

Smaak en verbetering van afzet- mogelijkheden van Nederlandse appelen

Verbetering van de smaak van appel middels
specifieke naogstbehandeling ter verbetering
van het imago en de afzet

**Verslag Onderzoeksproject
Januari 1996 - januari 1998**

OPD 95/137

ing. M.M.M. Tomassen
dr. H.C.P.M. van der Valk, projectleider
en anderen

VERTROUWELIJK

ato-dlo





ATO-DLO

Verslag Onderzoeksproject

Smaak en verbetering van afzetmogelijkheden van Nederlandse appelen

Verbetering van de smaak van appel middels specifieke naogstbehandeling ter verbetering van het imago en de afzet

in opdracht van
Stichting Kwaliteit, Smaak en Afzet van Nederlandse Appelen

OPD 95/137

Januari 1996 - januari 1998

VERTROUWELIJK

ing. M.M.M. Tomassen
dr. H.C.P.M. van der Valk, projectleider

dr. O. van Kooten
dr. T. Leguijt
dr. J. Oosterhaven
ing. M.G. Sanders
ing. A.G.W. Termeer
ir. J.A. Verschoor
R.G. v.d. Vuurst de Vries
ir. J.P.J. de Wild

**Agrotechnologisch
Onderzoek Instituut
(ATO-DLO)**
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
tel. 0317 - 475000
fax. 0317 - 475347

Eigendom van ATO-DLO en Stichting Smaak Appel. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO en Stichting Smaak Appel.

2251443

Verantwoording

Voor u ligt het eindrapport over het onderzoek naar mogelijkheden om de smaak en daarmee de afzetmogelijkheden van Nederlandse appels te verbeteren. Het onderzoek maakt deel uit van het project "Smaak en verbetering van afzetmogelijkheden van Nederlandse appels: Verbetering van de smaak van appels middels specifieke naogstbehandelingen ter verbetering van het imago en de afzet".

In dit project is samengewerkt door twaalf appel-producerende bedrijven verenigd in de Stichting "Kwaliteit, Smaak en Afzet van Nederlandse Appels" en het onderzoeksinstituut ATO-DLO.

Het onderzoek is uitgevoerd door het ATO-DLO in opdracht van de Stichting en medegefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, Senter voor technologie, energie en milieu in het kader van het BTOC-programma.

Inhoudsopgave

Samenvatting	-----	-----	1
Inleiding	problemen-----	-----	2
	achtergrondinformatie-----	-----	3
Doel van het project	-----	-----	5
Perspectieven	-----	-----	5
Opzet van het onderzoek	-----	-----	6
Uitvoering	-----	-----	7
Literatuur	-----	-----	11
Resultaten	oogst 1995 -----	-----	12
	oogst 1996 -----	-----	19
	oogst 1997 -----	-----	48
Smaaktesten	methoden -----	-----	58
	resultaten -----	-----	60
Conclusies	-----	-----	77
Vervolg	-----	-----	78
Appendix	-----	-----	79

Samenvatting

Het onderzoek is uitgevoerd van 1 januari 1996 tot 1 januari 1998. Er is gebruik gemaakt van de drie in Nederland meest geteelde rassen Cox Orange Pippin, Jonagold en Elstar (standaardrassen). De deelnemende bedrijven stonden door hun regionale verspreiding borg voor de levering van de appels van verschillende herkomst met nauwkeurig omschreven pluktijdstippen. Voor het onderzoek zijn de appels een week eerder geplukt dan de gangbare plukdatum. Allereerst is een aantal behandelingsmethoden getest die mogelijkheden leken te bieden om de kwaliteit van appels na de bewaring te verbeteren. Deze methoden waren alle gebaseerd op aangepaste gascondities en/of verhoogde temperaturen. Uiteindelijk bleek een warmtebehandeling van de appels van twee dagen in een klimaatcel bij 38°C het meest effectief. Deze warmtebehandeling is toegepast vóór de bewaring en op verschillende momenten gedurende de bewaring. Hierdoor is inzicht verkregen in de mogelijkheden de kwaliteit van bewaarde appels te kunnen verbeteren.

De warmtebehandeling zorgde bij alle drie de rassen voor appels met een duidelijk minder zure smaak. De stevigheid van de appels werd door de behandeling niet nadelig beïnvloed, integendeel, vooral Elstar appels werden door de behandeling steviger (penetrometer-waarde en qua mondgevoel). De behandelde appels werden door de smaakpanels ook zoeter? (soms flauwer) gevonden, hetgeen vooral is te wijten aan de afname van de hoeveelheid zuren. Chemische analyses toonden aan dat met name appelzuur sterk in concentratie afnam, terwijl de totale hoeveelheid suikers vrijwel gelijk bleef.

De behandeling had het beste effect op de Elstar appels. Behandelde Elstars waren minder zuur, steviger en zoeter dan de niet-behandelde appels. Behandelde Cox waren wel minder zuur, maar verder waren er met de 38°-methode nauwelijks verschillen met onbehandelde appels. De warmtebehandeling maakte ook de Jonagold minder zuur, maar doordat er in Jonagold al minder zuur aanwezig is werden de behandelde appels flauwer gevonden. De behandelde Jonagolds waren wel stevig. Ondanks herkomstverschillen, die door het analytisch panel werden herkend, had de behandeling op appels van hetzelfde ras steeds een vergelijkbaar effect.

Vooraf Jonagold, maar ook Cox en Elstar, hadden last van het optreden van inwendig bruin tijdens de bewaring. De warmtebehandeling, in feite een aangezwengelde rijping, verergerde de bruinverkleuring wel.

Conclusie: De warmtebehandeling maakt het mogelijk de smaak van bewaarde appels te verbeteren, zonder aan stevigheid in te leveren. De methode zoals in het onderzoek gebruikt werkt goed op Elstar-appels. De effecten op Cox en Jonagold waren minder positief.

De methode zal mogelijk voor Cox moeten worden aangepast en is wellicht beter geschikt voor vroeggeplukte rode mutanten van Jonagold.

Om de methode in de praktijk te kunnen gebruiken wordt gedacht de warmtebehandeling toe te passen in de vorm van een warmwaterbehandeling tijdens de nasortering. Hiervoor is enig aanvullend, toegepast onderzoek nodig.

Inleiding

Problemen

In Nederland is in 1996 490.000 ton appels geproduceerd (bron FAO), goed voor een veilingomzet van 308 miljoen gulden (bron PGF). Hiervan wordt 215 kton geëxporteerd naar vooral Duitsland (121), het GOS (34), Engeland (9) en Frankrijk en Zweden ieder 8kton (bron KCB).

In 1995 bedroeg de productie 595 kton, goed voor een uitvoer van 281 kton. De invoer bedroeg in 1995 305 kton (273 miljoen gulden), 64 kton meer dan in 1994. Deze appels komen vooral uit Chili (61 kton), België (88 kton), Frankrijk (81 kton) en Argentinië (40 kton).

Er is een trend tot afname van de productie en uitvoer van Nederlandse appels en een toename van de invoer van buitenlandse appels. De consumptie in Nederland ligt al jaren rond de 25 kilo per hoofd van de bevolking.

Om de toekomst van de Nederlandse appeltelers veilig te stellen dient de afname van de productie een halt te worden toegevoerd door een beter perspectief aan de telers aan te bieden. Dit betekent vergroting van de afzet (uitvoer en/of binnenlandse consumptie) en een rendabele prijs voor de appels. Dit is slechts mogelijk door de Nederlandse appel kwalitatief te onderscheiden en verder te verbeteren.

De Nederlandse appelproductie bestaat vooral uit de drie appelryassen: Cox Orange Pippin, Elstar en Jonagold. De appels worden onder ultra-low oxygen (zeer laag zuurstof=ULO) condities maandenlang bewaard. Hierdoor is het mogelijk de Nederlandse appels vanaf de oogst in september tot januari (Cox), april (Elstar) tot bijna jaarrond (Jonagold) op de markt te brengen. Na de bewaring, die vooral ontworpen is voor het behoud van de stevigheid, rijpt de appel vervolgens na om op smaak te komen. De drie appelryassen hebben elk hun specifieke kwaliteitsproblemen. Cox is relatief kort houdbaar, ontwikkelt onvoldoende smaak en aroma in de nabewaring en wordt vaak melig. Vroeggeplukte Elstar, voor de langere bewaring, ontwikkelt onvoldoende smaak. Dit gaat ook op voor met name de rodere mutanten van Jonagold.

Er zijn ontwikkelingen gaande om nieuwe, smakelijker rassen te introduceren, maar kwaliteitsverbeteringen lijken ook mogelijk met de huidige rassen. Het voordeel hiervan is de relatief snelle introductie van een verbetering en het behoud van de specifieke teelt- en bewaarexpertise. Bovendien kunnen kwaliteitsverbeterende naoogstsystemen ook bij nieuwe rassen worden toegepast.

Achtergrondinformatie

De “smaakbeleving”, die ontstaat bij het eten van een appel, is gebaseerd op drie componenten:

- de textuur: dit is het “mondgevoel” (stevigheid, sappigheid, meligheid etc.),
- de eigenlijke smaak, die voornamelijk afhangt van de zoet/zuur-balans (fructose, glucose, sucrose vs. appelzuur, citroenzuur etc.
- het aroma, de geur die bepaald wordt door de aanwezigheid van vluchtige verbindingen.

Deze drie componenten verschillen per ras en worden bovendien beïnvloed door de rijpheid op het moment van eten en de combinatie van pluktijdstip, bewaarcondities en de bewaarduur.

De huidige bewaarmethoden (Controlled Atmosphere, CA; Ultra Low Oxygen, ULO; lage temperatuur, ethyleenscubben) zijn primair gericht op het verlengen van de bewaarduur met behoud van textuur en smaak. Dit wordt bewerkstelligd door opslagcondities te kiezen die gericht zijn op het vertragen van het rijpingsmetabolisme van de appels en het beperken van het vochtverlies.

Op het juiste moment geplukte appels bevatten na de bewaring grote hoeveelheden zuren die na de uitslag worden afgebroken. Appelzuur is hierbij van groot belang. Het is het zuur dat in de grootste concentratie aanwezig is en de typische zure smaak aan appels. Appelzuur zorgt ook voor de specifieke speekselproductie in de mond die optreedt bij het eten van appels.

De hoeveelheid suikers in appels is sterk afhankelijk van het ras en neemt na de uitslag niet zo sterk af als de hoeveelheid zuren. Door het verminderen van de hoeveelheid zuren en het ongeveer gelijk blijven van de suikerconcentratie worden rijpe appels zoeter gevonden.

Het aroma van de appels wordt bepaald door vluchtige verbindingen die tijdens de narijping worden gevormd. Tijdens de rijping treden er processen op die de stevigheid en hoeveelheid zuur doen afnemen en de aromavorming bevorderen. Voor een goed smakende appel moet hier op het moment van eten de juiste balans in zijn bereikt.

Het appel-aroma

De vluchtige verbindingen die verantwoordelijk zijn voor het typische appel-aroma zijn vaak in slechts kleine hoeveelheden aanwezig. Voor een deel zitten ze in de inwendige ruimten van de appel, deels komen ze pas vrij of worden gevormd als door weefselbeschadiging (consumptie, processing) de cellen openbreken. Men spreekt dan van secundaire aromastoffen.

Op het moment zijn ongeveer 350 van dit soort vluchtige verbindingen in appel bekend. Het totale aantal vluchtige stoffen dat in appel voorkomt en mogelijk een bijdrage levert aan het aroma wordt geschat op ongeveer 1000. Appelrassen verschillen zowel kwalitatief als kwantitatief in hun gehalten aan aromastoffen.

Primaire of natuurlijke aromastoffen worden gevormd door gecontroleerde enzymatische reacties in het intact weefsel. Het betreft hier het zg. “lipide-, aminozuur- en terpeen-metabolisme”. Vetzuren lijken de belangrijkste bron van aromastoffen (Yahia, 1994).

Ze zijn er in vele vormen en met verschillende ketenlengtes. Linolzuur is de meest voorkomende component. Ze worden waarschijnlijk gevormd door een specifieke afbraak van fosfolipiden. De vrije vetzuren kunnen vervolgens worden omgezet in esters, ketonen en alcoholen, ieder met zeer specifieke en relatief sterke geuren. Door “ β -oxydatie” van vrije vetzuren kunnen ook alcoholen gevormd worden, en uit linolzuur kunnen bovendien dodecanoaten en decadienoaten ontstaan, ook verbindingen die sterk bijdragen aan het aroma.

Een ander belangrijk proces is het “aminozuur-metabolisme”. Aminozuren als L-leucine, L-isoleucine en L-valine kunnen enzymatisch omgezet worden in gemethyleerde esters, zuren en alcoholen. In het “terpeen-metabolisme” worden vanuit acetyl-CoA, via mevalonzuur, verschillende terpenen en sesquiterpenen geproduceerd worden.

Door weefselbeschadiging a.g.v. kauwen, snijden, homogeniseren of verhitten kunnen diverse snelle enzymatische reacties leiden tot vorming van andere vluchtige aromastoffen, de z.g. secundaire aromastoffen. De typische groenige/grassig geurende verbindingen als 2-hexenal en 3-hexenol ontstaan door peroxidatie van meervoudig onverzadigde vetzuren o.i.v. lipoxygenases. De sterke aromastof β -damascenon bijvoorbeeld komt in verse appels voor in zeer geringe concentraties. Verhitting leidt tot een sterke toename. Waarschijnlijk wordt het gevormd uit een niet-vluchtige precursor.

Effect van bewaaromstandigheden op de biosynthese van aromastoffen

Tijdens de normale rijping van appels wordt de produktie van aromastoffen opgestart door een snelle toename van de ethyleenproduktie (climacterium). De snelle toename van de ethyleenproduktie zorgt ook voor een toename van de ademhaling, waardoor er extra vochtverlies optreedt. Er ontstaat ook stevigheidsverlies door afbraak van celwanden, er vindt afbraak plaats van chlorofyl, zetmeel en zuren.

De produktie van aromastoffen is bij de huidige bewaarmethoden (CA, ULO) sterk geremd. De remming van de produktie van aromastoffen door zowel een (ultra) lage zuurstofspanning als een verhoogde CO₂spanning tijdens de bewaring wordt nog eens versterkt door het verwijderen van ethyleen uit de bewaarcel.

Er vindt echter ook een verschuiving plaats in de produktie van aromastoffen. Na rijping in lucht na langdurige CA-bewaring worden sommige aromastoffen normaal geproduceerd, terwijl de produktie van andere aromastoffen geremd of gestimuleerd wordt. Dit duidt erop dat CA bewaring het normale metabolisme van de appel verandert. Sommige produktieroutes worden (deels / tijdelijk) geblokkeerd, terwijl andere niet beïnvloed worden.

Behandeling van langdurig CA-bewaarde appels met ethyleen geeft geen verbetering van de aromaproduktie, waarschijnlijk omdat door de lange CA-bewaring de gevoeligheid voor ethyleen van de appels blijvend sterk is verminderd. Het is mogelijk dat een combinatie van ethyleen en een hoge zuurstofspanning een positief effect heeft.

Het beïnvloeden van de aromastoffen door het toedienen van z.g. precursors

In diverse onderzoeken is gekeken naar de effecten het toedienen van precursors van aromastoffen aan appels. Alcoholen, carboxylzuren en aldehyden zijn verbindingen die gebruikt worden bij de biosynthese van aromastoffen. Toediening van dergelijke precursors zou dus de aromaproduktie kunnen versterken. Hier volgt een kort overzicht:

Alcoholen

Begassing van appelschijfjes met alcoholen bij 20 °C leidt tot vorming van de corresponderende aldehyden en acetaat-esters, en acetaat zelf. De vorming van aldehyden strookt met de aanwezigheid van alcohol-dehydrogenase in het appelweefsel. Vorming van acetaat-esters vereist de aanwezigheid van acetyl-units (acetyl-CoA) en de bijbehorende enzymen. Aangezien toegevoegde alcoholen veresterd worden, zijn de betreffende enzymen al in een pre-climacterieel stadium aanwezig en lijkt de verminderde aanwezigheid van esters in langdurig bewaarde appels het gevolg van verminderde alcohol synthese (zie Knee and Hatfield, 1981).

Carboxylzuren en aldehyden

Acetaldehyde beïnvloedt processen als de citroenzuurcyclus, elektrontransport en het lipide-metabolisme. Bovendien stimuleert het de synthese van ethyleen. Begassing van intacte Golden Delicious appels met C2-C6 carboxylzuren of C3-C6 aldehyden resulteert in de vorming van voornamelijk esters en alcoholen. Alhoewel er o.i.v. begassing duidelijke verschuivingen optreden in de samenstelling van de gevormde esters en alcoholen, zijn de resultaten na 8 dagen nauwelijks meer aantoonbaar. Qua smaak zijn behandelde en onbehandelde appels niet verschillend. Begassing van fruit met acetaldehyde kan bovendien resulteren in off-flavour en beschadigingen (Pesis, 1996).

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het toedienen van aroma-precursors slechts een kortdurende stimulering van de aromaproduktie oplevert. De enzymen die nodig zijn voor de omzettingen van precursor tot aromastof zijn kennelijk niet de beperkende factor, want de omzettingen vinden wel plaats. Voor een langduriger effect is echter een constante aanvoer van precursors nodig. Meer fundamenteel onderzoek is nodig naar de mogelijkheid om de eigen synthese van precursors selectief te vergroten, zonder verouderingsprocessen te stimuleren. Dit past echter niet binnen het kader van project "Smaak Appel".

Warmtebehandeling

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat een warmtebehandeling van 4 dagen 38°C en een hoge relatieve luchtvochtigheid, voorafgaand aan langdurige CA-bewaring resulteert in een beter behoud van stevigheid gedurende het uitstalleven van appels. De appels zijn zoeter door versnelde afname van de hoeveelheid zuur. Ook neemt tijdens het uitstalleven het gehalte aan onverzadigde vetzuren minder snel af na zo'n warmtebehandeling (zie Lurie et al., 1995), waardoor het aroma zou verbeteren t.o.v. het aroma van niet-behandelde appels.

Er wordt gesuggereerd dat door de warmtebehandeling de waslaag op de appel zacht wordt, waardoor barstjes in de schil opgevuld worden met was. Extra vochtverlies zorgt ervoor dat calcium wordt meegevoerd naar de buitenzijde van de appel (Lurie et al., 1996). De behandeling zou preventief werken tegen oppervlakkige scald (Lurie et al, 1990), klokhuisbruin (Porritt and Lidster, 1978) en de groei van schimmels (Fallik et al., 1996).

Doel van het project

Het onderzoek heeft als doel een methode te vinden om Nederlandse appels na de oogst een behandeling te geven die ervoor zorgt dat de smaak en het aroma van de appel verbetert. De voorwaarde is dat de stevigheid niet nadelig wordt beïnvloed. De ontwikkelde methode dient in de praktijk te kunnen worden gebruikt, praktisch uitvoerbaar en bij voorkeur passen in de bedrijfsvoering. Bovendien moet zij acceptabel zijn voor de consument.

Perspectieven

De stevigheid van appels kan tijdens de bewaring door de lage temperatuur, hoge relatieve luchtvochtigheid en aangepaste gascondities goed worden behouden. Door deze condities wordt de rijping vertraagd of zelfs stopgezet, waardoor ook de smaak en aroma-vorming worden geblokkeerd. Wanneer de appels uit de bewaring worden gehaald en onder normale atmosfeer en bij hogere temperaturen komen, begint de smaak en aroma-productie weer op gang te komen. Dit proces is afhankelijk van het pluktijdstip, de duur van de ULO-bewaring en de temperatuur, waarbij de appels worden nabewaard. Zijn de appels te vroeg geplukt dan kunnen ze fysiologisch gezien geen goede smaak ontwikkelen. Zijn ze te laat geplukt en dus al aan het rijpen, dan kunnen ze niet goed bewaard worden. Als de temperatuur tijdens de nabewaring te laag is dan is er onvoldoende tijd om op smaak te komen voordat de appels beginnen te verzachten. Langdurig hoge nabewaringstemperaturen zorgen voor versneld stevigheidsverlies.

Om een goed smakende en toch redelijk stevige appel bij de consument te brengen is er na de ULO-bewaring een soort race tegen de tijd nodig. De smaakontwikkeling moet voldoende tijd en temperatuur krijgen, maar het stevigheidsverlies dient beperkt te worden.

Er zijn perspectieven om met specifieke naoogstbehandelingen de smaak en aroma-ontwikkeling op gang te brengen zonder aan stevigheid in te leveren. Gedacht moet worden aan aangepaste gascondities voor, tijdens of na de de bewaring, maar vooral aan korte temperatuurshocks om het rijpingsproces van de appel sterk te stimuleren. Met deze laatste benadering zijn goede resultaten geboekt, zowel op het ATO-DLO als in buitenlandse onderzoeksinstituten (zie literatuur referenties). De warmtebehandeling kan relatief makkelijk in de praktijk toegepast worden.

Opzet van het onderzoek

Gebruik makend van de kennis die er op het ATO aanwezig is en de gegevens uit de literatuur is een aantal nabehandelingmethoden toegepast op appels van de drie bovengenoemde rassen. Hierbij is een reeks behandelingen getest, gebaseerd op veranderde gascondities en korte warmtebehandelingen.

Allereerst is, met appels van de oogst 1995, de meest geschikte nabehandelingmethode geselecteerd. De aandacht heeft zich hierbij vooral gericht op smaakverbeteringen bij vroeggeplukte Elstar. Ook is onderzocht of dezelfde methode kwaliteitsverbetering mogelijk maakt bij Cox en Jonagold. De effecten van de behandelingen zijn onderzocht op appels van diverse telers afkomstig uit verschillende regio's in Nederland. Dit is belangrijk om mogelijke effecten van verschillen in herkomst te onderkennen. Vervolgens is onderzocht of de ontwikkelde methode ook in het tweede seizoen (oogst 1996) goed werkt en of de behandeling toegepast kan worden op verschillende momenten gedurende het bewaarseizoen. Bovendien is een deel van de appels direct na de oogst, dus al vóór de bewaring, behandeld. Aan het eind van het project is de geselecteerde behandeling getest op appels van het oogstjaar 1997.

Het effect van de behandeling is bepaald door het meten van het gewichtsverlies, de stevigheid, zoet/zuurgehalte, kleur en smaak/aroma van behandelde en onbehandelde appels. Bovendien zijn de behandelde en onbehandelde appels door een sensorisch panel met elkaar vergeleken.

Uitvoering

Deelnemende bedrijven

Cox Orange Pippin	Elstar	Jonagold
A. van de Heide Oosteinderweg 59 1687 AB WOGNUM tel: 0229-571762 fax: 0229-573337	P.J.M. Vernooij Dorpeldijk 2 3451 RD VLEUTEN tel: 030-6771754 fax: 030-6775870	Maatschap Reinders H.E.P. Reinders Zelen 35 5981 PM HELDEN-PANNINGEN tel: 077-3073460
H.C.J.M. Peters Eltenseweg 1 6915 WA LOBITH tel: 0316-542042	D.A. Lagerwey Burensedijk 6 4012 KG KERK-AVEZAATH tel: 0344-571610	Vogelaar-Fruitcultures v.o.f. A.Th Vogelaar Oude Rijksweg 10 4413 NK KRABBENDIJK tel: 0113-501987 fax: 0113503016
T.P.J. van Diepen Hertenpad 4 8317 PS KRAGGENBURG tel: 0527-252609	Maatschap Kurver H.W.M. Kurver Zandweg 195 3454 HE DE MEERN tel: 030-6662616 fax: 030-6622275	A. Jongerius Noordlangeweg 14 4617 PH DINTELOORD tel: 0167-522402 fax: 0167-524286
Maatschap Zijlstra W. Zijlstra Holmerpad 4 0356 VC TOLBERT tel: 0594-549231	Maatschap van Woudenberg J. van Woudenberg Heereburen 17 9884 TC NIEHOVE tel: 0594-212603 fax: 0594-212671	Gebr. Slabbekoorn Everdijkseweg 18a 4421 RC KAPELLE tel: 0113-343026 fax: 0113-344667

Appels

De appels zijn geleverd door bovengenoemde bedrijven. De telers zijn geselecteerd op regionale verspreiding en het kunnen leveren van voor het onderzoek noodzakelijke rassen en de selectie van appels op pluktijdstip, kleurontwikkeling, positie aan de boom en maatvoering. De telers beschikken over bemestingsgegevens en gewasanalyses.

Plukvoorschrift:

- bomen 5 tot 10 jaar oud, meerjarig hout; goed behang, niet uit de broek van de boom
- appels van de oost-zijde van de boom en egaal geplukt
- Cox klasse I, maat 65-75 en kleur 30-40% blos
- Elstar klasse I, maat 70-80 en kleur 30-40% blos
- Jonagold klasse I, maat 75-85 en kleur 30-40% blos
- plukken 1 week voor de plukadviesdatum voor de langdurige bewaring
- per monster minimaal 14 kisten met in totaal 250-300 kilo

Na de pluk zijn de appels naar het ATO-DLO vervoerd waar ze zijn behandeld en/of bewaard volgens de voor de diverse appelrassen optimale ULO-condities.

Pluktijdstippen:

	Cox	Elstar	Jonagold
	1995		
Slabbekoorn/Kapelle		5 en 13 september	
Kurver/ De Meern	8 september		
	1996		
Peters/Lobith	9 september		
Van de Heide/Wognum	19 september		
Van Diepen/Kraggenburg	12 september		
Zijlstar/Tolbert	27 september		
Lagerwey/Kerk-Avezaath		16 september	
Vernooy/Vleuten		9 september	
Kurver/De Meern		16 september	
Woudenberg/Niehove		26 september	
Slabbekoorn/Kapelle			26 september
Vogelaar/Krabbendijke			25 september
Jongorius/Dinteloord			27 september
Reinders/Helden Panningen			20 september
	1997		
Peters/Lobith	9 september		
Van de Heide/Wognum	12 september		
Van Diepen/Kraggenburg	8 september		
Zijlstra/Tolbert	23 september		
Van Bommel/Wadenoyen		5 september	
Vernooy/Vleuten		3 september	
Kurver/De Meern		8 september	
Woudenberg/Niehove		15 september	
Slabbekoorn/Kapelle			30 september
Vogelaar/Krabbendijke			30 september
Jongorius/Dinteloord			30 september
Reinders/Helden Panningen			16 september

Bewaring:

Cox:	4°C	1,2% O ₂	0,7% CO ₂
Elstar:	1-2°C	1,2% O ₂	2-3% CO ₂
Jonagold:	1-2°C	1,2% O ₂	4% CO ₂

Methoden

Gedurende de loop van het project zijn in totaal 16 testen uitgevoerd. De eerste experimenten bestonden uit het selecteren van effectieve methoden om de smaak te beïnvloeden, gebruik makend van appels van het bewaar seizoen 1995/1996. De beste methode is vervolgens in het seizoen 1996/1997 gebruikt om uitgebreid te onderzoeken of appels van verschillende telers en uit diverse regio's op dezelfde manier op de behandeling reageren. Ook is onderzocht of de methode gedurende het bewaar seizoen steeds hetzelfde resultaat gaf. De behandeling is bij een aantal partijen ook vóór de bewaring toegepast. Binnen het project is de geselecteerde methode opnieuw getest op appels van het eerste deel van het bewaar seizoen 1997/1998 om seizoenseffecten te bestuderen.

Behandelingsmethoden

De temperatuurbehandeling vond plaats door de appels, in plastic kistjes, gedurende twee tot vier dagen in een bewaarcel te plaatsen bij 18 of 38°C. De niet-behandelde appels zijn gedurende de behandelingsperiode bij ULO-temperatuur bewaard. De keuze van 38°C is gebaseerd op eerdere experimenten van het ATO en op literatuurgegevens. De relatieve luchtvochtigheid werd op peil gehouden door een verdamer. Na de behandeling zijn de appels terug gekoeld tot ULO-temperatuur en gedurende een week bij deze temperatuur nabewaard. Vervolgens zijn de appels een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid nabewaard.

De experimenten met de aangepaste gascondities vonden plaats in koelcellen, waarin afgesloten containers waren geplaatst. Deze containers zijn verbonden met een computergestuurde gasvoorziening, die de gewenste gasconditie en relatieve luchtvochtigheid verzorgt.

Instrumentele metingen

De stevigheid werd bepaald door de standaard test met de penetrometer met de vlakke plunjer met een doorsnee van 1,2 cm. Van de appel werd aan de blos en niet-bloszijde een dun recht plakje afgeschild. Vervolgens werd op deze plaats de plunjer van de penetrometer in de appel gedrukt. De appels werden 0,8 cm ingedrukt en de benodigde kracht in kilo's is de maat voor de stevigheid.

De kleur van appels is gemeten aan de blos en niet-blos zijde, gebruik makend van de Minolta chromameter of computer beeld analyse (groenkleur).

Gehaltes aan suikers (sucrose, fructose, sorbitol en glucose) zijn bepaald met de Boehringer suiker-kit of met de HPLC. Organische zuren (appelzuur, melkzuur, citroenzuur, oxaalzuur en azijnzuur) zijn gemeten met de HPLC.

Smaaktesten

De sensorische kwaliteit van de appels werd door een expertpanel van 8 personen beoordeeld op stevigheid, meligheid, zoetheid, zuurgehalte, aroma en eventuele “off-flavours”. De waardering is uitgedrukt op een schaal van 1 tot 5 en voor aroma en off-flavour met + en -.

Daarnaast is er beoordeeld door een uitgebreid getraind panel. Dit panel scoorde op een reeks specifieke smaak, textuur en aroma-componenten (zie hoofdstuk sensoriek).

Bijeenkomsten:

Er zijn 5 bijeenkomsten geweest om de voortgang van het onderzoek te bespreken. De vergaderingen werden bijgewoond door de deelnemende bedrijven, verenigd in de Stichting “Kwaliteit, Smaak en Afzet van Nederlandse Appels” en de verantwoordelijke medewerkers van het ATO-DLO. De vergaderingen vonden plaats in de vergaderzalen van het ATO-DLO in Wageningen.

Datum	Samenvatting
2 februari 1996	Afspraken over de werkzaamheden en formaliteiten voor de bedrijven. Geen Boskoop appels in het project; Elshof heeft zich teruggetrokken, dus er doen 12 bedrijven mee.
30 augustus 1996	Er zijn 17 behandelingsmethoden getest op appels van het seizoen 95/96. Na chemische en sensorische analyses is één temperatuurbehandeling geselecteerd.
28 november 1996 Jaarvergadering 1.	Behandelde appels van het tweede seizoen 96/97 zijn zoeter, minder zuur en steviger dan de niet-behandelde appels.
25 april 1997	Telers hebben zelf behandelde en niet-behandelde appels (Elstar en Jonagold) vergeleken. Effecten waren gelijk aan die van vorige testen. Behandeling vóór de bewaring werkte ook goed.
31 maart 1998 Jaarvergadering 2.	Slotbijeenkomst en beraden op vervolg en implementatie van de techniek.

Verslagen en publiciteit

Er zijn vier halfjaarlijkse voortgangsrapportages voor SENTER geschreven.

Gezien de vertrouwelijkheid van het onderzoek is er beperkte publiciteit aan de resultaten van het onderzoek gegeven. Er zijn 2 demonstraties verzorgd op de “Proefstationsdagen” in Zetten (20 juni 1996) en Wageningen (17 december 1997). Verder is er op 16 januari 1998 een lezing gegeven voor 200 fruitelers en geïnteresseerden uit de branche, georganiseerd door Van Gaal Advies in Vleuten. Hierover is in Groenten en Fruit in januari verslag gedaan:

- Nieuwe methode verbetert smaak van bewaarde appels. Groenten en Fruit/Algemeen 23 januari 1998 p. 10.
- Appels smaken beter na hittebehandeling. Groenten en Fruit/Fruit 30 januari 1998 p. 20-21.

Literatuur

- Fallik E, Grinberg S, GambourgM, Klein JD, and Lurie S. 1996. Prestorage heat treatment reduces pathogenicity of *Penicillium expansum* in apple fruit. *Plant Pathology* 45: 92-97.
- Knee M, and Hatfield SGS. 1981. The metabolism of alcohols by apple fruit tissue. *J. Sci. Food Agric.* 32: p.593-600.
- Lurie S, KleinJD, and Ben-Arie R. 1990. Postharvest heat treatment as a possible means of reducing superficial scald of apples. *Journal of Horticultural Science* 65: 503-509.
- Lurie S, Othman S, and Borochoy A. 1995. Effects of heat treatment on plasma membrane of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology* 5: 29-38.
- Lurie S, Fallik E, and Klein JD. 1996. The effect of heat treatment on apple epicuticular wax and calcium uptake. *Postharvest Biology and Technology* 8: 271-277.
- Lurie S, Nussinovitch A. 1996. Compression characteristics, firmness, and texture perception of heat treated and untreated apples. *Int. J. of Food Sc. and Tech.* 31: 1- 5.
- Pesis E. 1996. Induction of fruit aroma and quality by postharvest application of natural metabolites or anaerobic conditions. *Modern methods of Plant Analysis* vol 18: 19- 35.
- Porritt SW, and Lidster PD. 1978. The effect of pre-storage heating on ripening and senescence of apples during cold storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103: 584-587.
- Stone H, and Sidel J.L. 1993. *Sensory evaluation Practices*. Acad. Press.
- Stow J. 1995. Quality measurements of apples. *Postharvest News and Information* 6: 32- 33.
- Yahia EM. 1994. Apple flavor. *Horticultural Reviews* 16: 197- 234.

Resultaten


Experimenten met appels van de oogst van 1995

Test 1. Effect van temperatuurbehandelingen op kwaliteit van Elstar appels.

Er is gebruik gemaakt van Elstar appels, afkomstig van Slabbekoorn, geoogst op 5 september 1995. De appels zijn na de bewaring gedurende 2 tot 4 dagen bij 38, 18 of 1-2°C weggezet en vervolgens geanalyseerd (zie tabel). Voor elke behandeling zijn 20 appels gebruikt.

Tabel 1.1. Schema nabehandeling Elstar-appels en analyse-momenten van Test 1.

Datum	25/1	27/1	29/1	5/2	12/2
Dag	0	2	4	11	18
Behandeling	temperatuurbehandeling °C				
A	38	38 ◊ 18	18	18	
B	38	38 ◊ 18	18	18	18
C	38	38	38 ◊ 18	18	
D	38	38	38 ◊ 18	18	18
E	18	18	18	18	
F	18	18	18	18	18
G	1-2	1-2	1-2	1-2 ◊ 18	

analyse-moment 

Tabel 1.2. Penetrometer-waarden (kg) en sensorische analyses (schaal 1-5) van nabehandelde Elstar.
Expert panel.

Test 1.	A 5/2	B 12/2	C 5/2	D 12/2	E 5/2	F 12/2	G 5/2
penetrometer	6,5±0,8	6,3±0,7	6,8±0,8	5,7±1,0	6,4±0,8	5,7±0,7	6,7±0,5
stevigheid	3,5	3,5	3,5	2,8	3,7	3,7	4,2
meligheid	1,2	1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,0
zoetheid	2,8	2,8	3,0	3,9	2,3	3,0	1,7
zuurheid	2,3	2,5	1,7	1,6	3,5	3,4	4,3
aroma	2,2	2,4	2,7	2,5	2,2	2,9	2,2
off-flavour	7 x nee	8 x nee	7 x nee	7 x nee 1 x ja	7 x nee	8 x nee	7 x nee

Conclusies:

De warmtebehandelingen maken de appels zoeter en minder zuur dan de niet-behandelde appels (vergelijk B met E en F). Het stevigheidsverlies blijft beperkt. De korte, 2-dagen durende warmtebehandeling biedt dus perspectieven voor smaakverbetering. De langste behandeling bij 38°C, gevolgt door langere nabewaring (behandeling D) geeft weliswaar de zoetste appels, maar hier treedt verlies van stevigheid op. Dit komt niet door de lange nabewaring (zie B en F), maar door de combinatie met de vier-dagen bij 38°C. De lange warmtebehandeling voldoet door het stevigheidsverlies dus niet goed.


De leden van het panel vonden de behandelde appels minder zuur en zeker niet minder aromatisch dan de onbehandelde appels en er werden niet of nauwelijks off-flavours geconstateerd.

Test 2. Effect van verhoogde zuurstof- en ethyleenconcentraties op de kwaliteit van Cox.

Voor deze experimenten is gebruik gemaakt van Cox van herkomst Kurver. De appels waren geoogst op 8 september 1995 en bewaard onder de standaard-ULO condities voor Cox. De appels verkeerden op 1 april nog in redelijke conditie. Voor elke behandeling zijn 20 appels gebruikt.

Tabel 2.1. Behandelingsschema veranderde gascondities op Cox.

Datum	1/4		3/4	10/4	17/4
Dag	0		2	9	16
Behandeling	% zuurstof	ethyleen ppm			
A	21	0	25°C		
B	40	0			
C	80	0			
D	21	100			
E	40	100			
F	80	100			
G	21	500			
H	80	500			
I	-	-	18°C		
J	-	-			
K	ULO		4°C		

analyse-moment 

De behandelingen met zuurstof en ethyleen zijn uitgevoerd gedurende 2 dagen bij 25°C. Behandeling I en J zijn bij 18°C uitgevoerd en behandeling K is de standaard ULO-conditie. Op dag 2 zijn de appels bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid weggezet en vervolgens na een en twee weken geanalyseerd. De ULO-controle is op dag 16 bemonsterd en geanalyseerd.

Tabel 2.2. Penetrometer-waarden (kg) en sensorische analyses van nabehandelde Cox Test 2.

		Penetrometer	Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
A	10/4	5,8±0,5	2,8	2,0	2,8	2,8	2,7	6 x nee
	17/4	5,4±0,6	2,7	2,1	2,6	2,4	2,7	6 x nee
B	10/4	5,7±0,5	3,0	2,2	2,8	2,8	2,2	6 x nee
	17/4	5,0±1,3	2,9	2,1	2,6	2,3	2,0	6 x nee
C	10/4	5,9±0,6	2,8	2,2	3,0	2,3	2,7	6 x nee
	17/4	5,2±0,4	2,3	2,6	2,4	2,0	2,3	6 x nee
D	10/4	6,1±0,5	2,8	2,0	2,5	2,7	2,5	6 x nee
	17/4	5,5±0,6	3,1	1,9	2,4	2,9	2,4	6 x nee
E	10/4	6,2±0,6	2,8	2,2	3,0	2,8	2,5	6 x nee
	17/4	5,3±0,7	3,0	1,4	2,9	1,7	2,1	6 x nee
F	10/4	5,8±0,7	2,3	2,0	3,2	2,3	2,3	6 x nee
	17/4	5,3±0,4	2,7	2,0	2,4	2,6	2,1	6 x nee
G	10/4	6,0±0,6	3,0	1,8	2,7	2,3	2,3	6 x nee
	17/4	5,7±0,7	2,6	2,6	2,6	2,4	2,3	6 x nee
H	10/4	5,7±0,7	2,8	1,5	2,7	2,3	2,8	6 x nee
	17/4	5,5±0,6	2,7	2,7	2,4	2,1	1,9	6 x nee
I	10/4	5,7±0,7	2,5	2,0	2,8	2,5	2,2	6 x nee
	17/4	5,6±0,7	2,5	2,0	2,8	2,5	2,2	6 x nee
J	10/4	5,8±0,9	3,5	1,3	3,0	2,8	2,5	5 x nee; 1ja
	17/4	5,2±0,6	2,3	2,0	2,6	2,0	1,9	6 x nee
K	17/4	6,1±0,7	3,1	1,9	3,0	3,4	3,1	5 x nee; 1ja

Conclusies:

De behandelingen hadden weinig effect op de instrumenteel gemeten stevigheid. Sensorisch konden slechts geringe verschillen worden waargenomen. Opvallend was dat appels, die waren behandeld met methode E (40 % zuurstof en 100 ppm ethyleen), na de tweede week nabewaring minder melig en minder zuur werden gevonden dan de andere appels.


Verhoging van alleen de zuurstof- of ethyleenconcentratie vertoonde dit effect niet. Dit effect is wel interessant om kwaliteitsproblemen van Cox (melig en zuur) in de toekomst aan te pakken. Gezien de praktische uitvoerbaarheid zal de aandacht zich echter vooralsnog richten op de ontwikkeling van de eenvoudiger en gemakkelijker toepasbare temperatuurbehandeling.

Test 3. Effect van verhoogde zuurstof- en ethyleenconcentraties op de kwaliteit van Elstar.

Voor deze experimenten is gebruik gemaakt van Elstar van herkomst Slabbekoorn. De appels waren geoogst op 5 september 1995 en bewaard onder de standaard-ULO condities voor Elstar. Voor elke behandeling zijn 20 appels gebruikt.

Tabel 3.1. Behandelingsschema veranderde gascondities Elstar.

Datum	24/4		26/4	3/5	10/5
Dag	0		2	9	16
Behandeling	% zuurstof	ethyleen ppm			
A	21	0	25°C		
B	40	0			
C	80	0			
D	21	100			
E	40	100			
F	80	100			
G	21	500			
H	80	500			
I	-	-	18°C		
J	-	-			
K	ULO		1-2°C		

analyse-moment 

De behandelingen met zuurstof en ethyleen zijn uitgevoerd gedurende 2 dagen bij 25°C. Behandeling I en J zijn bij 18°C uitgevoerd en behandeling K is de standaard ULO-conditie. Op dag 2 zijn de appels bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid weggezet en vervolgens na een en twee weken geanalyseerd. De ULO-controle is op dag 16 bemonsterd en geanalyseerd.

Tabel 3.2. Penetrometer-waarden (kg) en sensorische analyses van nabehandelde Elstar Test 3.

		Penetrometer	Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
A	3/5	5,8±1,0	4,0	1,0	2,2	3,8	2,2	5 x nee
	10/5	5,0±0,9	3,0	1,3	2,2	2,5	2,7	6 x nee
B	3/5	5,2±0,8	3,4	1,2	3,4	2,0	1,6	5 x nee
	10/5	4,5±0,5	2,3	2,2	2,5	2,7	2,5	6 x nee
C	3/5	5,0±1,1	3,0	1,4	2,8	2,0	2,3	5 x nee
	10/5	4,9±0,8	3,2	1,3	2,8	3,8	2,2	6 x nee
D	3/5	5,4±0,9	2,8	1,6	2,8	3,2	2,4	5 x nee
	10/5	4,3±0,5	1,5	2,3	3,0	1,8	2,5	6 x nee
E	3/5	4,7±0,4	2,0	2,6	3,2	2,2	1,8	5 x nee
	10/5	4,6±0,7	1,7	2,3	2,8	2,2	1,8	6 x nee
F	3/5	4,9±0,6	2,4	1,6	2,4	3,0	2,4	5 x nee
	10/5	4,7±0,8	1,8	2,3	3,0	2,2	2,7	6 x nee
G	3/5	5,3±0,7	3,0	1,6	3,0	2,2	2,0	4 x nee; 1ja
	10/5	4,7±0,5	2,2	2,5	3,0	2,3	2,3	6 x nee
H	3/5	5,3±0,9	1,8	1,8	2,6	2,6	1,6	5 x nee
	10/5	4,1±0,5	1,7	2,8	2,3	1,8	1,8	6 x nee
I	3/5	5,7±0,8	3,6	1,2	2,6	3,2	1,8	5 x nee
	10/5	4,7±0,5	3,0	1,7	2,7	3,0	3,0	6 x nee
J	3/5	5,9±1,0	3,8	1,4	2,6	3,2	1,8	3 x nee; 2ja
	10/5	5,2±1,5	2,7	1,8	2,3	2,5	2,0	6 x nee
K	10/5	6,6±0,6	4,5	1,0	2,2	3,7	2,7	6 x nee

Conclusies

De behandelde appels (B t/m H) hadden geen hogere penetrometer-waarden dan de onbehandelde appels (A). Sensorisch werden de behandelde appels minder stevig gevonden dan de niet-behandelde appels. Opvallend is de verhoogde score voor meligheid in de appels die met ethyleen waren behandeld (D t/m H). De behandeling met verhoogd zuurstof (B,C,E,F en H), eventueel gecombineerd met extra ethyleen (E, F en H) heeft geen positief effect op de kwaliteit van Elstar appels.

Test 4. Effect van laagzuurstof-behandeling op kwaliteit van Elstar.

Voor deze experimenten is gebruik gemaakt van Elstar van herkomst Slabbekoorn. De appels waren geoogst op 13 september 1995 en bewaard onder de standaard-ULO condities voor Elstar. Voor elke behandeling zijn 20 appels gebruikt. De behandelingen zijn in tweevoud uitgevoerd. De appels zijn gedurende 20 dagen bij 21% of 0% zuurstof (aangevuld met resp. 79 en 100% stikstof) bij 1°C bewaard. De appels zijn vervolgens bij uitslag en na 7 dagen bij 18°C geanalyseerd. Ter vergelijking is ook de beoordeling van de onbehandelde 1-week nabewaarde Elstar van Test 3 (geplukt op 5 september) in de tabel opgenomen.

Tabel 4.1. Effect van laagzuurstof-condities op kwaliteit van Elstar.

		Penetrometer	Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
21%	24/6	5,8±0,6	3,7	1,1	2,7	2,7	2,7	7 x nee
		5,8±0,7	3,4	1,1	2,3	3,1	2,9	7 x nee
	1/7	5,2±0,8	3,2	2,2	3,2	2,3	3,0	6 x nee
		5,5±0,5	3,3	1,3	3,3	2,3	2,8	5 x nee; 1ja
0%	24/6	6,0±0,4	3,9	1,1	2,4	2,6	2,4	5 x nee; 2ja
		5,9±0,7	3,7	1,1	2,6	3,0	2,5	3 x nee; 3ja
	1/7	5,7±0,2	3,3	1,4	3,3	2,0	2,5	1 x nee; 4ja
		6,3±0,7	3,8	1,2	2,8	2,3	2,3	5 x nee; 1ja
ULO	10/5	6,6±0,6	4,5	1,0	2,2	3,7	2,7	6 x nee

Conclusies:

Elstar die gedurende 20 dagen bij 1°C en 0% zuurstof zijn bewaard werden door het panel minder gewaardeerd op het attribuut aroma. Bovendien werden er in deze appels vaker off-flavours geconstateerd. Op grond van deze resultaten wordt een nabehandeling met een zeer laag zuurstofgehalte (0%) riskant gevonden.

Experimenten met appels van de oogst 1996

Op grond van de resultaten van de experimenten met de appels van de oogst 1995 en ervaringen van het ATO uit vorig onderzoek is besloten de aandacht speciaal te richten op het testen van de effecten van de warmtebehandeling op appels van diverse herkomsten en op verschillende momenten in het bewaarstizoen. De warmtebehandeling is op beperkte schaal ook uitgevoerd vóór de bewaring.

Ingangskwaliteit van de appels

De ingangskwaliteit van de appels van de oogst 1996 is weergegeven in de appendix. Het betreft de penetrometer-waarde, de kleur en het suiker- en zuurgehalte.

Test 5. Effect van de warmtebehandeling op Cox, Elstar en Jonagold van oogst 1996.

Appels van Peters, Zijlstra (beiden Cox), Slabbekoorn (Jonagold) en Woudenberg (Elstar) zijn op 2 oktober 1996 behandeld gedurende twee dagen bij 38°C. De relatieve luchtvochtigheid werd op peil gehouden m.b.v. een verdamper. Vervolgens zijn de appels 1 week bij ULO-temperatuur en 1 week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid weggezet en beoordeeld op 4, 10 en 17 oktober.

Tabel 5.1a. Effecten van warmtebehandeling op stevigheid (kg) en sensorische kwaliteit (5-punts-schaal) van Elstar (Ewo), Cox (Cpet en Czijl) en Jonagold (Jsla).

Nabewaring		Penetrometer		Stevig	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
		Blos	N-blos						
Cpet	ULO	8,8	8,3	4,3	1,0	1,7	4,2	1,7	4xnee;2ja
	2	8,2	8,2	3,5	1,0	2,3	3,2	1,7	3xnee;3ja
	9	8,6	8,1	3,8	1,0	1,5	3,7	2,2	2xnee;3ja
	16	6,9	6,9	3,6	1,0	2,6	3,6	3,0	3xnee;2ja
Czijl	ULO	8,0	8,3	3,8	1,0	3,0	2,7	2,0	6xnee
	2	9,5	8,8	4,1	1,0	2,1	2,6	1,7	4xnee;3ja
	9	8,0	7,9	3,7	1,3	2,8	2,7	2,3	5xnee
	16	7,8	7,7	3,4	1,6	3,6	2,0	3,0	5xnee
Jsla	ULO	7,9	7,4	3,6	1,0	3,0	1,7	2,0	6xnee;1ja
	2	8,0	7,4	4,0	1,2	3,7	1,8	2,6	3xnee;3ja
	9	8,2	7,4	4,3	1,0	3,3	2,7	2,8	4xnee;1ja
	16	6,9	7,2	4,0	1,2	3,6	2,0	3,4	3xnee;1ja
Ewo	ULO	6,7	6,7	3,6	1,1	2,4	3,3	2,0	7xnee
	2	6,7	6,6	3,0	1,0	2,3	3,0	1,9	4xnee;3ja
	9	6,9	6,7	3,5	1,0	2,3	3,8	2,0	6xnee
	16	5,9	6,2	3,2	1,0	2,4	3,6	3,0	xnee

Tabel 5.1b. Effecten van warmtebehandeling op zuur (mg/100g) en suiker-gehaltenes (g/100g) van Elstar (Ewo), Cox (Cpet en Czjl) en Jonagold (Jsla).

Nabewaring		Citroenzuur	Appelzuur	sucrose	glucose	fructose	sorbitol
Cpet	ULO	5	647	4,3	1,1	4,6	0,3
	2	16	620	3,1	1,5	5,0	0,2
	9	9	811	3,7	1,5	4,9	0,2
	16	20	961	3,8	1,6	5,1	0,3
Czjl	ULO	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-
Jsla	ULO	9	872	3,4	1,0	6,5	0,2
	2	11	505	2,6	1,8	7,1	0,3
	9	13	635	2,8	2,1	7,6	0,4
	16	-	191	2,7	1,8	7,1	0,2
Ewo	ULO	14	1009	4,2	0,6	5,2	0,4
	2	26	671	2,8	1,4	5,5	0,3
	9	8	403	3,2	1,3	5,6	0,3
	16	10	580	3,8	1,3	5,5	0,4

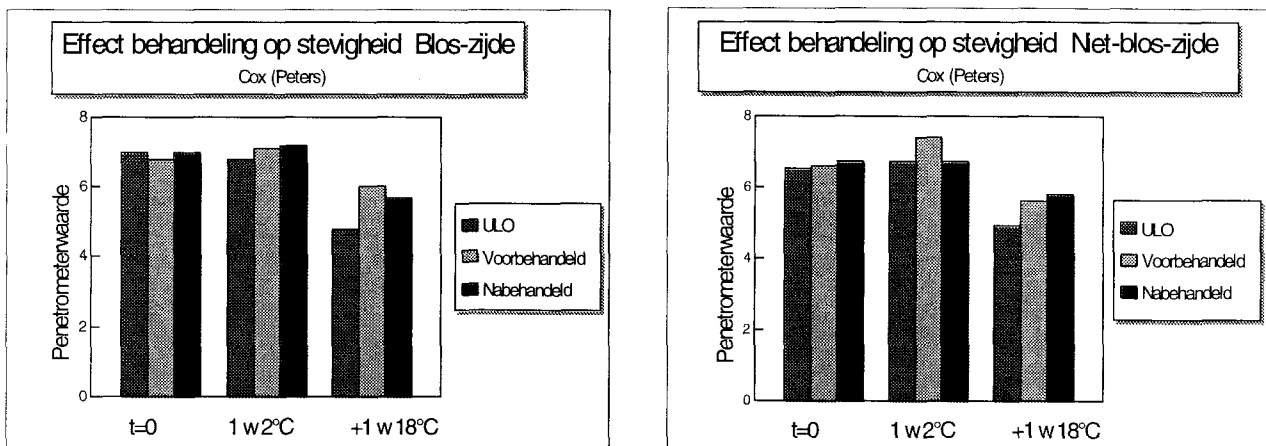
De appels van herkomst Zijlstra vertoonden hagelschade en zijn daarom uit de experimenten verwijderd. De zuur en suiker-gehaltenes zijn daarom niet gemeten.

Conclusies:

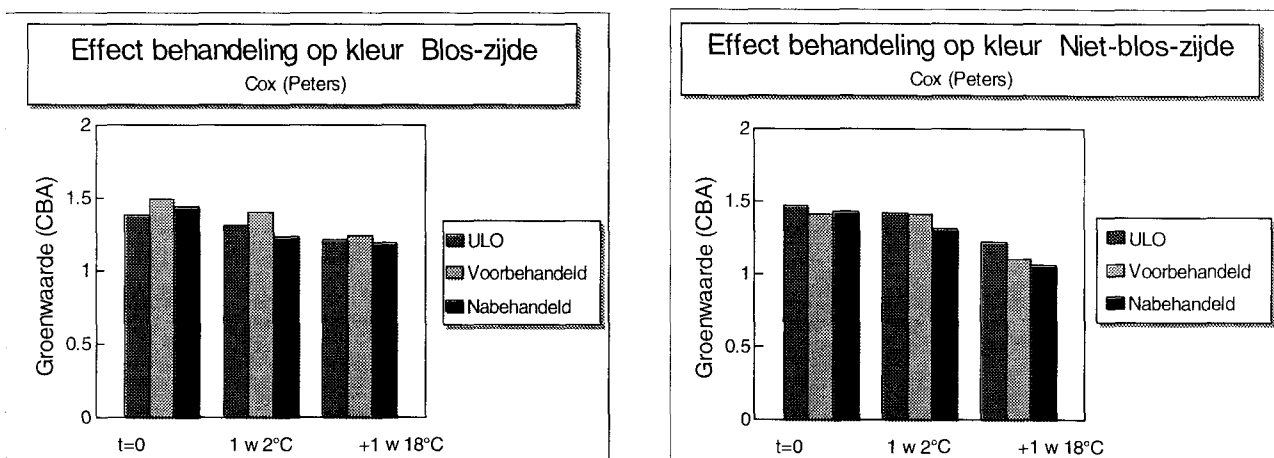
De behandelde appels waren na de nabewaring van twee weken nog voldoende stevig (> 6 kg). Ook de stevigheid in de mond werd door de panelleden hoog gewaardeerd.

Test 6. Effect warmtebehandeling, toegepast vóór en na de bewaring, op kwaliteit Cox.

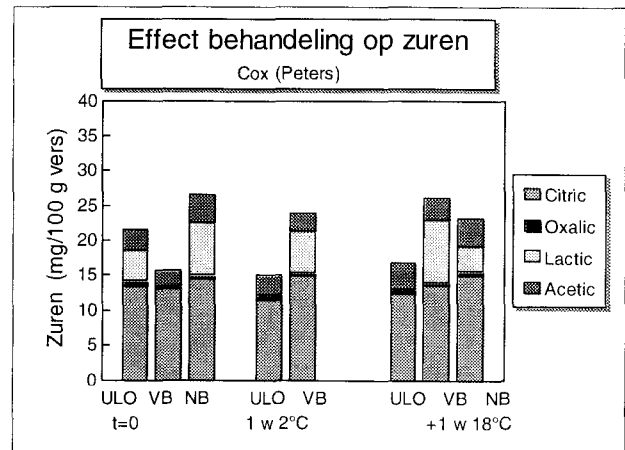
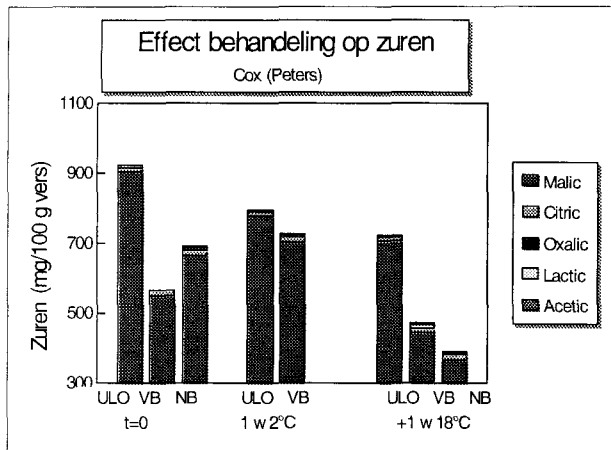
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast bij inslag (9 september 1996) en na de bewaring op 9 januari 1997. De appels zijn vervolgens een week bij 2°C en een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid bewaard en geanalyseerd. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde Cox, die op dezelfde manier zijn nabewaard. De appels zijn afkomstig van Peters.



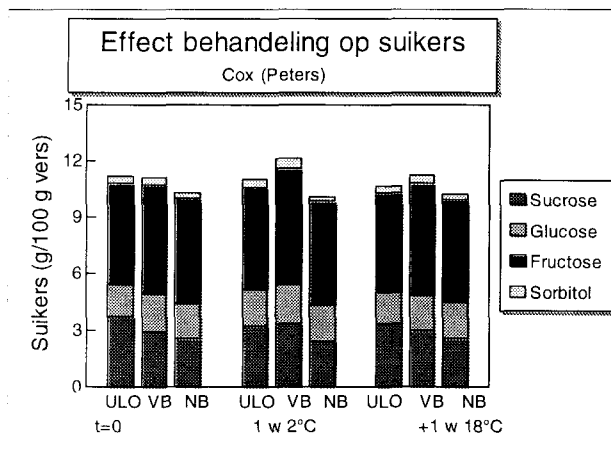
Figuur 6.1. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op stevigheid van Cox.



Figuur 6.2. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op groenkleur van Cox.



Figuur 6.3. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op verschillende zuren.



Figuur 6.4. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op suikergehalte.

Tabel 6.1. Effect warmtebehandeling (in tweevoud uitgevoerd) vóór en na de bewaring op sensorische kwaliteit van Cox.

Nabewaring		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	2	3,7	1,1	1,8	3,4	2,3	9 x nee
	9	3,3	1,0	1,7	3,7	2,6	7 x nee
		3,3	1,1	2,3	3,3	2,1	5 x nee; 2 x ja
	16	2,3	2,5	2,9	2,1	2,8	9 x nee; 1 x ja
		2,4	2,1	2,9	2,2	2,5	9 x nee; 1 x ja
VB	2	3,9	1,1	2,1	3,2	2,6	6 x nee; 3 x ja
	9	3,1	1,3	2,1	2,9	2,7	2 x nee; 5 x ja
		3,4	1,1	2,1	2,3	2,6	0 x nee; 7 x ja
	16	3,0	1,7	2,6	3,0	2,5	8 x nee; 1 x ja
		3,2	1,6	2,7	2,7	2,3	8 x nee; 2 x ja
NB	2	3,4	1,1	2,7	2,4	2,6	6 x nee; 3 x ja
	9	3,6	1,4	3,1	1,9	3,0	2 x nee; 5 x ja
		3,1	1,4	3,3	1,7	2,7	6 x nee; 1 x ja
	16	2,5	2,4	3,2	1,5	2,5	8 x nee; 2 x ja
		2,4	2,2	3,1	1,5	2,1	8 x nee; 2 x ja

Conclusies:

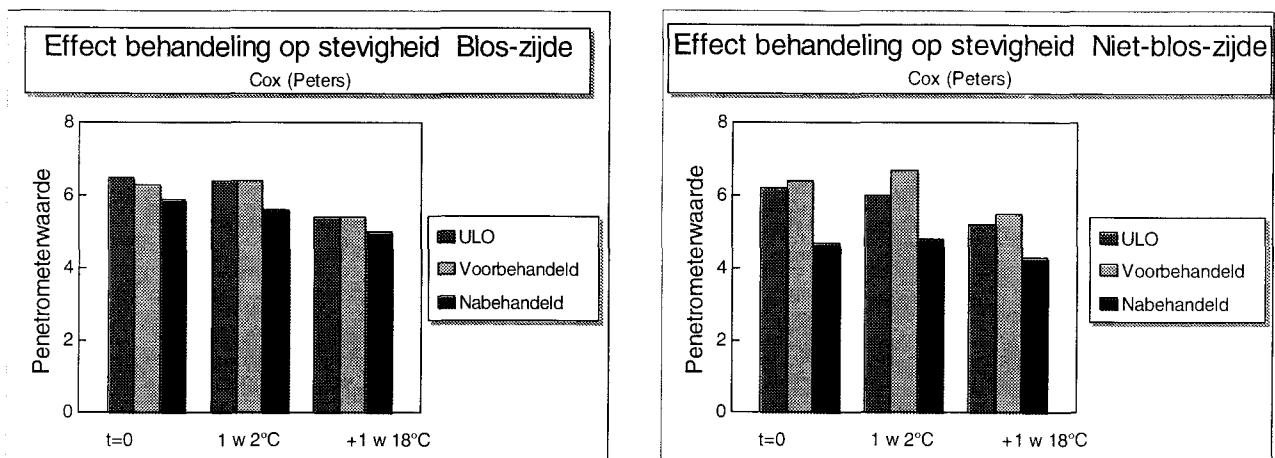
De behandeling (zowel vóór als na de bewaring) leverde na de twee weken nabewaring appels met een hogere penetrometer-waarde. De behandelingen hadden nauwelijks effect op de groenkleur van de bloszijde van de appels. De niet-blos zijde werd door de behandeling iets minder groen. De hoeveelheid appelzuur in de behandelde appels was lager dan in de niet-behandelde appels. De effecten op de hoeveelheid suikers zijn gering.

De voorbehandelde appels waren steviger in de mond en minder melig dan de niet-behandelde of de nabehandelde. De nabehandelde appels werden minder zuur gevonden door het panel.

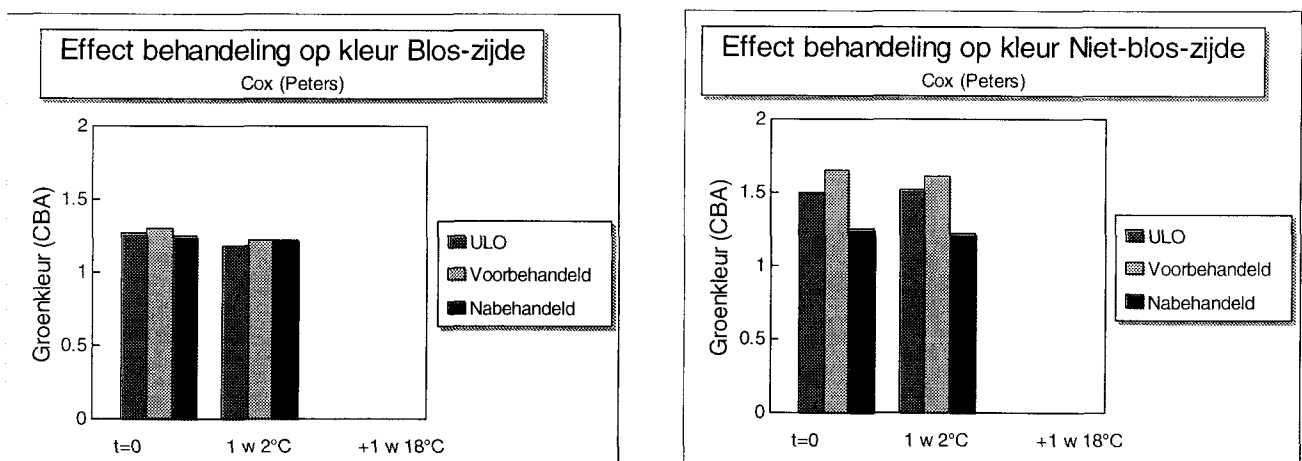
Off-flavours werden in de behandelde appels niet vaker geproefd dan in de niet-behandelde appels.

Test 7. Effect warmtebehandeling, toegepast vóór en na bewaring, op Cox, Jonagold en Elstar.

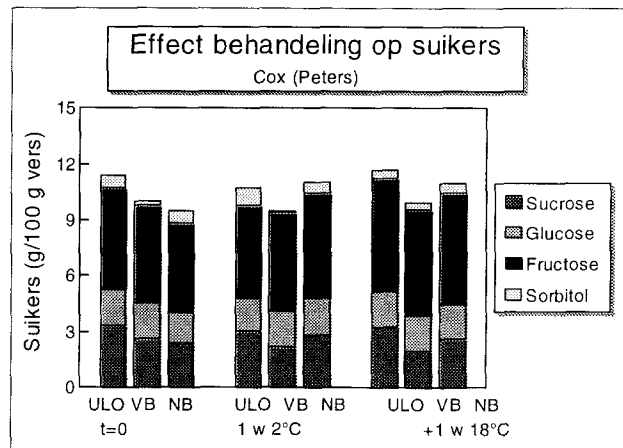
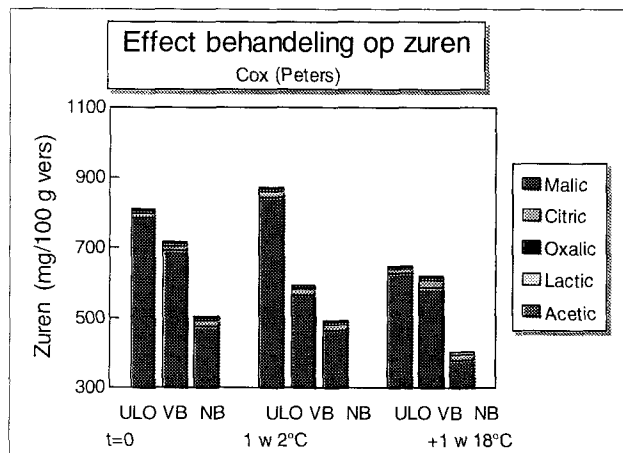
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast bij inslag (9 september 1996 Cox en 26 September voor Jonagold en Elstar) en na de bewaring op 31 januari 1997. De appels zijn vervolgens een week bij ULO-temperatuur en een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid bewaard en daarna geanalyseerd. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde, nabewaarde appels. Cox was afkomstig van Peters; Jonagold van Slabbekoorn en Elstar van Woudenberg.



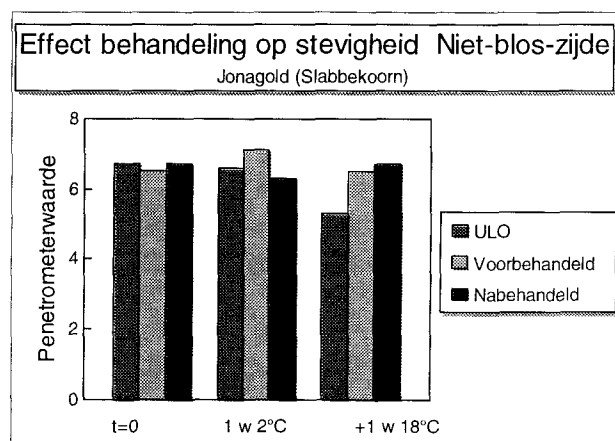
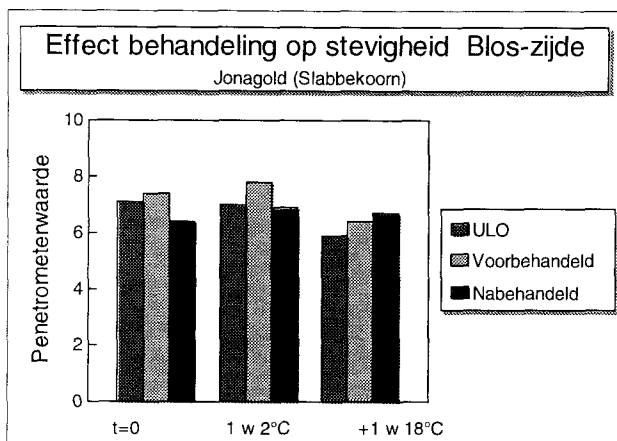
Figuur 7.1. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op stevigheid van Cox.



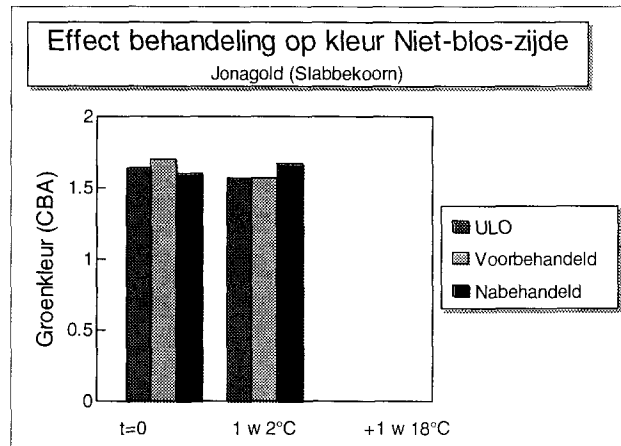
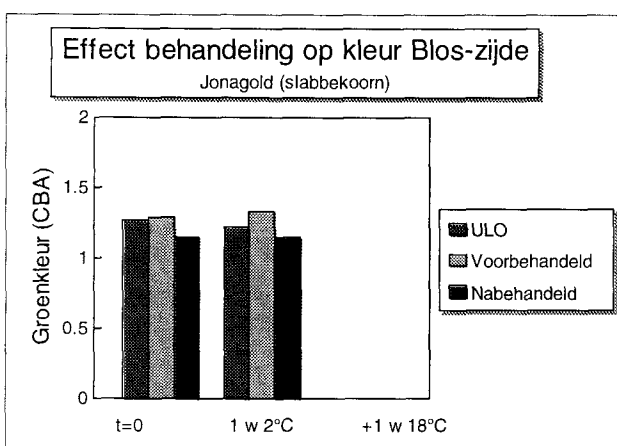
Figuur 7.2. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op groenkleur van Cox.



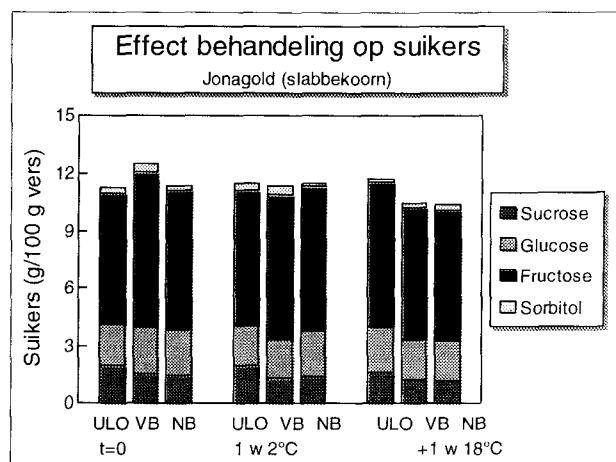
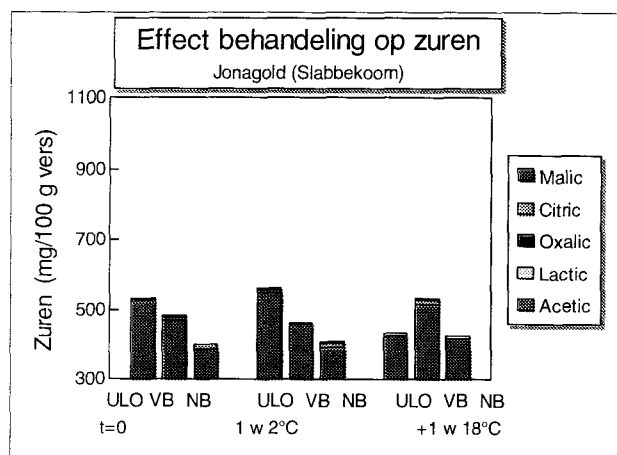
Figuur 7.3. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox.



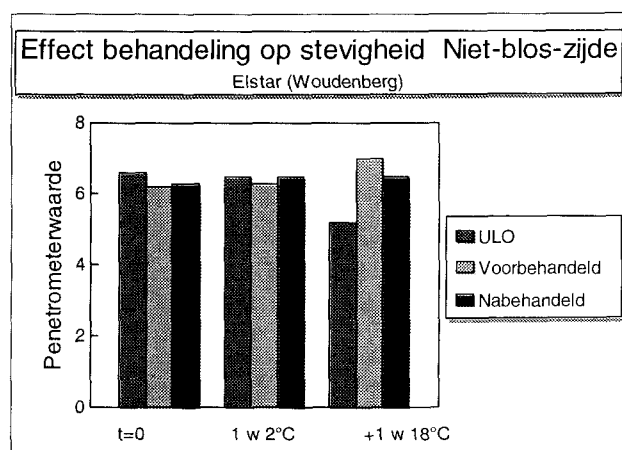
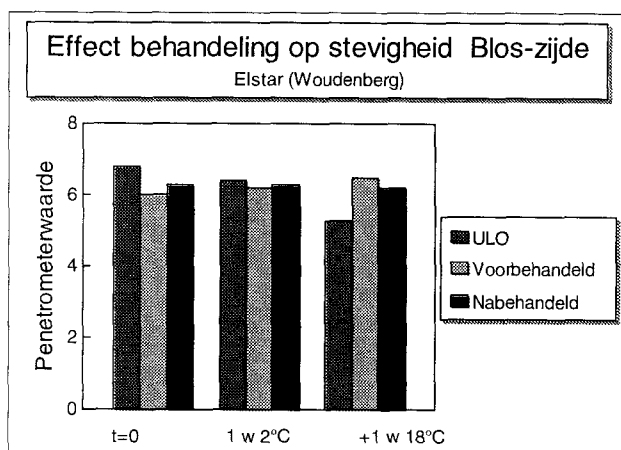
Figuur 7.4. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op de stevigheid van Jonagold.



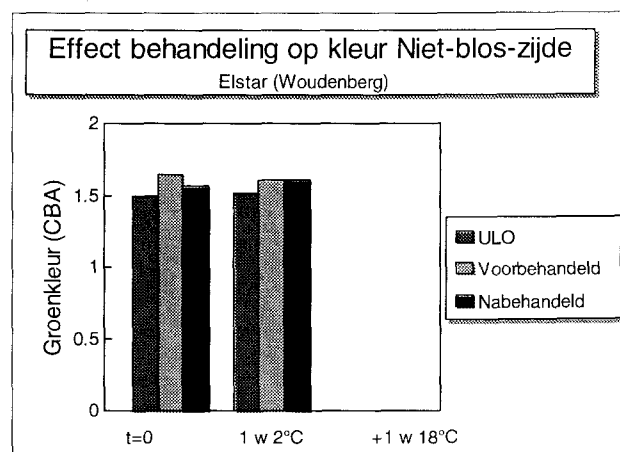
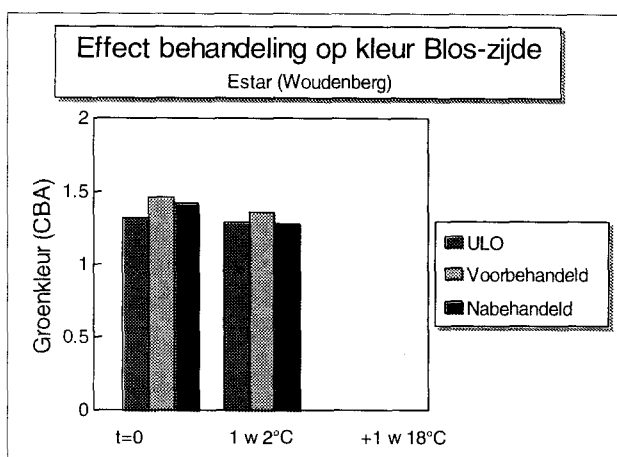
Figuur 7.5. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Jonagold.



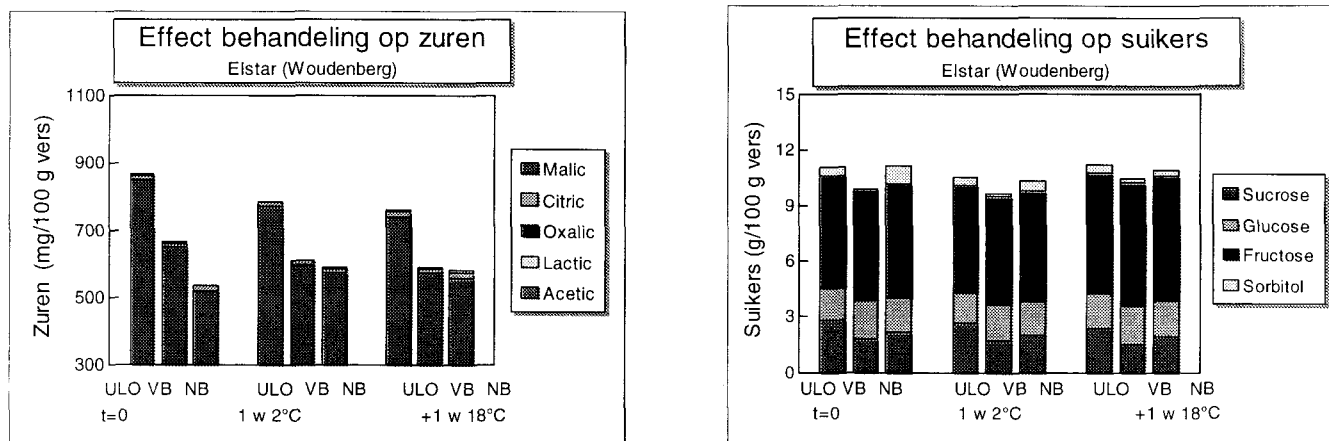
Figuur 7.6. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold.



Figuur 7.7. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op stevigheid van Elstar.



Figuur 7.7. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Elstar.



Figuur 7.8. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar.

Tabel 7.1. Effect warmtebehandeling voor of na de bewaring op sensorische kwaliteit van Cox.

Nabewaring		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	2	2,6	1,7	2,9	2,7	3,0	7 x nee
	9	2,5	2,2	3,0	2,7	3,2	6 x nee
	16	2,5	2,7	3,7	2,2	3,0	6 x nee
VB	2	3,0	1,6	2,4	2,4	2,3	2 x nee; 5 x ja
	9	3,0	1,8	3,0	2,5	2,7	5 x nee; 1 x ja
	16	2,5	2,2	2,7	2,8	2,8	5 x nee; 1 x ja
NB	2	2,0	1,7	3,0	1,6	2,3	4 x nee; 3 x ja
	9	2,2	2,5	3,3	1,3	2,5	4 x nee; 2 x ja
	16	2,5	2,7	3,7	1,7	3,0	5 x nee; 1 x ja

Tabel 7.2. Effect warmtebehandeling voor of na de bewaring op sensorische kwaliteit van Jonagold.

Nabewaring		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	2	3,7	1,0	3,0	3,0	3,1	7 x nee
	9	3,7	1,3	3,0	3,5	3,5	6 x nee
	16	2,2	2,5	3,7	1,5	3,5	4 x nee; 2 x ja
VB	2	-	1,4	3,3	2,4	2,3	7 x nee
	9	3,8	1,2	3,0	2,7	3,0	4 x nee; 2 x ja
	16	3,2	1,7	3,5	1,3	3,2	4 x nee; 2 x ja
NB	2	3,1	1,3	3,0	1,9	3,0	6 x nee; 1 x ja
	9	3,3	1,3	3,2	1,8	3,0	5 x nee; 1 x ja
	16	3,3	1,3	3,3	1,7	2,7	4 x nee; 2 x ja

Tabel 7.3. Effect warmtebehandeling voor of na de bewaring op sensorische kwaliteit van Elstar.

Nabewaring		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	2	3,4	1,1	1,9	3,3	2,4	7 x nee
	9	3,8	1,2	1,8	3,3	2,7	6 x nee
	16	2,7	1,8	1,8	2,7	3,2	4 x nee; 2 x ja
VB	2	3,0	1,1	2,4	3,1	2,7	6 x nee; 1 x ja
	9	3,7	1,3	2,3	3,0	2,5	5 x nee; 1 x ja
	16	4,2	1,0	2,7	3,2	3,2	5 x nee; 1 x ja
NB	2	3,3	1,0	2,9	2,3	2,7	5 x nee; 2 x ja
	9	3,3	1,3	2,8	2,0	2,8	3 x nee; 3 x ja
	16	4,2	1,0	2,7	2,7	3,2	4 x nee; 2 x ja

Conclusies

Cox

De vóórbehandelde appels hadden dezelfde penetrometer-waarde als de niet-behandelde appels. De nabehandelde appels hadden een lager waarde. De behandelingen zijn voor de stevigheid van de Cox dus niet positief. De panelleden proefden geen verschil in stevigheid tussen de behandelde en niet-behandelde appels.

Vooraf de nabehandeling doet het appelzuur in de Cox afnemen. Het panel vond de nabehandelde appels minder zuur.

De behandelingen hadden weinig effect op kleur en suikergehaltes.

Jonagold

De behandelde appels hadden een hogere penetrometer-waarde dan de niet-behandelde appels. Het panel vond de appels ook steviger in de mond. Het appelzuurgehalte neemt door de behandelingen wel af, maar de concentraties zijn in Jonagold al relatief laag.

De behandelingen hadden weinig effect op de kleur en het suikergehalte.

Elstar

De penetrowaarden van de behandelde appels was hoger dan die van de niet-behandelde. De panelleden vonden de behandelde appels ook duidelijk veel steviger. De behandelingen hadden geen effect op de gemeten kleur van de appels, maar verlaagden het appelzuurgehalte. Deze afname vond plaats in de eerste week van de nabewaring. Gedurende de tweede week bleef het appelzuurgehalte gelijk.

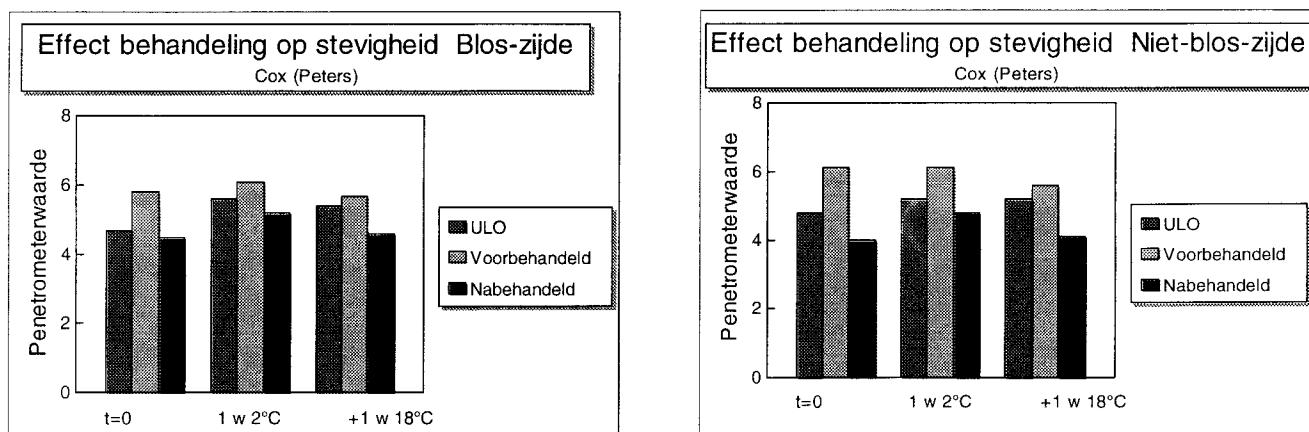
Vooraf de nabehandelde appels werden door het panel zoeter en veel minder zuur gevonden.

Het panel trof in enkele van de behandelde appels off-flavours aan, maar dit werd ook in de niet-behandelde appels gevonden.

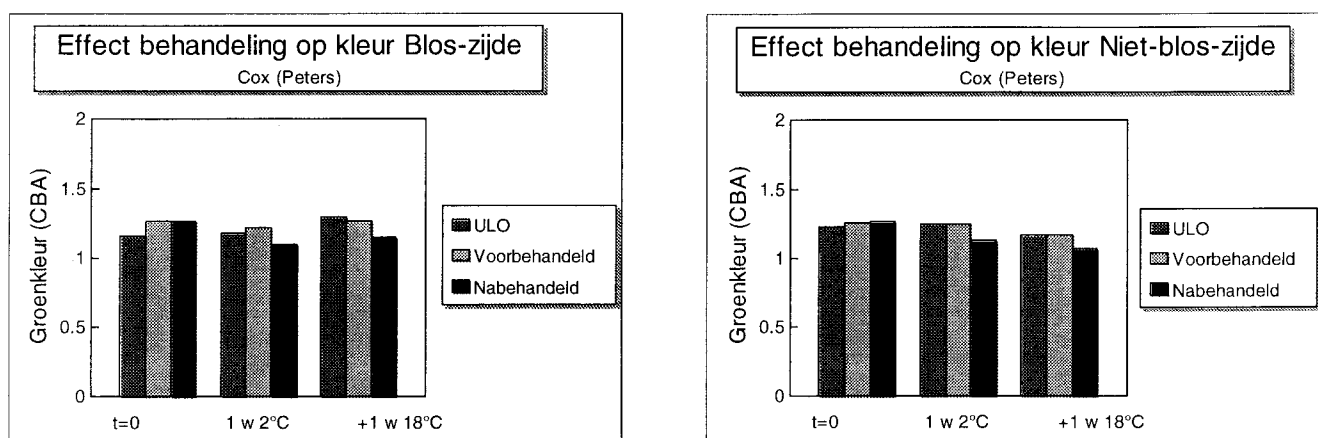
De warmtebehandeling heeft dus een duidelijk positief effect op de kwaliteit van de Elstar. De appels zijn steviger, zoeter en minder zuur. De behandelingen hadden vooral een positief effect op de stevigheid van Jonagold, maar op Cox waren er geen positieve effecten.

Test 8. Effect van de warmtebehandeling, toegepast voor en na de bewaring, op kwaliteit van Cox.

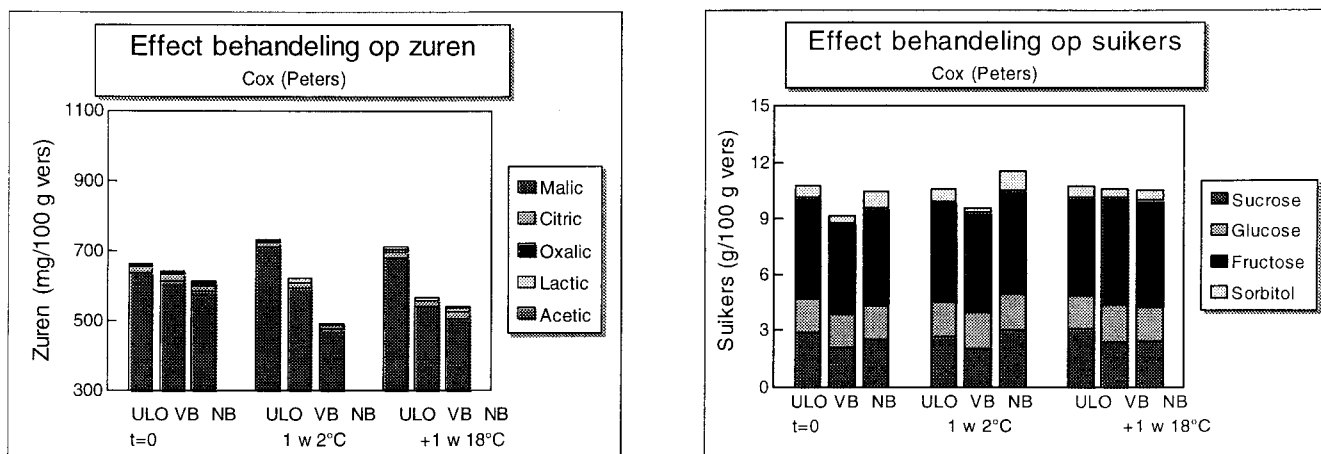
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast bij inslag (9 september 1996, Peters) en na de bewaring op 24 februari en 3 en 10 maart 1997 (Peters en Van de Heide). Hierdoor zijn de appels op hetzelfde moment in verschillende stadia van nabewaring voor het proefpanel beschikbaar. De kwaliteit van de appels was na de bewaring niet optimaal meer.



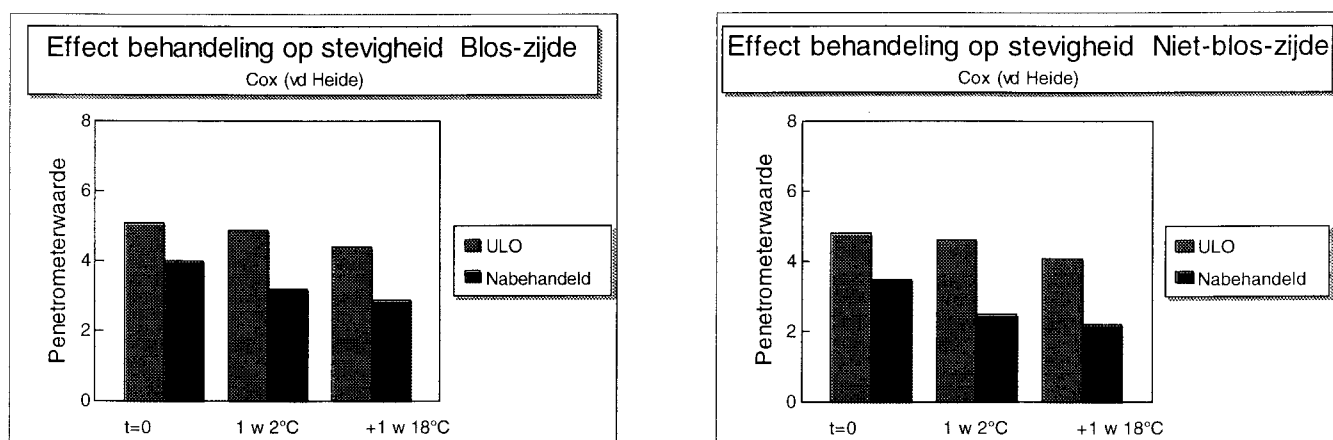
Figuur 8.1. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op stevigheid van Cox (Peters).



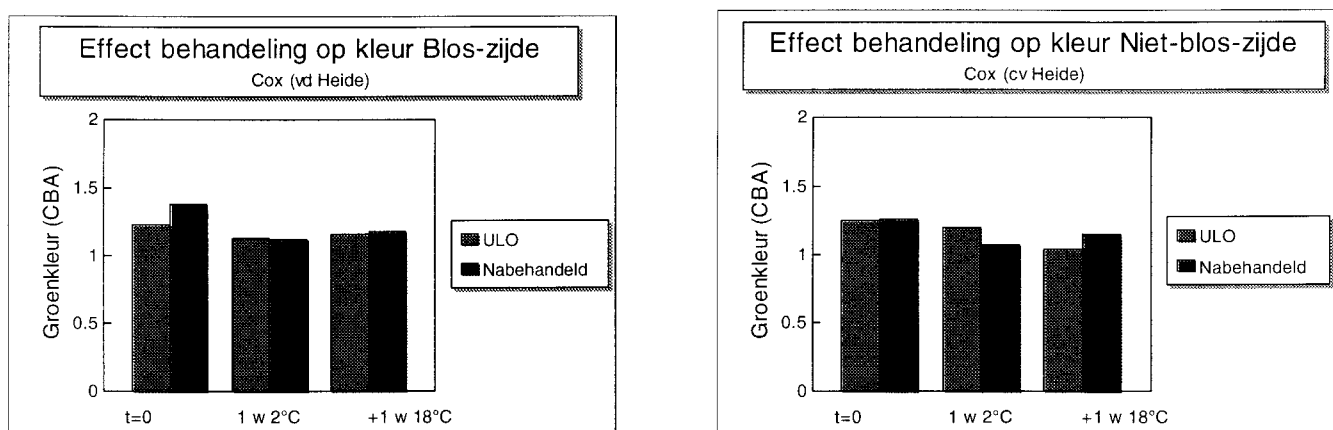
Figuur 8.2. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Cox (Peters).



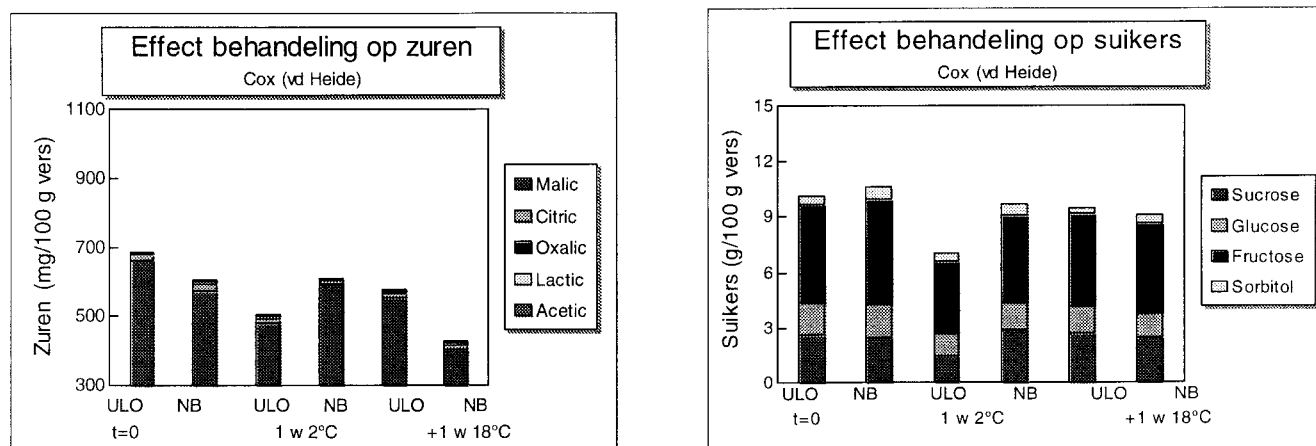
Figuur 8.3. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox (Peters).



Figuur 8.4. Effect warmtebehandeling na bewaring op stevigheid van Cox (vd Heide).



Figuur 8.5. Effect warmtebehandeling na bewaring op groenkleur van Cox (vd Heide).



Figuur 8.6. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox (vd Heide).

Tabel 8.1. Effect warmtebehandeling voor of na de bewaring op sensorische kwaliteit Cox (Peters).

Nabewaring		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	16	2,4	2,4	3,3	2,5	2,4	7 x nee; 1 x ja
	9	2,5	2,1	2,5	2,9	2,9	8 x nee
	2	2,9	2,3	2,9	2,4	2,7	7 x nee; 1 x ja
VB	16	2,6	2,4	3,1	2,0	2,5	6 x nee; 2 x ja
	9	3,6	1,1	2,3	2,5	2,3	5 x nee; 3 x ja
	2	3,5	1,4	2,4	3,1	2,3	8 x nee
NB	16	2,3	2,9	2,6	1,9	2,1	6 x nee; 2 x ja
	9	2,6	2,4	3,1	1,9	2,5	8 x nee
	2	2,6	2,6	2,9	1,8	2,4	6 x nee; 1 x ja

8.2. Effect warmtebehandeling voor of na de bewaring op sensorische kwaliteit Cox (vd Heide).

Nabewaring		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	16	1,6	3,1	2,4	2,1	2,5	6 x nee; 2 x ja
	9	2,0	2,5	2,6	2,4	2,3	6 x nee; 2 x ja
	2	1,9	2,5	3,4	2,0	2,6	8 x nee
VB	16	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
NB	16	1,6	3,9	2,9	1,1	1,9	7 x nee; 1 x ja
	9	1,6	2,6	2,6	1,6	2,1	5 x nee; 2 x ja
	2	1,9	3,1	3,4	2,0	2,4	6 x nee; 2 x ja

Het uitgebreide smaakpanel heeft de nabehandelde appels van beide telers vergeleken met de niet-behandelde appels.

De niet-behandelde appels van beide telers hadden bij uitslag een onrijpe smaak. Na de eerste week bij 2°C vond het panel de appels relatief zuur. Na de derde week bij 18°C waren de appels melig.

De behandelde appels werden zowel vlak na de behandeling, als na de eerste week bij 2°C niet onrijp gevonden maar juist zoet en fruitig. Na de tweede week bij 18°C vond men de behandelde appels minder melig maar wel flauwer dan de niet-behandelde appels.

Conclusies

De voorbehandelde appels (Peters) hadden een hogere penetrometer-waarde dan de niet-behandelde appels. De nabehandelde appels van zowel Peters als van Van de Heide hadden een lagere penetrometer-waarde dan de niet-behandelde appels.

Het panel vond de voorbehandelde appels (Peters) vooral na de uitslag steviger dan de niet-behandelde of de nabehandelde appels. Na twee weken nabehandeling was er geen verschil. De appels van Van de Heide werden door de nabehandeling niet steviger.

De behandelingen hadden geen effecten op de kleur.

De behandelde appels van Peters hadden lagere appelzuurconcentraties dan de niet-behandelde, terwijl de appelzuurconcentraties in die van Van de Heide geen duidelijk beeld vertoonden.

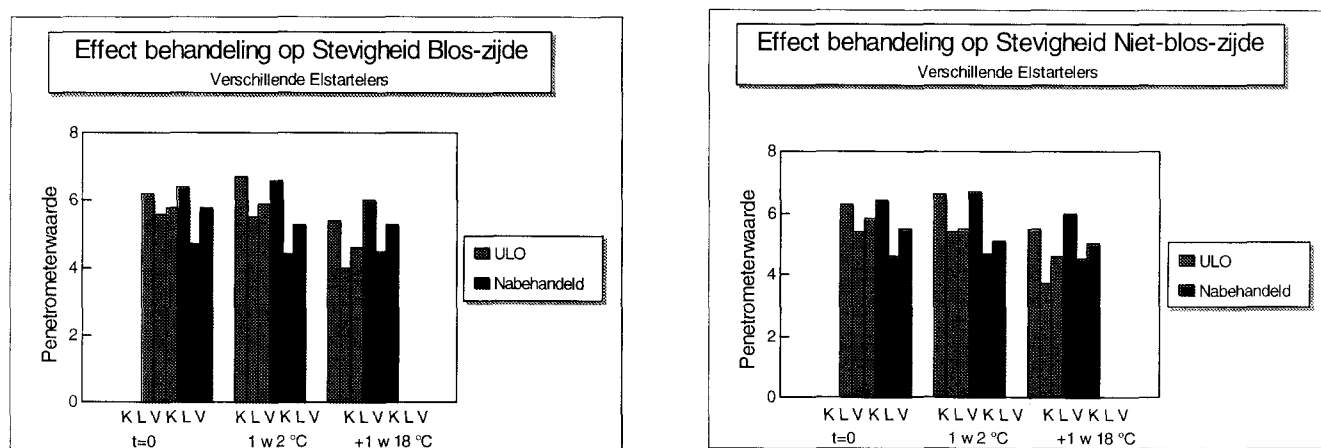
Het panel vond de behandelde appels van zowel Peters als van Van de Heide minder zuur dan de niet-behandelde appels

Ook bij dit experiment waren voorbehandelde appels steviger dan de niet-behandelde appels. De nabehandeling had nauwelijks positieve effecten op de stevigheid. Zowel de vóór- als de nabehandeling gaven minder zure Cox. De kwaliteit van de Cox appels was in maart sterk verminderd. Opvallend is daardoor het positieve effect van de voorbehandeling op de stevigheid.

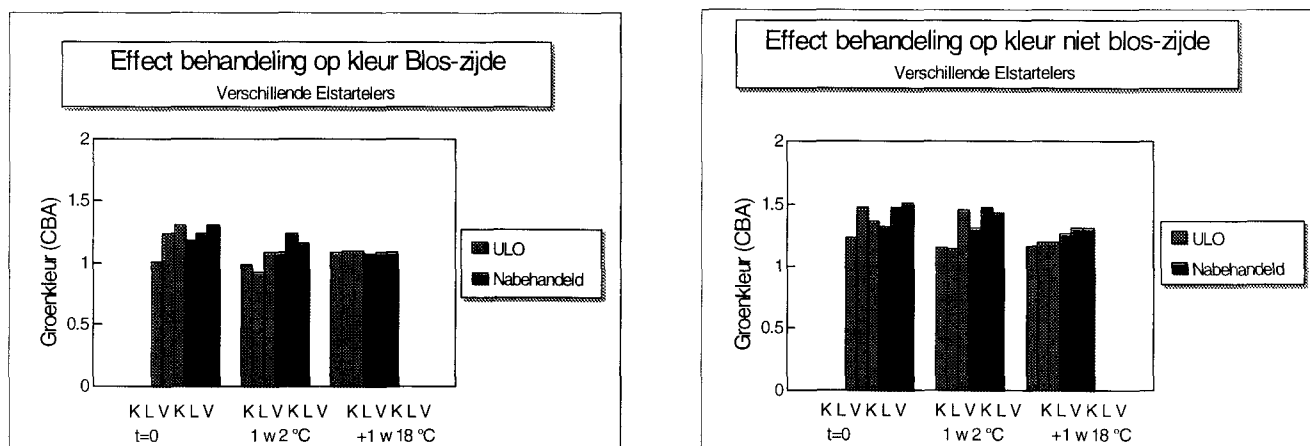
Test 9. Effecten van de warmtebehandeling op Elstar van diverse herkomsten

De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast na de bewaring op 3 april 1997 (appels van Vernooy, Lagerwey en Kurver). De appels zijn vervolgens een week nabewaard bij 2°C en een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid en vervolgens geanalyseerd. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels (ULO).

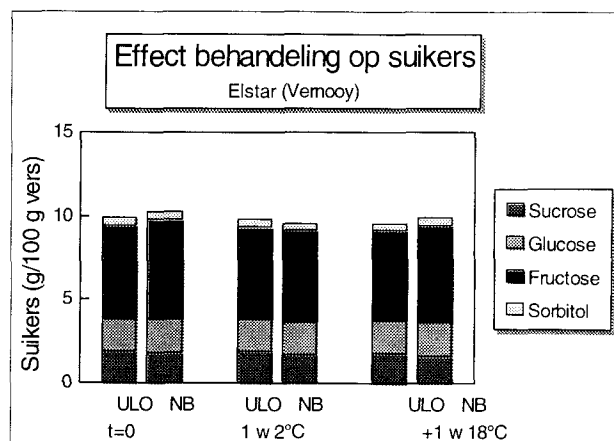
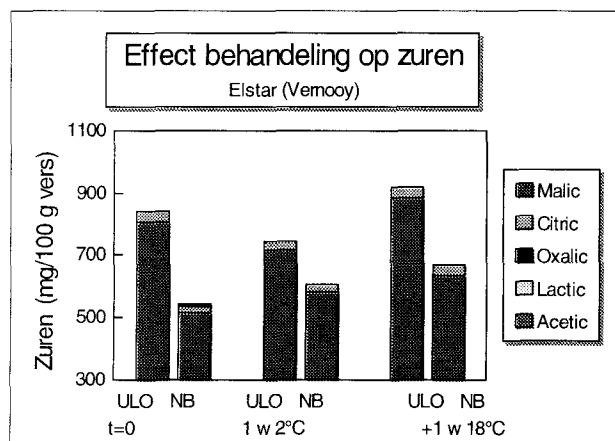
De appels van Vernooy hadden veel schilvlekjes en vertoonden enig inwendig bruin; appels van Lagerwey hadden veel last van inwendig bruin. De appels van Kurver waren gaaf.



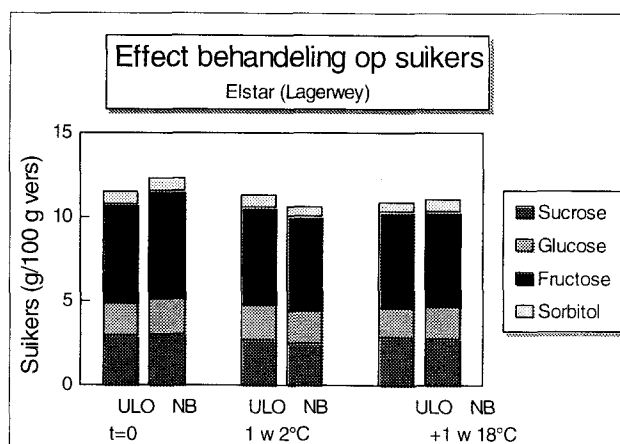
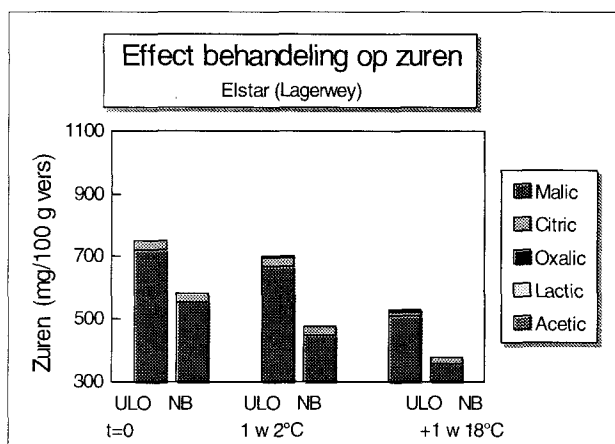
Figuur 9.1. Effect warmtebehandeling na bewaring op stevigheid van Elstar van Vernooy (V), Lagerwey (L) en Kurver (K).



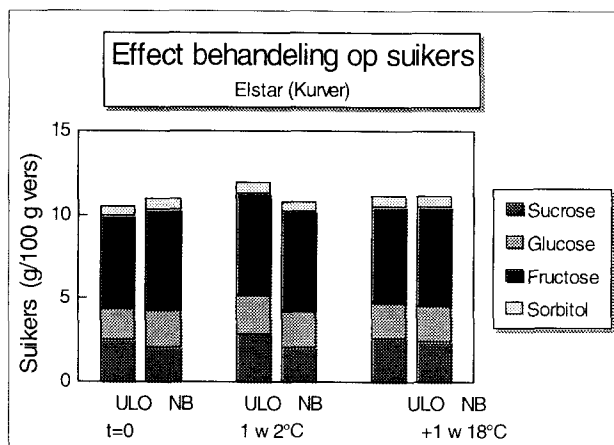
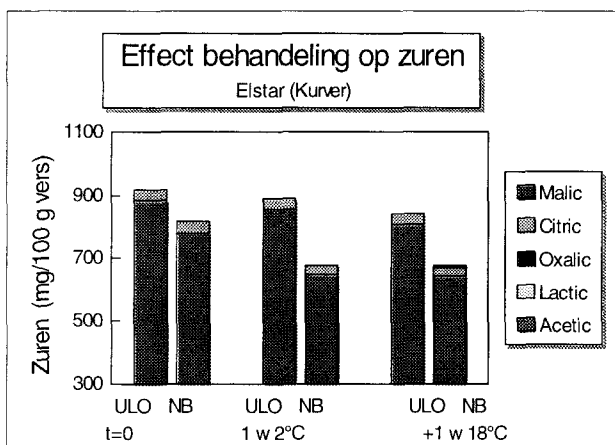
Figuur 9.2. Effect warmtebehandeling na bewaring op groenkleur van Elstar Vernooy (V), Lagerwey (L) en Kurver (K).



Figuur 9.3. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar (Vernooy).



Figuur 9.4. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar (Lagerwey).



Figuur 9.5. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar (Kurver).

De appels zijn niet door het kleine expert-panel geproefd, maar door het uitgebreide getrainde panel.

Tabel 9.1. Samenvatting van de smaakpanel-scores van de behandelde en onbehandelde Elstar van Vernooy, Lagerwey en Kurver.

		Onbehandeld	Behandeld
Vernooy	textuur	aanvankelijk knapperig en sappig; na de tweede week melig	steviger maar minder sappig
	smaak	relatief wrang en zuur; na de tweede week wel fruitiger	na de behandeling fruitig; na de tweede week flauw/zoet
Lagerwey	textuur	bij uitslag en na eerste week zeer sappig, knapperig, maar niet zo stevig. Na de tweede week erg slap en melig	minder sappig/knapperig, maar steviger dan onbehandeld. Vooral na de tweede week veel steviger en minder melig.
	smaak	bij uitslag wrang, vervolgens zuur en vooral zoet na de tweede week	zoeter, zowel direct na de behandeling als na de eerste en tweede week
Kurver	textuur	bij uitslag stevig; na een week knapperiger en vervolgens melig	bij uitslag en na de eerste week stevig; stevigheidsverlies na de tweede week beperkt
	smaak	bij uitslag onrijp, vervolgens zuur en na de tweede week fruitig fris	direct na behandeling aromatischer, vervolgens zoeter en flauwer

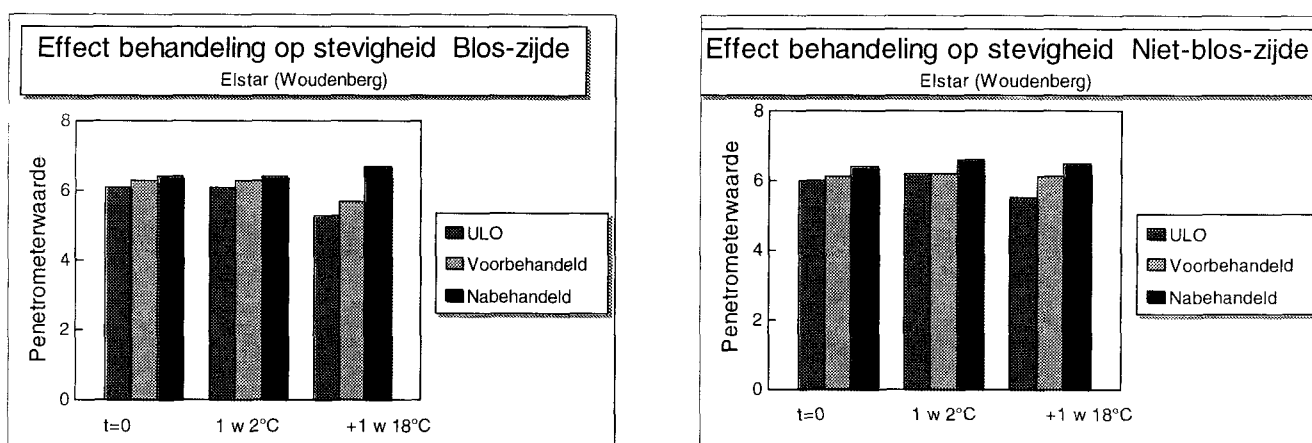
Conclusie

De behandelde appels hadden vooral na de tweede week hogere penetrometer-waarden dan de niet behandelde. Dit gold voor appels van alle drie telers. Er is geen duidelijk effect van de behandeling op de kleur van de appels. Het appelzuur is in de appels van alle drie de telers door de behandeling verlaagd, hetgeen mogelijk door de panelleden werd waargenomen als minder zuur. Er zijn geen grote veranderingen door de behandeling in suikerconcentraties gemeten.

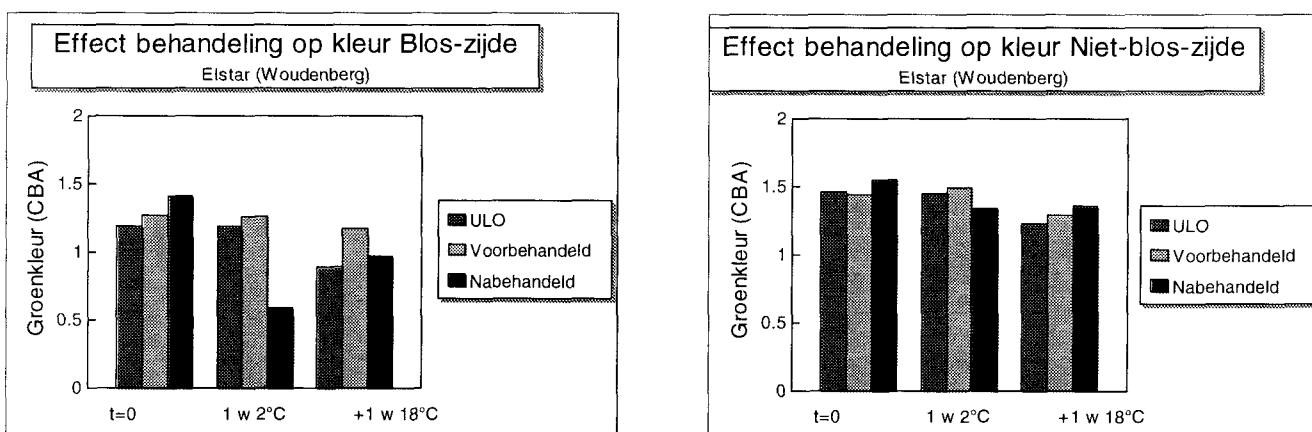
De behandelde appels waren vooral minder zuur, wat minder knapperig in de mond, maar wel steviger en minder melig dan de niet-behandelde.

Test 10. Effect van de warmtebehandeling, toegepast vóór en na bewaring, op Elstar en Jonagold.

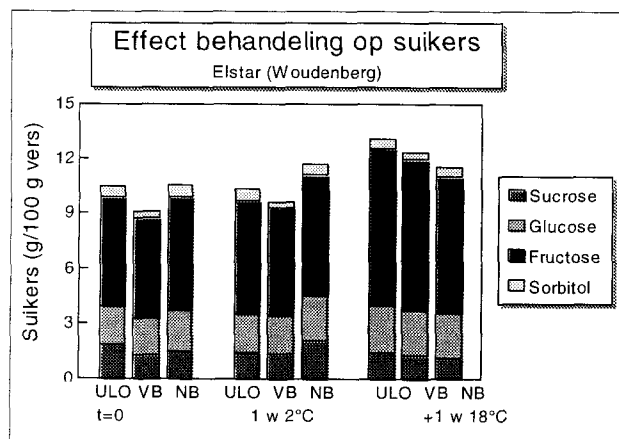
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast bij inslag (26 september 1996 voor Jonagold en Elstar) en op 7, 14 en 21 april (Jonagold) resp. 8, 15 en 22 april (Elstar) 1997, zodat ze na de nabewaring gelijktijdig in verschillende nabewaringsstadia geanalyseerd konden worden. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels. Elstar was afkomstig van Woudenberg; Jonagold van Slabbekoorn. De sensorische test met het expertpanel is gedaan op alleen de voorbehandelde appels. De appels zijn ook door het getrainde smaakpanel vergeleken (zie hoofdstuk sensoriek).



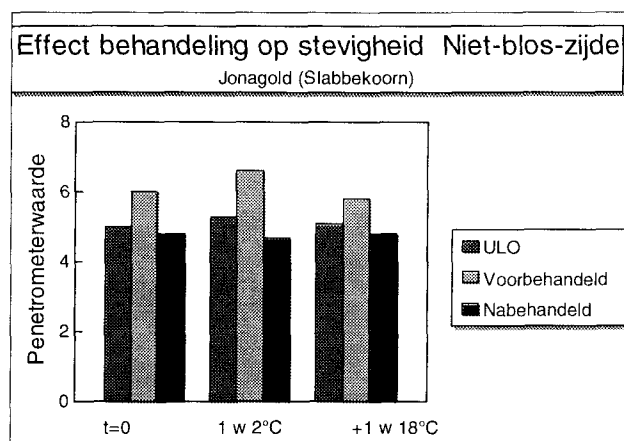
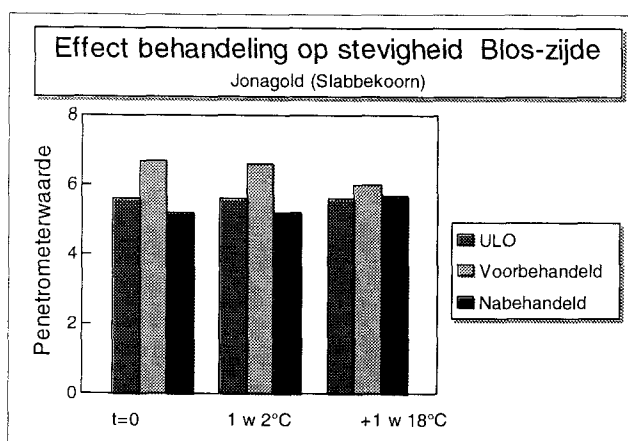
Figuur 10.1. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op stevigheid van Elstar (Woudenberg).



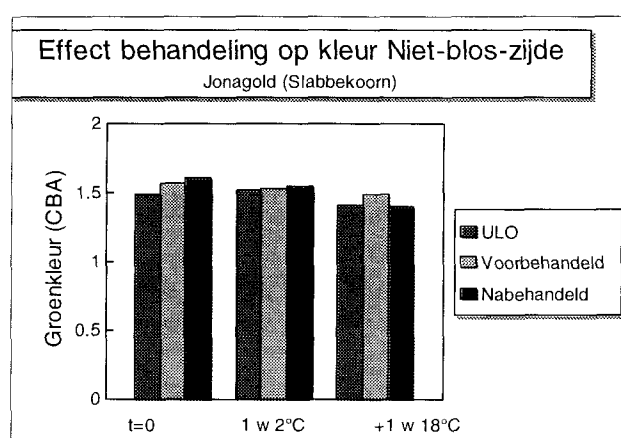
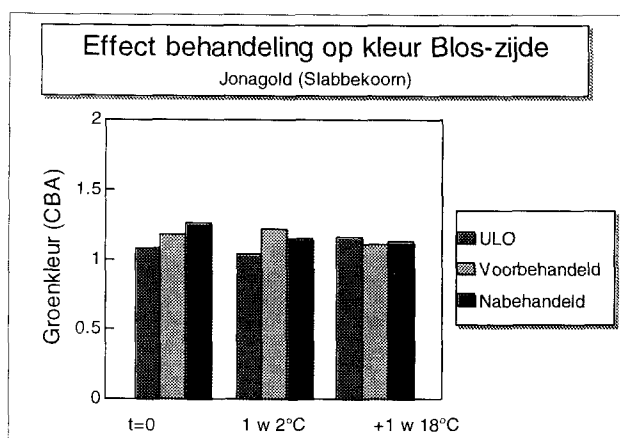
Figuur 10.2. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Elstar (Woudenberg).



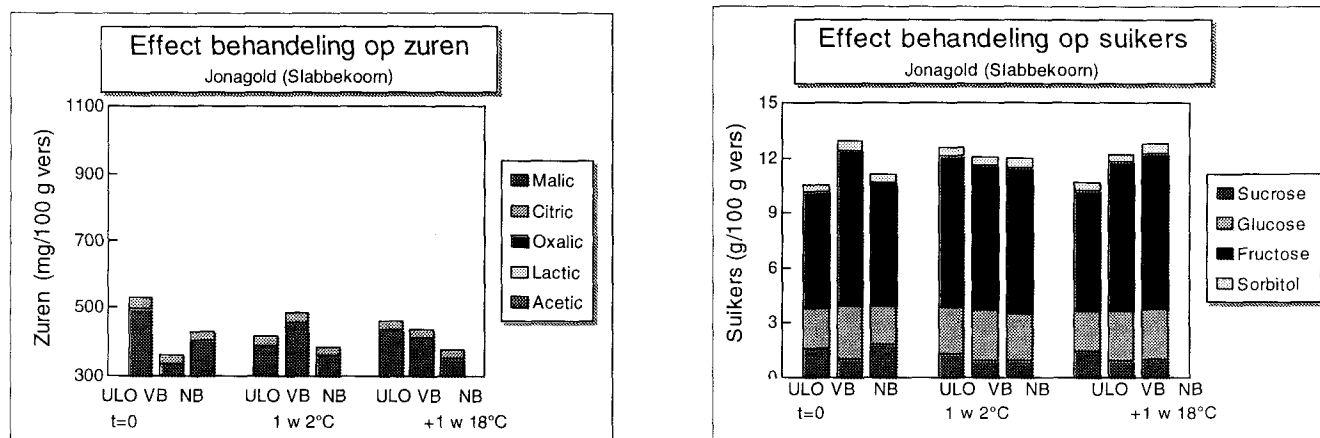
Figuur 10.3. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op suikergehalte van Estar (Woudenberg).



Figuur 10.4. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op stevigheid van Jonagold (Slabbekoor).



Figuur 10.5. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Jonagold (Slabbekoor).



Figuur 10.6. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Slabbekoom).

Tabel 10.1. Effect van warmtebehandeling voor de bewaring (VB) op sensorische kwaliteit van Elstar en Jonagold, vergeleken met onbehandelde (ULO) appels.

Elstar		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	16	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-
	2	3,8	1,1	2,6	3,2	2,6	9 x nee
VB	16	3,1	1,3	3,3	2,7	2,9	9 x nee
	9	3,7	1,2	2,1	3,4	2,3	9 x nee
	2	3,9	1,2	2,8	2,7	2,3	9 x nee

Jonagold		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	16	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-
	2	2,4	1,7	2,7	2,1	3,0	7 x nee
VB	16	3,4	1,1	2,4	2,7	2,6	6 x nee; 1 x ja
	9	3,6	1,1	2,4	3,0	2,4	6 x nee; 1 x ja
	2	3,7	1,3	2,1	2,3	2,1	7 x nee

Conclusies

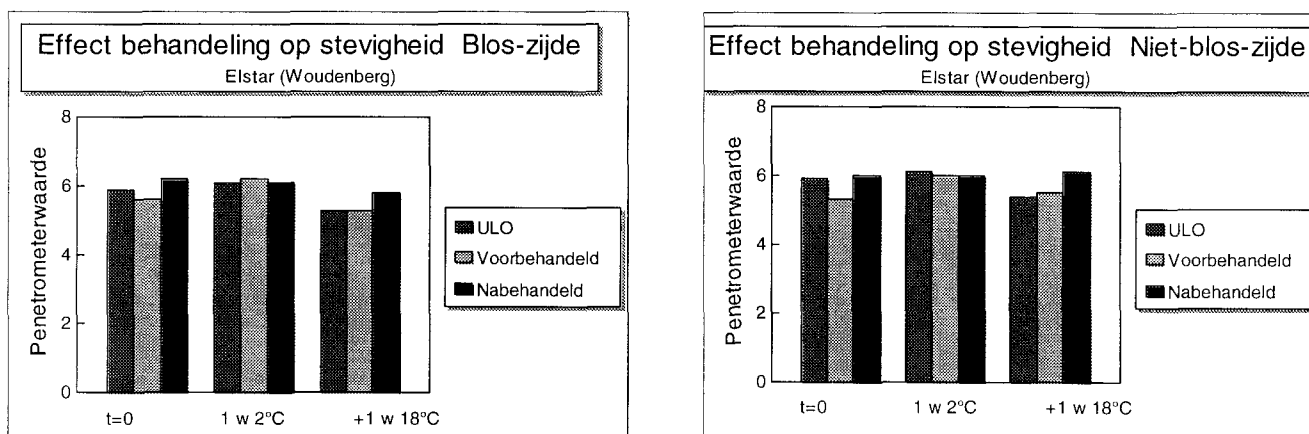
De voorbehandeling had een sterk positief effect op de penetrometer-waarden van Jonagold. De nabehandelde appels hadden gelijke penetrometer-waarden als de niet-behandelde appels. Het effect op de Elstar was in deze test wat minder duidelijk, mogelijk doordat de appels al wat aan de zachte kant waren. De behandelingen hadden geen duidelijk effect op de kleurontwikkeling. De zuren zijn in de Elstar niet bepaald. In Jonagold is de hoeveelheid appelzuur relatief laag. De behandelde appels hadden een verlaagd appelzuurgehalte. De behandelingen hadden weinig effect op de suikerconcentraties in zowel de Elstar als de Jonagold.

Het panel vond de voorbehandelde Elstar minder zuur dan de niet behandelde appels; de Jonagold werd door de behandeling vooral veel steviger in de mond gevonden.

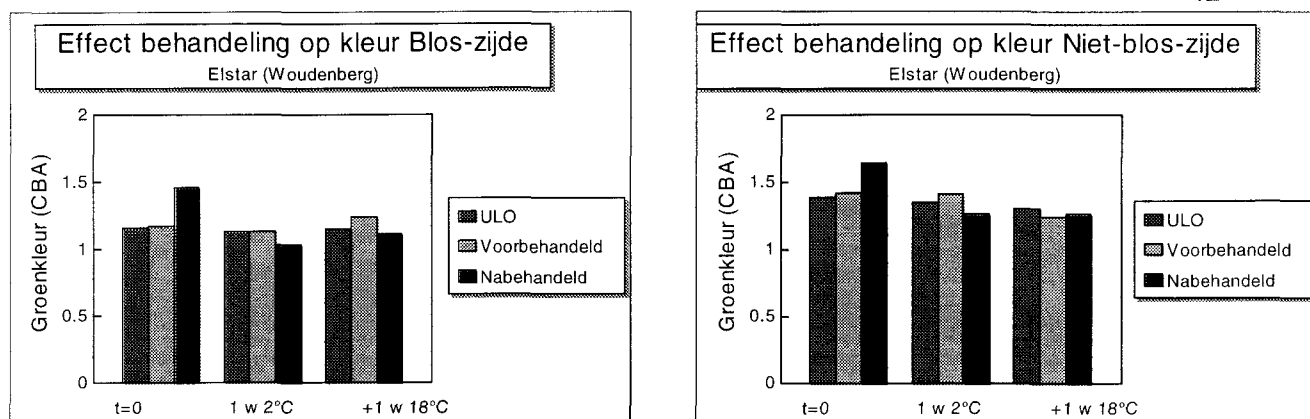
De voorbehandeling is vooral positief voor de stevigheid van Jonagold. De Elstar appels waren al enigszins afgeleefd en daardoor kunnen geen aanvullende conclusies uit deze test getrokken worden.

Test 11. Effect van de warmtebehandeling, toegepast vóór en na bewaring, op kwaliteit van Elstar.

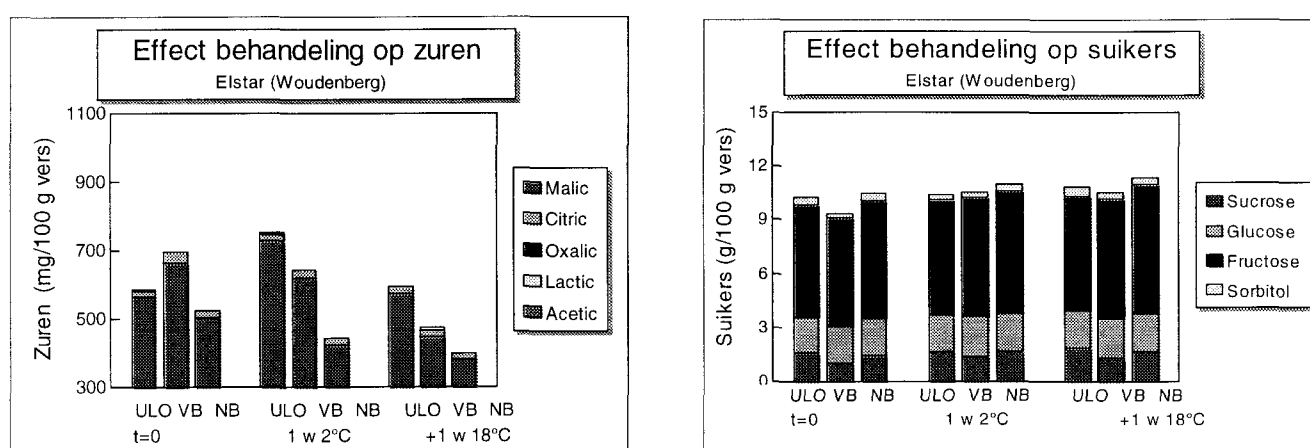
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast bij inslag (26 september 1996) en na de bewaring op 5, 12 en 19 mei 1997. De appels (Woudenberg) zijn hierdoor gelijktijdig in verschillende stadia van de nabewaring beschikbaar voor het sensorisch onderzoek. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels.



Figuur 11.1. Effect warmtebehandeling vóór en na de bewaring op stevigheid van Elstar.



Figuur 11.2. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Elstar.



Figuur 11.3. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar.

Tabel 11.1 Effect warmtebehandeling vóór de bewaring op sensorische kwaliteit van Elstar.

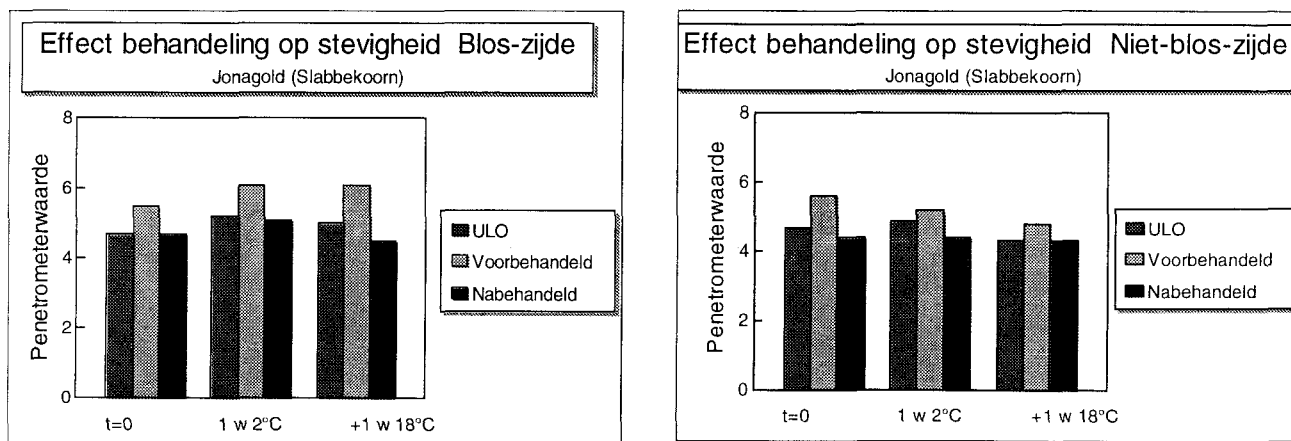
		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	16	3,3	1,1	2,4	3,1	2,4	7 x nee
	9	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
VB	16	2,9	1,3	3,0	1,7	2,7	6 x nee; 1 x ja
	9	3,9	1,1	2,9	3,0	2,1	7 x nee
	2	3,9	1,0	2,6	2,7	2,0	6 x nee; 1 x ja

Conclusies

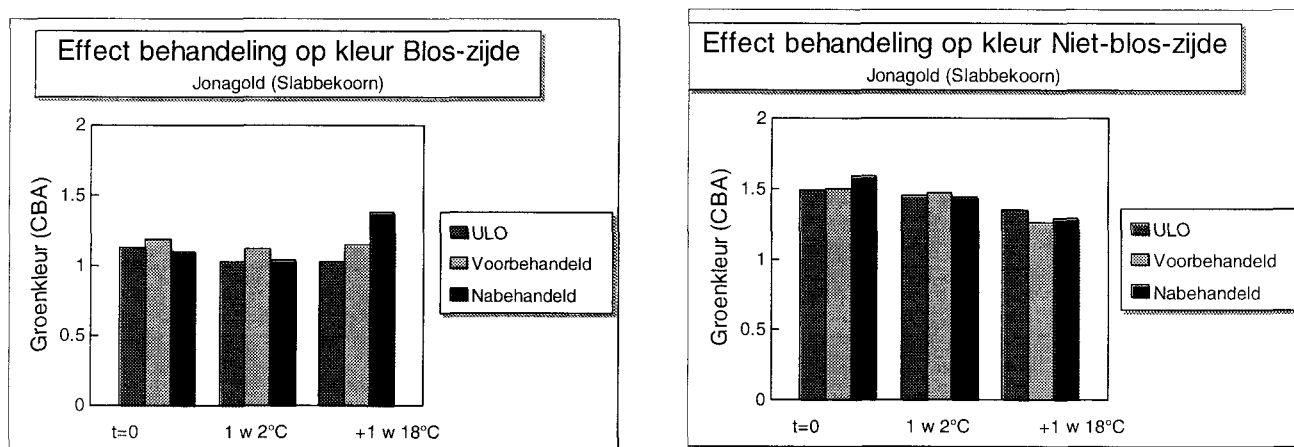
De penetrometer-waarden van de Elstar waren relatief laag. Mogelijk waren hierdoor de effecten van de voor- en nabehandeling gering. Het panel vond de vóórbehandelde appels wel duidelijk minder zuur. De behandelde appels (vooral de nabehandelde) hadden een lager appelzuurgehalte.

Test 12. Effect warmtebehandeling, toegepast vóór en na bewaring, op kwaliteit van Jonagold.

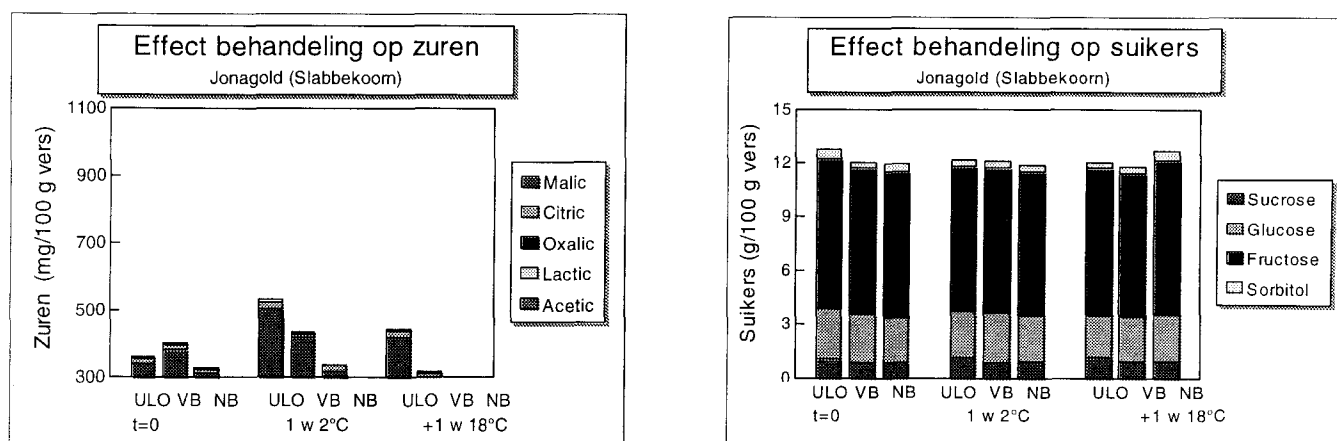
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast bij inslag (26 september 1996) en na de bewaring op 12, 19 en 26 mei 1997. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels (Slabbekoor).



Figuur 12.1. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op stevigheid van Jonagold.



Figuur 12.2. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op groenkleur van Jonagold.



Figuur 12.3. Effect warmtebehandeling vóór en na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold.

Tabel 12.1. Effect warmtebehandeling vóór de bewaring op sensorische kwaliteit van Jonagold.

		Stevigheid	Meligheid	Zoetheid	Zuurheid	Aroma	Off-flavour
ULO	16	2,8	1,6	2,9	1,8	2,8	6 x nee; 2 x ja
	9	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
VB	16	2,8	1,5	3,1	2,1	2,8	7 x nee; 1 x ja
	9	3,1	1,0	2,6	2,3	2,5	6 x nee; 2 x ja
	2	3,4	1,4	3,0	2,3	3,0	7 x nee; 1 x ja

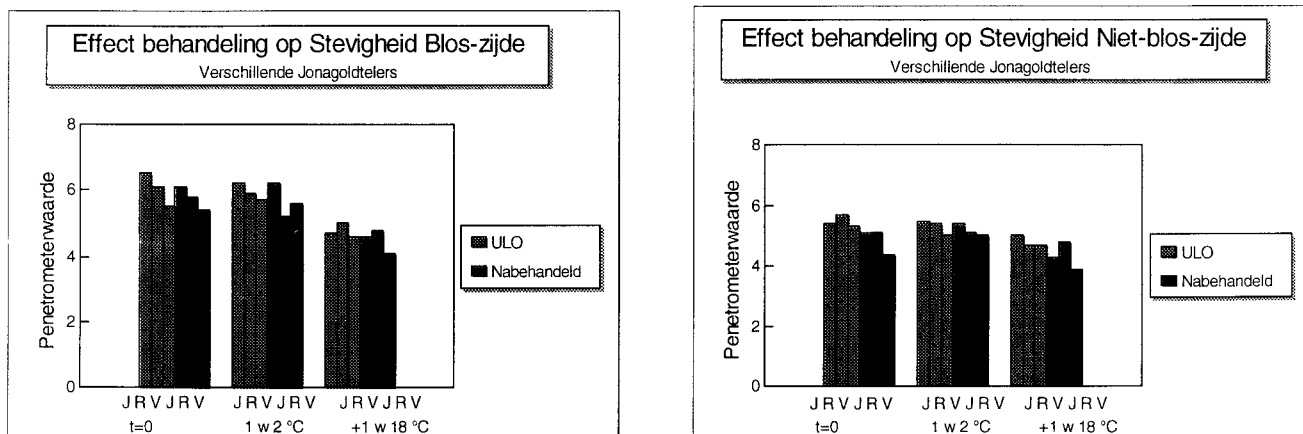
Conclusies

De kwaliteit van de appels was niet optimaal meer: De penetrometer-waarde was erg laag. De voorbehandelde appels hadden wel duidelijk hogere penetrometer-waarden dan de onbehandelde of nabehandelde appels. Het expertpanel kon echter geen onderscheid in de stevigheid maken, mogelijk doordat de appels al erg zacht waren. Dit geldt ook voor de andere smaakparameters.

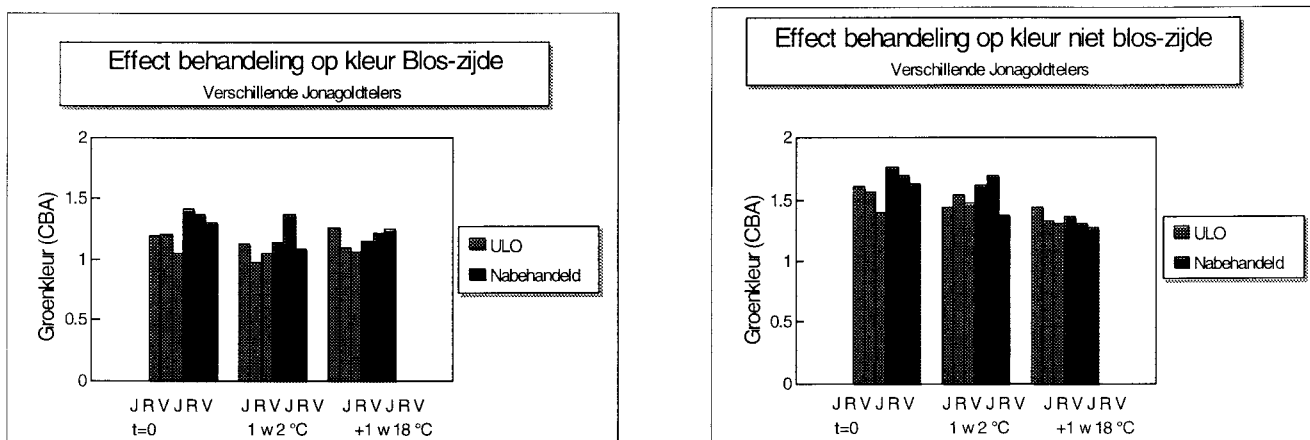
De hoeveelheid zuur in de appels was zeer laag; de concentraties in de behandelde appels was zelfs nauwelijks meer te meten. De behandelingen hadden nauwelijks effect op de groenkleur en suikerconcentraties.

Test 13. Effect van de warmtebehandeling op Jonagold van diverse herkomsten.

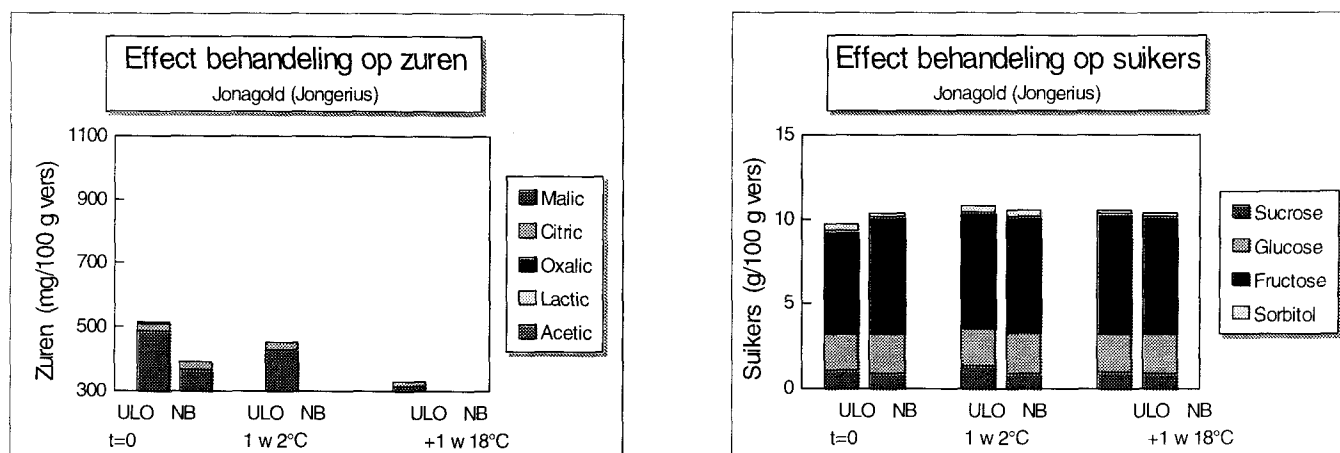
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast op 15, 22 en 29 mei. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels. De appels zijn niet door het expertpanel geproefd, maar alleen door het getrainde smaakpanel. De appels zijn afkomstig van Jongerius, Reinders en Vogelaar.



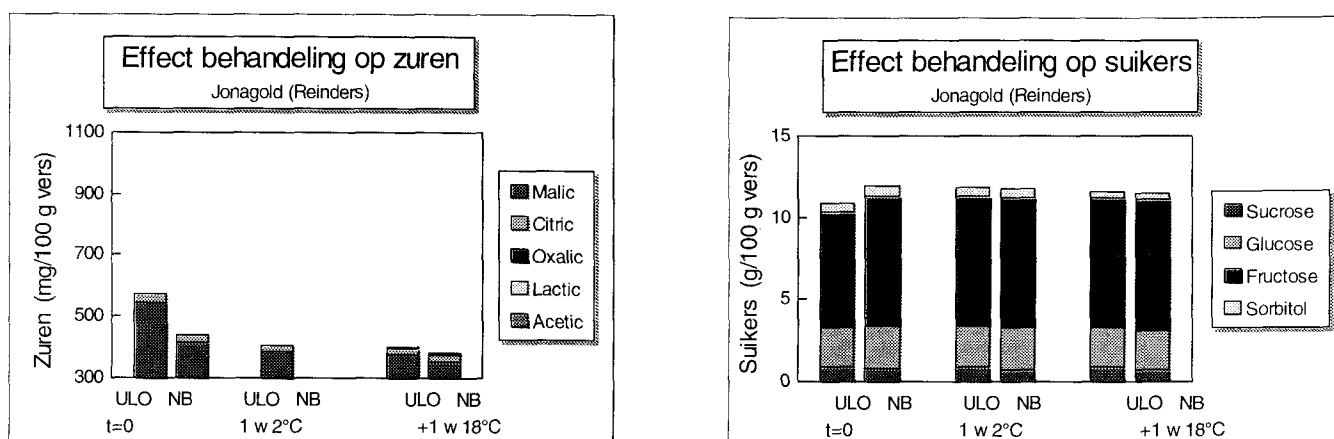
Figuur 13.1. Effect warmtebehandeling na bewaring op de stevigheid van Jonagold van Jongerius (J), Reinders (R) en Vogelaar (V).



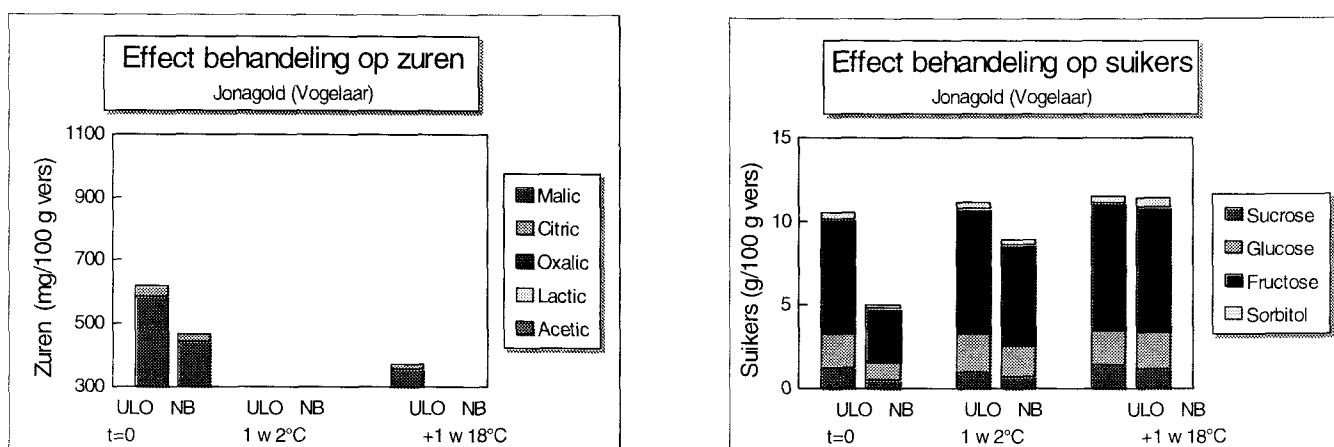
Figuur 13.2. Effect warmtebehandeling na bewaring op groenkleur van Jonagold van Jongerius (J), Reinders (R) en Vogelaar (V).



Figuur 13.3. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Jongerius).



Figuur 13.4. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Reinders).



Figuur 13.5. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Vogelaar).

Conclusies

De ULO-bewaarde appels hadden een relatief lage penetrometer-waarde bij uitslag. De behandeling had nauwelijks effect op de stevigheid, mogelijk door deze lage penetrometerwaarde. Verschillen in effect van de behandeling op de stevigheid van appels van verschillende telers zijn niet waargenomen.

Opvallend is verhoogde groenkleur van de behandelde appels direct na de behandelingen. Dit trad op bij de drie herkomsten. Tijdens de nabewaring zwakt dit effect af. In andere testen is dit niet opgetreden.

De hoeveelheid zuur in de Jonagold was zeer laag. Effecten van de behandeling zijn hierdoor niet meer betrouwbaar aan te geven. De behandeling had geen effect op de suikerconcentraties van de appels van de diverse telers.

De kwaliteit van de Jonagold was op het moment van de analyses niet optimaal. verschillen. Conclusies over de behandelingen zijn daardoor moeilijk te trekken. De gemeten kwaliteitsparameters van de diverse telers vertoonden nauwelijks verschillen.

Experimenten met appels van de oogst 1997

Ingangskwaliteit appels oogst 1997

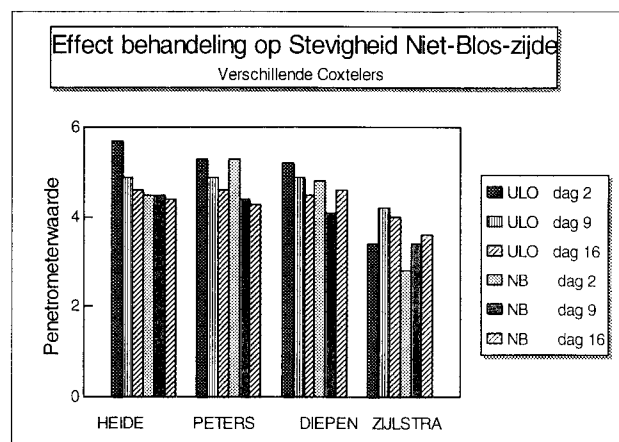
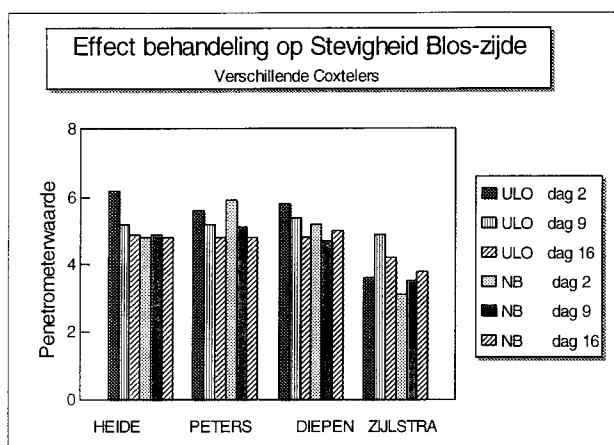
De stevigheid en kleur van de appels zijn op 17 september 1997 gemeten en staan weergegeven in de appendix.

Test 14. Effect van de warmtebehandeling op Cox van diverse herkomsten.

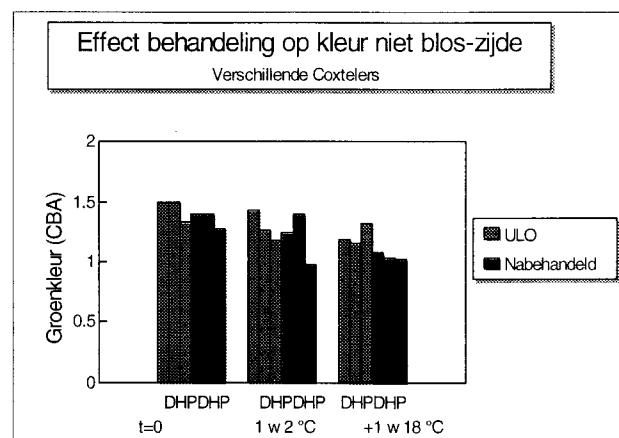
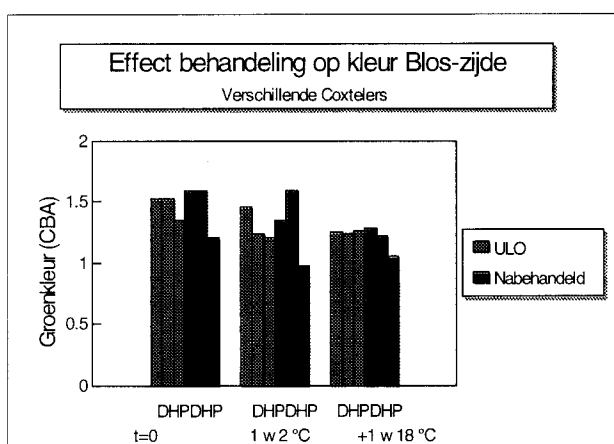
De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast na de bewaring op 25 november 1997 (V. Diepen, V. d Heide en Peters). De appels zijn vervolgens 1 week nabewaard bij 4°C en een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid en vervolgens geanalyseerd. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels. De appels van Zijlstra zijn behandeld op 20 en 27 januari en 3 februari 1998 en vervolgens op dezelfde wijze nabewaard.

Tabel 14.1. Gewichtsverlies van behandelde en onbehandelde Cox in de nabewaring.

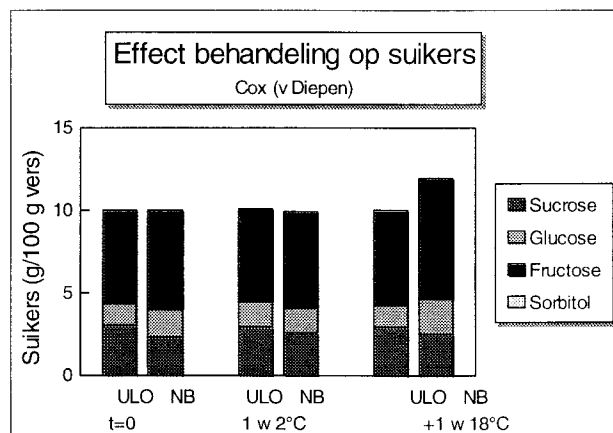
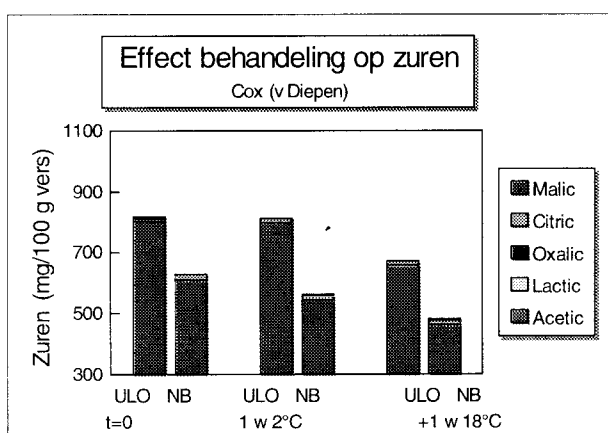
Cox	Gewichtsverlies in % na:		
	2 dagen +/- behandeling	+ 5 dagen 2°C	+ 7 dagen 18°C
Van Diepen ULO	0	1	3
Van Diepen NB	5	4	7
Van de Heide ULO	0	1	3
Van de Heide NB	4	4	6
Peters ULO	0	1	6
Peters NB	4	5	9
Zijlstra ULO	0	1	5
Zijlstar NB	2	6	8



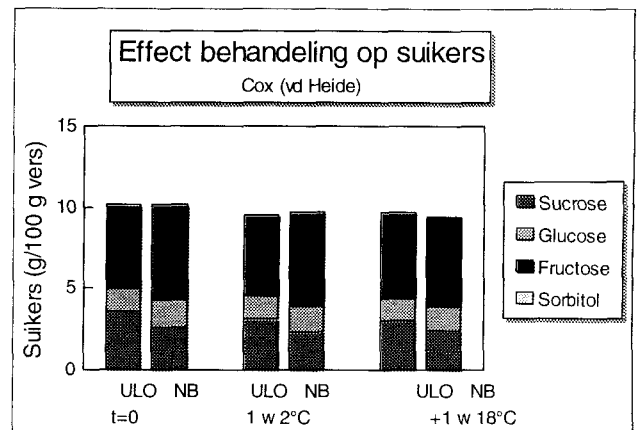
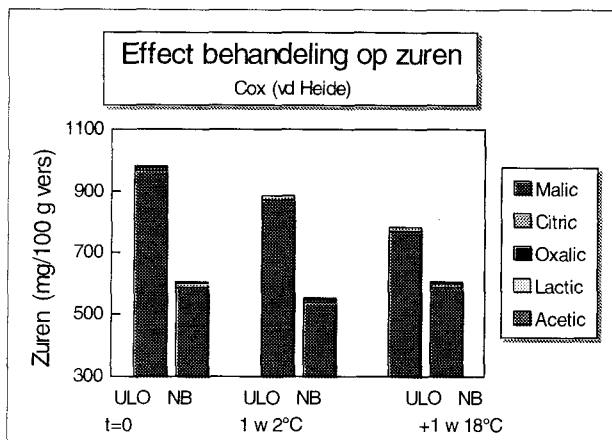
Figuur 14.1. Effect warmtebehandeling na bewaring op de stevigheid van Cox (vd Heide, Peters, v Diepen en Zylstra).



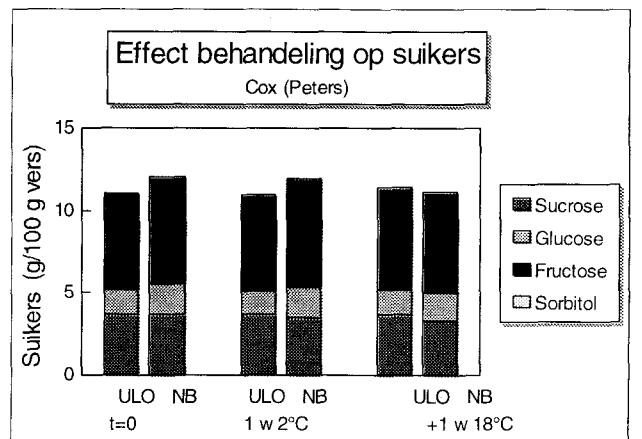
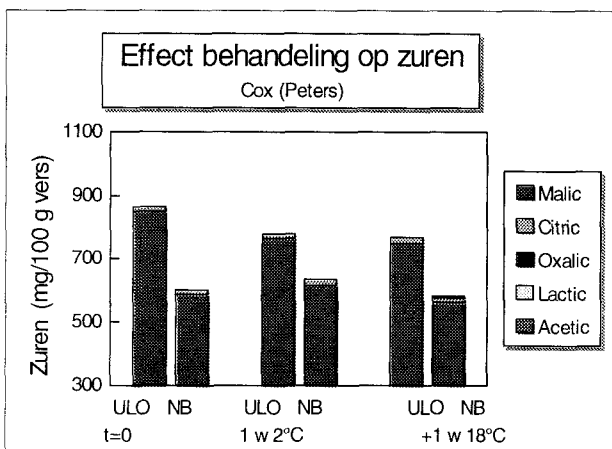
Figuur 14.2. Effect warmtebehandeling na bewaring op de groenkleur van Cox (v Diepen (D), vd Heide (H) en Peters (P)).



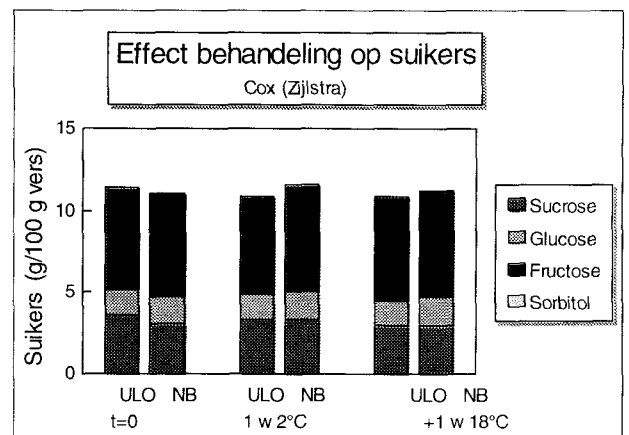
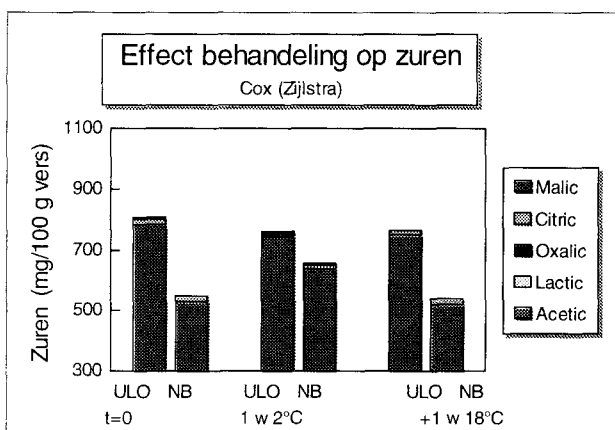
Figuur 14.3. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox (v Diepen).



Figuur 14.4. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox (vd Heide).



Figuur 14.5. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox (Peters).



Figuur 14.6. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Cox (Zijlstra).

De stevigheid van de appels was bij aanvang van de behandeling gezakt tot onder 6 kg. Dit komt waarschijnlijk door problemen met het verkrijgen van de optimale bewaarcondities. De effecten van de behandeling komen hierdoor niet tot hun recht. Er zijn geen duidelijke effecten van de behandeling op de stevigheid en kleur, zoals in de eerdere testen is aangetroffen. De appels van Van Diepen, Peters en Zijlstra vertoonden vrij veel verruwing. De behandelde appels van met name Van Diepen vertoonden bovendien na de 18°C periode ronde bruine plekken aan de onderzijde. De appels van Zijlstra waren na de behandeling van onvoldoende kwaliteit.

De appels van alle telers verloren relatief veel gewicht gedurende de warmtebehandeling van 2 dagen (4-5%). Tijdens de 5 dagen bij 2°C bleef het gewichtsverlies verder beperkt tot 1%, terwijl gedurende de week bij 18°C zo'n 2% extra gewichtsverlies optrad. Bij de appels van Peters was dit 4-6%, wat mogelijk komt door de verruwing.

Conclusie:

Over de effecten van de warmtebehandeling op de Cox uit 1997 zijn geen harde conclusies te trekken door de sterke achteruitgang van de kwaliteit van de appels tijdens de bewaring. Dit is mogelijk veroorzaakt door de verruwing en het niet optimaal zijn van de bewaarcondities aan het begin van de bewaarperiode in september.

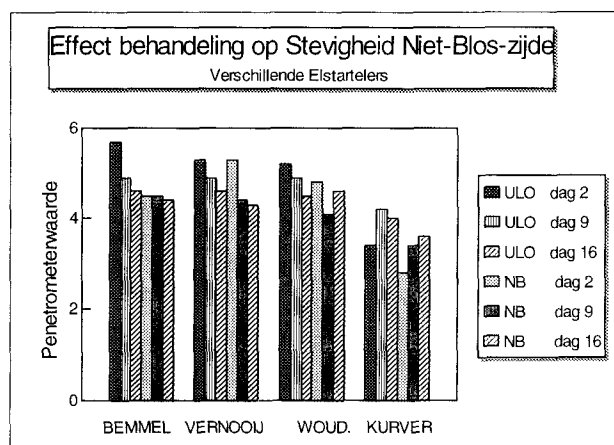
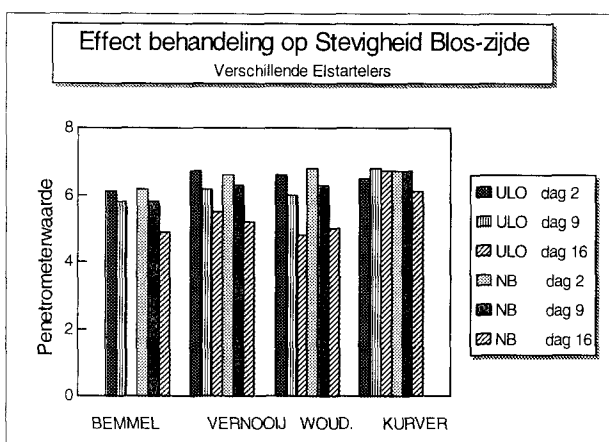
Test 15. Effect van de warmtebehandeling op Elstar van diverse herkomsten.

De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast na de bewaring op 26 november 1997 (v Bommel, Vernoooy en Woudenberg) . De appels zijn een week bij 2°C en een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid bewaard en vervolgens geanalyseerd. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels.

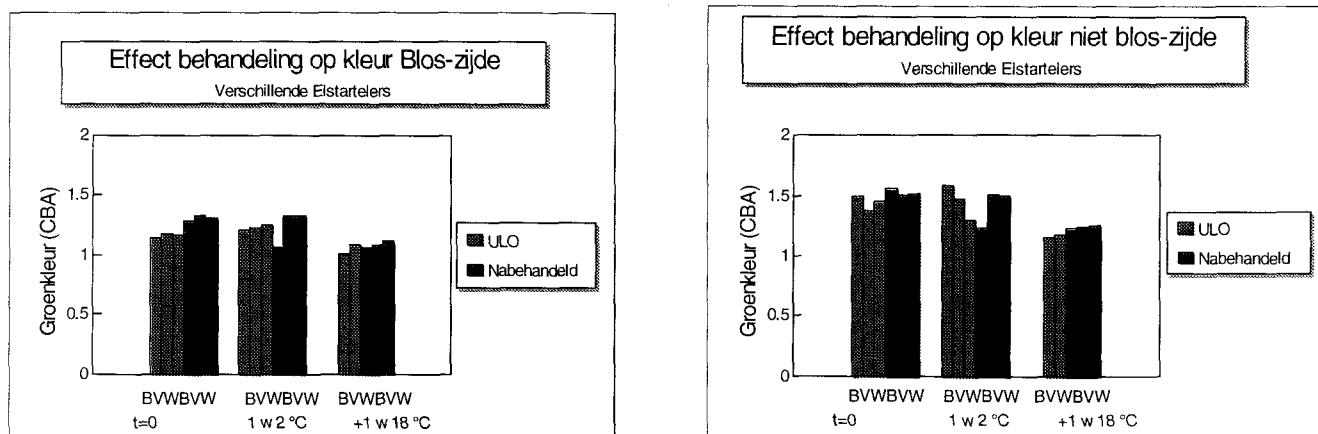
De appels van Kurver zijn behandeld op 27 januari en 3 en 10 februari 1998.

Tabel 15.1 Gewichtsverlies van behandelde en onbehandelde Elstar in de nabewaring.

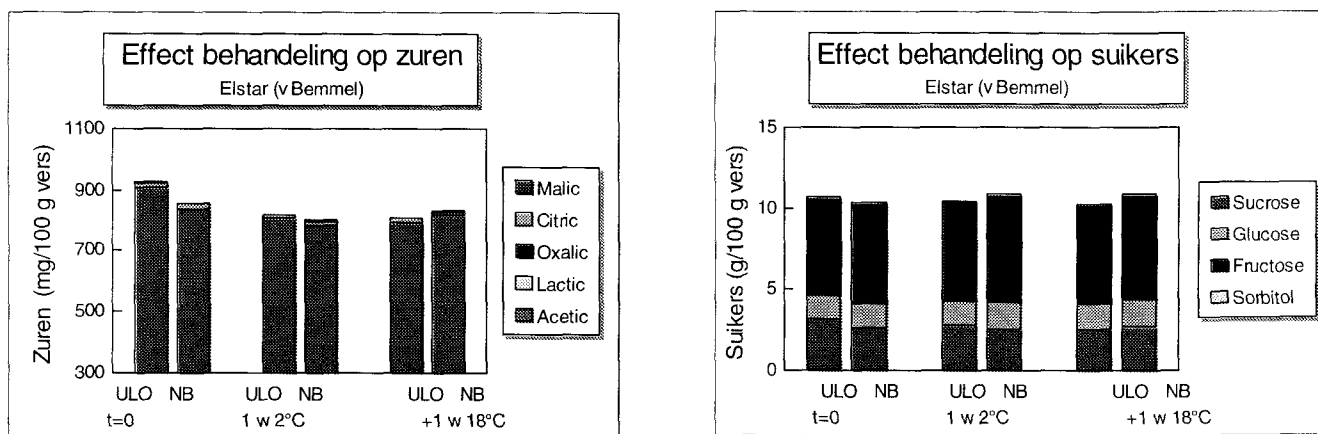
Elstar	Gewichtsverlies in % na:		
	2 dagen +/- behandeling	+ 5 dagen 2°C	+ 7 dagen 18°C
Van Bommel ULO	0	1	-
Van Bommel NB	2	2	4
Vernoooy ULO	0	1	3
Vernoooy NB	0	2	4
Woudenberg ULO	0	1	3
Woudenberg NB	2	3	4
Kurver ULO	0	1	3
Kurver NB	2	4	6



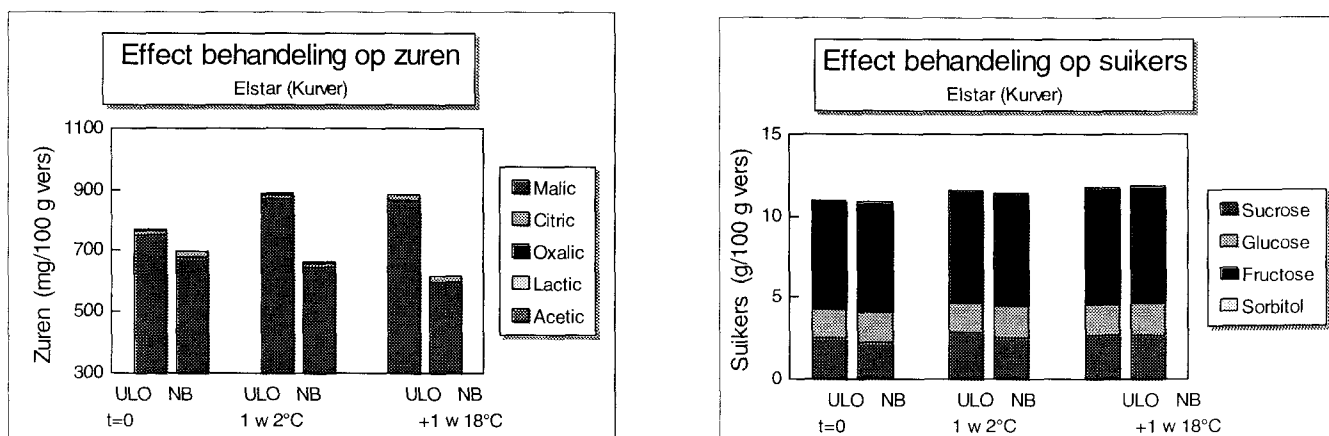
Figuur 15.1. Effect warmtebehandeling na bewaring op stevigheid van Elstar (v Bommel, Vernoooy, Woudenberg en Kurver).



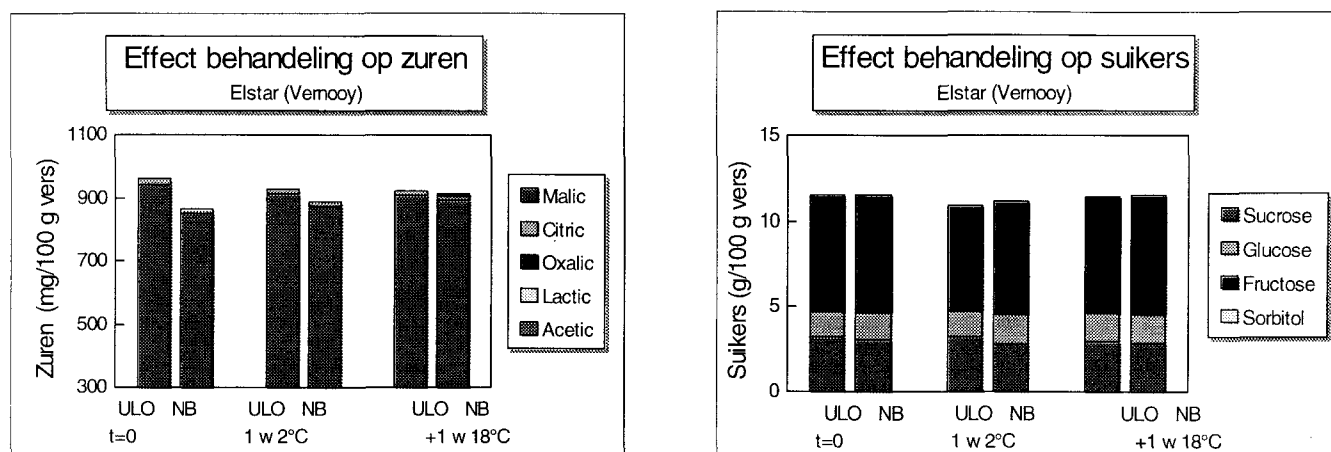
Figuur 15.2. Effect warmtebehandeling na bewaring op groenkleur van Elstar (v Bommel (B), Vernooij (V) en Woudenberg (W)).



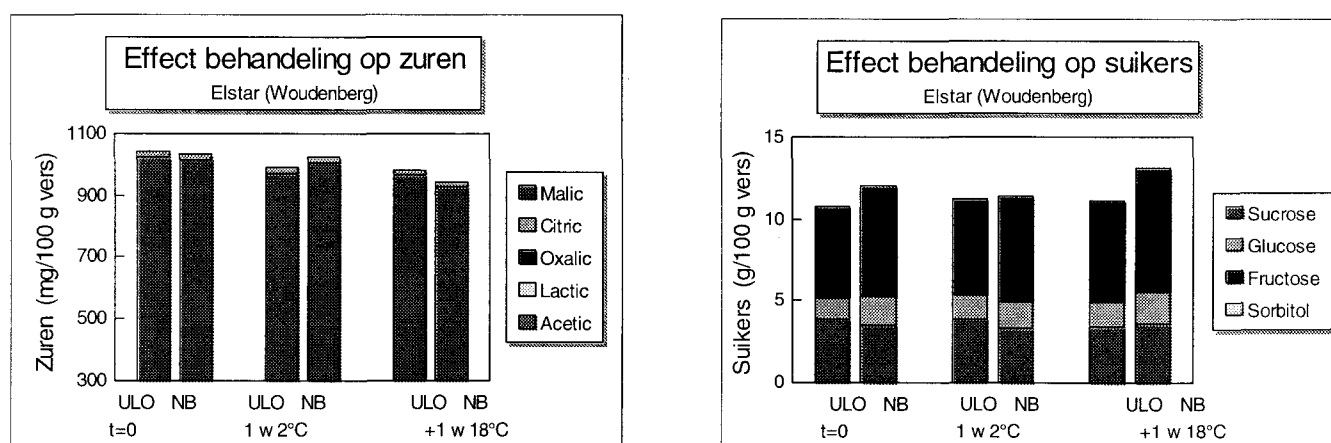
Figuur 15.3. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar (v Bommel).



Figuur 15.4. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar (Kurver).



Figuur 15.5. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte op Elstar (Vernooy).



Figuur 15.6. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Elstar (Woudenberg).

Het gewichtsverlies tijdens de warmtebehandeling van 2 dagen blijft bij Elstar beperkt tot 2%. Na de nabewaring bij 18°C hebben behandelde appels 4% van hun gewicht verloren, terwijl niet-behandelde appels 3% verloren. De behandelde appels waren niet minder stevig dan de onbehandelde appels. De kleur van de behandelde appels verschilde niet significant van de niet-behandelde appels.

Conclusie:

De behandeling heeft geen negatief effect op de stevigheid en groenkleur van de Elstar. Voor het effect op de smaak wordt verwezen naar het hoofdstuk sensoriek.

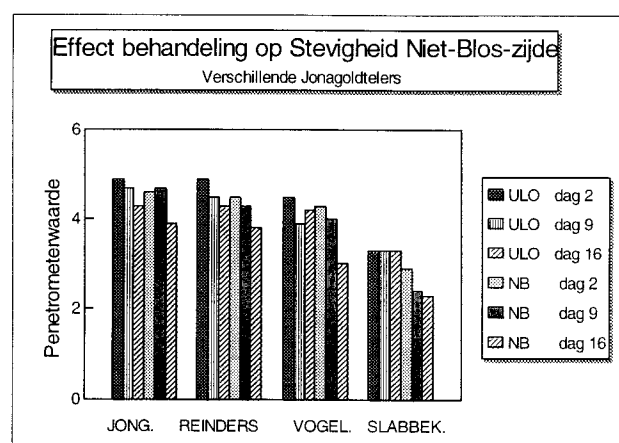
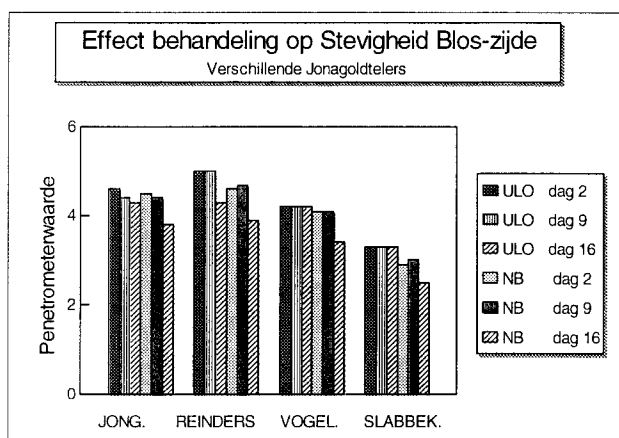
Test 16. Effect van de warmtebehandeling op Jonagold van diverse herkomsten.

De twee-dagen durende warmtebehandeling van 38°C is toegepast na de bewaring op 27 november 1997 (Jongerius, Reinders en Vogelaar). De appels zijn een week bij 2°C en een week bij 18°C en 80% relatieve luchtvochtigheid bewaard en vervolgens geanalyseerd. De kwaliteit is vergeleken met onbehandelde appels.

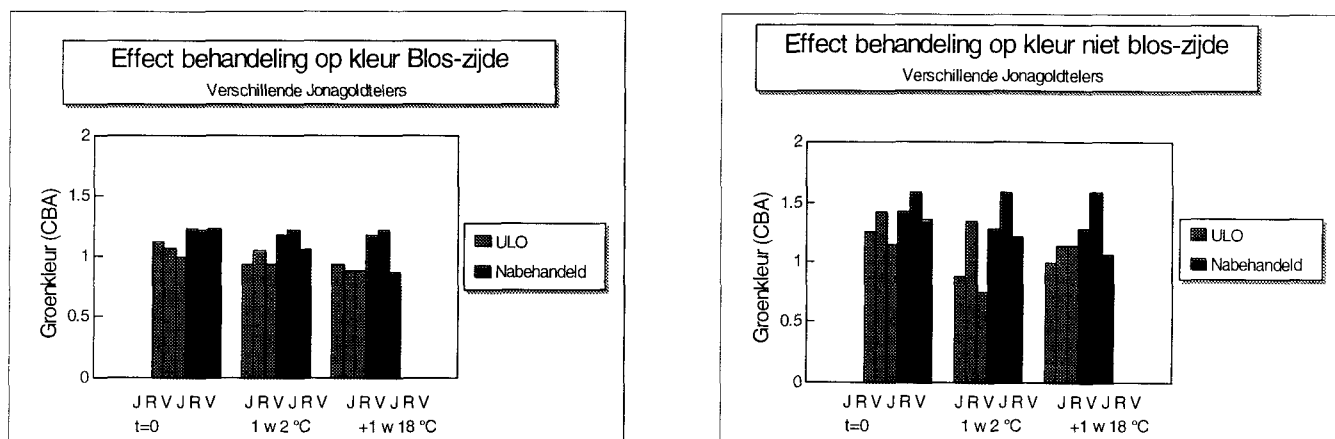
De appels van Slabbekoorn zijn behandeld op 19 en 26 januari en 2 februari 1998.

Tabel 16.1. Gewichtsverlies van behandelde en onbehandelde Jonagold in de nabewaring.

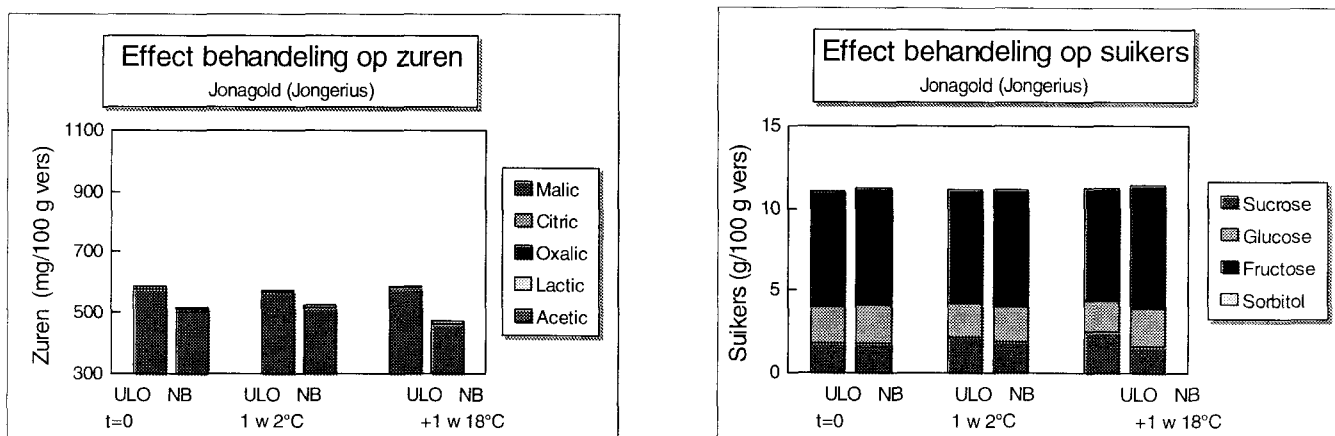
Jonagold	Gewichtsverlies in % na:		
	2 dagen +/- behandeling	+ 5 dagen 2°C	+ 7 dagen 18°C
Jongerius ULO	0	1	3
Jongerius NB	2	3	4
Reinders ULO	0	1	2
Reinders NB	2	4	3
Vogelaar ULO	0	1	2
Vogelaar NB	2	2	-
Slabbekoorn ULO	0	0	2
Slabbekoorn NB	2	3	4



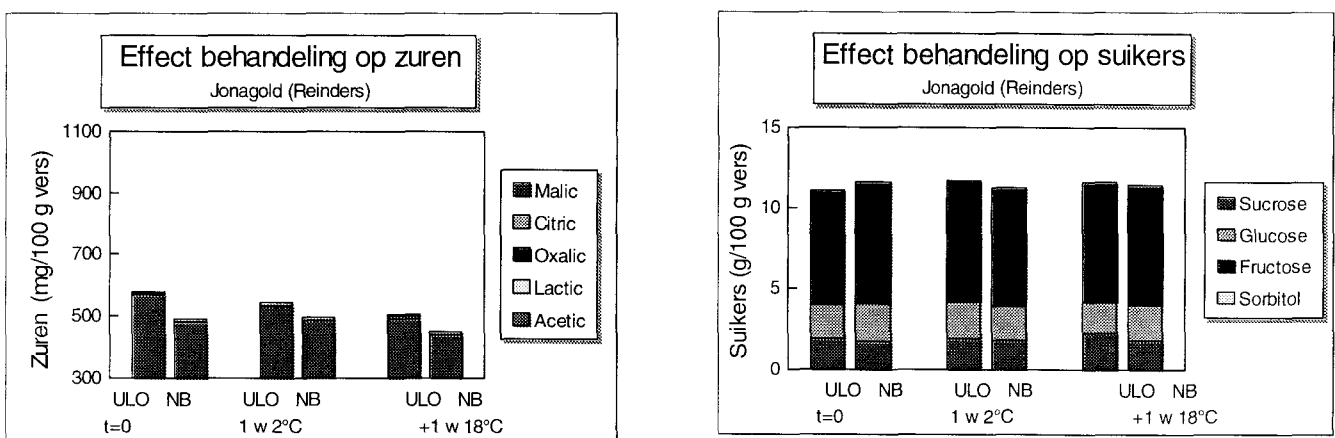
Figuur 16.1. Effect warmtebehandeling na bewaring op de stevigheid van Jonagold (Jongerius, Reinders, Vogelaar en Slabbekoorn).



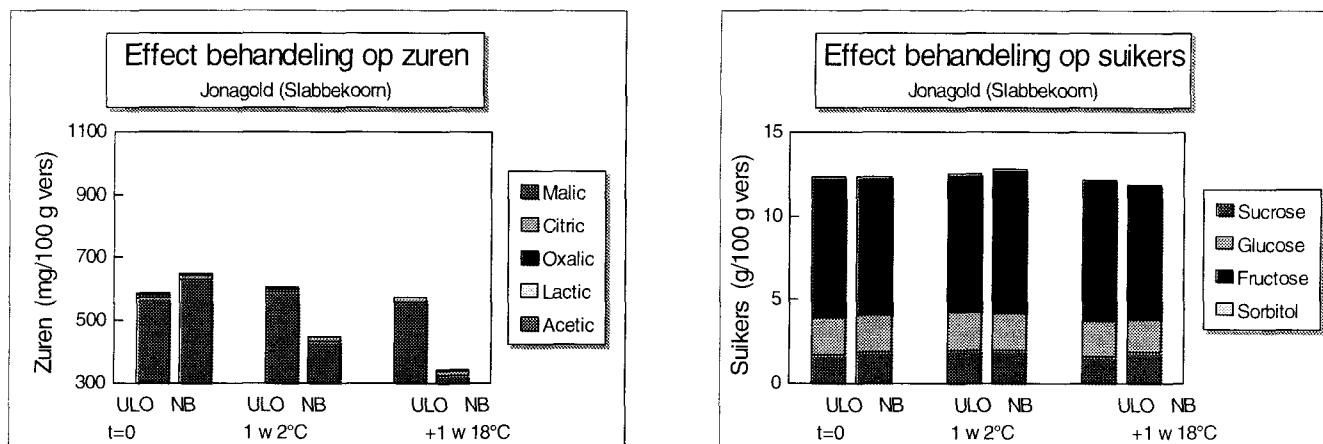
Figuur 16.2. Effect warmtebehandeling na bewaring op groenkleur van Jonagold (Jongerus (J), Reinders (R) en Vogelaar (V)).



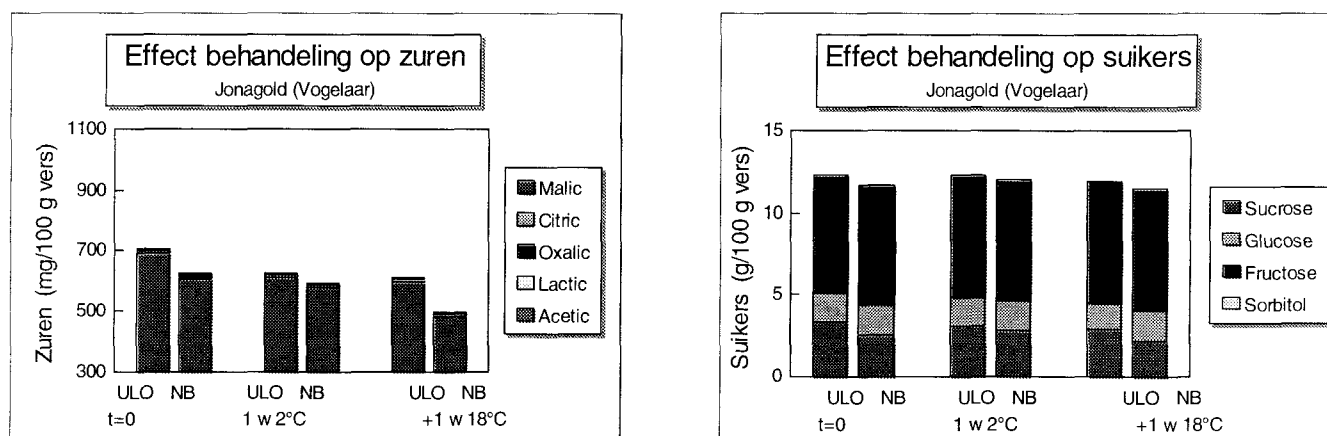
Figuur 16.3. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Jongerus).



Figuur 16.4. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Reinders)



Figuur 16.5. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Slabbekoom).



Figuur 16.6. Effect warmtebehandeling na bewaring op zuur- en suikergehalte van Jonagold (Vogelaar).

De stevigheid van de bewaarde Jonagold was voor de behandeling gezakt tot 5 kg of minder. De appels hadden veel last van bruinverkleuring. De bewaarcondities zijn door technische problemen niet optimaal geweest (2 weken geen juiste ULO gascondities). Het is daardoor niet mogelijk conclusies over de effecten van de warmtebehandeling op deze appels te trekken. Het gewichtsverlies door de warmtebehandeling van de Jonagold is beperkt tot 2%. Tijdens de nabewaring bij 18°C verliezen de behandelde appels minder gewicht dan de niet-behandelde appels, zodat uiteindelijk de behandelde appels slechts 1% meer gewichtsverlies hadden dan de niet-behandelde appels.

Conclusie

Doordat de kwaliteit van de Jonagold in de bewaring teveel achteruit is gegaan mogen over de effecten van de behandeling op het gewichtsverlies, de stevigheid en kleur van de appels van 1997 geen aanvullende conclusies worden getrokken.

Smaakproeven sensorisch analytisch panel

Materiaal en methoden

Sensorische testmethoden voor het panel

Het sensorisch analytische panel bestaat uit 18 personen die in leeftijd variëren van 25 t/m 45 jaar. De proefpersonen zijn getraind in het beoordelen van smaak, aroma en mondgevoel van appels. Beoordeling van de appels werd gedaan met behulp van “Quantitative Descriptive Analysis” (QDA^R, Stone & Sidel 1993). Hierbij werd gebruik gemaakt van een lijnschaal van 5-95. De gebruikte attributenlijst is weergegeven in Tabel 1. Data-acquisitie werd uitgevoerd met behulp van het PSA-SYSTEM (v.1.64, OP&P, Utrecht). De beoordelingen zijn onder standaardomstandigheden uitgevoerd in cabines met een lichte overdruk en gedempt licht.

De appels zijn geschild en in zes gelijke stukken gesneden. Nadat het klokhuis was verwijderd zijn de partjes in afgesloten plastic bakjes aangeboden. De behandelde en niet-behandelde appels zijn als paar gerandomiseerd. Vervolgens zijn de verschillende paren die in één sessie werden aangeboden weer gerandomiseerd. De appels werden op één dag in duplo gemeten.

Tabel 1. Attributenlijst sensorisch analytisch panel

Attribuut	Cox's Orange Pippin	Elstar	Jonagold
zoet			
zuur			
bitter	*	*	*
flauw			
wrang	*		*
metalig	*	*	*
onrijpe appel / groen			*
fruitig / fris			
fruitig / overig		*	*
alcohol	*	*	*
karton	*	*	*
kelder / muf	*	*	*
melig			
stevig			
sappig			
knapperig			

* betekent dat een attribuut niet relevant is gebleken en daarom niet is meegenomen in de berekeningen.

Data-analyse

Statistische analyse van de verkregen resultaten is uitgevoerd met het software pakket SPSS 6.1.4 voor Windows. De overeenstemming tussen de proefpersonen is berekend met het software programma Senstools (v.21.12 OP&P, Utrecht). Principale componenten analyse (PCA; Piggott & Sharman 1986), een multi-variate analysetechniek is gedaan met behulp van het software pakket The Unscrambler (v6.1, CAMO, Trondheim, Norway). De PCA en ANOVA resultaten zijn gepresenteerd in tabellen, spinneweb- en staafdiagrammen voor de relevante attributen.

De spinnewebdiagrammen zijn als volgt opgebouwd: in het centrum van het spinneweb-diagram komen de assen van de verschillende attributen bij elkaar, de as begint daar met een waarde nul. Op iedere as wordt de gemiddelde panelscore van 2 metingen per attribuut weergegeven. Door deze punten per product met elkaar te verbinden ontstaat het spinnewebdiagram.

Proefopzet

Er zijn in de periode maart 1997 t/m mei 1997 vijf testen uitgevoerd, waarvan de appels door het analytisch panel zijn beoordeeld. Er is statistisch getoetst of de behandelde appels direct na de behandeling en na de eerste en tweede week nabewaring verschilden van de niet-behandelde appels. Bovendien is getoetst of de herkomst en het tijdstip van uitslag en nabehandeling van invloed zijn op de effecten van de nabehandeling.

In deze periode zijn ook de bij inslag vóórbehandelde Jonagolds van Slabbekoorn en Elstar van Woudenberg geproefd en vergeleken met nabehandelde en niet-behandelde appels.

Tenslotte zijn de appels van het seizoen 1997/1998 van alle telers (behandeld in december 1997 en februari 1998) geproefd.

Voor de duidelijkheid zijn alleen de beoordelingen van de appels na de tweede week nabewaring in het rapport weergegeven.

Resultaten sensorische testen analytisch panel

Invloeden van het ras op het effect van de behandeling.

Een mogelijke interactie tussen ras en behandeling is met behulp van een two-way ANOVA getoetst. De interactie-term toetst of het behandelingseffect voor alle rassen gelijk is. Om het effect van de behandeling te kunnen beoordelen is eerst een karakterisering gegeven van de drie rassen Cox's Orange Pippin, Elstar en Jonagold. Vervolgens is gekeken naar het effect van de behandeling en daarna of het effect van de behandeling voor alle rassen gelijk is. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Overzicht van raseffect, behandelingseffect en interactie hiertussen van alle sensorisch onderzochte behandelingen in seizoen 1996/1997 (meting 1) en seizoen 1997/1998 (meting 2).

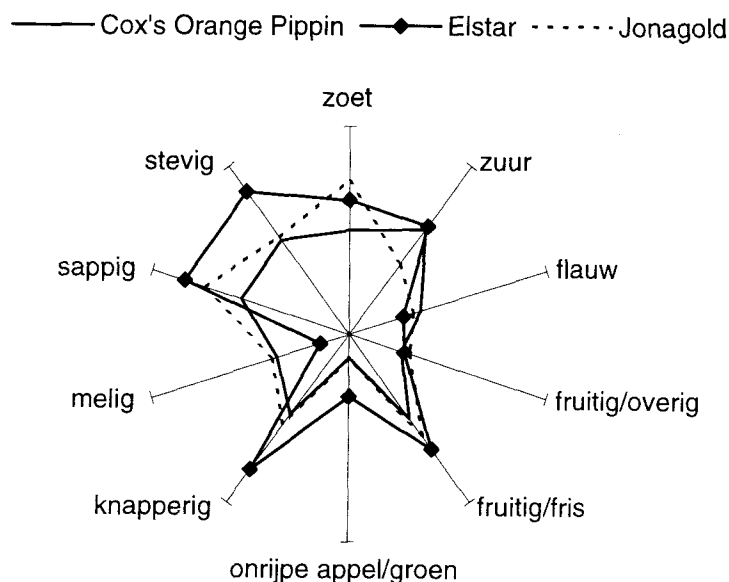
Attribuut	Raseffect		Behandelingseffecten					Interactie behandeling x ras	
	meting 1	meting 2	meting 1	meting 2	Cox's*	Elstar*	Jonagold*	meting 1	meting 2
Flauw	nee	ja	ja	ja	↑	↑	↑	nee	ja
Fruitig/overig	ja	nee	nee	nee				ja	nee
Fruitig/fris	nee	ja	ja	ja	↓	↓	↓	nee	nee
Knapperig	ja	ja	nee	ja	↓		↓	ja	ja
Melig	ja	ja	nee	ja	↑		↑	ja	ja
Onrijpe appel	ja	ja	nee	nee				nee	ja
Sappig	ja	ja	ja	ja	↓	↓	↓	ja	ja
Stevig	ja	ja	nee	nee				ja	ja
Zoet	nee	ja	nee	ja		↓	↓	nee	nee
Zuur	ja	ja	ja	nee	↓	↓	↓	ja	ja

* Met pijltjes is aangegeven of de behandeling een toename (↑) of een afname (↓) van een attribuut ten gevolg heeft indien er een behandelingseffect is gevonden..

Is er een verschil tussen de rassen?

Deze vraag wordt beantwoordt door te kijken naar het raseffect vanuit de two-way ANOVA. Om dit effect te kunnen berekenen is uitgegaan van het gemiddelde van alle herkomsten die gemeten zijn per ras. Raseffect wil zeggen dat er tussen de rassen verschil is voor een bepaald attribuut.

Allereerst zijn in Figuur 1 de gemiddelde smaakprofielen van de drie onbehandelde appelrassen weergegeven zoals ze zijn waargenomen door het analytisch panel. De appels zijn 1 week bij ULO-temperatuur en een week bij 18°C bewaard. Uit dit spinnewebdiagram blijkt dat Elstar appels relatief stevig, sappig en knapperig worden gevonden. Elstar is het minst melig, maar wordt ook wel onrijp/groen gevonden. Jonagold is vooral zoet en weinig zuur. Cox en Jonagold worden beide melig gevonden.



Figuur 1: Spinnewebdiagram van de belangrijkste smaakattributen voor onbehandelde Cox's Orange Pippin, Elstar en Jonagold van meting 2, na de nabewaring.

In Tabel 3 is weergegeven of er raseffecten zijn. Dit staat apart vermeld voor de eerste en tweede set testen. Met de omschrijving *hoger*, *lager* of *gemiddeld* (gem.) wordt aangegeven of de beoordeling van het panel op het attribuut bij het ene ras meer, minder dan of gelijk is aan het andere ras. Zo wordt bijvoorbeeld Elstar in meting 1 en 2 minder melig gevonden dan Cox en Jonagold.

Tabel 3. Two-way ANOVA m.b.t. raseffecten.

Attribuut	Raseffect*	Cox's	Elstar	Jonagold
flauw	nee/ja	hoger	lager	lager
fruitig/overig	ja/nee	hoger	lager	lager
fruitig/fris	nee/ja	lager	hoger	gem.
knapperig	ja/ja	lager	hoger	lager
melig	ja/ja	hoger	lager	hoger
onrijpe appel	ja/ja	lager	hoger	lager
sappig	ja/ja	lager	hoger	gem.
stevig	ja/ja	lager	hoger	lager
zoet	nee/ja	lager	hoger	hoger
zuur	ja/ja	lager	hoger	lager

*Er is aangegeven of het raseffect wordt is aangetroffen bij meting 1 en/of meting 2. Nee/ja betekent dus voor meting 1 geen raseffect en voor meting 2 wel.

Is er een effect van de behandeling?

De resultaten van de behandelingen van de geproefde rassen staan weergegeven in Tabel 4. Indien er een behandelingseffect is, is aangegeven of de controle (C) of de behandelde (B) appels de hoogste beoordeling hebben gekregen.

Tabel 4: Two-way ANOVA m.b.t. het behandelingseffect.

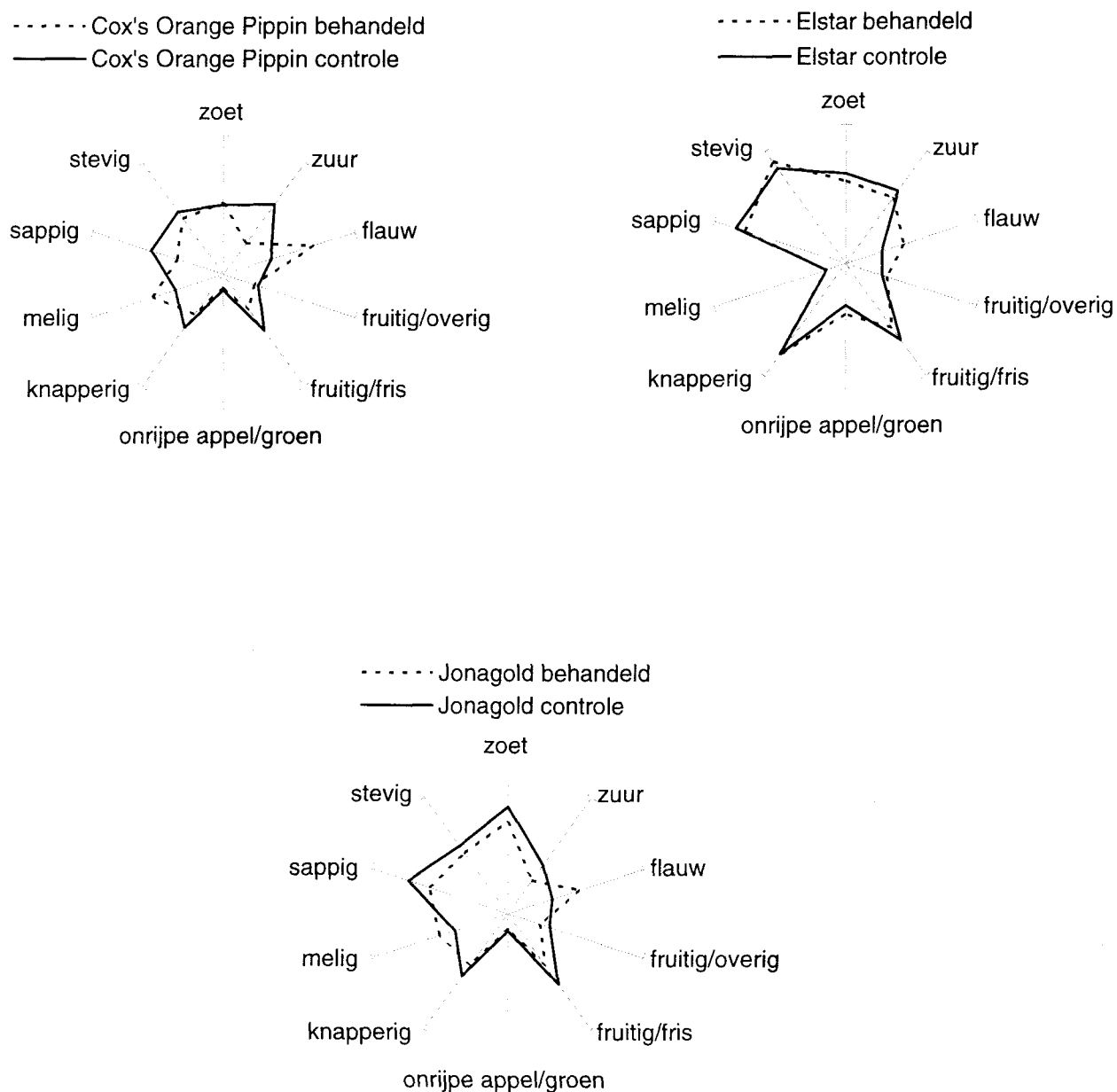
Attribuut	Behandelings-effect*	Cox's**	Elstar**	Jonagold**
flauw	ja/ja	B	B	B
fruitig/overig	nee/nee	-	-	-
fruitig/fris	ja/ja	C	C	C
knapperig	nee/ja	C	-	C
melig	nee/ja	B	-	B
onrijpe appel	nee/nee	-	-	-
sappig	ja/ja	C	C	C
stevig	nee/nee	-	-	-
zoet	nee/ja	-	C	C
zuur	ja/ja	C	C	C

* Bij het behandelingseffect is aangegeven of het effect in het eerste seizoen en/of het tweede seizoen gevonden is, nee/ja betekent dus voor seizoen 1 geen raseffect en voor seizoen 2 wel.

** Per ras is aangegeven of de controle (C) of de behandelde (B) appels de **hoogste beoordeling** hebben gekregen. Indien er een streepje (-) staat is er geen verschil tussen de behandelde en controle appels.

De appels werden door het analytisch panel in de twee seizoenen vrijwel gelijk beoordeeld. De attributen knapperig, melig en zoet werden wel verschillend beoordeeld. De behandelde appels waren bij alle drie de rassen minder zuur, sappig en fruitig maar wel flauwer. De behandelde appels zijn als het ware rijper. Het panel vond de behandelde Cox en Jonagold meliger en minder knapperig. De behandelde en onbehandelde appels werden even stevig gevonden.

De effecten van de behandeling op de drie rassen staan ook weergegeven in Figuur 2. Hierin is de grootte van het effect te zien.



Figuur 2: Spinnewebdiagrammen van behandelde en controle appels van Cox's Orange Pippin, Elstar en Jonagold van meting 2.

Is het effect van de behandeling bij alle rassen gelijk?

Indien er per ras een ander effect is van de behandeling, dan spreekt men van interactie. Ook deze interactie is een resultaat van de berekeningen van de de two-way ANOVA. Indien er een interactie is kan dit een aantal oorzaken hebben:

- de drie rassen reageren allemaal op dezelfde manier op de behandeling, maar het ene ras reageert meer dan het andere (verschil in *impact* van de behandeling),
- de drie rassen reageren op een verschillende manier op de behandeling, bij het ene ras is er een toename van een attribuut, terwijl er voor de andere twee rassen een afname zichtbaar is na de behandeling. Het kan ook zo zijn dat het ene ras een toename laat zien, terwijl op een ander ras geen effect waarneembaar is voor hetzelfde attribuut. In deze gevallen praat je over een verschil in *effect* van de behandeling op een bepaald attribuut.

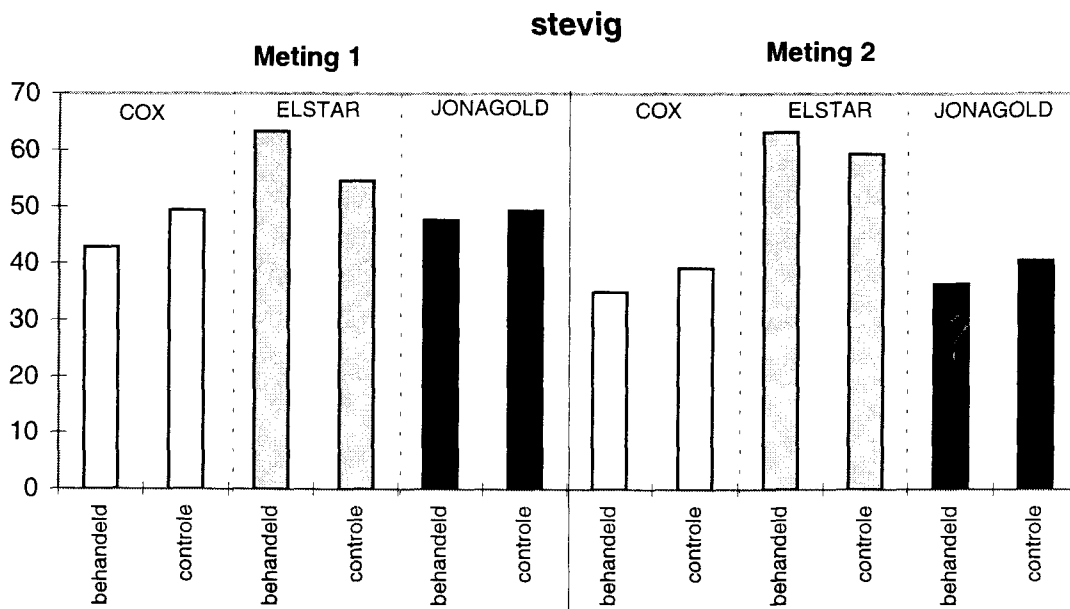
Tabel 5 geeft aan voor welk attribuut een interactie gevonden is en of deze te maken heeft met de impact van de behandeling of met een verschil in effect van de behandeling op de rassen.

Tabel 5. Mogelijke interactie van de behandeling voor de rassen Cox's Orange Pippin, Elstar en Jonagold in het eerste en tweede meetseizoen.

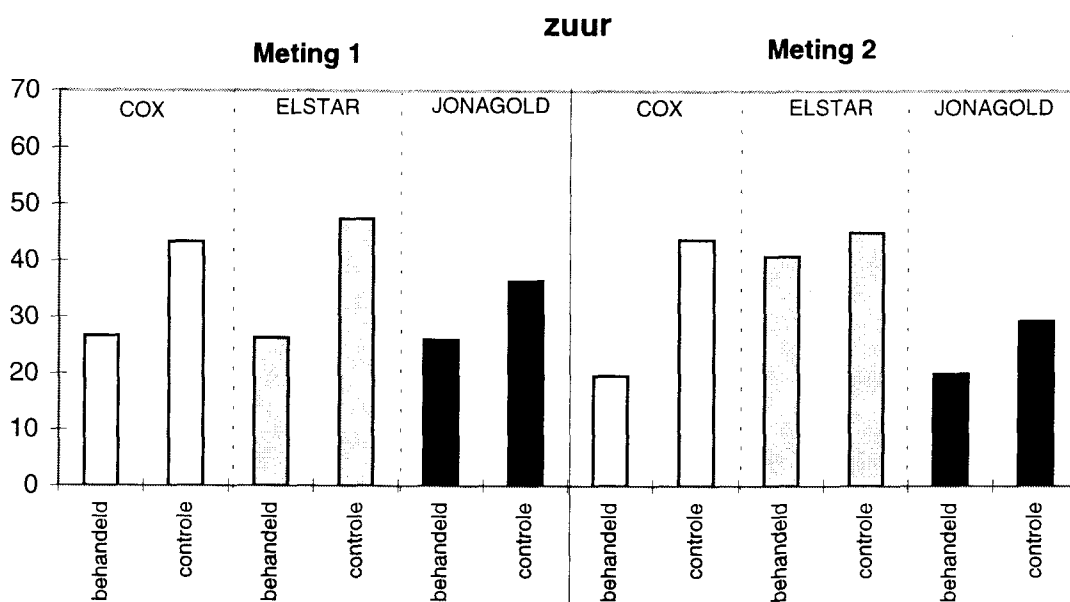
Attribuut	Interactie*	Omschrijving van de interactie
flauw	nee/ja	verschil in <i>impact</i> , behandelde scoren hoger, Cox's reageert meer dan Elstar en Jonagold (alleen bij meting 2)
fruitig/overig	ja/nee	verschil in <i>effect</i> , bij Cox's scoort de behandelde hoger dan de controle en bij Elstar en Jonagold scoort de controle hoger (alleen bij meting 1)
fruitig/fris	nee/nee	controle appels scoren altijd hoger dan de behandelde appels, met ongeveer dezelfde impact van de behandeling
knapperig	ja/ja	verschil in <i>effect</i> , Cox's en Jonagold controle appels scoren hoger, Elstar appels weinig verschil
melig	ja/ja	verschil in <i>effect</i> , Cox's en Jonagold behandelde appels scoren hoger, bij Elstar appels weinig verschil
onrijpe appel	nee/ja	verschil in <i>effect</i> , bij Cox's en Jonagold geen verschil behandelde en controle, bij Elstar scoort de behandelde hoger (alleen bij meting 2)
sappig	ja/ja	verschil in <i>impact</i> , controles scoren hoger, bij Elstar is er een klein verschil, bij Cox's en Jonagold is het verschil groter
stevig	ja/ja	verschil in <i>effect</i> , bij Cox's en Jonagold scoren de controles hoger dan de behandelde, bij Elstar scoren de behandelde hoger dan de controle
zoet	nee/nee	de verschillen tussen behandelde en controle appels is minimaal, tussen de rassen ook weinig verschil
zuur	ja/ja	verschil in <i>impact</i> , de controles scoren hoger, bij meting 1 was het effect van de behandeling het kleinst op Jonagold, bij meting 2 was het effect van de behandeling het kleinst bij Elstar en Jonagold.

* Er is aangegeven of er interactie is in het eerste (meting 1) en/of het tweede seizoen (meting 2).

Figuur 3 en 4 beschrijven twee attributen waarbij zowel voor meting 1 als voor meting 2 een interactie is gevonden. Voor de stevigheid (figuur 3) is er een verschil in effect waarneembaar en voor zuur (figuur 4) is er een verschil in impact te zien.



Figuur 3: Staafdiagram van behandelde en niet-behandelde appels van de rassen Cox's Orange Pippin, Elstar en Jonagold voor meting 1 en 2 voor het attribuut stevig.



Figuur 4: Staafdiagram van behandelde en niet-behandelde appels van de rassen Cox's Orange Pippin, Elstar en Jonagold voor meting 1 en 2 voor het attribuut zuur.

Effect van herkomst en behandeling.

Het effect van de behandeling op de rassen is in het vorige hoofdstuk besproken. Hieruit blijkt dat de rassen verschillend reageren op de behandeling. Om het herkomsteffect uit te sluiten werd het gemiddelde van de herkomsten per ras gebruikt. Om vervolgens antwoord te geven of appels van verschillende herkomsten op dezelfde manier reageren zijn de resultaten per attribuut uitgezet in Tabel 6.

Tabel 6. Herkomsteffecten en interactie herkomst x behandeling in relatie tot smaakattributen. Meting 1 zijn de testen van het eerste seizoen; meting 2 testen van het tweede seizoen.

Attribuut	Herkomsteffect					Interactie herkomst x behandeling				
	Cox's	Elstar		Jonagold		Cox's	Elstar		Jonagold	
	meting 2	meting 1	meting 2	meting 1	meting 2	meting 2	meting 1	meting 2	meting 1	meting 2
	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Fruitig/overig	nee	nee	nee	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee
Fruitig/fris	ja	nee	ja	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee
Knapperig	ja	ja	ja	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee
Melig	ja	ja	nee	ja	nee	nee	ja	nee	ja	nee
Onrijpe appel	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja
Sappig	ja	nee	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	nee
Stevig	ja	ja	nee	ja	nee	nee	ja	nee	ja	nee
Zoet	ja	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Zuur	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee

Cox's Orange Pippin

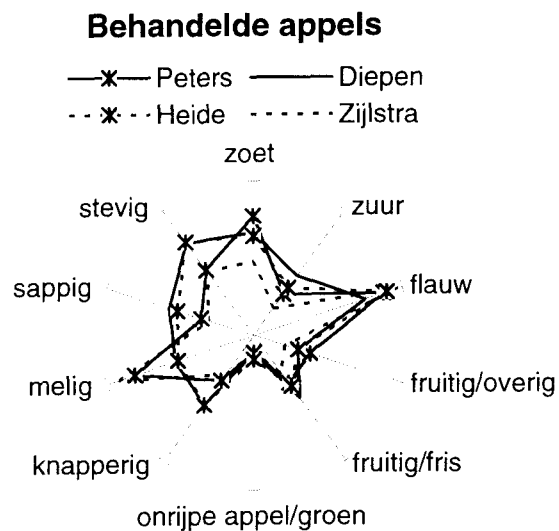
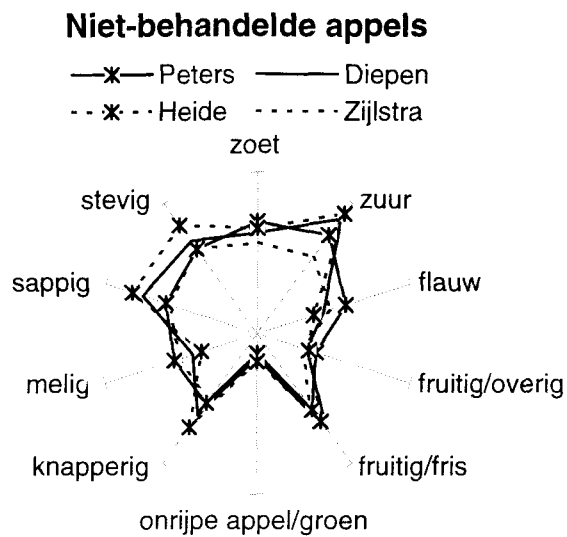
Voor meting 1 (seizoen 1) zijn alleen appels van de herkomst Peters gemeten. Voor meting 2 (seizoen 2) zijn de herkomsten Peters, v. Diepen, v.d. Heide en Zijlstra gemeten. Om een herkomsteffect te kunnen berekenen zijn minimaal twee herkomsten per meting nodig. De berekeningen zijn dus uitgevoerd op meting 2. De resultaten staan in Tabel 7. Per attribuut is aangegeven of er een herkomsteffect is. Hoger/lager/gem. betekent dat de appels een hogere, lagere of gemiddelde beoordeling hebben gehad ten op zichte van het gemiddelde van alle herkomsten ongeacht de behandeling.

Tabel 7. Herkomsteffect van Cox's Orange Pippin appels van meting 2.

Attribuut	Herkomst-effect	Peters	v. Diepen	v.d. Heide	Zijlstra
flauw	nee				
fruitig/overig	nee				
fruitig/fris	ja	gem.	hoger	hoger	lager
knapperig	ja	lager	hoger	hoger	lager
melig	ja	hoger	lager	lager	hoger
onrijpe appel	nee				
sappig	ja	lager	hoger	hoger	lager
stevig	ja	lager	gem.	hoger	lager
zoet	ja	hoger	hoger	hoger	lager
zuur	ja	gem.	hoger	hoger	lager

Uit de tabel blijkt dat de herkomst effect heeft op een aantal attributen voor het ras Cox's Orange Pippin. Met andere woorden: de appels van de verschillende telers smaakten verschillend. Dit herkomsteffect is verduidelijkt met de spinnewebdiagrammen. In de spinnewebdiagrammen (figuur 5a en 5b) is te zien dat de herkomsten Van Diepen en Van de Heide met elkaar overeenkomen en dat ook de herkomsten Peters en Zijlstra veel gelijkens vertonen. De verschillen tussen de herkomsten zijn na de behandeling groter dan bij de controle appels.

Zoals te zien is in Tabel 6, is voor geen enkel attribuut een interactie gevonden tussen de herkomst en behandeling van Cox's Orange Pippin appels. Dit betekent dat de behandeling op de verschillende herkomsten eenzelfde effect met eenzelfde impact heeft.



Figuur 5: Spinnwebdiagrammen van niet-behandelde en behandelde appels van vier herkomsten Cox's Orange Pippin (meting 2).

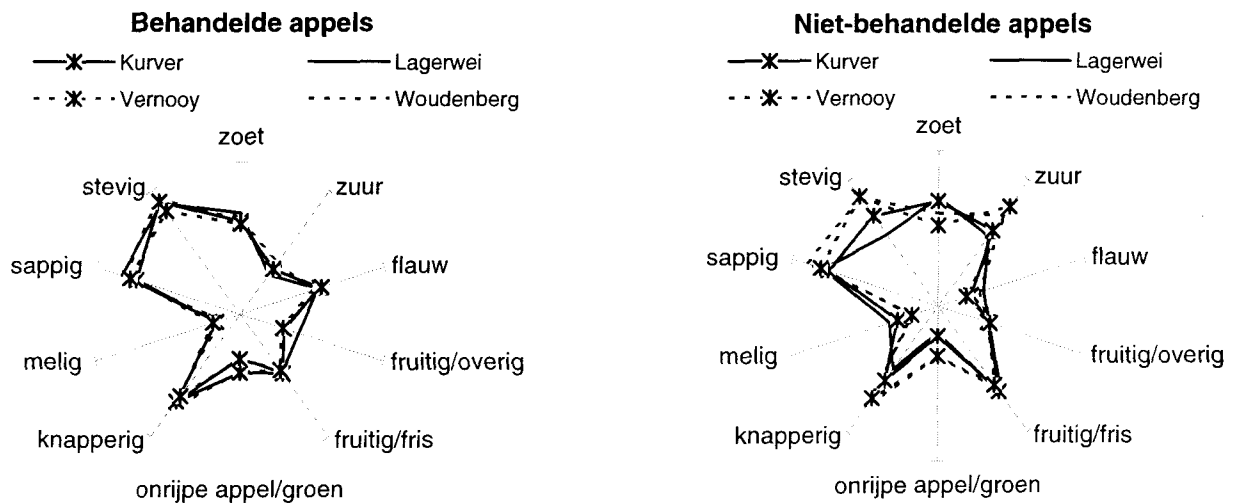
Elstar

In het eerste seizoen (meting 1) zijn appels van de herkomsten Vernooij, Kurver, Woudenberg en Lagerwei gemeten. In het tweede seizoen zijn geen appels van Lagerwei gemeten, maar van de herkomst Van Bommel. Voor meting 1 wordt in Tabel 8 en voor meting 2 in Tabel 9 aangegeven of er een herkomsteffect is. Hoger/lager/gem. betekent dat de appels een hogere, lagere of gemiddelde beoordeling hebben gehad ten op zichte van het gemiddelde van alle herkomsten onafhankelijk van de behandeling.

Tabel 8: Herkomsteffect van Elstar appels van meting 1.

Attribuut	Herkomst-effect	Vernooij	Kurver	Woudenberg	Lagerwei
flauw	nee				
fruitig/overig	nee				
fruitig/fris	nee				
knapperig	ja	hoger	lager	hoger	lager
melig	ja	hoger	lager	hoger	lager
onrijpe appel	ja	hoger	lager	hoger	lager
sappig	nee				
stevig	ja	hoger	lager	hoger	lager
zoet	nee				
zuur	ja	hoger	lager	hoger	lager

In Figuur 6 worden de resultaten uit Tabel 8 weergegeven in spinnewebdiagrammen. Opvallend is dat de niet-behandelde appels van de verschillende telers van elkaar verschillen, terwijl na de behandeling de smaak van de verschillende herkomsten meer overeenkomen.



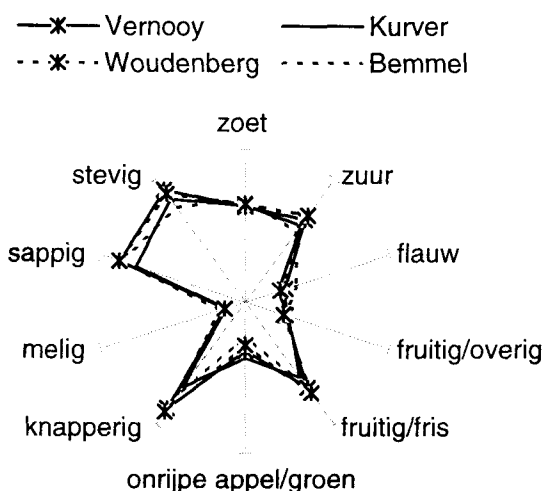
Figuur 6: Spinnewebdiagrammen van vier herkomsten van behandelde en niet-behandelde Elstar appels van meting 1.

Tabel 9: Herkomsteffect van Elstar appels van meting 2.

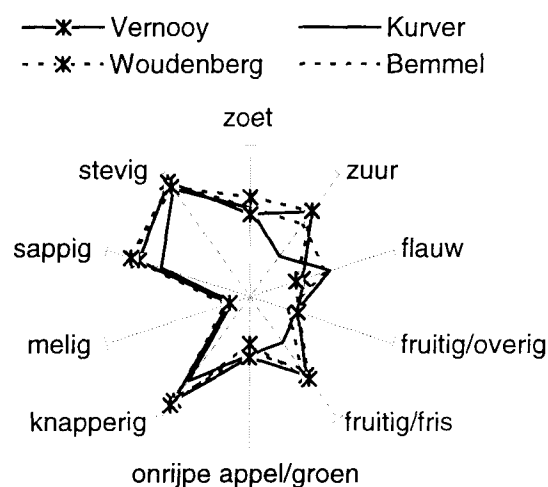
Elstar meting 2					
Attribuut	Herkomst-effect	Vernooy	Kurver	Woudenberg	v. Bommel
flauw	ja	lager	hoger	lager	hoger
fruitig/overig	nee				
fruitig/fris	ja	hoger	lager	hoger	hoger
knapperig	ja	hoger	lager	hoger	hoger
melig	nee				
onrijpe appel	nee				
sappig	ja	hoger	lager	hoger	hoger
stevig	nee				
zoet	nee				
zuur	ja	hoger	lager	hoger	hoger

De appels van het tweede seizoen lijken qua smaak op elkaar zoals te zien is in de spinnewebdiagrammen van Figuur 7. De herkomst Kurver valt bij de behandelde appels op door het lage zuur, fruitig/fris en sappig en de hoge beoordeling voor flauw. De herkomsten Vernooy en Woudenberg lijken net als in meting 1 sterk op elkaar.

Niet-behandelde appels



Behandelde appels



Figuur 7: Spinnewebdiagrammen van vier herkomsten van controle en behandelde Elstar appels van meting 2.

Uit Tabel 6 bleek al dat er in het eerste seizoen interacties tussen de herkomsten en de behandeling zijn gevonden (knapperig, melig en stevig). De herkomsten Kurver en Lagerwei zijn knapperiger, minder melig en meer stevig dan de andere twee herkomsten na behandeling. In het tweede seizoen is alleen een interactie gevonden voor het attribuut zuur door de lage beoordeling hiervoor bij herkomst Kurver (Tabel 9).

Jonagold

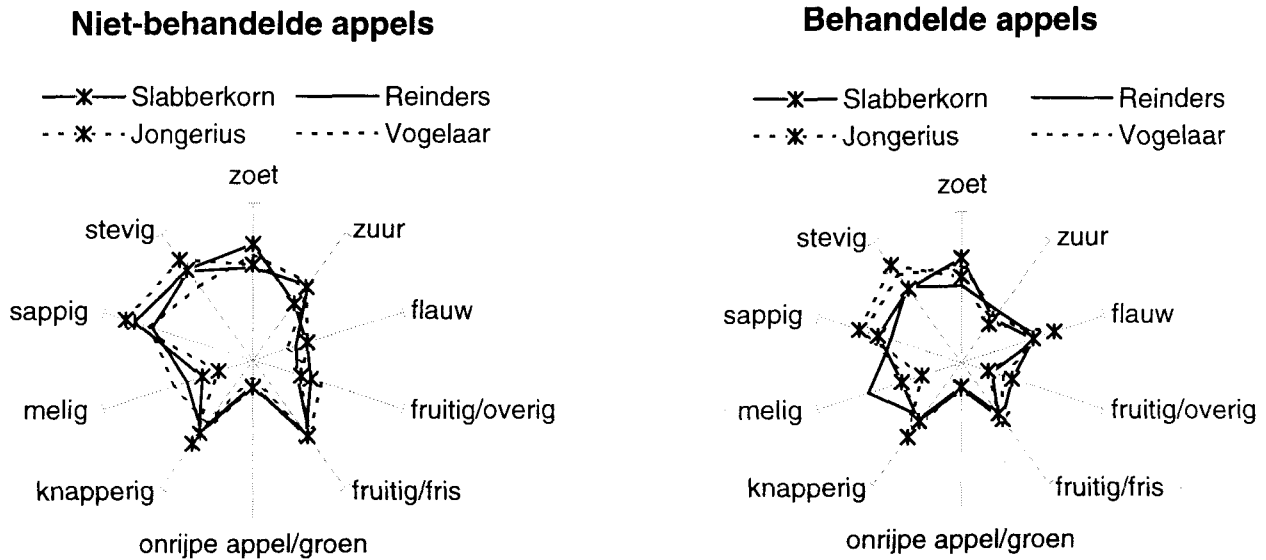
Van Jonagold appels zijn in beide seizoenen appels gebruikt van de herkomsten Slabbekoorn, Reinders, Vogelaar en Jongerius. Voor deze herkomsten is een herkomsteffect berekend met behulp van two-way ANOVA. In Tabel 9 is aangegeven of er een herkomsteffect is en zo ja, hoe de beoordeling van de verschillende appels zich tot elkaar verhouden. Hoger/lager/gem. betekent dat de appels een hogere, lagere of gemiddelde beoordeling hebben gehad ten op zichte van het gemiddelde van alle herkomsten.

Tabel 10: Herkomsteffect van Jonagold appels van meting 1 en 2.

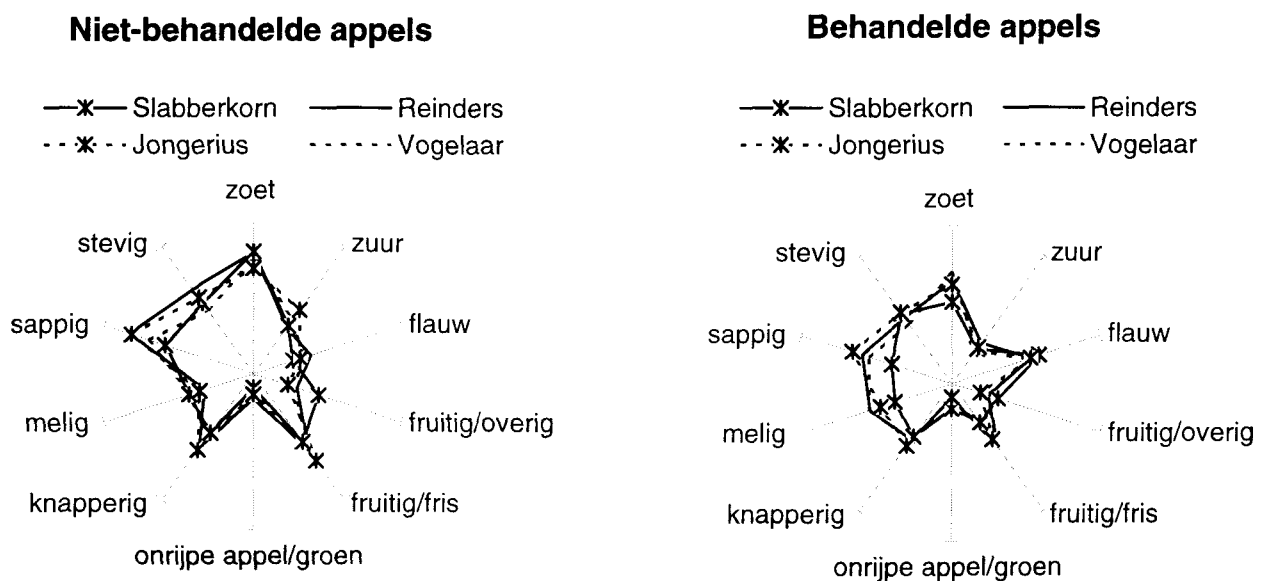
Attribuut	Herkomst-effect*	Slabbekoorn	Reinders	Vogelaar	Jongerius
flauw	nee/nee				
fruitig/overig	ja/ja	hoger m1,2	lager m1,2	hoger m1 lager m2	lager m1,2
fruitig/fris	nee/ja	lager m2	hoger m2	hoger m2	hoger m2
knapperig	nee/nee				
melig	ja/nee	lager m1	hoger m1	hoger m1	lager m1
onrijpe appel	nee/nee				
sappig	ja/ja	gem. m1 lager m2	lager m1 hoger m2	hoger m1,2	hoger m1,2
stevig	ja/nee	lager m1	lager m1	hoger m1	lager m1
zoet	ja/nee	hoger m1	lager m1	lager m1	lager m1
zuur	nee/nee				

* Er is aangegeven of het herkomsteffect in het eerste en/of het tweede seizoen is gevonden, nee/ja betekent dus voor meting 1 geen herkomsteffect, voor meting 2 wel.

De resultaten uit Tabel 10 zijn weergegeven in spinnewebdiagrammen (Figuur 8 en 9). Uit deze spinnewebdiagrammen blijkt dat de verschillen tussen de herkomsten het eerste seizoen groter zijn dan het tweede seizoen. De herkomst Reinders valt bij meting 1 op doordat de appels na de behandeling meliger zijn dan die van de andere herkomsten. De herkomsten Jongerius en Vogelaar waren bij meting 1 duidelijk steviger en sappiger na de behandeling dan de andere twee herkomsten.



Figuur 8: Spinnwebdiagrammen van vier herkomsten van niet-behandelde en behandelde Jonagold appels van meting 1.



Figuur 9: Spinnwebdiagrammen van vier herkomsten van niet-behandelde en behandelde Jonagold appels van meting 2.

In Tabel 6 is te zien dat er twee interacties tussen de herkomst en de behandeling zijn gevonden bij meting 1. Voor de attributen melig en stevig reageert de herkomst Vogelaar anders op de behandeling dan de overige drie herkomsten. De appels van Vogelaar zijn na behandeling steviger en minder melig dan de niet-behandelde appels. De overige drie herkomsten zijn meliger en de stevigheid is ongeveer gelijk aan de stevigheid van de niet-behandelde appels. In het tweede seizoen is slechts een interactie gevonden voor het attribuut onrijpe appel.

Algemene opmerkingen

In de tweede testperiode was de kwaliteit van de Cox en in mindere mate de Jonagold appels na de tweede week nabewaring niet goed meer. Veel appels vertoonden bruine verkleuringen en konden niet aan het proefpanel worden aangeboden. Voor de proefsessie zijn de nog acceptabele appels geselecteerd en daardoor zijn de uitkomsten wellicht niet geheel representatief. De oorzaak van dit kwaliteitsverlies wordt toegeschreven aan problemen met het verkrijgen van de optimale bewaarcondities voor de Cox en het toch relatief rijp plukken van met name de Jonagold. Ook de niet-behandelde appels hadden last van kwaliteitsproblemen als inwendig bruin. De problemen waren in de eerste testperiode minder. Indien de kwaliteit van de appels niet optimaal was zorgde de behandeling voor een verergering van de bruinverkleuring.

De Cox van Zijlstra en de Jonagold van Slabbekoorn, Jongerius en Vogelaar hadden meer last dan de appels van andere herkomsten. Dit komt mogelijk door de verschillen in plukrijpheid van de geleverde appels.

De Elstar appels vertoonden geen problemen.

Conclusies van het smaakpanel

De panelleden vonden de behandelde Cox en Jonagold flauwer, meliger, minder zuur, fruitig/fris en sappig. De behandelde Elstar vond men flauwer, minder zuur (meting 1) maar wel steviger. De behandelingen hebben per ras een verschillend effect op de smaak van de appels. Indien er smaakverschillen zijn tussen behandelde appels van verschillende telers, dan kan dit worden toegeschreven aan verschillen die er al waren tussen de onbehandelde appels. De mogelijke verschillen in smaak tussen appels van verschillende telers worden dus waargenomen door het panel, maar de behandelingen hebben op deze verschillende appels hetzelfde effect.

Conclusies

De warmtebehandeling in een cel van 38°C gedurende 2 dagen heeft effect op de kwaliteit van appels. De appels worden a.h.w. aangespoord het rijpingsproces versneld te starten. De behandelde appels zijn zoeter, minder zuur (flauwer), maar wel stevig.

De behandeling heeft per ras verschillende effecten:

- De behandeling heeft een positief effect op de kwaliteit van Elstar. De appels worden minder zuur, zoeter en de stevigheid blijft gelijk of wordt zelfs beter. Dit is zowel instrumenteel als sensorisch aangetoond.
- Dezelfde behandeling heeft op Cox niet altijd een positief effect. Cox wordt wel minder zuur maar in sommige gevallen zachter. De methode moet voor Cox worden aangepast.
- Jonagold wordt minder zuur en verliest geen stevigheid. Door het lage zuur-gehalte wordt behandelde Jonagold flauw gevonden.

Appels (behandeld en onbehandeld) van hetzelfde ras maar van verschillende herkomsten kunnen kwalitatief (instrumenteel en sensorisch) verschillend zijn. Binnen een ras heeft de behandeling op appels van verschillende herkomst een vergelijkbaar effect. Dus hoewel appels van verschillende telers qua smaak van elkaar kunnen verschillen is het effect van de behandeling op de appels steeds gelijk voor het ras.

Indien de appels inwendig bruin hebben wordt dit door de behandeling erger. Partijen die mogelijk inwendig bruin gaan vertonen in de nabewaring hebben dus zeker geen baat van de warmtebehandeling. Dit is in de onderzoeksperiode voorgekomen bij enkele partijen Elstar en de grovere maat Jonagold.

Vervolg

De warmtebehandeling heeft een positief effect op de smaak van Elstar. De behandelde appels zijn minder zuur en zoeter en zijn zelfs vaak steviger dan niet-behandelde appels. De methode heeft een betrouwbaar effect op de Elstar-appels. Er wordt daarom voorgesteld om de methode aan te passen voor gebruik in de praktijk.

Om de methode in de praktijk toe te passen is het praktischer de warmtebehandeling in te passen in de sortering bij inslag of na de bewaring. Gedacht wordt aan een warmwaterbehandeling zoals dat bijvoorbeeld bij mango's al wordt toegepast. Het voordeel hiervan is dat de techniek in principe beschikbaar is en de duur van de behandeling ingekort kan worden.

De optimale tijd en temperatuur van de waterbehandeling dient te worden getest.

De warmtebehandeling kan voor vroeggeplukte rode mutanten van Jonagold van groot belang worden. Door de sterke blos worden deze appels vaak te vroeg geplukt waardoor ze in de nabewaring onvoldoende op smaak kunnen komen en klachten geven bij de consument.

De behandeling geeft zulke appels dan een extra zetje in de goede richting.

Een uitwerking van de behandeling is ook voor Cox interessant. Een voor Cox aangepaste behandelingsmethode zal, naast een smaakverbetering, mogelijk de meligheid kunnen verminderen.

Appendix

Ingangskwaliteit van de appels 1996

Telers	Penetrometer (kg) Blos	Penetrometer (kg) Niet-blos	CBA Groenkleur Blos	CBA Groenkleur Niet-Blos
V. Diepen	8.2	7.9	1.64	1.77
Vd. Heide	7.8	7.6	1.43	1.56
Peters	8.7	8.0	1.51	1.44
Zijlstra	9.1	8.6	1.42	1.43
Kurver	6.9	6.4	1.33	1.78
Lagerwey	7.0	6.4	1.22	1.67
Vernooy	6.7	6.2	1.30	1.74
Woudenberg	6.8	7.0	1.41	1.65
Jongorius	7.8	7.4	1.36	1.71
Reinders	8.8	8.1	1.37	1.81
Slabbekoorn	8.1	7.3	1.33	1.80
Vogelaar	7.8	7.6	1.80	1.29

Telers	Citroenzuur (g/100g)	Appel Molkezuur (g/100g)	Sucrose (g/100g)	Glucose (g/100g)	Fructose (g/100g)	Sorbitol (g/100g)
V. Diepen	8.9	963	3.7	0.7	4.1	0.1
Vd. Heide	0.0	1032	4.9	0.7	4.3	0.2
Peters	5.6	715	2.8	1.5	5.7	0.6
Zijlstra	0.0	891	4.7	0.7	4.7	0.2
Kurver	5.9	740	4.1	0.6	4.8	0.3
Lagerwey	19.0	782	3.9	0.7	4.7	0.3
Vernooy	10.1	880	3.6	0.6	4.9	0.3
Woudenberg	14.2	963	3.6	0.7	5.0	0.3
Jongorius	4.0	663	3.5	1.1	5.7	0.2
Reinders	32.1	628	3.6	1.1	6.7	0.4
Slabbekoorn	4.0	439	3.7	1.2	6.7	0.3
Vogelaar	3.0	318	3.2	1.2	6.5	0.3

Ingangskwaliteit van de appels van 1997.

Telers	Penetrometer (kg) Blos	Penetrometer (kg) Niet-blos	CBA Groenkleur Blos	CBA Groenkleur Niet-Blos
V. Diepen	8.2	7.9	1.42	1.48
Vd. Heide	7.5	7.0	1.09	1.47
Peters	8.4	8.0	1.08	1.27
Zijlstra	7.8	7.6	1.18	1.24
Kurver	7.3	6.6	1.02	1.28
V. Bommel	6.0	5.5	1.00	1.50
Vernooy	6.9	6.2	1.07	1.28
Woudenberg	6.5	6.1	1.21	1.47
Jongerius	7.4	6.9	1.06	1.44
Reinders	7.5	6.6	1.77	1.38
Slabbekoorn	7.8	6.8	0.99	1.50
Vogelaar	7.1	6.8	0.99	1.44