Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174 - 636700

ISSN 1385 - 3015

BEPALING HANDLINGSCHADE BIJ TOMAAT

J. Janse (PBG Naaldwijk)
E. Gosens (DLV Naaldwijk)

Naaldwijk, maart 1996

Rapport 35
Prijs *f* 10,-

Rapport 35 wordt u toegestuurd na storting van *f* 10,- op gironummer 293110 ten name van PBG Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport 35: 'Handlingschade tomaat'.

INHOUD

VOORWOORD 4

SAMENVATTING 5

1. INLEIDING 7

2. MATERIAAL EN METHODE 8
2.1 Apparatuur 8
2.1.1 De Peleg Firmness Tester (PFT) 8
2.1.2 De elektronische meetbol 8
2.2 Proefopzet 9
2.2.1 Beschrijving werkwijze op het bedrijf met Jamaica 10
2.2.2 Beschrijving werkwijze op het bedrijf met Trust 10

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE 11
3.1 Kwantificeren van handling met de PFT 11
3.2 Kwantificeren van handling met de Elektronische Meetbol 12

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 15

LITERATUUR 16

BIJLAGEN 17

VOORWOORD

Dit onderzoek is tot stand gekomen in nauwe samenwerking tussen het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente en de Dienst Landbouwvoorlichting te Naaldwijk. We bedanken Wim Zeelenberg van Greefa Machinebouw B.V. voor het beschikbaar stellen van de elektronische meetbol en zijn tijd die hij er ter ondersteuning van dit onderzoek in heeft gestoken. We bedanken ook de tuinders Philip en Gerard van de Knaap en Kees Scheffers, voor het mogen verrichten van metingen op hun bedrijf.

Etienne Gosens, DLV Naaldwijk
Jan Janse, PBG Naaldwijk

SAMENVATTING

In dit onderzoek is nagegaan of het mogelijk is zichtbare en onzichtbare beschadigingen door handling, zoals houdbaarheidsverlies en vruchtbeschadigingen, instrumenteel te meten. Hierbij is gebruik gemaakt van twee verschillende meetmethodes, de PFT-meter en de elektronische meetbol (EM). De PFT-meting wordt uitgevoerd door de vrucht in trilling te brengen. De mate waarin de trilling door de vrucht wordt gedempt zou een maat zijn voor de mate van handling. De elektronische meetbol legt het aantal botsingen en de intensiteit van de botsingen vast.
Op 3 plaatsen in de oogst- en sorteerlijn is produkt verzameld, namelijk na het plukken, na het transport en na het sorteren. Daarnaast was er een controlebehandeling waarbij het produkt voorzichtig direct in de eindverpakking werd geoogst. De tomaten werden na bemonstering gemeten met de PFT meter, beoordeeld op open en niet open beschadigingen en getoetst op houdbaarheid. De proef werd twee maal uitgevoerd op 2 bedrijven, namelijk op een vleestomatenbedrijf met het ras Trust en op een bedrijf met het tussentype Jamaica.
Vooral bij Jamaica hadden oogst- en sorteerhandelingen een grote invloed op de houdbaarheid en de hoeveelheid beschadigingen. Door direct in de eindverpakking te oogsten kon de houdbaarheid bij Jamaica verbeterd worden met 61% tot 94%. Bij Trust was dit 13% tot 26 %. Deze verschillen hadden hoogstwaarschijnlijk te maken met de rasgevoeligheid, kleurstadium bij de oogst en de werkwijze op het bedrijf.
In het algemeen was de PFT-waarde een wat betere voorspeller voor de teruggang in de houdbaarheid als gevolg van handling dan de cumulatieve G-waarden van de elektronische meetbol. Via regressieanalyse is berekend dat, afhankelijk van de herkomst c.q. het ras en de meetweek, de variatie in houdbaarheid voor 90 tot 98% werd verklaard uit de gemeten PFT-waarden. Bij de meetbol varieerde dit percentage van 28 tot 95%. Bij het totaal percentage beschadigde vruchten was het gemiddelde percentage verklaarde variantie voor de PFT-waarde 91% en bij de EM 85%, dus vrijwel gelijk. Bij de vergelijking tussen de beide meetmethodes moet wel bedacht worden dat de G-waarden bij Jamaica gedeeltelijk zijn ingeschat, omdat de gebruikte meetbol door zijn omvang niet over de sorteermachine van de tussentype tomaten kon worden geleid. Dit is echter wel een handicap voor deze meetmethode.
Voor praktijktoepassing van de PFT-meter, om bijvoorbeeld de houdbaarheid te voorspellen, is meer onderzoek noodzakelijk.

1. INLEIDING

De handelingen met tomaat in de lijn van plant tot verpakking vinden grotendeels plaats op teeltbedrijven. Tijdens deze handelingen kan schade ontstaan aan de tomaat, ook wel ***handlingschade*** genoemd. Deze beschadigingen bestaan enerzijds uit kleine plekjes die ontstaan door het vallen van tomaten op de steeltjes van andere tomaten en anderzijds uit beurse plekken die het gevolg zijn van botsingen. Handlingschade kan echter ook momentaan onzichtbaar (inwendig) zijn en daarmee invloed hebben op de houdbaarheid. Handlingschade vermindert de houdbaarheid en daarmee de kwaliteit van tomaten. Het verschil in houdbaarheid tussen "normaal" oogsten en sorteren en direct in de eindverpakking oogsten, dus met of zonder handling, is bij ronde en vleestomaten ongeveer 25% (Janse, 1993). Hoewel handlingschade nooit in zijn geheel is te voorkomen, kan deze zeker verder worden beperkt. De grote variatie tussen telers met betrekking tot handlingschade doen grote verschillen ontstaan in de houdbaarheid van de tomaten in hetzelfde blok op de veiling. Hiermee neemt de betrouwbaarheid van het produkt tomaat af. Meer inzicht door op een eenvoudige manier te bepalen waar en in welke mate handlingschade optreedt, zou bij kunnen dragen om de verschillende processen in de keten bij te sturen, te bewaken en vervolgens zelfs te certificeren.

Doel van dit onderzoek is het vinden van een geschikte meetmethode die kan worden gebruikt bij het kwantificeren van handlingschade en het voorspellen van de gevolgen van die handlingschade op de houdbaarheid. In andere woorden: hoe groot is de handlingschade die optreedt op de verschillende plaatsen in de keten, hoe kan deze gemeten worden en wat zijn de gevolgen voor de houdbaarheid?

Op dit moment dienen zich twee methoden aan die geschikt zouden kunnen zijn voor het kwantificeren van handlingschade en het voorspellen van de houdbaarheid. Namelijk de Peleg Firmness Tester (PFT) en de elektronische meetbol.
Verkerke en Nieuwenhuize (1995) hebben onderzocht of de PFT gebruikt kon worden bij het kwantificeren van handlingschade en het voorspellen van de gevolgen van die handling op houdbaarheid. Uit dit onderzoek kwam naar voren, dat de PFT een potentieel stuk gereedschap is dat kan meten in hoeverre de kwaliteit van de vrucht door handling in de keten achteruit gaat.
De elektronische meetbol (EM) is een bol die botsingsenergie kan meten. In de praktijk wordt de EM ondermeer gebruikt voor het testen van sorteermachines om deze zo te fabriceren en in te stellen dat de botsingsenergie tot een minimum beperkt wordt. Onderzoek met de EM naar het ontstaan van stootblauw bij aardappels, toonde aan dat er een verband was tussen de cumulatieve G-waarde (maat voor botsingsenergie) en de mate van stootblauw. Ook bleek de cumulatieve G-waarde een goede parameter te zijn om de produktvriendelijkheid van een produktielijn vast te stellen (Molema *et al.*,1995). Met de EM zou dus op verschillende plaatsen in de keten getest kunnen worden waar handlingschade kan optreden en mogelijk hoe groot deze is.
In dit onderzoek is bekeken of handlingschade met de EM en de PFT is te kwantificeren en het verlies in houdbaarheid hiermee is te voorspellen.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 APPARATUUR

2.1.1 De Peleg Firmness Tester

De Peleg Firmness Tester (PFT) is eigenlijk ontwikkeld om de stevigheid te meten bij vruchten (Peleg, 1994). De PFT-meting wordt uitgevoerd door de vrucht tussen een trilling genererende oscillator en een trillingsopnemer te plaatsen. Door de trilling van de oscillator beweegt de vrucht versneld heen en weer. De input is een speciaal voor tomaat geoptimaliseerd frequentieprofiel. De output bestaat uit het frequentieprofiel dat door de vrucht wordt doorgegeven. De mate waarin de trilling door de vrucht gedempt wordt zou een maat voor de stevigheid van de vrucht zijn. De PFT bleek echter niet zo geschikt te zijn voor het bepalen van stevigheid, maar het verlies in houdbaarheid als gevolg van handling was er vrij goed mee te voorspellen (Verkerke en Nieuwenhuize, 1995). Één eenheid PFT verlaging kwam in hun onderzoek overeen met een vermindering van de houdbaarheid van 3.5 dag. Een zachte vrucht zal een kleiner deel van de input doorlaten dan harde vruchten, waardoor de PFT-waarde voor zachte vruchten lager is dan voor harde vruchten (Peleg, 1994). De PFT-waarde is dimensieloos; hij wordt berekend uit de verhouding tussen input en output en uitgedrukt op een schaal van 0 voor zachte tomaten tot ongeveer 15 voor harde tomaten met een afleesnauwkeurigheid van 0.1. De PFT is verbonden met een PC. De data worden opgeslagen in ASCII files die met Lotus kunnen worden ingelezen. Voor meer details zie Schotanus (1994).
In het onderzoek werd er steeds één meting per vrucht uitgevoerd. Later werd per behandeling de gemiddelde PFT-waarde per monster berekend.
Er waren twee meetsignalen beschikbaar: Tomato PTG 1 may 1994 (signaal 1) en Tomato PTG 2 july 1994 (signaal 2). Het verschil tussen deze twee signalen is echter minimaal en in dit onderzoek is gekozen voor signaal 2 (Verkerke en Nieuwenhuize, 1995).
Wat er precies wordt gemeten met de PFT is niet duidelijk. Wellicht wordt de uitslag van de PFT-meter bepaald door botsing opgedane energie (Holt & Schoorl, 1976). Ook is het denkbaar dat een val van de vrucht leidt tot het verbreken van cel-cel contacten in de vruchtwand (Schols & Verkerke, 1994).

2.1.2 De elektronische meetbol

De elektronische meetbol (EM) is voorzien van een versnellingsmeter die langs drie assen (x-, y- en z-as) meet en een intern geheugen. De gemeten versnellingen in drie richtingen worden gesommeerd tot een resultante. Deze resultante is een maat voor de opgenomen botsingsenergie. Aangezien de massa van de bol constant is mag deze resultante gebruikt worden als een relatieve maat voor de energie (Molema, *et.al.*, 1995).
De meetbol wordt gebruikt in combinatie met een computer. Door commando's gegeven via de computer wordt de bol geactiveerd. Hierna wordt de bol losgekoppeld van de computer om in de lijn te meten. Na een meting worden de meetgegevens met behulp van de computer uitgelezen en opgeslagen. De meetbol registreert van iedere botsing de maximale acceleratie (piek G), de duur (in ms), het tijdstip van de botsing en de snelheidsverandering (dit is de integraal van de acceleratie in de tijd). Het meetbereik

van de bol ligt tussen 12 en 500 G. Bij de interpretatie van de meetgegevens is gekeken naar de G-waarde.
In deze proef zijn de cumulatieve G-waarden op twee manieren bekeken. In het geval van EM laag, zijn alle botsingen gemeten met de EM meegenomen. In het geval van EM hoog, zijn in de cumulatieve G-waarden alleen waarden van boven de 30 meegenomen. Bij piek G-waarden onder de 30 zou de kans op het ontstaan van beschadigingen gering zijn. De som van G is een maat voor de hoeveelheid energie waaraan het produkt is blootgesteld (Molema, *et.al.*, 1995).

2.2 Proefopzet

Op vier plaatsen in de keten is produkt verzameld:

1. *controle* : *tomaten voorzichtig geplukt en direct in de eindverpakking*
2. plukker : uit oogstfust (3 maal 2 plukkers, 1 maal 1 plukker)
3. opvoer : na transport op de opvoerband van sorteermachine (Jamaica) of vanaf de sponzendroger voor de sorteermachine (Trust)
4. verpakking : na het sorteren en verpakken.

Op bovengenoemde punten werd bemonsterd om handlingschade te meten en de houdbaarheid te bepalen. Per segment c.q. meetplaats werd een monster van 200 tomaten genomen. Bij de plukker is er voor gekozen om een monster te nemen van meestal 2 verschillende plukkers, om te kijken naar het verschil in handlingschade per plukker. De tomaten werden na bemonstering gemeten met de PFT meter, beoordeeld op open beschadigingen als scheuren, prikgaatjes van steeltjes en niet open beschadigingen als butsplekjes, waarna de tomaten werden getoetst op houdbaarheid. In week 36 werden de tomaten gelijk beoordeeld op beschadigingen en een dag later (binnen 24 uur) gemeten met de PFT. In week 37 is er voor gekozen de beschadigingen een dag later te beoordelen en gelijk na bemonstering te meten met de PFT meter. Verkerke en Nieuwenhuize (1995) hebben aangetoond dat de PFT meting na handling de gehele dag na de behandeling kan worden uitgevoerd. Wel kon dit er toe leiden dat door een betere waarneembaarheid van beschadigingen, het aantal beschadigingen in week 37 hoger uitkwam. De produktielijnen zijn voorzover mogelijk op verschillende punten enkele malen doorgemeten met de EM (bijlage 1). Door de grootte van de EM kon de bol op het bedrijf met het tussentype Jamaica niet door de sorteermachine worden gevoerd. Daarom zijn de cumulatieve G-waarden voor Jamaica voor de sorteermachine ingeschat, mede op basis van de metingen op de sorteermachine van het bedrijf met de vleestomaat Trust. De G-waarden voor de plukkers zijn bij Jamaica eveneens ingeschat omdat hier geen metingen zijn verricht. Deze ingeschatte waarden zijn wel gebaseerd op valproeven in dozen (bijlage 2). De handlingproeven werden in de tijd 2 keer herhaald, namelijk in de weken 36 en 37. Op zowel het bedrijf met de vleestomaat Trust als op het bedrijf met het tussentype Jamaica, werden de tomaten los geoogst. Dus per bedrijf werden 5 * 200 (monstergroote) * 2 herhalingen = 2000 tomaten geoogst. Het kleurstadium van Jamaica in beide weken was 6-7, Trust had als kleurstadium kleur 5-6 in week 36 en kleur 4-5 in week 37.
De vruchten werden bewaard bij 20 °C en 80% RV en drie keer per week beoordeeld op stevigheid. Als een vrucht te zacht of rot werd, werd deze uit de partij verwijderd. Per datum werd het aantal verwijderde vruchten genoteerd. Per behandeling werd vervolgens de gemiddelde houdbaarheid bepaald, om vervolgens na te gaan of deze te correleren was met de gemiddelde PFT of G-waarde van de elektronische meetbol.

2.2.1 Beschrijving werkwijze op het bedrijf met Jamaica

De geplukte tomaten werden in plukkisten gelegd of geworpen of men liet ze erin rollen. De plukkisten stonden op buisrailwagens en waren voorzien van een schuimrubberen laag op de bodem. De volle plukkisten werden geleegd in een voorraadwagen voorzien van een teflon laag op de bodem. Afwisselend werden de kisten soms hoog vanaf de rand geleegd, soms laag op bodemhoogte voorzichtig geleegd. Wanneer de voorraadwagen vol was, werd deze getransporteerd naar de sorteerruimte waar de wagen omhooggetakeld werd en via een schot langzaam in de verzamelbak gekiept werd. De tomaten werden gesorteerd op een Aweta sorteermachine voorzien van een kleur- en diafragmameting. Vanuit de verzamelbak werden de tomaten opgenomen door een elevator. Aan het eind van de elevator werden de tomaten afgeworpen op een V-band die de tomaat transporteerde naar de meetkast waar op kleur werd gemeten. Hier vond ook de overgang plaats naar de transportband bestaande uit een soort bakjes met een diafragmaopening die steeds verder werden opengetrokken. Wanneer de diafragmaopening gelijk was aan de diameter van de tomaat, gleed de tomaat er doorheen en rolde vervolgens in een opvangbak. Na het openen van een klepje kwam de tomaat in de verpakkingsdoos terecht.

2.2.2 Beschrijving werkwijze op het bedrijf met Trust

Bij het plukken werden de tomaten voorzichtig in de bak gelegd. Na het plukken werden de kisten voorzichtig in de watergoot geleegd op zo'n manier, dat de tomaten als het ware uit de kist dreven. De watergoot transporteerde de tomaten naar de elevatorketting, waarmee de tomaten uit de goot werden genomen en op de sponzendroger terecht kwamen. Na de sponzenband kwamen de tomaten op de verenkelaar, de meetinrichting (kleur en gewicht), de transportband met cupjes, en als laatste werden de tomaten afgeworpen op de toevoerband waarna ze in de opvangbak terecht kwamen. Vervolgens werden de tomaten in de verpakkingsdoos gelegd.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Kwantificeren van handling met de PFT

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van de metingen met de PFT-meter in relatie tot de houdbaarheid en het totaal percentage beschadigde vruchten.

Tabel 1 - Het verloop van de PFT-waarde in de keten (PFT), de houdbaarheid in dagen (HB) en het totaal percentage beschadigde vruchten (BS)

	Jamaica						Trust					
	week 36			week 37			week 36			week 37		
beh.	PFT	HB	BS	PFT	HB	BS	PFT	HB	BS	PFT	HB	BS
controle	9,5	19,3	5,0	9,3	19,2	19,2	7,7	17,2	2,5	9,7	20,8	3,0
plukker 1	7,8	14,2	21,5	7,9	18,4	13,5	7,7	17,2	5,0	9,7	20,3	10,5
plukker 2	7,8	13,4	27,5	7,3	16,9	16,5	8,8	17,2	4,0	-	-	-
opvoer	7,2	12,8	35,0	6,1	12,7	43,0	6,7	15,5	14,0	7,8	19,2	11,5
verpakking	6,4	12,0	48,0	4,5	9,9	71,5	5,0	13,7	25,5	5,3	18,4	25,5
Lineaire regressievergelijkingen (HB=a * PFT + Constante) PFT in relatie tot HB												
Coeff. a	2,4			2,2			0,5			1,2		
Constante	-4,40			0			15,6			7,5		
% verklaard	90%			96%			90%			98%		
Lineaire regressievergelijkingen (BS=a * PFT + Constante) PFT in relatie tot BS												
Coeff. a	-13,7			-14,59			-3,40			-7,7		
Constante	133,4			133,2			39,41			63,8		
% verklaard	96%			99%			74%			97%		

Zoals tabel 1 laat zien was er een duidelijk verband tussen de PFT-waarde en de houdbaarheid. Ook was er een duidelijke relatie tussen de PFT-waarde en het totaal % beschadigde vruchten. Een afname in PFT ging in bijna alle gevallen gepaard met een afname in houdbaarheid en een stijging in totaal % beschadigde vruchten. Ook in de regressievergelijkingen scoorde de relatie PFT-waarde en houdbaarheid hoog. Afhankelijk van de herkomst c.q. ras en de meetweek werd de variatie in houdbaarheid voor 90 tot 98% verklaard uit de gemeten PFT-waarden. Voor het totaal % beschadigde vruchten werd bij Trust in week 37 de variatie voor 74% verklaard uit de gemeten PFT-waarden en in alle andere gevallen was dit 96 tot 99%.
Bij Jamaica was het effect van handling op de PFT-waarde, houdbaarheid en hoeveelheid beschadigingen groter dan bij Trust. Het verschil in houdbaarheid tussen direct oogsten in de eindverpakking (controle) en "normale" verpakking was bij Jamaica ongeveer 8 dagen. Door direct in de eindverpakking te oogsten kon de houdbaarheid bij Jamaica verbeterd worden met 61% in week 36 tot 94% in week 37. Bij Trust was het verschil tussen direct oogsten (controle) en "normale" verpakking ongeveer 3 dagen. Door direct in de eindverpakking te oogsten kon de houdbaarheid bij Trust verbeterd

worden met 26% in week 36 en 13% in week 37.
De grote verschillen tussen Jamaica en Trust hebben hoogstwaarschijnlijk te maken met het kleurstadium bij de oogst, de werkwijze van de teler (bij Trust werd voorzichtiger met het produkt omgegaan tijdens oogsten en legen van het fust) en de rasgevoeligheid. Jamaica werd in zowel week 36 als 37 roder geplukt en was hoogstwaarschijnlijk daardoor gevoeliger voor handling. Ook Verkerke en Nieuwenhuize (1995) hebben laten zien dat er duidelijke verschillen zijn tussen de rassen in PFT-waarde en houdbaarheid. De houdbaarheid van Trust is van de door het personeel geplukte tomaten nagenoeg gelijk aan die van de controle monsters. Dit is niet vreemd omdat de plukkers van het vleestomatenbedrijf er zich goed van bewust waren dat deze vleestomaat zeer gevoelig is voor uitwendige beschadigingen a.g.v. handling. Deze plukkers plukten de tomaten net zo voorzichtig als de onderzoekers dat deden bij de controlebehandeling.
Als wordt gekeken naar het totaal % beschadigde vruchten, dan was deze voor Jamaica veel hoger dan bij Trust. In week 36 was het % totaal beschadigde vruchten na het verpakken 48% voor Jamaica en 26% voor Trust. In week 37 was dit 72 % voor Jamaica en 22 % voor Trust.

3.2 Kwantificeren van handling met de Elektronische Meetbol

Hieronder zijn de resultaten weergegeven van de metingen met de elektronische meetbol in relatie tot de houdbaarheid.

Tabel 2 - Het verloop van de cumulatieve G-waarden EM hoog en laag (EMH en EML)[1] en de houdbaarheid in dagen (HB)

	Jamaica						Trust					
	week 36			week 37			week 36			week 37		
Beh.	EML	EMH	HB	EML	EMH	HB	EML	EMH	HB	EML	EMH	HB
controle	0	0	19,3	0	0	19,2	0	0	17,2	0	0	20,8
plukker 1	(60)[2]	(50)	14,2	(60)	(50)	18,4	0	0	17,2	0	0	20,3
plukker 2	(60)	(50)	13,4	(60)	(50)	16,9	0	0	17,2	.	.	.
opvoer	208	132	12,8	208	132	12,7	53	42	15,5	53	42	19,2
verpakking	(439)	(334)	12,0	(439)	(334)	9,9	223	147	13,7	223	147	18,4

Lineaire regressievergelijkingen (HB = a* EM + constante) EM-waarde in relatie tot de houdbaarheid

	EML	EMH	EML	EMH	EML	EMH	EML	EMH
Coeff. a	-	-	0,022	0,028	-	-	-0,16	0,024
Constante	-	-	18,75	18,63	-	-	17,0	17,1
% verklaard	30%	28%	91%	85%	72%	77%	92%	95%

[1] Bij EML zijn de cumulatieve G-waarden van alle botsingen meegenomen. Bij EMH zijn alleen waarden boven de 30 van botsingen meegenomen.
[2] Waarden tussen haakjes zijn ingeschat.

Zoals tabel 2 laat zien was er in week 36 bij beide rassen geen duidelijk verband tussen de EM-waarde en de houdbaarheid. In week 37 ging een hogere EM-waarde duidelijk gepaard met een afname in houdbaarheid. Ook bij de regressie-vergelijkingen was het

slechte verband tussen de EM-waarde en de houdbaarheid in week 36 te zien. Afhankelijk van de herkomst c.q. ras en de meetweek werd de variatie in houdbaarheid voor 28 tot 95% verklaard uit de gemeten EM-waarden. In week 36 was deze relatie zowel voor Trust als Jamaica niet significant. Het is echter moeilijk iets te zeggen over de EM waarden, omdat deze voor Jamaica gedeeltelijk waren ingeschat en er relatief weinig waarden waren. Ook wanneer de logaritme wordt genomen van de EML en EMH, is het niet mogelijk een duidelijke verbetering te bereiken in het % verklaarde variantie.

Tabel 3 - Het verloop van de cumulatieve G-waarden EM hoog en laag (EMH en EML)[1] en het totaal percentage beschadigde vruchten (BS).

	Jamaica						Trust					
	week 36			week 37			week 36			week 37		
Beh.	EML	EMH	BS	EML	EMH	BS	EML	EMH	BS	EML	EMH	BS
controle	0	0	5,0	0	0	5,0	0	0	2,5	0	0	3,0
plukker 1	(60)[2]	(50)	21,5	(60)	(50)	13,5	0	0	5,0	0	0	10,5
plukker 2	(60)	(50)	27,5	(60)	(50)	16,5	0	0	4,0	-	-	-
opvoer	208	132	35,0	208	132	43,0	53	42	14,0	53	42	11,5
verpakking	(439)	(334)	48,0	(439)	(334)	71,5	223	147	25,5	223	147	22,0

Lineaire regressievergelijkingen (HB = a* EM + constante) EM-waarde in relatie met de houdbaarheid

	EML	EMH	EML	EMH	EML	EMH	EML	EMH
Coeff. a	0,082	0,109	0,153	0,202	0,068	0,104	0,097	0,148
Constante	14,84	15,1	6,43	7,01	7,07	6,85	4,85	4,59
% verklaard	77%	75%	99%	90%	76%	77%	92%	94%

[1] Bij EML zijn de cumulatieve G-waarden van alle botsingen meegenomen. Bij EMH zijn alleen waarden boven de 30 van botsingen meegenomen.

[2] Waarden tussen haakjes zijn ingeschat.

Zoals tabel 3 laat zien, was in week 37 het verband tussen de botsingsenergie (EM) en het totaal % beschadigde vruchten beter dan in week 36. Een hogere botsingsenergie ging gepaard met meer beschadigde vruchten. Mogelijk wordt dit mede veroorzaakt doordat tomaten in week 37 in tegenstelling tot in week 36 na 1 dag zijn beoordeeld, waardoor de eventuele beschadigingen beter zichtbaar waren.
De verklaarde variantie van het totaal % beschadigde vruchten bedroeg bij 'bal laag' 86% (76-99%) en voor 'bal hoog' was dit 84% (75-94%). De logaritme van EML en EMH leidde in vrijwel alle gevallen tot een lagere verklaarde variantie.
De meetmethoden PFT-meter en elektronische meetbol scoren met betrekking tot het voorspellen van het % totaal beschadigde vruchten, nagenoeg gelijk.

Tabel 4 - Cumulatieve G-waarden boven de 30 ("hoog"), gemeten op diverse plaatsen in de keten op de bedrijven met Jamaica en Trust

	Jamaica	Trust
Werpen/leggen in kist	**50**[1)]	0
Legen in watergoot	-	0
Legen in voorraadwagen laag	12	-
Legen in voorraadwagen hoog	233	-
Lossen wagen in verzamelbak	4	-
Overgang elevator sponzenband	-	42
Overgang sponzenband verenkelaar	-	16
Overgang elevator V-band	178	-
Val in cup	**30**	44
Val vanuit de cup	**20**	62
Val in verpakkingsdoos	0	0

[1)] De vetgedrukte waarden zijn ingeschat

De EM wordt in de praktijk wel gebruikt om de produktvriendelijkheid van een produktielijn te testen. G-waarden van boven de 30 worden als schadelijk beschouwd voor de tomaat. Zowel de teruggang in houdbaarheid (tabel 1 en 2) als de cumulatieve G-waarde in tabel 4 laten duidelijk zien dat oogsten en sorteren bij Trust produktvriendelijker was dan bij Jamaica. Dit komt onder andere doordat er op het Trust bedrijf voorzichtig werd geoogst en gewerkt werd met een watergoot. Behalve minder botsingsschade was er ook sprake van minder beschadigingen (zie bijlage 2). Bij Jamaica traden er relatief veel niet-open beschadigingen en ook veel butsplekken op. In week 36 scheurden de vruchten van het ras Trust gemakkelijk, wat mede gestimuleerd werd door de watergoot. Prikgaatjes door steeltjes traden bij Trust in dit onderzoek nauwelijks op.
Op het Jamaica bedrijf vonden de botsingen met name plaats in de voorraadwagen en op de sorteermachine (overgang elevator V-band). Bij Trust trad de hoogste hoeveelheid botsingsenergie op bij het vallen vanuit de cup. Of de kist bij Jamaica hoog of laag geleegd werd in de voorraadwagen scheelde erg veel in botsingsenergie (zie ook bijlage 2). Handlingschade zal niet alleen ontstaan als gevolg van vallen, maar kan worden veroorzaakt door het "schampen" van vruchtsteeltjes langs de vruchtwand van andere tomaten. De botsing is dan gering maar het effect kan groot zijn.
In het algemeen was de PFT-waarde een betere voorspeller voor de teruggang in houdbaarheid dan de cumulatieve G-waarde van de EM. Hier moet wel bij bedacht worden dat de G-waarden bij Jamaica gedeeltelijk zijn ingeschat. De grootte van de meetbol maakte het onmogelijk om deze te gebruiken op de sorteermachine met diafragmameting en is een handicap voor deze methode.
Bij een ras van één herkomst en geplukt in hetzelfde kleurstadium en dezelfde vruchtgrootte, lijkt handling met de PFT-meter goed te meten. Wanneer men de PFT-meter wil gebruiken om handlingschade te bepalen, zal dit altijd moeten gebeuren ten opzichte van een controle monster van dezelfde herkomst. Tabel 1 laat zien dat de waarden van de regressievergelijking van week tot week kunnen verschillen. Ook moet er kritisch gekeken worden naar de grootte van de vrucht en de invloed hiervan op de PFT meting. De indruk is dat een grotere vrucht gepaard gaat met een lagere PFT waarde, wat de correlatie tussen houdbaarheid en PFT verstoord. Ook het kleurstadium is van belang: rodere vruchten zullen veelal een lager PFT-signaal geven. Voor toepassing in de praktijk zal daarom nog meer onderzoek noodzakelijk zijn.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- Vooral op het bedrijf met Jamaica hadden oogst- en sorteerhandelingen een grote invloed op de houdbaarheid en de hoeveelheid beschadigingen. Door direct in de eindverpakking te oogsten kon de houdbaarheid bij Jamaica met ongeveer 75% verbeterd worden. Bij Trust was dit ongeveer 20%. Deze verschillen hadden hoogstwaarschijnlijk te maken met rasgevoeligheid, kleurstadium bij de oogst en de werkwijze op het bedrijf.

- Het transport via de watergoot was produktvriendelijker dan met de voorraadwagen. Het legen van het oogstfust in de voorraadwagen leidde tot meer cumulatieve botsingsenergie en meer beschadigingen.

- Hoewel de geteste sorteermachines al van een wat ouder type waren, moet het mogelijk zijn om de sorteermachines produktvriendelijker te maken. Hieraan is en wordt inderdaad door fabrikanten gewerkt, ondermeer door het maken van minder overgangen op de machines.

- In het algemeen was de PFT-waarde als maat voor handlingschade een betere voorspeller voor de houdbaarheid dan de cumulatieve G-waarde van de EM. Wel kan de EM gebruikt worden om in de produktielijn plaatsen op te sporen waar het produkt schade op kan lopen. In verder onderzoek moet de EM zeker niet worden uitgesloten. In dit onderzoek konden er onvoldoende metingen worden uitgevoerd met de EM, omdat de bol te groot was voor een onderzochte sorteermachine.

- Binnen een ras van gelijke herkomst en geplukt in hetzelfde kleurstadium, is het mogelijk om verschil in handling met de PFT-meter te meten ten opzichte van een monster dat direct in de eindverpakking is geoogst. Het ziet er niet naar uit dat we met alleen de PFT-meter in staat zijn de absolute houdbaarheid te bepalen. Dit zou mogelijk wel kunnen in combinatie met andere parameters zoals de stevigheid, diameter/gewicht en het kleurstadium. Dit zal nog verder onderzocht moeten worden.

- Het zou interessant zijn te bekijken of de PFT-meter gebruikt kan worden, al dan niet in combinatie met andere parameters, in de kwaliteitsbepaling van trostomaten. De hoeveelheid handling bij trostomaten is echter minimaal.

- Er zou verder onderzocht kunnen worden wat de PFT-meter precies meet. In andere woorden, wat is de oorzaak dat een lagere PFT waarde gepaard gaat met een kortere houdbaarheid.

LITERATUUR

Janse, J., 1993. Onderzoek tomaat. Ruwe aanpak funest voor houdbaarheid. Groenten + Fruit / Glasgroenten 3 (2): 29

Molema, G.J., J.V. v.d. Berg, A. Bouman, J.J. Klooster en B.R. Verwijs, 1995. Stootblauw in de keten van tafelaardappelen. IMAG-DLO. Rapport 95-32.

Peleg, K., 1993. Comparison of non-destructive measurement of apple firmness. J. Agric. Engng. Sci. 55: 227-238

Schols, M. en W. Verkerke, 1994. De bruikbaarheid van de PFT voor de meting van vruchtstevigheid bij tomaat. Kort onderzoeksverslag PTG

Schotanus, L., 1994. Het testen van meetapperatuur voor het keuren op stevigheid van op de veiling aangevoerde tomaten. Intern verslag CBT 94/ProdG/623/LS

Verkerke, W. en B. Nieuwenhuize, 1995. De bruikbaarheid van de PFT bij het voorspellen van schade door handling bij ronde tomaat. Intern verslag PBG Naaldwijk nr. 13

BIJLAGE 1

Tabel - Cumulatieve G-waarden van de herhalingsmetingen met de elektronische bol op verschillende plaatsen in de keten op het bedrijf met de vleestomaat Trust. Zowel alle cumulatieve G-waarden (L) als de cumulatieve G-waarden alleen boven de 30 (H) zijn weergegeven.

herhaling \ meetplaats	overgang elevator-spons		overgang spons-verenkelaar		overgang verenkelaar-cup		overgang cup-uitvoerband	
	L	H	L	H	L	H	L	H
1	41,7	41,7	72,8	46,3	50,3	50,3	212,0	165,8
2	44,1	0	61,2	31,4	25,3	0	225,6	121,8
3	80,3	66,5	45,0	0	59,1	59,1	21,6	0
4	67,9	67,9	13,5	0	64,3	64,3	80,4	65,3
5	32,6	32,6	37,3	0	45,3	45,3	104,5	91,0
6	-	-	-	-	42,1	42,1	-	-
gemiddeld	53,3	41,7	46,0	15,5	47,7	43,5	128,8	88,8

Tabel - Cumulatieve G-waarden van de herhalingsmetingen met de elektronische bol op verschillende plaatsen in de keten op het bedrijf met het tussentype Jamaica. Zowel alle cumulatieve G-waarden (L) als de cumulatieve G-waarden boven de 30 (H) zijn weergegeven.

herhaling\meetplaats	fust laag legen in wagen op tomatenlaag		fust hoog legen in wagen op tomatenlaag		fust hoog legen in wagen op lege bodem		overgang elevator - V-band		rol in doos op sorteermach.	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
1	46,7	36,8	79,7	0	341,4	232,6	263,8	263,8	22,3	0
2	24,4	0	46,8	0	-	-	133,8	133,8	48,8	0
3	50,1	0	63,1	0	-	-	210,9	210,9	-	-
4	-	-	-	-	-	-	101,4	101,4	-	-
gemiddeld	40,4	12,3	63,2	0	311,4	232,6	177,4	177,4	35,6	0

BIJLAGE 2

Tabel - Cumulatieve G-waarden van herhalingsmetingen met de elektronische bal, waarbij de bal valt of rolt van enkele hoogten in een doos of op het beton. Zowel alle cumulatieve G-waarden (L) als de cumulatieve G-waarden boven de 30 (H) zijn weergegeven.

herhaling\meetplaats	val van 10 cm in doos op betonvloer		val van 10 cm in doos op weegschaal		rol van 14,5 cm in doos op betonvloer		rol van 29 cm in doos op betonvloer		rol van 14,5 cm direkt op betonvloer	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
1	40,6	0	16,3	0	29,4	0	105,3	95,3	732,1	661,7
2	18,0	0	14,8	0	128,0	88,6	183,5	147,6	751,4	725,9
3	43,6	30,1	13,5	0	38,8	0	85,3	66,3	610,2	558,8
gemiddeld	34,4	10,0	14,9	0	65,4	29,5	124,7	103,1	697,5	648,6

Tabel - Het percentage vruchten met verschillende beschadigingen, totaal percentage vruchten met beschadigingen, houdbaarheid (in dagen) en percentage rotte vruchten als gevolg van de verschillende behandelingen bij Jamaica en Trust in week 36 en 37.

behandeling	niet open beschadigingen	open beschadigingen	scheur	buts	totaal % beschadigingen	houdbaarheid	%rot
Jamaica week 36:							
controle	2.0	0.5	0	3.0	5.0	19.3	0
plukker 1	2.0	1.0	0	8.5	21.5	14.2	0.5
plukker 2	0.5	5.5	0	13.4	27.5	13.4	0
opvoer	2.5	6.9	0	7.9	35.0	12.8	0
verpakking	18.0	7.0	0	15.0	48.0	12.0	1.5
Jamaica week 37:							
controle	2.0	0	0	2.5	5.0	19.2	0.5
plukker 1	2.5	1.5	0	5.0	13.5	18.4	0.5
plukker 2	3.5	1.5	0	12.0	16.5	16.9	0
opvoer	10.5	6.5	0	17.5	43.0	12.7	2.0
verpakking	50.3	6	0	50.3	71.5	9.9	1.0
Trust week 36:							
controle	0.5	0	0	3.0	2.5	(17.2)	0
plukker 1	0.5	1.5	0	1.5	5.0	17.2	0
plukker 2	0	0.5	0	0.5	4.0	17.2	0
opvoer	0.5	6.5	3.0	1.0	14.0	15.5	2.0
verpakking	2.5	10.0	2.5	4.0	25.5	13.7	3.5
Trust week 37:							
controle	0	0.5	0	2.0	3.0	20.8	0
plukker 1	3.0	2.5	0	1.5	10.5	20.3	0
opvoer	4.5	1.0	0	2.0	11.5	19.2	0
verpakking	9.0	2.0	0	5.5	22.0	18.4	1