



**ATO- DLO**

## **Ontwikkeling en implementatie van een MH-verpakking voor Paprika**

**Rapportage van het derde jaar**

Rapport B305 / januari 1998

**VERTROUWELIJK**

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

G.J.P.M. van den Boogaard  
L.H.J. Janssen  
J.P.J. de Wild  
J.J. Polderdijk  
A.C. Berkenbosch

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, ver-  
meerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2221513

## Inhoudsopgave.

<b>SAMENVATTING</b>	<b>3</b>
<b>1. ALGEMENE INLEIDING.</b>	<b>4</b>
<b>2. RELATIE TUSSEN GEWICHTSVERLIES EN STEVIGHEIDSVERLIES.</b>	<b>5</b>
2.1. INLEIDING.....	5
2.2. MATERIAAL & METHODE.....	5
2.3. RESULTATEN.....	5
2.4. CONCLUSIES.....	6
<b>3. AFKOELGEDRAG VAN DE NIEUWE PAPRIKA DOOS.</b>	<b>7</b>
3.1. INLEIDING.....	7
3.2. MATERIAAL & METHODE.....	7
3.3. RESULTATEN.....	9
3.4. CONCLUSIES.....	10
<b>4. PRODUCTKWALITEIT.</b>	<b>11</b>
4.1. INLEIDING.....	11
4.2. RAS, HERKOMST EN SEIZOENSEFFECTEN.....	11
4.2.1. <i>Inleiding</i> .....	11
4.2.2. <i>Materiaal &amp; Methode</i> .....	11
4.2.3. <i>Resultaten</i> .....	12
4.2.4. <i>Conclusies</i> .....	14
4.3. EFFECT VAN AFWIJKINGEN OP DE ONTWIKKELING VAN ROT.....	14
4.3.1. <i>Inleiding</i> .....	14
4.3.2. <i>Materiaal &amp; Methode</i> .....	14
4.3.3. <i>Resultaten</i> .....	15
4.3.4. <i>Conclusies</i> .....	15
<b>5. ALGEMENE CONCLUSIES.</b>	<b>16</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>17</b>

## Samenvatting.

Het doel van dit project is de ontwikkeling en implementatie van een MA-transportverpakking voor met name de export van Nederlandse paprika's.

De paprika's zijn in de nieuw ontwikkelde doos langer houdbaar, waardoor de afzetketen kan worden verlengd en de consument een product krijgt aangeboden met een maximale kwaliteit. Dit is zowel in het belang van de consument, als in het belang van alle betrokken schakels in de afzetketen.

Uit eerder onderzoek uitgevoerd in het kader van dit project is gebleken dat door het optimaliseren van de bewaarcondities de houdbaarheid/kwaliteit van de paprika's kan worden verbeterd. De bewaarcondities die het meest invloed hebben op de kwaliteit zijn temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. De temperatuur in de afzetketen hangt af van de mate waarin koelfaciliteiten tijdens de afzet aanwezig zijn en of deze efficiënt worden benut.

De nieuw ontwikkelde verpakking is toegespitst op het creëren van een optimale relatieve luchtvochtigheid voor de paprika's onder alle omstandigheden in de keten.

Om uitspraken te doen over de robuustheid en de kwaliteitsvoordelen van de huidige MA-verpakking zijn drie onderzoeksvraagstukken onderzocht.

### 1. Wat is de relatie tussen kwaliteit en bewaarcondities.

Er is onderzocht of gewichtsverlies een goede objectieve maat is voor de kwaliteit (stevigheid) van de paprika's. Om te onderzoeken of er naast gewichtsverlies nog andere factoren een rol spelen bij stevigheidsverlies, zoals veroudering en rijping, is de relatie tussen gewichtsverlies en stevigheid bij verschillende temperaturen, relatieve luchtvochtigheid en bewaarduur vastgesteld.

#### **Conclusie**

*Gewichtsverlies verklaard voor 84% stevigheidsverlies.*

### 2. Wat is het afkoelgedrag van de nieuwe doos.

De nieuw ontwikkelde doos heeft een hogere weerstand tegen koellucht dan de standaarddoos. Deze hogere weerstand heeft invloed op het afkoelgedrag. In twee experimenten is de invloed van de hogere doorstromingsweerstand van de nieuwe doos vergeleken met de huidige doos.

#### **Conclusie**

*Paprika's verpakt in de nieuwe doos laten mits correct behandeld een vergelijkbare afkoelsnelheid zien met de paprika's verpakt in de standaarddoos.*

### 3a. Is de doos bruikbaar voor alle rassen gedurende het hele seizoen.

Er zijn in de loop van het jaar vier experimenten uitgevoerd om inzicht te krijgen in het effect van de nieuwe doos op diverse rassen, kleuren, herkomsten en teeltperiodes. Dit is gedaan door praktijksimulaties in de ATO-DLO laboratoria, zowel vliegtuig- als scheepstransport. Tijdens deze inventarisatie is de nieuwe doos vergeleken met de huidige standaarddoos.

#### **Conclusie**

*De nieuwe doos heeft een gunstig effect op het kwaliteitsbehoud van paprika's gedurende het gehele teeltseizoen in vergelijking met de standaarddoos.*

### 3b. Wat is het effect van afwijkingen.

Er is gekeken naar het effect van afwijkingen op de uiteindelijke kwaliteit van het product. Bij dit experiment lag de nadruk op het wel dan niet optreden van rot.

#### **Conclusie**

*Product met afwijkingen t.a.v. kwaliteit geeft zowel in de nieuwe als in de standaarddoos problemen t.a.v. rot.*

## 1. Algemene inleiding.

Het doel van dit project is de ontwikkeling en implementatie van een MA-transportverpakking voor met name de export van Nederlandse paprika's.

In de eerste twee jaren van het project is onderzocht welke bewaarcondities een positief effect hebben op de kwaliteit van paprika's. In deze eerste onderzoeken is gevonden dat de kwaliteit van paprika's het gunstigst wordt beïnvloed door een juiste relatieve luchtvochtigheid. Andere bewaarcondities hebben op paprika's weinig effect (rapportage van het eerste jaar, rapport B206, juli 1996). Een onduidelijk punt was nog hoe de relatie is tussen bewaarcondities en kwaliteit.

Aan het eind van het tweede jaar is een pilot test uitgevoerd met een in samenwerking met KNP BT nieuw ontwikkelde paprikadoos. Deze test liet erg goede resultaten zien, een substantiële verlenging van de houdbaarheid. Om inzicht te krijgen in de gebruiksmogelijkheden van deze nieuwe doos is onderzocht wat de toepassingsmogelijkheden zijn van deze nieuwe doos. Hierbij is gelet op seizoenseffecten, ingangskwaliteit en eventuele randvoorwaarden bij het inpassen in de reguliere afzet.

Om al deze vragen te beantwoorden zijn er een drietal vragen geformuleerd. Deze onderzoeksvragen zijn opgesteld in samenspraak met de begeleidingscommissie van dit project. De gestelde vragen zijn de volgende.

1. Wat is de relatie tussen bewaarcondities en kwaliteit.
2. Wat is het afkoelgedrag van de nieuwe doos.
3. A. Is de doos bruikbaar voor alle rassen gedurende het hele seizoen.  
B. Wat is het effect van afwijkingen.

Iedere onderzoeksvraag is in een apart hoofdstuk uitgewerkt.

## 2. Relatie tussen gewichtsverlies en stevigheidsverlies.

### 2.1. Inleiding.

Een van de belangrijkste kwaliteitskenmerken van paprika's is de stevigheid. Slappe paprika's zijn onverkoopbaar. De stevigheid van paprika's kan door middel van de juiste bewaarcondities en verpakking relatief eenvoudig worden beïnvloed. Nog onvoldoende bekend is in hoeverre stevigheidsverlies kan worden verklaard door gewichtsverlies. In dit hoofdstuk worden onderzoeksresultaten gepresenteerd van onderzoek naar de relatie tussen gewichtsverlies en stevigheid bij verschillende temperaturen, relatieve luchtvochtigheid (r.v.) en bewaarduur.

### 2.2. Materiaal & methode.

#### *Product.*

Het onderzoek is uitgevoerd in juni 1997. Er werd gebruik gemaakt van rode en gele paprika's van de klasse I super in de sortering 80-100 mm.

#### *Opslag.*

De paprika's zijn bewaard bij drie temperaturen: 8°, 18° en 25°C en bij drie verschillende relatieve luchtvochtigheden: 100% (hoog), ± 93% (midden) en ±85% (laag) r.v.. In totaal zijn er negen combinaties onderzocht. Dit resulteert in een reeks gewichtsverliezen. De invloed van temperatuur of bewaarduur op gewichtsverlies wordt duidelijk uit deze reeks. Bovendien is onderzocht of temperatuur en bewaarduur van invloed zijn op het optreden van rot.

De bewaarcondities zijn gerealiseerd in een zogenaamd doorstroomsysteem. In deze proefopstelling kunnen temperatuur, gasconcentraties en r.v. nauwkeurig worden geregeld per proefeenheid (een container van 70 liter). De diverse opslagcondities werden in 4-voud herhaald met 5-15 paprika's per proefeenheid.

De bewaarduur was 6 dagen bij 8°, 18° en 25°C en 14 dagen bij 8° en 18°C.

#### *Metingen.*

Aan het product werden de volgende metingen verricht:

- Gewichtsverlies na bewaringen.
- Productkwaliteit (bepaald door stevigheid en rotaantasting).

De stevigheid wordt uitgedrukt op een schaal van 0 tot 5 waarbij een 0 voor een harde paprika staat. Bij een waardering van een 5 is het product slap en rimpelig. Als grens van acceptatie geldt een waardering van 3. Per experimentele eenheid van 5-15 paprika's werd de gemiddelde stevigheid berekend.

#### *Data analyse*

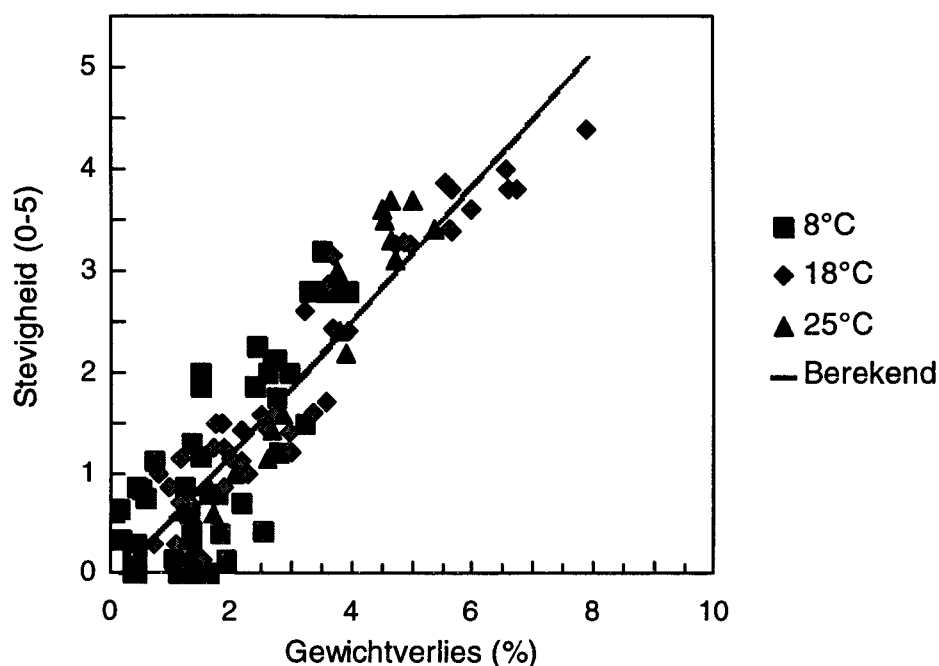
Door middel van een ANOVA (variantieanalyse) met het statistisch dataverwerkingsprogramma GENSTAT werd nagegaan of de gevonden verschillen betrouwbaar zijn. Als er een verschil tussen behandelingen wordt aangegeven is dit een significant verschil bij een betrouwbaarheidsinterval van tenminste 95%.

### 2.3. Resultaten.

In dit experiment is geen rot vastgesteld.

In figuur 1 is de relatie tussen gewichtsverlies en stevigheid weergegeven. Stevigheid is voor paprika's naast de aan- of afwezigheid van rot het belangrijkste kwaliteitskenmerk. Uit deze figuur blijkt een duidelijk verband tussen deze twee meetwaarden. De correlatie tussen stevigheid en gewichtsverlies is een lineairverband en wordt voor 84% verklaard.

**Figuur 1. Relatie van gewichtsverlies met stevigheid bij drie temperaturen van rode en gele paprika's.**



De ervaring leert dat 84% relatief hoog is, gezien de biologische spreiding binnen de partij paprika's (zweelscheurtjes, dikte van het vruchtvlees e.d.).

In tabel 1 staan een aantal bewaarcondities. Een optimaal kwaliteitsbehoud van de paprika's ten aanzien van stevigheid wordt bereikt door het gecombineerde effect van temperatuur en r.v. (dampspanningsdeficiet). Het dampspanningsdeficiet bepaalt het gewichtsverlies en dus de stevigheid van de paprika's.

**Tabel 1. Stevigheid en gewichtsverlies van rode paprika's bij verschillende temperaturen r.v. na 6 dagen bewaring.**

18°C	100%	0,7	0,9%
18°C	93%	1,3	2,6%
18°C	85%	1,8	3,8%
8°C	85%	0,9	1,8%
18°C	85%	1,8	3,8%
25°C	85%	3,4	4,5%

#### 2.4. Conclusies.

- Het gewichtsverlies van paprika's verklaart voor een groot gedeelte (84%) het stevigheidsverlies. Dit was bij alle onderzochte condities (tijd, temperatuur en r.v.) het geval.
- Paprika's die 6 dagen zijn bewaard bij 25°C en 100% r.v. hadden nog steeds een goede kwaliteit (geen rot en stevig).
- Het is mogelijk om aan de hand van de ketencondities het gewichtsverlies van de paprika's in te schatten en vervolgens aan de hand daarvan de stevigheid te voorspellen van de betreffende paprika's op het einde van de keten.

### 3. Afkoelgedrag van de nieuwe paprikadoos.

#### 3.1. Inleiding.

Paprika's worden in verband met de kwaliteit gekoeld m.b.v. doorstroomkoeling. De nieuw ontwikkelde doos heeft een hogere weerstand tegen koellucht dan de standaarddoos en de vraag is dan ook of deze hogere luchtweerstand invloed heeft op het afkoelgedrag (met name de afkoeltijd).

In twee experimenten (juli en augustus) is de invloed van de hogere weerstand van de nieuwe doos op de afkoelsnelheid vergeleken met de afkoelsnelheid van de huidige doos. De experimenten zijn uitgevoerd om het afkoelgedrag van de nieuwe doos te vergelijken met het afkoelgedrag van de standaarddoos. Het eventuele verschil in kwaliteitsverlies veroorzaakt door de verschillen in afkoelsnelheid is vastgesteld. In een vervollexperiment is gekeken of maatregelen die de afkoelsnelheid kunnen verbeteren werkelijk effect sorteerden.

De experimenten zijn uitgevoerd in de koelfaciliteiten van "The Greenery International" locatie Bleiswijk.

#### 3.2. Materiaal & methode.

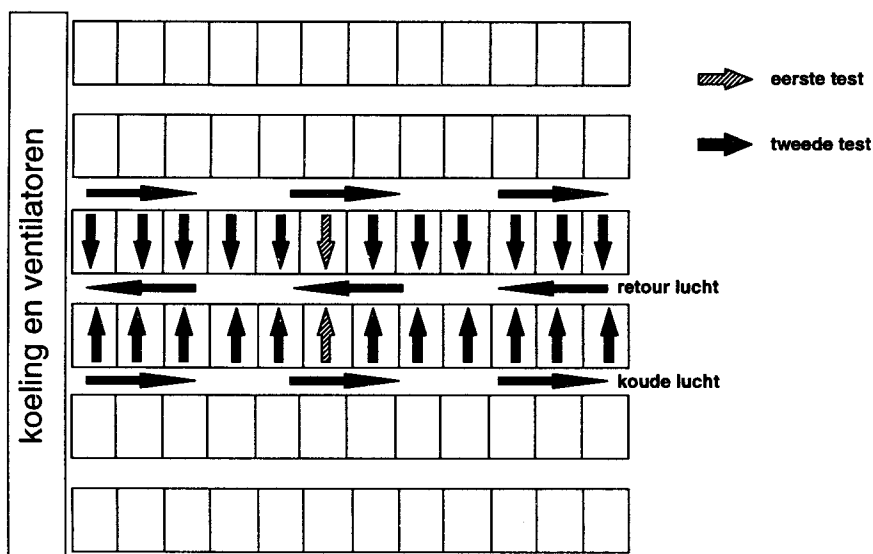
##### *Pallet stapeling.*

In beide experimenten is gebruik gemaakt van het standaardformaat pallets (100 cm\*120 cm), tachtig dozen in 8 lagen van 10 dozen met 5 kg paprika's.

##### *Koeling en opstelling.*

De opstelling in de doorstroomkoelcel is schematisch weergegeven in figuur 2. In een doorstroomkoelcel staan 6 rijen pallets, ledere rij bestaat uit 12 pallets. De bovenzijde van twee rijen pallets wordt afgesloten met een luchtdichte canvasdoek zodat twee rijen samen een "koeleenheid" vormen waar de koellucht geforceerd doorheen wordt gezogen.

**Figuur 2. Opstelling van pallets in de doorstroomkoelcel. Plaats van de gemeten pallets in de eerste en de tweede test.**



##### *Metingen.*

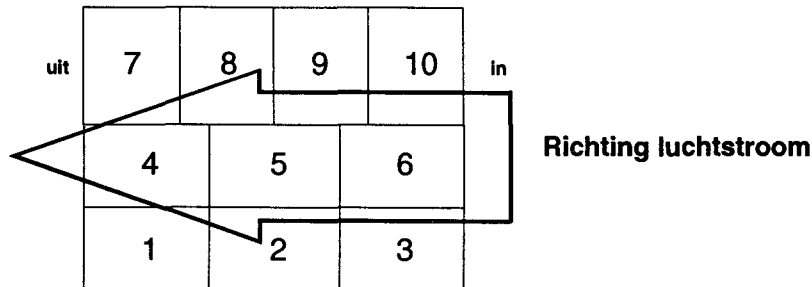
##### Experiment I.

Van één pallet met nieuwe dozen en één pallet met standaarddozen is de temperatuur gemeten tijdens het koelen. De plaats van de pallets waarvan de temperatuur is gemeten is aangegeven in figuur 2. In iedere "meetpallet" is in drie lagen de temperatuur gevolgd nl. in laag 2, 4, en 6 (laag 1 is de onderste laag direct op de pallet). De dozen waarin de temperatuur is gemeten hadden diverse posities in de laag, nl. positie 2, 4 en 6, zie figuur 3 voor de nummering van posities in een laag.

### Experiment II.

De tweede meting is uitgevoerd met 24 pallets nieuwe dozen in de "koeleenheid". Ook in deze test is de temperatuur van dozen in twee pallets gemeten. De plaats van deze twee pallets in de "koeleenheid" is aangegeven in figuur 2. In deze test is de temperatuur van alle dozen in één laag (laag 6) gemeten.

**Figuur 3. Positie nummering van dozen in een laag.**



### Productkwaliteit.

Om op een snelle en efficiënte manier het effect van het afkoelproces op de kwaliteit van het product te meten is het gewichtsverlies veroorzaakt door de koeling bepaald. Zoals beschreven in hoofdstuk twee is gewichtsverlies een goede indicatie voor het belangrijkste kwaliteitskenmerk: stevigheid van de paprika's.

### Data-analyse.

De afkoelsnelheid wordt uitgedrukt in de halfwaarde-tijd. De halfwaarde-tijd geeft de tijd aan die nodig is om de temperatuur tussen  $T_{\text{begin}}$  en  $T_{\text{eind}}$  te halveren. Aan de hand van de halfwaarde-tijd kunnen afkoelprocessen met verschillende temperatuur niveaus en tijdsduren toch met elkaar worden vergeleken.

Het gemeten temperatuurverloop is geanalyseerd door een exponentiële functie te fitten op de gemeten curven. Deze functie heeft de volgende beschrijving:

$$T(t) = T_{\text{eind}} + (T_{\text{begin}} - T_{\text{eind}}) e^{-t \frac{\alpha A}{m c_p}}$$

In deze formule is:

- $T(t)$ : De temperatuur (in °C) op tijdstip  $t$  (in minuten),
- $T_{\text{eind}}$ : De te bereiken eindtemperatuur (in °C),
- $T_{\text{begin}}$ : Aanvangstemperatuur (in °C),
- $\alpha$ : Warmte overdrachtcoëfficiënt  $\text{J/m}^2 \text{°Cmin}$
- $A$ : Oppervlakte in  $\text{m}^2$ .
- $m$ : Massa in kg.
- $c_p$ : soortelijke warmte  $\text{J/kg°C}$

$\frac{m c_p}{\alpha A}$  is een maat voor de afkoelsnelheid. Aan de hand van deze formule kan de halfwaarde-tijd worden bepaald. De halfwaarde-tijd wordt berekend door:

$$\text{Halfwaarde-tijd} = \ln(2) \frac{m c_p}{\alpha A}$$

De maximale verblijfsduur in de doorstroomkoeling op een veiling is om logistieke redenen 12 uur. Om voldoende afkoeling te realiseren binnen 12 uur mag de halfwaarde-tijd niet hoger dan 200 minuten zijn.



### 3.3. Resultaten.

#### Afkoelsnelheid.

De resultaten van beide experimenten zijn samengevat in tabel 2.

Uit de eerste test bleek dat er geen verschillen konden worden aangetoond in afkoeling tussen de verschillende lagen in een pallet (deze data wordt niet getoond). Er zijn duidelijk verschillen in afkoelsnelheid tussen de posities van de dozen in een laag. De zijde waar de koude lucht de pallet binnenkomt (positie 6) koelt, zoals te verwachten, aanzienlijk sneller af dan de zijde waar de lucht de pallet weer verlaat (positie 4).

**Tabel 2. Halfwaarde-tijd van diverse dozen in een pallet, gekoeld met doorstroomkoeling.**

positie	Halfwaarde-tijd voor koeling		
	Gemengd: standaard + nieuw (test 1)		alleen nieuw (test 2)
	Standaard	Nieuw	Nieuw
1			185
2	96	402	119
3			66
4	200	786	202
5			137
6	51	133	98
7			273
8	*	*	262
9			107
10	*	*	38
gemiddeld	116	440	140**

\* geen data beschikbaar

\*\* gemiddelde van positie 2, 4 en 6

De halfwaarde-tijd van één enkele pallet met nieuwe dozen geplaatst tussen 23 pallets met standaard dozen is significant groter dan die van de standaarddoos en de nieuwe doos in de tweede test. In de eerste test had de relatief hoge weerstand van de nieuwe doos tot gevolg dat er weinig koellucht door deze pallet werd gezogen. Alle koellucht ging door de 23 andere pallets. In de tweede test was de weerstand van alle pallets in één rij gelijk en werd de koellucht wel door de dozen gezogen.

De situatie in experiment 1 is de meest ongunstige situatie. Bij het plaatsen van meer pallets met nieuwe dozen in een "koeleenheid" zal de halfwaarde-tijd van de nieuwe doos korter worden en uiteindelijk een halfwaarde-tijd bereiken zoals die van een volledige "koeleenheid" met pallets nieuwe dozen.

Gegeven de berekende halfwaarde-tijden en de beschikbare koeltijd kan berekend worden welk deel van het temperatuurverschil tussen start- en streef temperatuur wordt overbrugd. Deze waarden staan in tabel 3.

**Tabel 3. Berekening van bereikte afkoeling in 12 uur bij een starttemperatuur van 30°C en een streef temperatuur van 10°C**

Doos type en test	Halfwaarde-tijd	Percentage afkoeling	Eind temperatuur
Standaarddoos	116	99%	10,2
Nieuwe doos test 2	140	97%	10,6
Nieuwe doos test 1	440	71%	15,8

Een goede koeling van de nieuwe doos wordt gegarandeerd als in de koeling twee volledige rijen van de nieuwe doos worden toegepast. Een extra voordeel van de nieuwe doos is dat door het gebruik van ander karton deze doos mechanisch beter bestand is tegen terugkoelen naar 10°C in tegenstelling tot de standaarddoos. De standaarddoos wordt teruggekoeld naar 13°C omdat het materiaal bij lagere temperaturen teveel vocht opneemt wat later in de distributie mechanische problemen op kan leveren.

**Productkwaliteit.**

Zoals beschreven is in hoofdstuk 2 is gewichtsverlies een goede indicator voor de stevigheid. Het gewichtsverlies was onafhankelijk van de laag in een pallet of de positie in een laag. Er werden slechts kleine verschillen in gewichtsverlies aangetoond tussen de twee doostypen. Deze verschillen staan weergegeven in tabel 4.

**Tabel 4. Gewichtsverliezen van paprika's tijdens koeling in doorstroomkoeling in de huidige en de nieuwe doos.**

	Experiment I		Experiment II
	Standaarddoos	Nieuwe doos	Nieuwe doos
<b>Gewichtsverlies (%)</b>	0,8	0,5	0,2

De nieuwe doos verliest, ondanks de langzamere afkoeling, minder vocht dan de standaarddoos. Een verklaring kan zijn dat er minder lucht door een "nieuwe pallet" stroomt tijdens de koeling.

Bij vergelijking van de gewichtsverliezen van de standaarddoos uit experiment I en de nieuwe doos uit experiment II valt op dat de nieuwe doos in experiment II duidelijk minder vocht verloor dan de oude doos, ondanks de gelijke afkoelsnelheid. Hierbij moet worden opgemerkt dat de twee testen niet gelijktijdig zijn uitgevoerd. Dit kan betekenen dat er nog andere factoren een rol hebben gespeeld in het veroorzaken van de verschillen in gewichtsverlies.

**3.4. Conclusies.**

- *Paprika's in de nieuwe doos hebben een gelijke afkoelsnelheid als de paprika's in de standaarddoos mits de nieuwe doos niet gezamenlijk met de standaarddoos in een "koeleenheid" wordt neergezet.*
- *Worden de beide doostypen wel gelijktijdig in één "koeleenheid" gekoeld, dan zal minimaal 70 % van het verschil tussen start- en streef temperatuur worden overbrugd t.o.v. 95% van dit verschil bij de standaarddoos.*
- *Er zijn grote verschillen in afkoeling tussen de verschillende posities per laag in de pallet. Dit geldt voor beide doostypen.*
- *In de doorstroomkoeling is het gewichtsverlies in de nieuwe doos minder dan in de standaarddoos.*
- *Ook bij een niet volledige koeling van de nieuwe doos verliezen de paprika's in deze doos minder massa dan in de standaarddoos.*

*Opmerking: De nieuwe doos kan worden teruggekoeld naar een lagere temperatuur door het gebruik van beter materiaal in deze doos. Dit is gunstig bij langdurig zeetransport naar de USA.*

## 4. Productkwaliteit.

### 4.1. Inleiding.

Om een duidelijk beeld te krijgen van de robuustheid van de nieuwe doos zijn experimenten uitgevoerd tijdens het paprikaseizoen 1997. Gedurende het seizoen 1997 zijn er vier experimenten uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in het effect van de nieuwe doos op de kwaliteit van paprika's van uiteenlopende rassen, kleuren, herkomsten en uit verschillende teeltperiodes. Dit is gedaan door middel van simulaties van de praktijk. Tijdens deze experimenten is de nieuwe doos vergeleken met de standaarddoos.

Bovendien is in samenwerking met "The Greenery International" onderzocht in hoeverre gebreken/afwijkingen bij paprika's tot extra rot leiden bij bewaring in de standaarddoos t.o.v. de nieuwe doos.

### 4.2. Ras, herkomst en seizoenseffecten.

#### 4.2.1. Inleiding.

De initiële kwaliteit van paprika's kan gedurende het teeltseizoen sterk wisselen. Het is van belang om te onderzoeken hoe groot het positieve effect op de kwaliteit van de nieuwe doos gedurende het hele seizoen is. Om dit goed te kwantificeren is tijdens het seizoen viermaal een experiment uitgevoerd waarbij de kwaliteit van paprika's die een transportsimulatie hadden ondergaan in de oude of de nieuwe doos met elkaar is vergeleken. Door deze experimenten uit te voeren met een aantal verschillende herkomsten krijgt men inzicht in mogelijke verschillen tussen herkomsten.

#### 4.2.2. Materiaal & methode.

##### *Product.*

Alle vier de experimenten zijn uitgevoerd met paprika's van klasse I super met sortering 80-100 mm afkomstig van 6 telers (om een goed beeld te krijgen zijn steeds dezelfde telers gekozen). Er is aan de hand van een lijst van telers, die door "Botman International bv" beschikbaar is gesteld, een 6-tal telers geselecteerd die bereid waren gedurende het hele seizoen hun medewerking te verlenen. De verschillende rassen staan samengevat in tabel 5.

Gedurende het seizoen zijn er 4 uitgebreide experimenten uitgevoerd, namelijk:

Experiment 1	half april,
Experiment 2	begin juni,
Experiment 3	augustus en
Experiment 4	eind oktober.

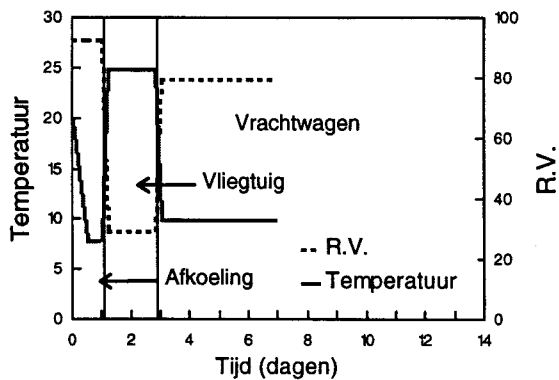
**Tabel 5. Lijst van herkomsten met bijbehorende rassen en kleuren.**

telers	Ras (kleur)
1	spirit (rood)
2	mazurka (rood)
3	fiesta (geel)
4	fiesta/oberon (geel)
5	fiesta (geel)
6	nassau/lion (oranje)

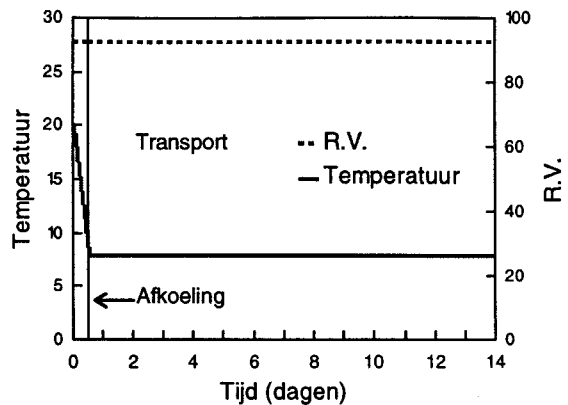
##### *Bewaarcondities.*

Per experiment werden twee simulaties uitgevoerd, nl. een simulatie van vliegtuigtransport en een scheepstransport. De toegepaste temperatuur-tijd trajecten staan in de figuren 4 en 5.

**Figuur 4. Bewaarcondities tijdens simulatie vliegtuigtransport.**



**Figuur 5. Bewaarcondities tijdens simulatie scheepstransport.**



Bestaande tijd- temperatuur trajecten zijn vastgesteld in overleg met "Botman International bv". Weergegeven zijn de verwachte temperatuur en r.v. tijdens een transport naar de oostkust van de Verenigde Staten. Het traject start bij het inpakken na de oogst en eindigt op het schap bij de supermarkt. Het vliegtuigtransport duurt 7 dagen, het scheepstransport naar dezelfde bestemming duurt 14 dagen.

De specifieke afkoelsnelheden van beide dozen zijn in experiment 3 en 4 nadat ze waren vastgesteld tijdens afkoelproef (hoofdstuk 3) meegenomen in de simulaties. De standaarddoos wordt afgekoeld in een periode van 4 uur en de nieuwe doos wordt afgekoeld in een periode van 12 uur naar een temperatuur van 12°C. Dit wordt bereikt door de dozen per type in een koelcel te plaatsen. In deze koelcel wordt het afkoelproces van de veiling nagebootst (hoofdstuk 3). Door de dozen in losstaande kolommen te plaatsen is het verschil in temperatuur tussen de doos en de omringende lucht minimaal.

#### *Metingen.*

De volgende metingen zijn uitgevoerd tijdens de experimenten:

- Het verloop van de temperatuur en de r.v. in de doos.
- Het gewichtsverlies van de paprika's na bewaring.
- Verloop van stevigheid en aantasting door rot van de paprika's gedurende het traject.

De kwaliteit van de paprika's wordt uitgedrukt in aantal dagen shelf-life bij 18°C en 75% r.v.. Als norm wordt gehanteerd dat een partij paprika's niet meer acceptabel is wanneer 10% van een partij wordt afgekeurd op stevigheid. Door ATO-DLO wordt twee dagen shelf-life als minimumnorm gehanteerd om het product nog goed te kunnen verkopen.

#### *Dataanalyse.*

Door middel van een ANOVA (variantieanalyse) met het statistisch dataverwerkingsprogramma GENSTAT werd nagegaan of de gevonden verschillen significant zijn. Als een verschil tussen de verschillende behandelingen of duur van de bewaring wordt aangegeven, is dit een significant verschil bij een betrouwbaarheidsinterval van tenminste 95%.

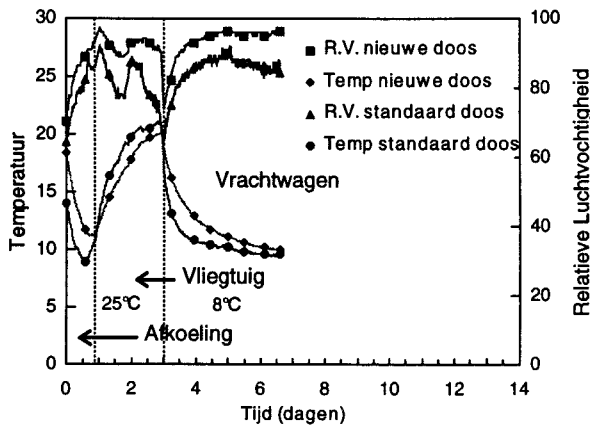
### **4.2.3. Resultaten.**

In deze paragraaf beperken we ons tot de meeste relevante resultaten. De overige meetresultaten zijn samengevat in de bijlagen (tabel 3 t/m 5).

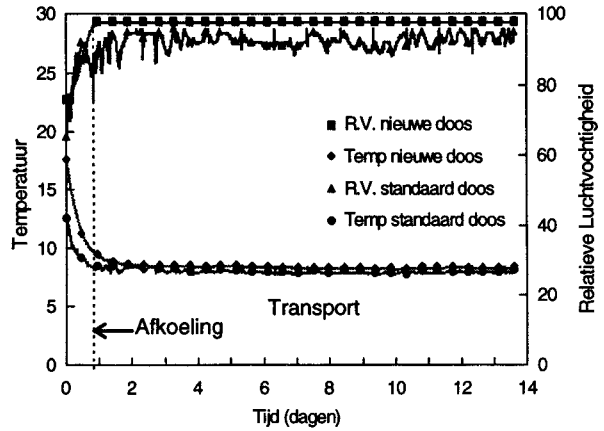
#### *Bewaarcondities.*

Als voorbeeld is de gemeten temperatuur en r.v. in de verpakking van de simulaties in augustus weergegeven in de figuren 6 en 7. In tabel 6 staan de gemiddelde verschillen tussen de beide doostypen van beide simulaties.

**Figuur 6. R.v. en temperatuur in de verpakking tijdens vliegtuig transport simulatie.**



**Figuur 7. R.v. en temperatuur in de verpakking tijdens scheepstransport simulatie.**



**Tabel 6. Gemiddeld verschil in r.v. en temperatuur in de nieuwe t.o.v. de standaard doos tijdens simulatie van vliegtuig- en scheepstransport over het hele traject.**

Transport		Verskil
Vliegtuigtransport	R.v.	+ 8,8%
	Temperatuur	+ 0,7°C
Scheepstransport	R.v.	+ 5,1%
	Temperatuur	+ 0,6°C

Zoals in hoofdstuk 2 werd beschreven is de combinatie van temperatuur en r.v. bepalend voor het uiteindelijke gewichtsverlies. Zowel tijdens vliegtuigtransport als tijdens scheepstransport koppelt de nieuwe doos een gemiddeld iets hogere temperatuur aan een gemiddeld veel hogere r.v..

*Productkwaliteit.*

**Gewichtsverlies.**

In tabel 7 staan de gewichtsverliezen van de paprika's na de simulaties van vliegtuigtransport (7 dagen) en scheepstransport (14 dagen).

**Tabel 7. Gemiddeld percentage gewichtsverlies van alle herkomsten in de nieuwe doos en de standaarddoos tijdens simulatie van vliegtuig- en scheepstransport.**

Seizoen	Vliegtuigtransport		Scheepstransport	
	Standaarddoos	Nieuwe doos	Standaarddoos	Nieuwe doos
April	3,8%	3,2%	4,1%	2,7%
Juni	4,0%	2,5%	5,1%	3,5%
Augustus	3,7%	3,2%	3,9%	3,1%
Oktober	5,5%	5,0%	7,0%	6,0%

Uit bovenstaande tabel blijkt duidelijk dat paprika's bewaard in de nieuwe doos significant minder vocht verliezen dan de paprika's bewaard in de standaarddoos.

**Shelf-life.**

In tabel 8 wordt het gemiddelde shelf-life van de paprika's gedurende het seizoen gepresenteerd.

**Tabel 8. Gemiddelde shelf-life van alle herkomsten in dagen van paprika's verpakt in de nieuwe doos en de standaarddoos na simulatie van vliegtuig- en scheepstransport.**

Seizoen	Vliegtuigtransport		Scheepstransport	
	Standaarddoos	Nieuwe doos	Standaarddoos	Nieuwe doos
April	3,8	3,9	0,3	2,2
Jun	1,3	2,4	0,3	1,4
Augustus	1,0	1,7	0,7	2,0
Oktober	0,2	0,8	1,3	0,6
Gemiddeld	1,6	2,2	0,2	1,8

Uit tabel 8 blijkt dat het grootste kwaliteitsvoordeel van de nieuwe doos wordt bereikt bij scheepstransport. De paprika's uit de standaarddoos zijn na het scheepstransport onvoldoende van kwaliteit om nog te verkopen, terwijl de paprika's uit de nieuwe doos na scheepstransport nog een voldoende lang shelf-life hebben om verkocht te kunnen worden.

De shelf-life periode neemt tijdens het seizoen sterk af. In het laatste experiment (laatste oogst van het seizoen) was de uitgangskwaliteit laag. Als gevolg hiervan was het shelf-life bij alle varianten minder dan 2 dagen.

Rot.

Aantasting van paprika's door rot werd alleen in augustus waargenomen. In deze periode trad rot zowel op in de standaard als de nieuwe doos, en zowel bij scheeps- als bij vliegtuigtransport (zie tabel 6 in de bijlage).

Een uitzondering waren de paprika's van één herkomst in oktober. Bij deze herkomst werd in de nieuwe doos 2,5% rot gevonden en geen rot in de standaarddoos. De paprika's uit de standaarddoos waren toen echter allemaal slap en rimpelig. De initiële kwaliteit van dit product bleek onvoldoende voor langdurig bewaring.

#### 4.2.4. Conclusies.

- De nieuwe doos realiseert een voor paprika's gunstige relatieve luchtvochtigheid tijdens zowel vliegtuig- als scheepstransport.
- Het gunstige in de doos gecreëerde bewaarklimaat heeft gedurende het hele seizoen een positieve invloed op de kwaliteit van het product.
- De nieuwe doos leidt, mits de initiële kwaliteit voldoende is, niet tot extra rot.

### 4.3. Effect van afwijkingen op de ontwikkeling van rot.

#### 4.3.1. Inleiding.

Naast de al beschreven seizoenseffecten is ook achteruitgang van de kwaliteit bekeken van paprika's met specifieke afwijkingen. Er is een vergelijking gemaakt van het kwaliteitsverloop van deze paprika's verpakt in de standaarddoos en de nieuwe doos na een bewaarperiode met sterk wisselende bewaarcondities.

#### 4.3.2. Materiaal & methode.

*Product.*

Er is voor dit experiment door keurmeesters van de "The Greenery International" een selectie gemaakt van 6 partijen rode paprika's met bij iedere partij een ander type afwijking / gebrek. Als referentie zijn drie partijen van verschillende telers van de klasse I super, verpakt in de standaarddoos, gebruikt.

De initiële afwijkingen waren de volgende:

### Sterk rotgevoelig

Fusarium,  
Handeling,  
Kopscheuren,

aantasting door schimmelmycelium rond de kelk,  
beschadigingen aan het vruchtvlees ,  
groeischaad,

### Licht rotgevoelig

Butsen,  
Staalbeschadigingen,  
Zonnebrand,

beurse plekken in het vruchtvlees,  
beschadigingen aan de steel tijdens de oogst,  
licht verkleurde en ingezonken plekken door directe  
blootstelling aan de zon.

Van iedere partij werden 4 standaarddozen en 4 nieuwe dozen met paprika's gevuld.

#### *Bewaarcondities.*

Deze dozen zijn vervolgens bewaard bij een wisselende temperatuur, variërend tussen 8°C en 25°C. Door deze temperatuurfuctuaties treedt condensvorming op het product op. Deze condensvorming, gecombineerd met een hoge temperatuur, geeft ideale omstandigheden voor de ontwikkeling van microbiële aantastingen.

#### *Metingen.*

Na een bewaarperiode van 11 dagen met 3 maal een periode van 24 uur van 25°C is per doos het percentage paprika's aangetast door rot bepaald.

### 4.3.3. Resultaten.

De resultaten van deze proef staan samengevat in tabel 9. Uit deze tabel blijkt dat paprika's met afwijkingen na 11 dagen bewaring inderdaad ernstig aangetast waren door rot. Er is echter geen significant verschil aangetoond in rotaantasting tussen de standaard en de nieuwe doos. De paprika's met de afwijkingen die door "The Greenery International" worden bestempeld als sterk rotgevoelig vertoonden duidelijk meer rot dan de paprika's die als licht rotgevoelig werden bestempeld. Hierbij moet worden opgemerkt dat de paprika's met staalbeschadigingen geen extra rotaantasting hadden t.o.v. de referentie, Klasse I super paprika's.

**Tabel 9. Gemiddeld aantal door rot aangetaste paprika's per doos. Vergelijking van de standaarddoos met de nieuwe doos. Er is ook aangegeven indien een aantasting afwijkt t.o.v. de referentie (ref.).**

Aantasting	Standaarddoos		Nieuwe doos	
	rot	afw. ref.	rot	afw. ref.
<b>Fusarium</b>	16,4%	ja	18,6%	ja
<b>Handeling</b>	15,3%	ja	29,4%	ja
<b>Kopscheuren</b>	20,0%	ja	18,6%	ja
<b>Butsen</b>	4,4%	ja	6,4%	ja
<b>Staalbeschadigingen</b>	0,7%	nee	0,0%	nee
<b>Zonnebrand</b>	10,3%	ja	7,2%	ja
<b>Klasse I super</b>	0,0%	ref.	0,0%	nee
<b>Klasse I super</b>	0,0%	ref.	0,0%	nee
<b>Klasse I super</b>	0,0%	ref.	1,0%	nee
<b>Gemiddeld</b>	11,2%		13,4%	

### 4.3.4. Conclusies.

- Paprika's met kwaliteitsafwijkingen / gebreken hebben een grotere kans op rot.
- Bewaring in de nieuwe doos van deze paprika's leidt niet tot meer rot dan in de standaarddoos.

## 5. Algemene conclusies.

Samenvattend kunnen de volgende conclusies worden getrokken wat betreft de werking en de effecten van de nieuwe doos.

- *Gewichtsverlies verklaart voor 84% het verlies aan stevigheid.*

Stevigheid is naast rot het belangrijkste kwaliteitskenmerk. Aan de hand van de condities (tijd, temperatuur en r.v.) tijdens de afzet kan het gewichtsverlies worden geschat. Aan de hand van dit gewichtsverlies kan de stevigheid van de paprika's op het einde van de keten worden geschat.

- *De nieuwe doos laat mits correct behandeld een vergelijkbare afkoelsnelheid zien als de standaarddoos.*

Het aangepaste ontwerp van de doos en gebruik van nieuwe materialen maken het mogelijk een acceptabele afkoeling te combineren met verbeterde bewaarcondities in de verpakking.

- *De nieuwe doos heeft een gunstig effect op het kwaliteitsbehoud van paprika's gedurende het gehele teeltseizoen in vergelijking met de standaarddoos.*

De initiële kwaliteit van de paprika's is bepalend of het product geschikt is voor export. Ongeacht de uitgangskwaliteit geeft de nieuwe doos een verbetering van de kwaliteit t.o.v. de standaarddoos. De nieuwe doos kan gedurende het gehele teeltseizoen worden ingezet, de initiële kwaliteit blijft voor het belangrijkste deel bepalen of het product geschikt is voor de export met een lange distributietijd.



## Bijlagen.

**Tabel 1. Stevigheid en gewichtsverlies van rode paprika bij diverse bewaarcondities na 6 en 14 dagen bewaring.**

Bewaarcondities		6 dagen bewaring		14 dagen bewaring	
Temperatuur	r.v.	Stevigheid	Gewichtsverlies	Stevigheid	Gewichtsverlies
8°C	100%	0.0	0.8	0.8	0.7
	93%	0.4	2.0	1.7	2.1
	85%	0.9	1.8	2.3	2.6
18°C	100%	0.7	0.9	0.9	1.4
	93%	1.3	2.6	2.9	4.0
	85%	1.8	3.8	3.7	6.0
25°C	100%	0.9	1.3	*	*
	93%	1.2	2.8	*	*
	85%	3.4	4.5	*	*

\* geen data beschikbaar

**Tabel 2. Stevigheid en gewichtsverlies van gele paprika bij diverse bewaarcondities na 6 en 14 dagen bewaring.**

Bewaarcondities		6 dagen bewaring		14 dagen bewaring	
Temperatuur	r.v.	Stevigheid	Gewichtsverlies	Stevigheid	Gewichtsverlies
8°C	100%	0.1	0.6	1.0	0.5
	93%	0.5	1.3	2.1	2.6
	85%	0.5	1.7	2.8	3.6
18°C	100%	1.0	1.1	1.4	1.8
	93%	1.4	2.4	3.4	5.2
	85%	1.3	3.1	4.0	7.0
25°C	100%	1.4	1.8	*	*
	93%	2.1	3.9	*	*
	85%	3.5	4.8	*	*

\* geen data beschikbaar

**Table 3. Gemiddeld shelf-life na transportsimulatie van de verschillende herkomsten in verschillende periodes van het seizoen.**

Seizoen	Herkomst	Vliegtuig		Boort	
		Standaard	Nieuw	Standaard	Nieuw
April	1	4,3	4,8	1,1	2,9
	2	3,0	2,8	-2,0	0,2
	3	2,9	3,2	0,0	2,1
	4	4,2	4,0	1,2	3,1
	5	*	*	*	*
	6	4,5	4,9	1,2	2,6
juni	1	*	*	*	*
	2	1,0	2,1	-0,4	0,9
	3	1,5	2,3	0,0	1,7
	4	1,5	2,9	-1,0	1,5
	5	*	*	*	*
	6	1,1	2,2	0,2	1,6
augustus	1	2,1	2,2	1,2	3,5
	2	1,1	1,4	0,4	1,7
	3	0,7	1,6	-0,5	1,3
	4	0,0	1,8	0,3	1,6
	5	0,8	1,7	2,0	1,9
	6	1,3	1,7	0,8	2,3
oktober	1	0,4	1,1	-1,4	-0,2
	2	-1,0	-0,4	-3,6	-2,8
	3	-0,5	0,2	-1,2	-0,8
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	1,7	3,0	0,8	1,5

\* geen data beschikbaar

**Table 4. Gemiddeld rotaantasting na transportsimulatie van de verschillende herkomsten in augustus.**

Seizoen	Herkomst	Vliegtuig		Boort	
		Standaard	Nieuw	Standaard	Nieuw
augustus	1	0,0	0,0	0,0	1,1
	2	4,3	4,3	2,8	0,0
	3	1,1	0,0	0,0	9,2
	4	3,3	0,0	3,1	9,0
	5	10,1	3,6	5,9	7,1
	6	2,5	1,1	1,1	5,6

\* geen data beschikbaar.

