

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek



Ontwikkeling van een nieuwe tomatendoos voor KNP BT

Henry Boerrigter
Gérard van den Boogaard
Anneke Polderdijk
Aart Zegveld
Kees van Weert

VERTROUWELIJK

ato-dlo



maart 1998

22415821



ATO-DLO

Ontwikkeling van een nieuwe tomatendoos voor KNP BT

VERTROUWELIJK

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

Henry Boerrigter
Gérard van den Boogaard
Anneke Polderdijk
Aart Zegveld
Kees van Weert

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Inhoudsopgave	Pagina
Samenvatting	4
1. Algemene inleiding	5
2. Doel van de experimenten	6
3. Experiment 1: Gastransmissie van MA-dozen variëren door verschillen- de afdekfolies toe te passen	7
3.1 Inleiding	7
3.2 Materiaal en methoden	7
3.3 Resultaten experiment 1	8
3.3.1 Conclusie gastransmissie	8
3.4 Modelberekeningen	8
3.4.1 Conclusie modelberekeningen	9
3.5 Algemene conclusie experiment 1	9
4. Experiment 2: Testen van nieuwe doosconcepten voor het verpakken van tomaten	10
4.1 Inleiding	10
4.2 Proefopzet, materiaal en methode	10
4.2.1 Verpakkingen	10
4.2.2 Product	10
4.2.3 Bewaaromstandigheden	10
4.2.4 Kwaliteitsmetingen	11
4.2.5 Gasmetingen	11
4.3 Resultaten en conclusies experiment 2	11
4.3.1 Stevigheid	11
4.3.2 Gewichtsverlies	14
4.3.3 Rot- en schimmel aantastingen	15
4.3.4 Kleur	15
4.3.5 Gasmetingen	16
4.4 Algemene conclusies experiment 2	16
5. Experiment 3: Verlenging bewaarduur tot 30 dagen met een nieuwe tomatendoos	18
5.1 Inleiding	18
5.2 Proefopzet, materiaal en methode	18
5.2.1 Verpakkingen	18
5.2.2 Product	18
5.2.3 Bewaaromstandigheden	18
5.2.4 Kwaliteitsmetingen	18
5.3 Resultaten en conclusies experiment 3	18
5.3.1 Rot- en schimmelaantasting	18
5.3.2 Stevigheid	19

5.3.3	Kleur	20
5.3.4	Gasmetingen	20
5.3.5	Gewichtsverlies	20
5.3.6	Gewichtstoename vochtadsorbanten	21
5.4	Algemene conclusie experiment 3	21
6.	Eindconclusies	22
7.	Literatuur	23

Samenvatting

Dit rapport bevat de resultaten van drie experimenten, die werden uitgevoerd in het kader van het KNP BT MA-project. Omdat er een relatief grote markt is voor tomatendozen is het aantrekkelijk vanuit het oogpunt van KNP BT om een nieuwe verpakking voor dit product te ontwerpen. Het uitgangspunt is, dat tomaten verpakt in een nieuwe verpakking beter houdbaar moeten zijn dan product verpakt in de huidige standaard doos. Uit eerder ATO-DLO verpakkings-onderzoek met tomaten was bekend, dat te snel zacht worden voorkomen kan worden door beperking van de indroging tijdens de distributie. Een MA-does heeft deze eigenschap; bovendien kan met MA-gascondities ook nog eens de doorkleuring c.q. rijping van tomaten worden geremd. Een belangrijke ingangspoort voor microbieel bederf zijn de groene kroontjes op de tomaten. Bij hogere vochtigheid, die nodig is om indroging te beperken, is er bij aanwezigheid van kroontjes meer kans op rot- en schimmelaantastingen. Op basis van deze voorkennis zijn na samenspraak met de doosconstructiegroep nieuwe doosconcepten voor tomaten ontwikkeld. De onderzoeks-aanpak was dat eerst van diverse typen MA-dozen de gastransmissie werd bepaald. Met deze gegevens en met behulp van het ATO-MA model zijn berekeningen uitgevoerd om de MA-condities te voorspellen. Op basis van deze uitkomsten zijn doostypes geselecteerd. De geselecteerde dozen zijn daarna verder getest middels productproeven. In deze proeven werden ook MH-dozen getest.

Het resultaat van de gastransmissie-meting was dat het sturen van gastransmissie via verschillende afdekfolies slechts beperkt mogelijk was. De modelberekening liet zien dat met de beschikbare doosconcepten geen optimale gasconditie kon worden bereikt. De beide productproeven bevestigden dat de aanwezigheid van kroontjes op de tomaten de beperkende factor is bij het streven naar een betere houdbaarheid van tomaten. Alle geteste doostypes (MH en MA) leverden nauwelijks of geen voordeel op ten opzichte van de huidige standaarddoos. In sommige gevallen werd zelfs een nadelig effect gevonden. Dit afwijkende resultaat met vorig onderzoek wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat de huidige geteste rassen niet langer snel zacht worden ongeacht hun omgevingscondities. De houdbaarheid is verbeterd. Daarmee is het toepassen van MH- of van MA-dozen bij tomaten veel minder relevant dan enkele jaren geleden.

1. Algemene inleiding

Eerder ATO-DLO onderzoek (1994) [lit.1] liet zien dat een consumenten MA-verpakking voorkomt, dat tomaten snel zacht worden. Het beperken van het vochtverlies via MA-folieverpakkingen was de bepalende factor voor het behoud van stevigheid van tomaten. De doorkleuring c.q. rijping van tomaten werd eveneens geremd door MA. Dit kwam door de gunstige gascondities in de MA-verpakking. Belangrijk in dit verband is de wetenschap dat te hoge CO₂-concentraties (> 10%) of te lage O₂-concentraties (< 3%) in een verpakking extra rot of smaakafwijkingen tot gevolg kunnen hebben.

Met een consumenten MA-verpakking is het dus mogelijk om twee belangrijke kwaliteitskenmerken positief te beïnvloeden. Een derde kwaliteitskenmerk, namelijk het ontwikkelen van schimmel en rot, verloopt in een MA-verpakking minder gunstig. In MA-verpakkingen ontwikkelt zich een hoge rv en wordt veel condensvocht gevormd, vooral bij hogere en wisselende temperaturen. Met name rijpe tomaten zijn bij deze condities gevoelig voor rotontwikkeling. Rot- en schimmelaantastingen beginnen via het kroontje of door beschadigingen. De productproeven in '93/'94 toonden aan dat de houdbaarheid van tomaten in een MA-verpakking bijna verdubbeld werd (van 12 dagen naar 21 dagen bij 18°C).

Een belangrijke voorwaarde bij optimale toepassing van MA-verpakkingen is dus dat het op de tomaat aanwezige kroontje verwijderd zou moeten worden. Tot nu toe wordt dit door Nederlandse marktpartijen als een onoverkomenlijk bezwaar gezien en staat het toepassing van MA in de weg. Het kroontje op de tomaat wordt gezien als een versheidsindicator en moeten daarom behouden blijven. Overigens kan in de praktijk worden geconstateerd dat van sommige tomaten van buitenlandse oorsprong het kroontje wel is verwijderd.

Een ander argument om MA-toepassingen in de praktijk niet uit te ontwikkelen was de trend bij de veredeling om nieuwe rassen te ontwikkelen die langer stevig blijven. Dit type rassen wordt inmiddels ook daadwerkelijk geteeld.

In opdracht van KNP BT zijn in 1997 de mogelijkheden onderzocht om een nieuwe doos voor tomaten te ontwikkelen. Deze nieuwe doos moet ten opzichte van de standaard doos een toegevoegde waarde verschaffen bij de afzet van Nederlandse tomaten. Uitgangspunt bij de selectie van nieuwe doostypes was dat de houdbaarheid of bewaarbaarheid van tomaten op gunstige wijze zou worden beïnvloed. Omdat het effect op de kwaliteit van tomaten in de vroegere MA-experimenten vooral via de vochtregulatie verliep, werden in deze experimenten naast MA-concepten ook de mogelijkheden van MH-dozen nagegaan.

Dit rapport beschrijft de resultaten van een experiment met gastransmissiemetingen aan diverse doostypes en twee experimenten met tomaten verpakt in geselecteerde doostypes. In het eerste productexperiment werden diverse doostypes (MA en MH) getest. In het laatste experiment werd nagegaan met de beste dozen uit het voorgaande experiment, of een door The Greenery gewenste maximale bewaarduur van 30 dagen kon worden bereikt. Met een dusdanig verlengde bewaarbaarheid is het wellicht mogelijk om duur vliegtransport te vervangen door goedkoper scheepstransport voor de zogenaamde verre bestemmingen. Dit zou een enorme markt-potentie voor een nieuwe tomatendoos kunnen betekenen.

2. Doel van de experimenten

De experimenten en metingen waren erop gericht een nieuwe tomatendoos te ontwikkelen waarmee Nederlandse tomaten beter houdbaar, dan wel langer bewaarbaar, zouden zijn.

3. Experiment 1: Gastransmissie van MA-dozen variëren door verschillende afdekfolies toe te passen

3.1 Inleiding

Om de MA-condities en daarmee het te verwachten kwaliteitseffect te kunnen schatten werd de gasdoorlaatbaarheid van diverse MA-dozen gemeten. Dit is middels gastransmissie-metingen aan lege dozen uitgevoerd. Om een brede range aan gastransmissies te verkrijgen werd nagegaan of dit kon worden bereikt door afdekfolies met zeer uiteenlopende eigenschappen toe te passen.

3.2 Materiaal en methoden

De gastransmissie werd bepaald door de afname te meten van in de dozen geïnjecteerd kooldioxyde [methode beschreven in lit. 2]. De metingen werden uitgevoerd met een gaschromatograaf: type Chrompack CP2002. De testdozen hadden de afmeting: 30*40*15 cm (l*b*h) conform de huidige standaard doos voor tomaten.

Om MA-dozen met verschillende gasdoorlaatbaarheid te krijgen is er gevarieerd in kartontypes waarvan de dozen waren gemaakt en ook door verschillende plastic vensters op de dozen aan te brengen van uiteenlopende materialen namelijk:

- 3 P-plus folietypes met respectievelijk code: PA30; PA60; PA120
- 1 PVDC-folie
- 1 PEBAX-folie

De eerste types PA hebben een oplopende doorlaatbaarheid die voor CO₂ en O₂ bijna gelijk is. PVDC is een barrièrefolie die vrijwel ondoorlatend is voor gassen. Pebax is een folie met een zeer hoge doorlaatbaarheid voor water en voor kooldioxyde en een lagere doorlaatbaarheid voor zuurstof. Per verpakkingsvariant zijn 4 dozen getest. Tijdens de metingen werden de dozen niet gestapeld.

Modelberekeningen

Na meting van de gastransmissie-eigenschappen van de geteste dozen werden berekeningen uitgevoerd met het ATO-MA-model [lit. 3]. De voor dit doel noodzakelijke respiratiegegevens van tomaten waren beschikbaar via het EU-Master project [lit. 4]. De resultaten van de berekeningen zijn gebruikt om een keuze te maken voor een drietal doostypen. Deze selectie is daarna getest met product in een vervollexperiment (zie hoofdstuk 4).

3.3 Resultaten experiment 1

In tabel 1 staan de resultaten van de gastransmissiemetingen.

Tabel 1: Gastransmissie (ml/min) per doors van MA-dozen voor tomaten bij 18°C

nr.	2z pe +pvdc	2z pe +pa30	2z pe +pa60	2z pe +pa120	2z pe +pebax	1z pe +pvdc
1	9.9	10.0	11.6	14.2	14.7	20.5
2	13.4	14.4	12.0	15.9	17.0	24.3
3	12.8	12.3	12.3	14.3	17.4	21.3
4	10.6	11.4	10.2	13.0	15.5	22.0
5	10.2	10.9	9.8	10.4	17.2	23.1
mean	11.4	11.8	11.2	13.6	16.4	22.2
std	1.5	1.5	1.0	1.8	1.1	1.3

Uit de tabel volgt dat het sturen van de gastransmissie via de eigenschappen van het venstermateriaal slechts beperkt mogelijk is: namelijk van 11 - 16 ml/min. De meeste varianten hebben praktisch dezelfde doorlaatbaarheid. Met de kunstfolie gemaakt van het polymeer pebax is de grootste verhoging van de transmissie bereikt. Duidelijk hoger is de gasdoorlaatbaarheid van een doos gemaakt van 1-zijdig pe-gecoat karton. De spreiding binnen een verpakkingsvariant is gering. Dit geeft aan dat het doosconcept robuust is en er wordt een herhaalbaar resultaat mee bereikt.

3.3.1 Conclusie gastransmissie

- Een 2-zijdig pe-gecoate MA-doos heeft ondanks grote variatie in afdekfolie-eigenschappen een goed reproduceerbaar gaslek met een maximaal bereik van ca. 11-16 ml/min.
- De gasdoorlaatbaarheidseigenschappen regelen via de eigenschappen van de afdekfolie is bij dit doosformaat slechts in beperkte mate mogelijk. Het effect op de uiteindelijke MA-gasconditie in een tomatendoos zal bij de uiterste waarden van genoemde range niet aantoonbaar verschillen.
- Het gebruik van 1-zijdige gecoat karton geeft een verdubbeling van het gaslek .

3.4 Modelberekeningen

In modelberekeningen werd steeds uitgegaan van de aanname dat lek gemeten via kooldioxyde voor zuurstof gelijk is. De hierbij verwachte gasconcentratie zou worden in een 6 kg MA-doos bij 12°C en een lek van 12 ml/min: 4.5% (3.0 en 5.8 = spreiding) CO₂ en 14% (12.2-16.2 = spreiding) O₂. Omdat de optimale MA-conditie voor tomaat: 5% O₂ en 5% CO₂ is, is de geteste doos in dit opzicht verre van optimaal te noemen. Hogere CO₂-condities en lagere O₂-condities dan 5-5 worden beschouwd als mogelijk schadelijk voor het product. Een voor tomaten geschikte doos zou dus bij 12°C een lek van 3-4 ml/min moeten hebben om de gewenste zuurstofconditie te bereiken. Echter op het moment van experimenteren was ca. 12 ml/min lekgrootte met een MA-doos het laagst haalbare. (Overigens werd met een andere handgemaakte serie broccolidozen (60*40cm) al eens een lekgrootte van 8ml/min bereikt).

Met een lek van 3 ml/min daalt de zuurstofconcentratie naar de gewenste waarde (5%). Echter bij het huidige concept, waarbij de ratio tussen O₂ en CO₂ gasuitwisseling ruwweg 1 is, zal de CO₂-concentratie stijgen tot boven de 10%. De ideale tomatendoos heeft dus een lekgrootte van 4 ml/min voor O₂ en 12 ml/min voor CO₂. Dit kan eventueel bereikt worden met dichtere dozen in combinatie met CO₂-adsorbanten of met zeer selectieve afdekfolies zoals pebax.

3.4.1 Conclusie modelberekeningen

- De geteste MA-doos is te lek om optimale MA (= O₂)-condities voor tomaten te bereiken. De lekgrootte voor de gewenste CO₂-concentratie is nagenoeg de gewenste.
- Een MA-doos voor tomaten moet meer CO₂ uitwisselen dan O₂.

3.5 Algemene conclusie experiment 1

- Een voor tomaten optimale MA-doos is bij het gekozen concept niet haalbaar.

4. Experiment 2: Testen van nieuwe doosconcepten voor het verpakken van tomaten

4.1 Inleiding

In dit experiment is het effect van "nieuwe" tomatendozen bepaald op de kwaliteit van tomaten in vergelijking met het effect van de huidige open standaarddoos. De nieuwe dozen werden geselecteerd op basis van de resultaten van experiment 1. Naast MA-dozen werden ook MH-dozen getest.

4.2 Proefopzet, materiaal en methode

4.2.1 Verpakkingen

Om een MA-doos voor tomaten te realiseren is uitgegaan van het bestaande basisontwerp MA-doos. Omdat er tomaten werden verpakt is de huidige standaardmaat 30 * 40 cm. en een hoogte van 15 cm. gekozen. De dozen waren gemaakt van 2-zijdig of van enkelzijdig pe-gecoat massief karton. De gastransmissie-metingen en de modelberekeningen (hoofdstuk 3) leidden tot de selectie van een MA-doos gemaakt van twee-zijdig pe-gecoat karton, afgedekt met een venster van respectievelijk **PVDC-folie; PA190 folie en Pebax-folie**.

Naast het testen van deze MA-dozen werd in dit experiment tevens een serie dozen getest met variatie in ventilatieopeningen. Met het oog op houdbaarheid zou het ook belangrijk kunnen zijn om een optimale relatieve vochtigheid in de verpakking te realiseren in plaats van te streven naar de meest gunstige gasconditie. Het laatste gaat noodzakelijkerwijs samen met de niet optimale rv van 100%. Tomaten met kroontjes gaan bij deze condities eerder schimmelen. De basis voor de **M(odified) H(umidity)** testdoos was een massief kartonnen paraatdoos voorzien van een telescoopdeksel. In de doos en deksel zijn 6 gaten, 2 handvatten en 8 bodemgaten (vouwlijn) en 4 hoekgaten gestansd. De totale openingsgrootte van een doos met deksel bedraagt 8500 mm² (berekend!). Om duidelijk verschillende rv's te krijgen werd het oppervlak van de ventilatieopeningen steeds gehalveerd.

De volgende MH-varianten werden getest: 8500 mm², 4200 mm², 2000 mm², 1000 mm² en 0 mm² ventilatieopening. De standaarddoos zonder deksel werd als referentie in de proef opgenomen.

4.2.2 Product

Als gevolg van een moeilijke voorafgaande teeltperiode was op de dag van aankoop alleen het ras Eclyps beschikbaar in de gewenste kwaliteitsklasse Super. Dit ras is economisch niet de belangrijkste; op dit moment is dat het ras Capita. Eclyps staat qua na-oogst raseigenschappen bekend als een superieur ras. Voorafgaand aan het verpakken werd van de helft van het product de kroontjes verwijderd.

4.2.3 Bewaaromstandigheden

De tomaten werden bewaard bij 12°C en 85% rv gedurende 17 dagen. Na opening van de dozen werden ook nog tomaten nabewaard bij 20°C en 65% rv gedurende 4 dagen.

4.2.4 Kwaliteitsmetingen

De kwaliteit van de tomaten is na 17 en 22 dagen bepaald door visuele en/of sensorische inspectie van kleur, geur, rot/schimmel aantastingen en stevigheid. Daarnaast werd ook instrumenteel de stevigheid gemeten met een Instron druk-trekbank volgens voor tomaten bepaalde protocollen [lit. 5]. Bij de kleurbepaling wordt gebruik gemaakt van een kleurenkaart opgesteld door Nederlandse en Belgische veilingen. Tevens zijn de gewichtsverliezen gemeten.

4.2.5 Gasmetingen

Gedurende de bewaring werd op twee momenten de gasconcentratie bepaald van de MA-dozen met behulp van een gaschromatograaf merk: Chrompack type CP2002.

4.3 Resultaten en conclusies experiment 2

4.3.1 Stevigheid

In tabel 2 staan de resultaten van de stevigheidsmetingen die met een Instron druk-trekbank werden uitgevoerd.

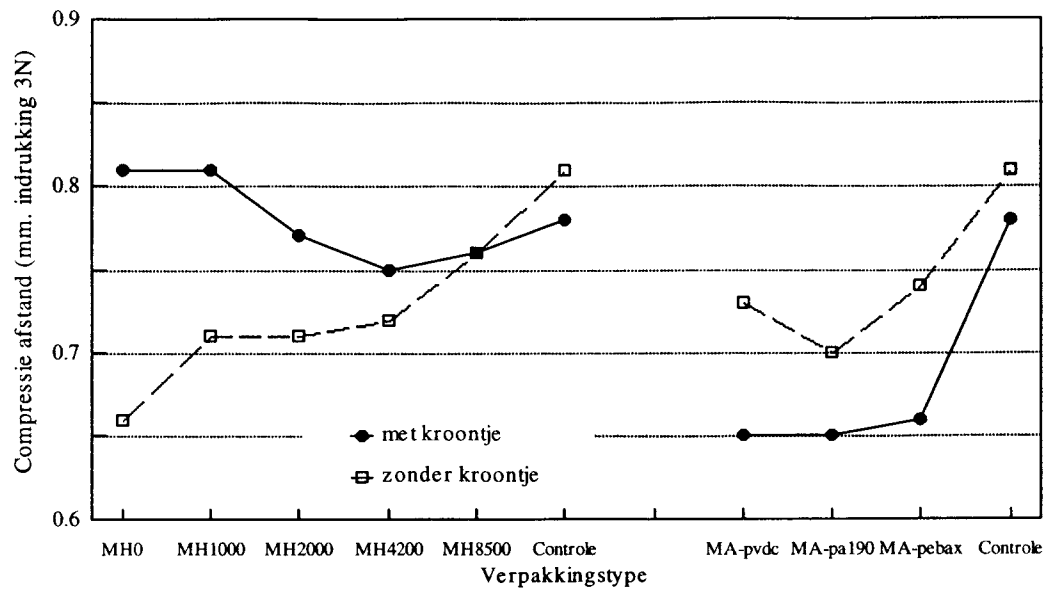
Tabel 2: Stevigheid van op verschillende wijze verpakte tomaten (cv. Eclyps) in mm's indrukking bij een belasting van 3N (Instron). Beginstevigheid was 0.67 mm

Verpakking	Na 17 dagen bewaring 12°C - 85% rv		Na 4 dagen uitstalling 20°C - 65% rv	
	met kroontje	zonder kroontje	met kroontje	zonder kroontje
MA-doos + Pebax folie	0.67	0.74	0.89	0.91
MA-doos + PVDC folie	0.65	0.75	0.86	0.91
MA-doos + PA190 folie	0.65	0.70	0.85	0.89
Standaard doos	0.78	0.81	1.04	1.07
MH-doos perf. 0 mm ²	0.81	0.66	0.93	0.91
MH-doos perf. 1000 mm ²	0.81	0.71	0.93	0.92
MH-doos perf. 2000 mm ²	0.77	0.71	1.02	0.95
MH-doos perf. 4200 mm ²	0.75	0.72	1.00	0.93
MH-doos perf. 8500 mm ²	0.76	0.76	0.94	0.98

* LSD-waarde ($P < 0.05$) is afzonderlijk bepaald van het doostype: MH of MA, maar ook van alle verpakkingsvarianten gecombineerd. De data van ieder beoordelingsmoment zijn als aparte subsets geanalyseerd. LSD MA-MH-totaal op dag 17 zijn respectievelijk: 0.056 - 0.050 - 0.050. Voor de uitstaldata gelden de volgende LSD-waarden: 0.088 - 0.076 - 0.082

De tomaten waren na 17 dagen bewaring nauwelijks zachter geworden en ook na 4 dagen uitstalling waren ze nog voldoende hard om goed verkoopbaar genoemd te kunnen worden. De verkoopbaarheidsgrenswaarde van tomaten ligt bij een stevigheid van ca. 1.5 mm. indrukking. De variantieanalyse (ANOVA) van de gegevens laat zien dat er een significant effect is van het doostype en van het al of niet aanwezig zijn van kroontjes op de tomaten. Opvallend is dat het effect van de kroontjes op het verlies van stevigheid afhangt van het doostype. In figuur 1 wordt dit meer aanschouwelijk gemaakt

Stevigheid na 17 dagen opslag bij 12°C en 85% rv



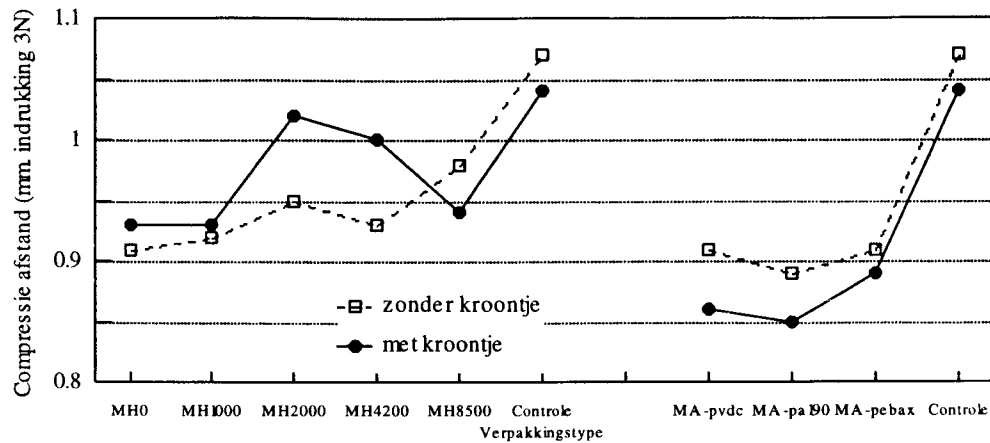
Figuur 1: Effect van verschillende verpakkingen op de stevigheid van Eclips tomaten

Tomaten waarbij het kroontje verwijderd is werden in MA-dozen zachter ten opzichte van tomaten met kroontjes: 0.75 vs. 0.69 mm. (LSD = 0.03). Bij de MH-dozen was het effect net andersom namelijk met kroontje: 0.78 mm vs. zonder kroontje: 0.73 mm (LSD = 0.02). Een verklaring voor dit onverwachte fenomeen is op basis van deze proefnemingen niet te geven. Beide effecten zijn significant bij een betrouwbaarheidsinterval van 95%. Opgemerkt kan worden dat alle tomaten vanuit handelsoogpunt gezien nog steeds zeer stevig waren. De grenswaarde voor verkoopbaarheid van deze tomaten ligt bij 1.5 mm indrukking.

Bij tomaten zonder kroontje kan ruwweg gesteld worden dat in MA-dozen en MH-dozen ongeveer dezelfde eindstevigheid bereikt werd. De open standaarddoos leidde tot duidelijk zachtere tomaten ten opzichte van MA-tomatens. Tomaten met kroontje bleven in MA-dozen steviger dan in MH-dozen. In de MH0-does bleven de tomaten zonder kroontje steviger dan in andere MH-dozen. De opvolgende MH-types veroorzaakten steeds zachtere wordende tomaten naarmate het openingspercentage toenam.

Figuur 2 laat zien dat na uitstalling (4 dagen 20°C) er nog maar weinig verschil in stevigheid was tussen de tomaten van de diverse behandelingen. Alle eerder geconstateerde verschillen blijven min of meer hetzelfde.

Stevigheid tomaten na 17 dagen bewaring gevolgd door 4 dagen uitstalling



Figuur 2: Stevigheid van Eclyps tomaten in diverse verpakkingen na bewaring en uitstalling

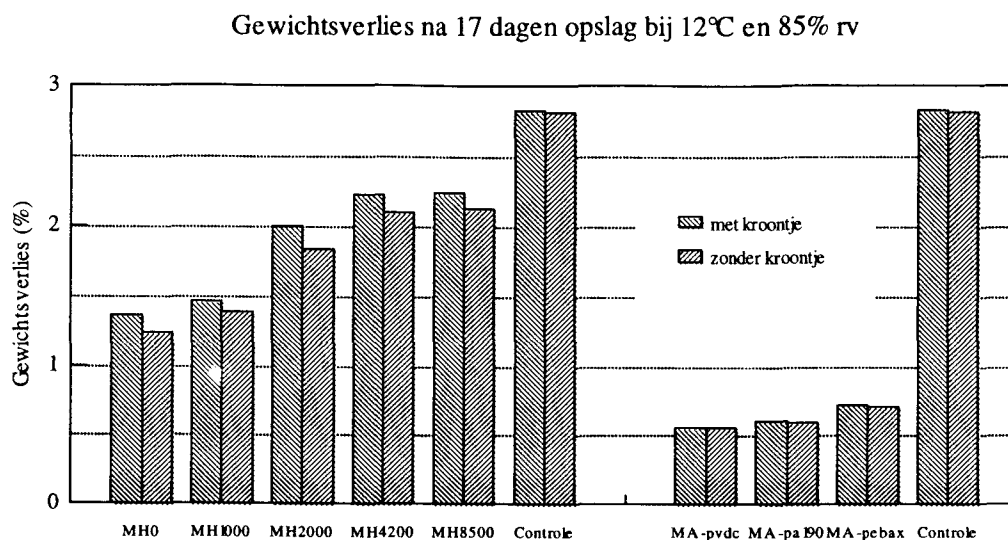
Nog steeds waren tomaten met kroontje uit MA-dozen steviger dan tomaten uit MH-dozen. Het effect is echter zeer klein en heeft weinig praktische waarde.

Conclusies stevigheid

- De geteste Eclyps tomaten zijn ongeacht de verpakking na een bewaarperiode van 17 dagen bij 12°C en 85% rv nog steeds zeer stevig.
- Uitstellen gedurende 4 dagen bij 20°C na voorafgaande bewaring heeft slechts een geringe negatieve invloed op de stevigheid. Verschillen tussen behandelingen worden verkleind.
- In MA-dozen worden tomaten zonder kroontje zachter dan tomaten met kroontje. In MH-dozen treedt een tegenovergesteld effect op.
- Er is geen verschil in stevigheid tussen MH- en MA-doostypes als daarin Eclyps tomaten zonder kroontje worden verpakt.
- Er is geen verschil in stevigheid tussen MA-dozen onderling. In MH-dozen gevuld met tomaten zonder kroontje neemt de stevigheid van de tomaten af, naarmate de dozen meer openingen bevatten.
- Ten opzichte van het verpakken in standaarddozen levert zowel MA als MH een positief effect op de stevigheid op. Dit verschil is echter zeer gering.

4.3.2 Gewichtsverlies

In figuur 3 staan de indrogingspercentages weergegeven van de diverse verpakkingen.



Figuur 3: Gewichtsverlies van tomaten in diverse verpakkingen

De tomaten in de MA-dozen verloren minder gewicht ten opzichte van de MH-dozen. Naarmate het openingspercentage van een doos toeneemt neemt ook het gewichtsverlies toe. Er is geen aantoonbaar verschil tussen MH0 en MH1000 en ook niet tussen MH4200 en MH8500. De andere MH-dozen verschillen wel significant. Er is een significant verschil tussen tomaten met of zonder kroontje in MH-dozen. In eerder ATO-onderzoek (1993) werd aangetoond dat er een vrijwel lineair verband was tussen het stevigheidsverlies en het gewichtsverlies. In deze proef werd dat opnieuw bevestigd voor tomaten zonder kroontje verpakt in MH-dozen. Tomaten met kroontje reageerden in de MH-dozenreeks niet hetzelfde (zie figuur 1). In MA-dozen is er geen aantoonbaar verschil in vochtverlies tussen doostypes en de "kroontjes" variatie. Tomaten met kroontje zijn echter wel steviger in MA-verpakkingen. Het zachter worden van tomaten door het kroontje te verwijderen kan dus niet worden verklaard via het gewichtsverlies.

Conclusies gewichtsverlies

- MA-dozen veroorzaken minder gewichtsverlies dan MH-dozen.
- Naarmate het openingspercentage van een MH-doos toeneemt stijgt het gewichtsverlies.
- In MH-dozen verliezen Eclips tomaten met kroontje meer vocht dan tomaten zonder kroontje.
- Het hoogste gewichtsverlies wordt aangetroffen in de standaarddoos.

4.3.3 Rot- en schimmel aantastingen

In tabel 2 staan de microbiële aantastingen weergegeven. In de nabewaring werden per variant 20 op het oog niet aangetaste tomaten uitgesteld.

Tabel 3: Microbiële aantasting van tomaten verpakt in diverse doostypes. Bewaring bij 12°C en 85% rv. Uitstalling bij 20°C en 65% rv

Verpakking	% rot				schimmel (klasse 0-5 0=geen)			
	17 dagen		17 + 4 dagen		17 dagen		17 + 4 dagen	
	+kr	-kr	+kr	-kr	+kr	-kr	+kr	-kr
MA-Pebax	6.7	0.7	4	0	3.3	0	1.8	0
MA-PVDC	8.3	1.3	3.5	0.3	3	0	1.5	0.3
MA-PA190	4.5	0.7	3.8	0	4	0	1.5	0
MH-0	1	0	1.8	0.8	2.8	0	1.5	0
MH-1000	3.3	0.7	3	0.3	2.8	0	1.3	0
MH-2000	0	0	0	0.3	1.8	0	0.3	0
MH-4200	0	0	0	1	0.8	0	0.5	0
MH-8500	0	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0
standaard	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0

LSD-waarde rot: 3.3

LSD-waarde schimmel: 0.8

Schimmel en rot trad vooral op in MA-dozen bij tomaten waarop het kroontje nog aanwezig was. Tomaten zonder kroontje vertoonden geen aantoonbare verschillen voor wat betreft alle onderzochte verpakkingstypes. Tomaten bewaard in MA-dozen bleken na uitstalling meer aantasting te vertonen dan wanneer ze afkomstig waren uit niet MA-dozen.

Conclusies rot- en schimmelaantastingen

- In MA-dozen gevuld met tomaten met kroontje treedt een ontoelaatbaar (> 2%) hoge microbiële aantasting op.
- Tomaten zonder kroontje zijn in alle doostypes te verpakken. Na 17 dagen zijn nog geen afwijkende aantastingen geconstateerd.
- Het verpakken in MA-dozen maakt tomaten met kroontje rotgevoeliger in de uitstalling.
- In de MH-reeks bevat een doos meer schimmel naarmate het openingspercentage afneemt. Dit geldt voor tomaten met kroontje

4.3.4 Kleur

De tomaten hadden op het moment van verpakken kleurstadium 7 volgens de kleurenkaart. In de MA-dozen werd na 17 dagen bewaring kleurstadium 8-9 bereikt. In alle andere verpakkingstypes waren de tomaten dan al volledig doorgekleurd en werd eindstadium 12 bereikt. Ook na 4 dagen uitstalling was de kleurontwikkeling van de MA-tomaten nog niet volledig. De tomaten uit de MA-dozen afkomstig bereikten dan kleurstadium 10-11. Een MA-conditie remt dus effectief de kleurontwikkeling c.q. de rijping. De aan- of afwezigheid van kroontjes had geen effect op de kleurontwikkeling.

Conclusie kleurontwikkeling

- Alleen MA-dozen remmen de doorkleuring c.q. de rijping van tomaten.

4.3.5 Gasmetingen

Na 10 dagen en 14 dagen bewaring werden in de MA-dozen de gasconcentraties gemeten. In tabel 4 staan de resultaten samengevat.

Tabel 4: Gasconcentraties in MA-dozen met tomaten bewaard bij 12°C en 85% rv

	CO ₂ -conc. (%-vol.)				O ₂ -conc. (%-vol.)			
	dag 10		dag 14		dag 10		dag 14	
	+ kr	- kr	+ kr	- kr	+ kr	- kr	+ kr	- kr
Verpakking								
MA-Pebax	4.3	4.3	4.3	3.5	16.5	16.4	16.4	17.3
MA-PVDC	6.5	8.7	6.9	7.5	15.3	13.8	15.0	14.6
MA-PA190	5.2	6.7	4.7	5.8	16.7	15.5	16.9	16.1
LSD-waarde	1.3		1.1		1.3		0.4	

In MA-dozen afgedekt met PVDC en PA190-folie is er een effect van aan- of afwezigheid van kroontjes op de gasconcentratie. De respiratie van de tomaten zonder kroontje ten opzichte van tomaten met kroontje was hoger want er werd een significant hogere CO₂ - en lagere O₂ -concentratie gemeten. Een goede verklaring hiervoor kan op basis van deze gegevens niet worden gegeven. De meest dichte folie (PVDC) leverde de meest extreme MA-conditie op. Dozen voorzien van deze afdekkfolie lieten ook meer rot zien. De bereikte gascondities zijn kennelijk schadelijk voor het product, aangezien er geen verschil in indroging was met dozen voorzien van PA190-folie. Het ATO-MA-model voorspelde een iets lagere CO₂ - en hogere O₂ -concentratie in de dozen dan gemeten werd (zie hoofdstuk 3.4), maar het resultaat valt nog net binnen de foutenmarge die verklaard kan worden bij deze berekeningen. In de berekeningen werd overigens uitgegaan van ademhalingsgegevens van andere partijen c.q. rassen.

Conclusies gasmetingen

- De gewenste MA-condities (5% O₂ en 5% CO₂) zijn volgens verwachting niet bereikt met de geteste dozen.
- Eclyps tomaten zonder kroontje vertonen in vergelijking met tomaten met kroontje een verhoogde ademhalingsactiviteit.
- Het regelen van gewenste gascondities in kartonnen MA-dozen via de eigenschappen van afdekkfolie is niet goed mogelijk.

4.4 Algemene conclusies experiment 2

- Tomaten van het ras Eclyps zijn met name op het punt van stevigheid zeer lang houdbaar. Na 17 dagen opslag bij 12°C zijn de tomaten nog steeds zeer stevig. Om verschillen aan te kunnen tonen moet een proef met bijv. langere bewaartijd worden uitgevoerd.
- De relatieve ongevoeligheid van het ras Eclyps voor zacht worden bij de onderzochte condities heeft tot gevolg dat een meerwaarde van alle nieuwe onderzochte doostypes niet is aan te tonen.

Een nieuw doostype voor stevig blijvende tomatenrassen als Eclyps is in verband met rotvorming alleen zinvol als de tomaten zonder kroontje worden verpakt. Dit is vooralsnog ongewenst vanuit marketing- en kostenoverwegingen.

- De effecten van MA/MH-verpakken zijn tijdens de proeven in geringe mate positief gebleken, met name gewichtsverlies, stevigheid en kleur. Ten aanzien van de rotgevoeligheid is er een negatief effect in MA-dozen geconstateerd. De positieve effecten zijn evenwel dermate gering dat commerciële toepassing voor dit type rassen (Eclyps) niet voor de hand ligt.

5. Experiment 3: Verlenging bewaarduur tot 30 dagen met een nieuwe tomatendoos

5.1 Inleiding

De resultaten van experiment 2 waren dusdanig (de tomaten werden niet zacht bij de gekozen condities) dat een aanvullend experiment nodig bleek. Dit experiment werd deels uitgevoerd met een ander ras, andere verpakkingen en gewijzigde opslagcondities. De keuzes werden mede bepaald na overleg met "The Greenery". Deze organisatie had speciale belangstelling voor opslag van tomaten gedurende 30 dagen. Het aanbevolen te onderzoeken ras (Prominent-"Tradiro") kon op het moment van de test, op het einde van het teeltseizoen, niet meer geleverd worden.

5.2 Proefopzet, materiaal en methode

5.2.1 Verpakkingen

In deze test werd één MH-doostype onderzocht en één type MA-doos. Naar aanleiding van de hoge rotpercentages in experiment 2 in de geteste MA-dozen werd in dit experiment het effect nagegaan of vochtadsorptie door vochtadsorbanten in de doos de eindkwaliteit van het product positief zou kunnen beïnvloeden. Daarom werd variatie aangebracht in de te testen MA-dozen. In de MA-doos (afgedekt met PA190-folie) werden of 1 of 2 sachets van 125g voorgedroogde vochtadsorbant in de doos gelegd. Deze adsorbant bevat voornamelijk calciumchloride. Als referentie diende de open standaarddoos. Totaal werden dus 5 doosvarianten getest.

5.2.2 Product

In dit experiment werden twee rassen getest namelijk: Eclyps en Capita.

5.2.3 Bewaaromstandigheden

Het verpakte product werd opgeslagen bij 10°C/90% rv gedurende 28 dagen. De relatief lage temperatuur werd gekozen omdat vrij rijp product werd verpakt. Verondersteld werd dat een zo laag mogelijke temperatuur moest worden gekozen omdat een voor tomaten zeer lange bewaarperiode overbrugd moest worden.

5.2.4 Kwaliteitsmetingen

Op identieke wijze als bij experiment 2 werd de kwaliteit gemeten. Dit gold ook voor gasmetingen en voor de bepaling van de indroging c.q. gewichtsverliezen.

5.3 Resultaten en conclusies experiment 3

5.3.1 Rot- en schimmelaantasting

Door late levering van de MA-dozen is op een zeer laat moment in het teeltseizoen namelijk op 23 oktober deze proef ingezet. Kwalitatief zijn tomaten dan veel minder dan op andere momenten in het seizoen. Dat bleek ook nu het geval. Al na 14 dagen werd op de tomaten in de MA-dozen volop schimmelgroei en rotaantastingen geconstateerd. Dit was in de vorige proef in dezelfde verpakking niet in die mate opgetreden. Besloten werd om de voorgenomen bewaarperiode (28 dagen) toch in acht te nemen.

Na 28 dagen bleken alle tomaten in alle MA-dozen volledig beschimmeld en merendeels verrot. In tabel 5 staan de resultaten weergegeven.

Tabel 5: *Percentage rotte tomaten verpakt in verschillende doostypes. Opslag: 28 dagen 10°C en 90% rv*

Verpakking	Eclyps		Capita	
	met kroontje	zonder kroontje	met kroontje	zonder kroontje
standaard	5	3.8	3.8	7.5
MH	12.5	3.8	51	23
MA	100*	100	100	100
MA+adsorbant	100	100	100	100
MA+2adsorbant	100	100	100	100

* Door het uiteenvallen van rotte tomaten bleek het niet meer mogelijk de exacte aantallen vast te stellen. Daarom is de inhoud van de MA-dozen als 100% rot gekwalificeerd.

De visuele inspectie van de inhoud van de MA-dozen leidde tot de volgende kwalificaties: het resultaat met alle MA-dozen is zo slecht dat alleen in kwalitatieve zin opmerkingen zijn te geven, namelijk: het ras Capita vertoont meer rot dan Eclyps; tomaten met kroontje zijn meer aangetast dan tomaten zonder kroontje; meer vochtadsorbant leidt tot vermindering van de rotaantasting.

De aantastingspercentages in de open dozen waren veel lager. De MH-doos veroorzaakt bij beide onderzochte rassen meer rot dan de standaarddoos. Een acceptabele limiet voor de eindgebruiker ten aanzien van het kwaliteitsaspect rot is ca. 1 a 2% (maximaal 2 tomaten in een doos van ca. 80 stuks). In dit experiment is het onderzochte product dus te lang bewaard bij de gekozen bewaar temperatuur. Deze proef geeft geen uitsluitel of de ingangskwaliteit, de gekozen temperatuur, de raskeuze of het rijpheidsstadium hiervoor de bepalende factor is geweest. De standaarddoos functioneerde in deze proef het beste. Deze goede prestatie van de standaarddoos is waarschijnlijk te wijten aan de relatief gunstige bewaarcondities (10°C/90% rv).

Overigens lijkt het er op dat een bewaartermijn van ca. 30 dagen met iets betere tomaten en op een ander moment in het seizoen toch haalbaar is. Dit zal voor The Greenery de moeite van verder onderzoek zeker waard zijn, om nieuwe afzetmethodes en markten voor Nederlandse tomaten mogelijk te maken.

5.3.2 Stevigheid

Vanwege de hoge rotpercentages in alle MA-dozen worden alleen resultaten van de standaard-doos en de MH-doos vermeld. In tabel 6 staat de stevigheid van deze tomaten zoals die zijn gemeten met de Instron druk-trekbank. Bij inzet waren de tomaten stevig namelijk 0.75 mm indrukking voor zowel Eclyps als Capita.

Tabel 6: Stevigheid (mm's indrukking bij een belasting van 3N) van tomaten verpakt in verschillende doostypes. Opslagconditie: 28 dagen bij 10 °C en 90% rv

Verpakking	Eclyps		Capita	
	met kroontje	zonder kroontje	met kroontje	zonder kroontje
standaard	1.45	1.42	1.22	1.19
mh-does	1.37	1.49	1.13	----*

* Door teveel rot in deze dozen kon geen stevigheid worden bepaald. LSD= 0.06 (P<0.05)

Uit tabel 6 blijkt dat Capita tomaten duidelijk steviger blijven dan Eclyps tomaten. Capita is qua stevigheid nog goed verkoopbaar (grenswaarde ca. 1.4 mm indrukking). De Eclyps tomaten bevinden zich qua stevigheid op de grens van verkoopbaarheid. Zowel het doostype als het aspect kroontjes vertoont in dit experiment bij deze condities geen duidelijk effect op de stevigheid.

5.3.3 Kleur

De tomaten waren bij het verpakken in kleurstadium 7. Op dag 28 waren alle tomaten in stadium 10, behalve Capita verpakt in MH-dozen. Deze tomaten bereikten kleurstadium 11. De reden voor dit kleine effect is niet duidelijk.

5.3.4 Gasmetingen

De gasconcentratie werd in een 12-tal MA-dozen (gevuld met 250g adsorbant) na 10 en 20 dagen opslag gemeten. Het resultaat was dat op dag 10 de gemiddelde gasconcentratie van beide rassen gelijk was namelijk 4% CO₂ en 17% O₂. (STD respectievelijk 0.5 en 1.1%). De metingen van dag 20 blijken achteraf niet betrouwbaar en worden weggelaten.

5.3.5 Gewichtsverlies

Van alle tomaten in de testdozen werden de gewichtsverliezen bepaald. Door de grote hoeveelheid rotte en daardoor opengebarsten tomaten in MA-verpakkingen is het alleen relevant om de verliezen van de andere dozen weer te geven. Opengebarsten tomaten staan namelijk veel meer vocht af dan intacte tomaten. De meetgegevens staan in tabel 7 vermeld.

Tabel 7: Gewichtsverlies (%) van verschillend verpakte tomaten. Opslagcondities: 28 dagen 10°C en 90% rv

Verpakking	Eclyps		Capita	
	met kroontje	zonder kroontje	met kroontje	zonder kroontje
standaard	4.4	5.2	4.3	4.7
mh-does	4.1	4.1	4.4	3.7

LSD= 0.4 (P<0.05)

De resultaten zijn niet consistent. Ook dit is waarschijnlijk te wijten aan het voorkomen van rotte opengebarsten tomaten in verpakkingen. Het is overigens bekend dat tomaten een variërende gevoeligheid hebben voor scheurvorming c.q. openbarsten. Dit fenomeen wordt vooral bepaald door teeltfactoren. Bewaring bij hoge rv kan het verschijnsel scheurvorming versterken. In de standaarddoos verloren tomaten zonder kroontje iets meer gewicht dan tomaten met kroontje. Alle tomaten verloren ongeveer evenveel gewicht in de meetperiode.

5.3.6 Gewichtstoename vochtadsorbanten

De vochtadsorbanten in MA-dozen werden toegevoegd in de vorm van sachets van 125g voorgedroogd droogmiddel. Ongeacht of er twee of één sachet werd toegevoegd, was de vochtadsorptie van alle sachets gelijk. Elke sachet nam ca. 75g vocht op uit de (deels verrotte) tomaten.

5.4 Algemene conclusie experiment 3

- De gekozen opslagtijd is te lang geweest voor de verpakte tomaten. Factoren die een rol hebben gespeeld zijn: ingangskwaliteit, raskeuze, rijpheidsstadium en opslagtemperatuur.
- De standaard-verpakking functioneert bij de opgelegde condities het beste van alle geteste verpakkingsvarianten. De MA-dozen functioneren helemaal niet.
- Door de zeer hoge rotpercentages is het maar beperkt mogelijk om effecten van inputvariabelen aan te tonen.
- Het ras Capita is rotgevoeliger dan het ras Eclyps in deze proef. Er is echter maar één herkomst getest. Er is dus geen algemene geldigheid voor deze conclusie.
- In deze proef blijft het ras Capita steviger dan het ras Eclyps. Hierbij geldt ook dat slechts één herkomst is getest.
- Het lijkt mogelijk om met tomaten een bewaarperiode van 30 dagen te overbruggen. Een voorwaarde daarbij is om tomaten te kiezen die vrij ongevoelig voor rot zijn. Dit kan bereikt worden door middel van of teelttechniek en/of door raskeuze. Daarnaast zijn optimale bewaarcondities vereist. Er is een ander type experimenten nodig om dit te onderzoeken.

6. Eindconclusies

- De geteste nieuwe doosconcepten voor tomaten laten alleen voordeel zien als de kroontjes op de tomaten verwijderd worden. Dit is voor Nederlandse tomaten praktisch en marketing-technisch een groot bezwaar.
- De geteste rassen: Eclips en Capita blijven bij de opgelegde omgevingscondities zeer stevig en kunnen bij specifieke opslagcondities zelfs tot ca. 30 dagen worden bewaard.
- De kwaliteit c.q. houdbaarheid van de geteste partijen wordt het meest beperkt door rotaantastingen en in veel mindere mate door zacht worden en doorkleuring.
- Doosconcepten bedoeld om indroging (is zacht worden) te beperken vertonen een verhoogde rotontwikkeling. Dit is het gevolg van een microklimaat met een verhoogde rv in deze dozen ten opzichte van de open standaarddozen.
- Het verwijderen van kroontjes bij tomaten heeft behalve een microbiel effect ook een effect op de fysiologie van het product namelijk op de ademhaling en op de vochtafgifte.
- Het regelen van gastransmissie van MA-dozen via de permeatie-eigenschappen van plastic afdekfolies heeft een te klein bereik en is derhalve van geringe praktische betekenis.
- Bij langdurige bewaring functioneert de huidige standaarddoos beter dan de andere geteste doosconcepten met name in relatie met rotaantastingen.

7. Literatuur

- 1) Haalbaarheidsstudie: Ontwikkeling en toepassing van een praktijk-naoogst-modified atmosphere systeem voor de Nederlandse tomaat voor verbetering van stevigheid, kwaliteit, smaak, transport- en bewaarmogelijkheden. ATO-DLO rapport B098 Van der Valk e.a. (1994).
- 2) Real world dynamic load test of a corrugated paperboard MA-box filled with Elstar apples. Evaluation of gas composition, quality effects and modelling. ATO-DLO progress report July 1997. Boerrigter H.A.M. e.a.
- 3) A dynamic and generic model on the gas exchange of respiring produce: the effects of oxygen, carbon dioxide and temperature. Hertog, M.L.A.T.M., H.W. Peppelenbos, R.G. Evelo, L.M.M. Tijskens (1996) Submitted to Postharvest Biology and Technology
- 4) Modified Atmosphere Systems in varying Temperature Regimes: Master. EC-air project no AIR2-CT-1326. Progress report # 3/4.
- 5) Predictive model of keeping quality of tomatoes. Polderdijk J.J. e.a. Postharvest Biology and Technology, 2 (1993) 179-185.