteit (Tabel 9)

Tabel 9. Het verband tussen Compressie tot de ingestelde kracht F (N) en de houdbaarheid HBH (dagen).

F	HBH
0	10.1
3	9.4
5	8.7
8	8.0
10	9.0
p =	0.038
LSD 5% =	1.3

Uit Tabel 6 blijkt al dat bij indrukken tot 10 N (a) de houdbaarheid met gemiddeld 1.5 dag afneemt ten opzichte van de controle (b). In de speciaal opgezette proef waarbij tot verschillende krachten werd ingedrukt kwamen vergelijkbare resultaten naar voren (Tabel 9). Meten met de druk-trekbank verkort de houdbaarheid met ongeveer 1.0 - 1.5 dag. Er is echter geen duidelijk verband tussen de toename in kracht en de afname in houdbaarheid. De houdbaarheid is bij indrukken tot 5 en 8 N betrouwbaar lager dan bij de controle. Tussen de andere behandelingen konden geen betrouwbare verschillen worden aangetoond.

4.5. Kopscheuren (Tabel 10, 11; Figuur 7, 8)

Tabel 10. Kopscheuren paprika. Maximale kracht op Kop Fk (N) en Energie op kop Ek (mJ), vergeleken met waarderingscijfers PTG GO team 1e beoordeling. Ek 3,2,1 = resp. gemiddelde van drie metingen per vrucht, de twee zwakste plekken, de zwakste plek per vrucht; n = 30; K = % vruchten met kopscheuren St, Zw = score beoordelingscommissie voor stevigheid resp. zwelscheurtjes.

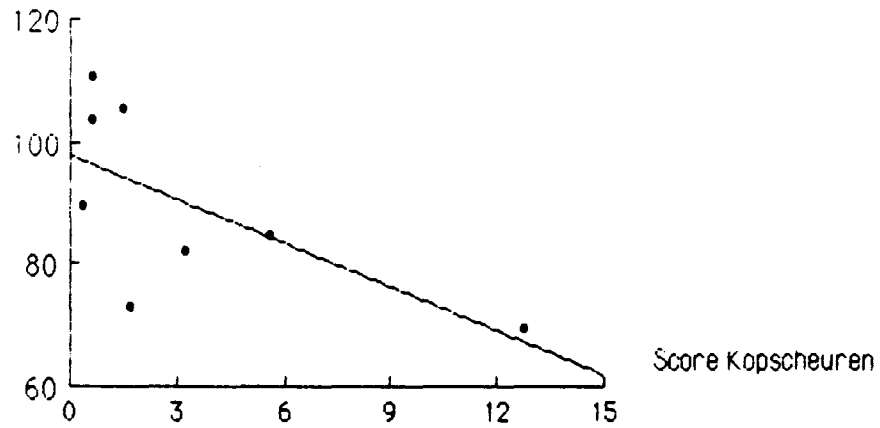
ras	kleur	Fk			Ek			gewaswaarnemingen		
		3	2	1	3	2	1	K	St	Zw
Flair	rood	25.68	24.54	23.58	117.80	111.98	105.70	1.47	7.3	7.1
P8921	rood	29.09	27.93	26.82	122.02	117.12	110.88	0.60	7.1	7.5
Ariane	oranje	17.60	16.45	15.03	81.19	76.61	69.79	12.74	6.5	6.7
Eagle	oranje	17.90	16.92	15.95	82.95	78.09	73.11	1.67	6.5	7.6
Arvis	geel	27.07	26.03	25.19	112.44	107.29	103.75	0.57	7.1	7.7
Sirtaki	geel	22.91	22.15	21.25	98.07	94.29	89.90	0.35	6.9	7.6
DRS3152	geel	20.08	19.19	18.47	89.55	85.70	82.20	3.21	6.9	7.6
Samanta	geel	21.39	20.60	19.75	92.57	88.89	85.01	5.57	6.8	7.3

Tabel 11. Correlatiematrix kopscheurmetingen; p 5% = 0.707; n = 8.

	Fk			Ek			gewaswaarnemingen	
	3	2	1	3	2	1	K	St
K	-0.626	-0.640	-0.666	-0.612	-0.618	-0.655		
St	0.877	0.879	0.888	0.916	0.920	0.932	-0.617	
Zw	0.328	0.349	0.383	0.227	0.242	0.306	-0.831	0.249

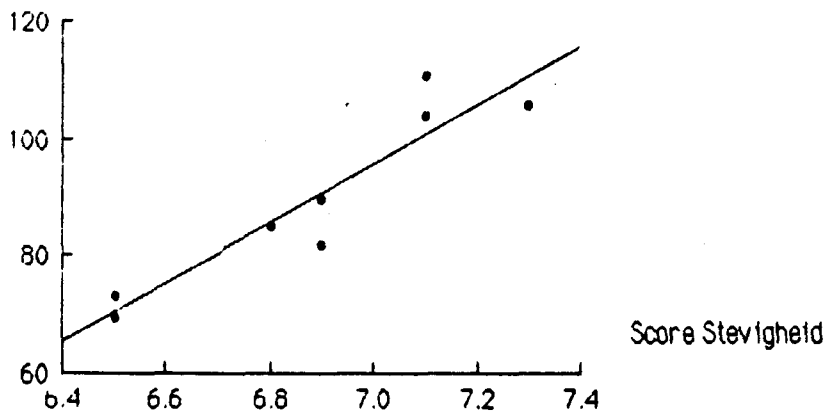
Deze manier van stevigheid meten is geen goede voorspeller voor de rasgevoeligheid voor kopscheuren (cc blijft onder de kritieke grens van 0.707; zie ook Figuur 7). Er zijn wel hoge correlaties tussen energie en stevigheid. De Energie tot breuk van de zachtste plek per vrucht (Ek1) heeft een c.c. van 0.932 met stevigheid (87% verklaard, zie ook Figuur 8). Er is ook een hoge negatieve correlatie tussen kopscheuren en zwelscheurtjes (c.c. = -0.831; 69% verklaard).

Energie tot breuk Kop (mJ)



Figuur 7. Het verband tussen de stevigheid van de kop en de score voor kopscheuren.  
 $y = 97.88 - 2.394x$

Energie tot breuk Kop (mJ)



Figuur 8. Het verband tussen de stevigheid van de Kop en de Stevigheidsscore.  
 $y = -255.69 + 50.196x$

## 5. Discussie

Behandeling 21/15 geeft langer houdbare vruchten die sensorisch en instrumenteel steviger zijn. Dit is in overeenstemming met de verwachtingen: het gewas is bij behandeling 24/21 te veel opgestookt en de vruchten hebben een veel kortere uitgroeiduur. Dit komt overeen met eerder onderzoek (Janse, 1989). Het percentage van de houdbaarheid dat verklaard wordt door de sensorische stevigheid varieert in deze proeven tussen 32 tot 72 %. Dit is ongebruikelijk laag. In voorgaand onderzoek (Janse, 1989) werden correlaties tussen SS en HBH gevonden die varieerden tussen 0.92 (partijgemiddelden, vruchten van verschillende herkomsten,  $n = 8$ ) en 0.84 (partijgemiddelden, vruchten uit temperatuurproeven PTG;  $n = 23$ ). Ook Clemens & De Groot (1988) kwamen tot hoge correlaties. Dat de correlaties tussen SS en HBH zo laag zijn is mogelijk te verklaren door het optreden van niet-verkurkte zwelscheurtjes waardoor de vruchten snel uitdrogen. Mogelijk zijn er in de eerste proef ook vruchten door elkaar gehaald. De correlaties tussen SS en C zijn hoger dan de correlaties tussen SS en HBH. Er is een duidelijke positieve correlatie tussen de parameters C en HBH en SS en HBH, maar de correlaties zijn niet erg hoog. De ruis in de meetmethode van C kan hier gedeeltelijk verantwoordelijk voor zijn. Ook andere factoren (het optreden van zwelscheurtjes, de lengte van de vrucht) lijken belangrijk voor de houdbaarheid. Dit wordt bevestigd door Hampshire *et al.* (1987) die naast compressie ook vruchtvorm en gewicht in hun houdbaarheidsmodel stopten. De correlaties worden duidelijk beter als er tot hogere krachten wordt ingedrukt. Het rekenprogramma waarbij de zachtse plek wordt uitgekozen verbetert de correlatie niet of nauwelijks. Het met de hand vasthouden van de vruchten en het kiezen van een meetplek waarbij de vrucht niet verschuift is een potentiële bron van ruis. De parameter maximale kracht, gemeten met een 5 mm plunjer lijkt beter met de SS te correleren dan de parameter C. Het meten bij hogere krachten lijkt aan te bevelen, hoewel in het algemeen het oplossend vermogen van testmethoden dan afneemt (Bourne, 1967) en de destructiviteit toeneemt. Een methode waarbij de steel niet verwijderd hoeft te worden en toch op de neus gemeten kan worden lijkt voorlopig het meest aan te raden.

De monstergrootte moet 30 vruchten bedragen; dit komt overeen met het aantal vruchten zoals gebruikt door Hampshire *et al.* (1987). De nu geteste methodes zijn waarschijnlijk alle destructief.

De stevigheid van de kop zoals in deze opstelling gemeten, is geen goede maat voor de kopscheurgevoeligheid. Wellicht kan deze bepaling beter met een plaat worden uitgevoerd, om zo spanning in de hele kop op te bouwen in plaats van op een lokaal stukje weefsel. Toch correleert "Energie tot breuk van de kop" verrassend goed met de beoordelingscijfers voor stevigheid. Deze waarnemingen zijn echter niet aan hetzelfde materiaal gedaan, dus we moeten een slag om de arm houden. Er lijkt ook een correlatie te bestaan tussen het optreden van kopscheuren en van zwelscheurtjes.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

De stevigheid van een paprika is objectief te meten met behulp van de druk-trekbank, maar de meetopstelling dient verbeterd te worden. Naar analogie van de metingen van Hampshire *et al.* (1987) is het aan te bevelen om voortaan op de neus van de vrucht te gaan meten. Naast stevigheid zijn andere factoren als zwelscheurtjes en vruchtvorm waarschijnlijk sterk bepalend voor de houdbaarheid.

Voor toekomstig onderzoek moet er contact opgenomen worden met de TD over



een hulpstuk voor de druk-trekbank dat een meting op de neus van de vrucht mogelijk moet maken. Vervolgens moet de compressie bij verschillende krachten met een plaatplunjer gemeten worden. Als een betrouwbare meetopstelling ontwikkeld is, kan de destructiviteit en de minimum monstergrootte bepaald worden. Voor deze proeven kan volstaan worden met vruchten die uit de teeltproeven van het PTG worden betrokken.

Als de meetmethode verder ontwikkeld is, kunnen er bepalingen worden gedaan aan Compressie, Energie, zwelscheurtjes, lengte en breedte, gewicht, HBH en SS. In deze tweede fase van het onderzoek is het raadzaam om vruchten van diverse herkomsten te gebruiken; naar verwachting zijn er dan grotere verschillen tussen de partijen. Analyse van de data met behulp van GLIM kan vervolgens leiden tot het ontwikkelen van een houdbaarheidsmodel voor paprika.

## 7. Literatuur

Ben-Yehoshua, S., B. Shapiro, Z.E. Chen & S. Lurie - Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiol.* 73: 87-93 (1983).

Clemens, R. & M. de Groot - Houdbaarheid paprika. Stageverslag PTG (1988).

Hampshire, T.J., F.A. Payne & L. Weston - Bell pepper texture measurement and degradation during cold storage. ASAE paper no. 87-B6005 (1987).

Janse, J. - Effects of humidity, temperature and concentration of the nutrient solution on firmness, shelf life and flavour of sweet pepper fruits. *Acta Horticulturae* 244: 123-133 (1989).

Janse, J. - Gebruikte methodieken in het houdbaarheidsonderzoek op het PTG bij diverse gewassen. Intern verslag PTG no.4 (1991).

Showalter, R.K. - Factors affecting pepper firmness. *Proc. Fl. St. Hort. Soc.* 86: 230-232 (1973).

Uffelen, J. van, L. Hogendonk & P. Steenbergen - Twijfels bij geel, duidelijkheid bij oranje. *Groenten & Fruit* 38: 40-41 (1991).

Veen, W. van - Lagere vochtspanning voorkomt kopscheuren. *Groenten & Fruit* 24: 27 (14 juni 1991).

Verkerke, W. - Stevigheid tomaat: de eerste resultaten van de druk-trekbank. Intern Verslag PTG no. 43 (1989).

Verkerke, W. & C.J.M. Gielesen - Stevigheid tomaat: destructiviteit van herhaaldelijk meten. Intern Verslag PTG no. 11 (1990).

Vlaswinkel, C. - Temperatuuronderzoek paprika 1989/1990. Intern verslag PTG no. 33, deel 2 (1990).

## 8. Dankwoord

Verschillende personen hebben een bijdrage geleverd aan dit onderzoek. Wim de Bruijn en Bernhard v.d. Kaay hebben geholpen met de statistische verwerking; Leonie Hogendonk en Piet Steenbergers verzamelden paprika's in de praktijk en groeven in hun archief naar beoordelingscijfers van kopscheuren; Jan Janse verrichtte alle sensorische stevigheidsbepalingen.

## 9. Bijlage

### 9.1 Test specificaties

#### - Compressiemetingen

testnummer	- 65, 64, 63 en 60
plunjer	- knikkerplunjer, diameter 10 mm
meetplek	- zijkant vrucht, ongeveer halverwege
balksnelheid	- 10 mm/minuut
test	- druk in tot 10,3 N en ga terug naar beginstand
parameters	- compressie in mm bij 2, 3, 5, 8 en 10 N (proef 1) - compressie in mm bij 3, 5, 8 en 10 N (proef 2)

#### - Maximale kracht en Energiemetingen

testnummer	- 62
plunjer	- penvormige plunjers met diameter 5 of 2 mm
meetplek	- zijkant vrucht, ongeveer halverwege
balksnelheid	- 40 mm/minuut
test	- druk in tot de vruchtwand breekt
parameters	- maximale kracht om door de vruchtwand te breken - energie die het kost om door de vruchtwand te breken

#### - kopscheurmetingen

testnummer	- 66
plunjer	- penvormige plunjer, diameter 5 mm
meetplek	- bovenkant vrucht op de bolle stukken
balksnelheid	- 50 mm/minuut
test	- druk in tot de vruchtwand breekt
parameters	- maximale kracht om door de vruchtwand te breken - energie die het kost om door de vruchtwand te breken

## 9.2. Files

Eerste proef: mrd/dat: sp2421a, sp2115a, tp2421a, tp2115a, tp52421a, tp52115a.  
dat: sp1, ss\_hbh, tpa, tp5a.  
gen: annet2421, annet2115, annetcomb, sp2115a, sp2421a,  
annettp5a, annettpa

Tweede proef: mrd: li, 2i, 3i, 3ins, 5i, 7i, 8i, 9i, 10i,  
dat: sp2, sp2gem,  
gen: annet2sp2, annet2sp2a, annet2sp2, annet2sp2a, annet2sp2b.

Derde proef: mrd: spd3a, spd3b, spd5a, spd5b, spd8, spd8b, spd10, spd102,  
dat: spd  
gen: sp3, sp3a, sp3b, anneth

Vierde proef: mrd: spk, spk2, spk3, spk4, spk5, spk6, spk7, spk8,  
dat: spk,  
dat: annet2spk.

## 9.3. Afkortingen

HBH = houdbaarheid  
C = compressiemeting  
E = energie tot breuk  
Ek = energie tot breuk op de kop  
F = maximale kracht (bij breuk)  
Fk = maximale kracht (bij breuk) op kop  
SS = sensorische stevigheidsmeting