



# Verlenging van de bewaarduur van begoniastekken

November 2006

Vertrouwelijk

Hans de Wild  
Henry Boerrigter  
Gérard van den Boogaard  
Els Otma  
Aart Zegveld

Rapport 724



# Verlenging van de bewaarduur van begoniastekken

November 2006

Vertrouwelijk

Hans de Wild  
Henry Boerrigter  
Gérard van den Boogaard  
Els Otma  
Aart Zegveld

Rapport 724

2250700

## Colophon

Title	Verlenging van de bewaarduur van begoniastekken
Author(s)	J.P.J. de Wild
AFSG number	724
ISBN-number	
Date of publication	November 2006
Confidentiality	Vertrouwelijk
OPD code	1330025800
Approved by	J.P.J. de Wild

Agrotechnology and Food Sciences Group  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 475 024  
E-mail: [info.afsg@wur.nl](mailto:info.afsg@wur.nl)  
Internet: [www.afsg.wur.nl](http://www.afsg.wur.nl)

© Agrotechnology and Food Sciences Group

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.*



The quality management system of Agrotechnology & Food Innovations B.V. is certified by SGS International Certification Services EESV according to ISO 9001:2000.

## Samenvatting

In opdracht van Royal van Zanten zijn de volgende mogelijkheden onderzocht om de bewaarduur van begoniastek te verlengen:

- Optimalisatie van bewaartemperatuur
- Optimale Controlled Atmosphere (CA) bewaarcondities
- Modified Atmosphere (MA) verpakkingen

Geteste cultivars zijn Elserta, Pendula, Nadine, en Berseba.

### Optimale bewaartemperatuur van begoniastek

In 2 experimenten werden stekken bewaard bij een uitgebreide temperatuursreeks. Ook uit andere experimenten (gericht op CA en MA) kwamen gegevens over de optimale temperatuur. Dit leverde de volgende conclusies op:

- De oorspronkelijke streef temperatuur van 14 °C is te hoog.
- Bewaring bij 10 °C gaf al een aanzienlijke verbetering wat % uitval betreft, terwijl de groeikracht behouden bleef. Uit de geteste reeks van 2, 4, 6, 8, 10, 12 en 14 °C kwam 6°C als beste naar voren.
- Er is een duidelijk langere bewaarduur mogelijk door verlaging van de oorspronkelijke streef temperatuur van 14 °C naar 6-10 °C.

### Controlled Atmosphere bewaring

In 4 opeenvolgende experimenten werden CA condities onderzocht. Dit leverde de volgende conclusies op:

- Bij zowel 14 °C als 10 °C was er een duidelijk effect van CA.
- Advies CA-conditie is 1% O<sub>2</sub> + 0% CO<sub>2</sub>. Hierbij mag O<sub>2</sub> variëren van 0.5-1.5%.
- Met CA werd veel minder uitval gerealiseerd dan bij bewaring bij gewone lucht.
- De groeikracht bleef na CA bewaring behouden.
- Een langere bewaarduur had geen negatief effect op de groei.
- 1-MCP is geen alternatief voor CA, maar de combinatie leidde wel tot minder uitval dan CA alleen.
- Met CA is een aanzienlijke verlenging van de bewaarduur mogelijk.

### Modified Atmosphere verpakking

In 3 experimenten werden MA verpakkingen (met toevoegingen) vergeleken:

- De beste verpakkingen zijn PA30 en PA60. De bijbehorende gunstige gascondities zijn: 4 tot 16% CO<sub>2</sub> in combinatie met 6% O<sub>2</sub> of hoger.
- Een variërende temperatuur gedurende de eerste 48 uur van bewaring (simulatie van vliegtuigtransport) had geen effect ten opzichte van een constante lage temperatuur.
- Wegvangen van ethyleen of vocht in de verpakking is niet zinvol.
- Met MA verpakkingen is een geringe verbetering van de bewaring mogelijk.



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>9</b>
2.1 Optimale bewaartemperatuur van begoniastek	9
2.1.1 1 <sup>e</sup> experiment	9
2.1.2 2 <sup>e</sup> experiment	9
2.2 Controlled Atmosphere bewaring	9
2.3 Optimalisatie van de CA-bewaring	10
2.4 Verpakkingsontwerp	11
2.5 Verpakking testen onder ketencondities	13
2.5.1 Algemeen	13
2.5.2 Ketenscondities en bewaarduur	13
2.5.3 CA conditie en verpakkingsvarianten	13
2.5.4 Ongeconditioneerd vliegtuigtransport	14
2.5.5 Uitgevoerde behandelingen	16
2.5.6 Gerealiseerde MA condities	16
2.6 CA experiment en MA verpakking	21
2.7 Statistische analyse	21
<b>3 Resultaten</b>	<b>23</b>
3.1 Optimale bewaartemperatuur van begoniastek	23
3.1.1 Experiment 1	23
3.1.2 Experiment 2	24
3.2 Controlled Atmosphere bewaring	26
3.3 Optimalisatie van de CA-bewaring	31
3.3.1 Elserta	31
3.3.2 Pendula	32
3.4 Verpakkingsontwerp	33
3.5 Verpakking testen onder ketencondities	34
3.5.1 Pendula deel 1	34
3.5.2 Pendula deel 2	36
3.5.3 Nadine deel 1	39
3.5.4 Nadine deel 2	40
3.6 CA experiment en MA verpakking	42
3.6.1 Berseba	42
3.6.2 Nadine	42
<b>4 Conclusies</b>	<b>45</b>



# 1 Inleiding

Optimalisatie van de bewaring en distributie van begoniastek is van belang voor Royal van Zanten. Bij de distributie van begoniastek treedt relatief veel uitval op. Begoniastek is een duur en arbeidsintensief product en uitval in de keten is dan ook zeer ongewenst. De stekken worden na snijden en verpakken met luchttransport vanuit het buitenland naar Nederland gevlogen. Stekken worden nu maximaal 14 dagen bewaard bij een streef temperatuur van 14°C.

Royal van Zanten wil de distributie van begoniastek verbeteren om uitval in de productieketen te verminderen. Als het product minder uitval vertoont, levert dit winst op. Als langer bewaard kan worden ontstaan interessante mogelijkheden om arbeidspieken af te vlakken en worden kosten bespaard. Dit geldt voor zowel de productielocaties in het buitenland als in Nederland.

Het hier beschreven project is een haalbaarheidsstudie. De studie richt zich op het ontwikkelen van voldoende kennis waarmee Royal van Zanten beargumenteerd een keuze kan maken voor de beste methode voor het langer bewaren van begoniastek.

De oplossingsrichtingen die zijn onderzocht zijn:

1. Optimale bewaar temperatuur
2. Optimale CA bewaarcondities
3. Beschermende MA verpakkingen.

Na een eerste grove screening, werden de achtereenvolgende experimenten steeds verder toegespitst op de optimale bewaring.





## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Optimale bewaartemperatuur van begoniastek

#### 2.1.1 1<sup>e</sup> experiment

Bewaring van 2 cultivars (Elserta en Pendula) vond plaats in bewaarcellen bij 14 °C, 12 °C, 10 °C en 8 °C. De bewaarduur was 18 en 21 dagen. De stekken zaten verpakt per 180 stuks in dichtgeknoopte plastic zakken, die in de meegeleverde kartonnen dozen werden geplaatst. Per bewaarcel werd 1 doos Elserta geplaatst en 1 doos Pendula. Door toepassen van een verdampert in iedere bewaarcel werd de relatieve luchtvochtigheid (RV) hoog gehouden (>90%).

Na bewaring vond beoordeling van het % uitval (% van 180 stekken) plaats door Royal van Zanten. Uitval betekent dat stekken niet zijn op te planten omdat schade (rot) te hoog is. Per behandeling werden 45 stekken opgeplant. Beoordeling van lengte en uitval tijdens de groei vond plaats op 2 tijdstippen:

Bewaarduur 18 dagen (van 12-11 tot 29-11-2004): beoordeling kas op 22-12-2004 en 6-01-2005.

Bewaarduur 21 dagen (van 12-11 tot 2-12-2004): beoordeling kas op 29-12-2004 en 13-01-2005.

#### 2.1.2 2<sup>e</sup> experiment

In februari/maart 2005 (inzet 25 februari) werden Pendula stekken in de standaard plastic zakken bewaard bij een uitgebreide temperatuurreeks: 2, 4, 6, 8, 10, 12 en 14 °C. Het betrof 1 zak met 90 stekken per temperatuur. Bewaarduur was 18 en 24 dagen (tot 15 maart en 21 maart). In een aantal zakken werd de ethyleenconcentratie gemeten.

Na bewaring vond beoordeling van het % uitval plaats door Royal van Zanten. Na opplanten vond een beoordeling plaats van lengte en uitval tijdens de groei.

### 2.2 Controlled Atmosphere bewaring

Controlled Atmosphere bewaring van 2 cultivars (Elserta, Pendula) vond plaats bij 14 °C. Stekken zaten verpakt per 180 stuks in plastic zakken. Zakken werden geplaatst in roestvrij stalen containers (inhoud: 68 liter). In totaal werden 12 containers gebruikt, waarmee 12 behandelingen werden opgelegd. De containers werden aangesloten aan het doorstroomsysteem. In dit systeem vindt continu verversing van lucht met de beoogde gassamenstelling plaats. De RV was hoog (>95%) door gebruik te maken van bevochtigde lucht. De doorstroomsnelheid was 500 ml.min<sup>-1</sup>.

De 12 behandelingen waren als volgt:

1% O<sub>2</sub> in combinatie met 0, 6 en 12% CO<sub>2</sub>

2% O<sub>2</sub> in combinatie met 0, 6 en 12% CO<sub>2</sub>

6% O<sub>2</sub> in combinatie met 0, 6 en 12% CO<sub>2</sub>

21% O<sub>2</sub> in combinatie met 0% CO<sub>2</sub> (referentie)

21% O<sub>2</sub> in combinatie met 0% CO<sub>2</sub> en voorbehandeld met 1-MCP

2% O<sub>2</sub> in combinatie met 0% CO<sub>2</sub> en voorbehandeld 1-MCP.

Bewaarduur was 18, 21, en 25 dagen bewaring. Bij de langste bewaarduur zijn niet alle behandelingen uitgevoerd. Omdat het hier een eerste screening betrof, zijn geen herhalingen opgelegd. De 1-MCP behandeling vond plaats gedurende 24 uur bij aanvang van de proef. Het gas (625 ppb, FreshStart™, AgroFresh Inc.) werd geïnjecteerd in de betreffende containers via een septum. Deze containers werden na de 1-MCP behandeling kort gelucht en vervolgens aangesloten aan het doorstroomsysteem. Na bewaring vond beoordeling van het % uitval plaats door Royal van Zanten. Per behandeling werden 45 stekken opgeplant. Beoordeling van lengte en uitval tijdens de groei vond plaats op 2 tijdstippen:

Bewaarduur 18 dagen: van 12-11 tot 29-11-2004, beoordeling kas op 22-12-2004 en 6-01-2005

Bewaarduur 21 dagen: van 12-11 tot 2-12-2004, beoordeling kas op 29-12-2004 en 13-01-2005

Bewaarduur 25 dagen: van 12-11 tot 6-12-2004, beoordeling kas op 06-01-2004 en 13-01-2005

#### Meting van respiratie:

Als input voor de verpakkingsproeven is de O<sub>2</sub> opname en CO<sub>2</sub> productie bepaald van stekken bij diverse CA condities. Hiertoe werden cuvetten (inhoud 1.8 L) met elk 10 stekken aangesloten aan het doorstroomsysteem. Op verschillende tijdstippen werden de cuvetten afgesloten en de O<sub>2</sub> afname en CO<sub>2</sub> toename bepaald met behulp van een gaschromatograaf.

### **2.3 Optimalisatie van de CA-bewaring**

Met de opgedane ervaring uit de eerste proeven werd opnieuw een CA experiment ingezet. De meest succesvolle condities uit het eerste CA experiment werden herhaald bij 14 °C. Het grootste deel van de proef werd echter uitgevoerd bij 10 °C omdat was gebleken dat dit een betere bewaartemperatuur is. Hierbij vond optimalisatie van de gascondities plaats. De proefopzet verschilde tussen de 2 geteste cultivars Elserta (tabel 1) en Pendula (tabel 2).

De start van de proef vond plaats op 25 februari 2005. Uithaaldata waren: 15 maart (18 dagen bewaring), 21 maart (24 dagen bewaring) en 24 maart (27 dagen bewaring).

Op diverse tijdstippen is de ethyleenconcentratie gemeten in alle containers met stekken (1 maart, 4 maart, 14 maart, 18 maart). De ethyleenconcentratie lag in alle gevallen onder de detectielimiet van de gaschromatograaf (< 10 ppb).

Tabel 1. Proefopzet optimalisatie van CA-bewaring met **Elserta**.

Temp.	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	Bewaring (dagen)	Herhaling	Eenheden
10 °C	21	0	18, 24	2	45 stek
	1	0	18, 24		
	0.5	0	18, 24		
	1.5	0	18, 24		
	6	12	18, 24		
	4	18	18, 24		
14 °C	1	0	18	1	
	6	12	18		

Tabel 2. Proefopzet optimalisatie van CA-bewaring met **Pendula**.

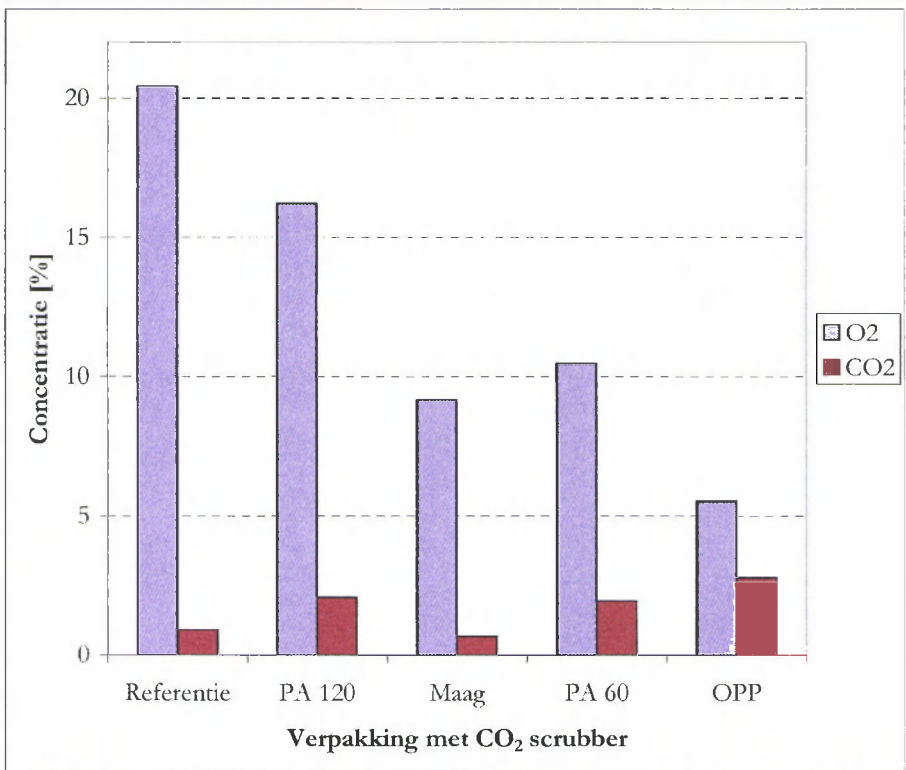
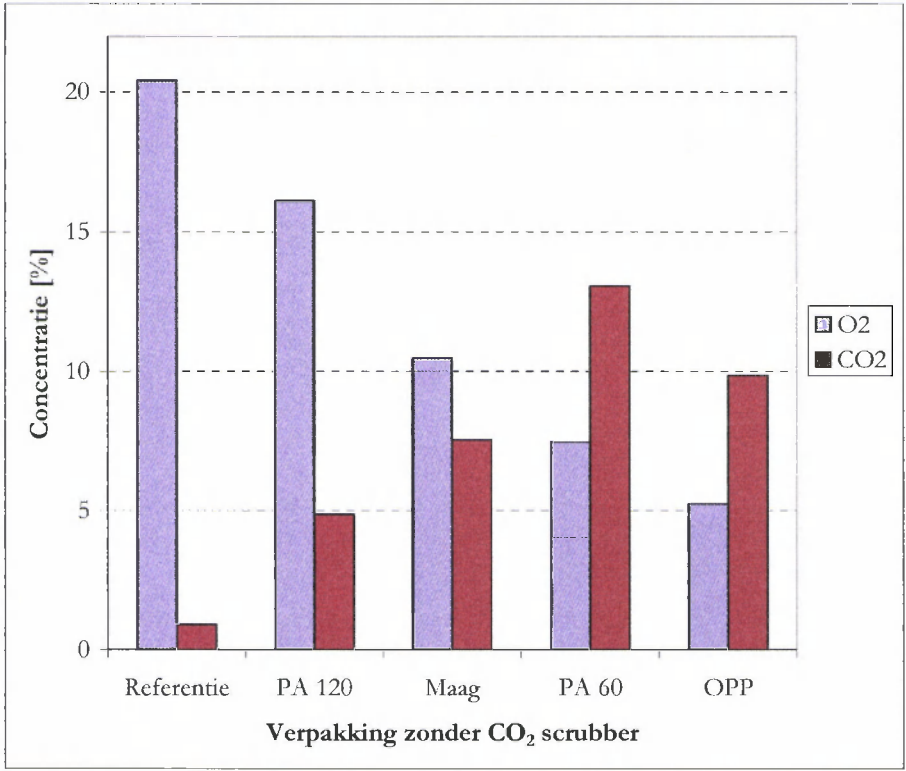
Temp.	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	Bewaring (dagen)	Herhaling	Eenheden
10 °C	21	0	18, 24, 27	2	90 stek
	1	0			
	0.5	0			
	1.5	0			
	6	12			
	4	18			
14 °C	21	0			
	1	0			
	6	12			

## 2.4 Verpakkingsontwerp

Op basis van de eerste gegevens van de CA proeven werden diverse verpakkingen getest. Deze proef startte op 15 maart 2005. Per verpakkingsvariant zijn 3 herhalingen ingezet met 90 stekken Pendula per verpakking, bij 10 °C. De volgende 12 verpakkingsvarianten zijn getest:

- Referentie (standaard zak Royal van Zanten)
- PA 120; PA 120 met CO<sub>2</sub> scrubber; PA 120 met CO<sub>2</sub> scrubber en vochtscrubber
- Maag 120; Maag 120 met CO<sub>2</sub> scrubber
- PA 60; PA 60 met CO<sub>2</sub> scrubber; PA 60 met CO<sub>2</sub> scrubber en vochtscrubber
- OPP; OPP met CO<sub>2</sub> scrubber; OPP met CO<sub>2</sub> scrubber en vochtscrubber.

Na 9 en 24 dagen is de gasconcentratie in de verpakkingen gemeten. De gemiddelde waarden van verpakkingen zonder en met CO<sub>2</sub> scrubber staan in figuur 1. Het % uitval op moment van steken (12 april 2005) was zo hoog dat maar 10 van de 36 objecten werden opgeplant.



Figuur 1. Gerealiseerde gascondities in de verpakkingen zonder CO<sub>2</sub> scrubber (boven) en met CO<sub>2</sub> scrubber (onder).

## 2.5 Verpakking testen onder ketencondities

### 2.5.1 Algemeen

Dit experiment startte in oktober 2005. Er werden 2 cultivars (Pendula, Nadine) bewaard. Getest werden:

1. Diverse MA verpakkingen bij continu 10 °C (simulatie van transport in een envirotainer).
2. Diverse MA verpakkingen bij 48 uur wisselende temperatuur, vervolgens constant 10 °C (simulatie van 48 uur vliegtuigtransport zonder temperatuurregeling).
3. CA start na 48 uur continu 10 °C
4. CA start na 48 uur wisselende temperatuur.

### 2.5.2 Ketenscondities en bewaarduur

De stekken die bestemd waren voor de MA verpakkingen werden 1 dag na aankomst op A&F verpakt en bij 10 °C bewaard. De stekken die bestemd waren voor de CA proef werden pas na het “vliegtuigtransport” onder CA condities gebracht. Na de simulatie van het vliegtuigtransport (zie paragraaf 2.5.4) werden ook deze stekken bewaard bij 10°C. De bewaarduur was 13, 21 en 27 dagen.

### 2.5.3 CA conditie en verpakkingsvarianten

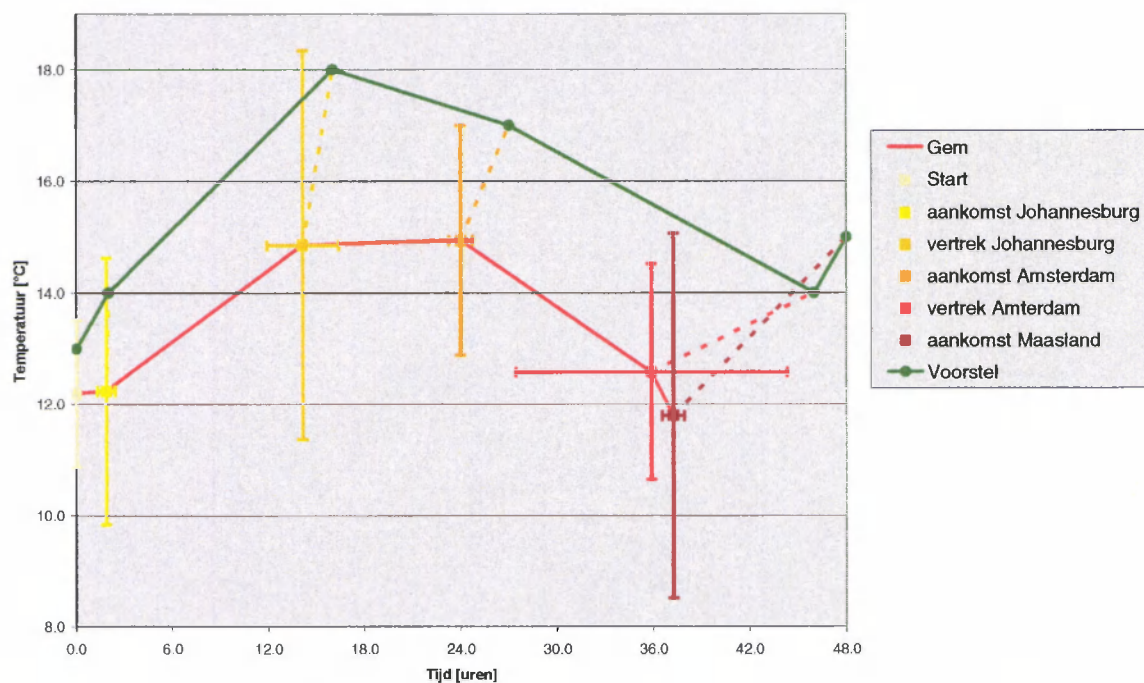
Er werd één CA conditie getest namelijk 1% O<sub>2</sub> en 0% CO<sub>2</sub>. Door het gebruik van bevochtigde lucht werd de RV hoog gehouden (>90%).

Er werden 6 verschillende MA verpakkingsvarianten getest. Hierbij werden tevens varianten onderzocht waarbij door keuze van verpakkingsmateriaal en toevoegingen een andere vochthuishouding in de verpakking werd gerealiseerd. De gerealiseerde gascondities in de verpakkingen zijn vermeld in paragraaf 2.5.6. Door gebruik van een verdamper in iedere bewaarcel werd de lucht rondom de dozen met zakken voldoende vochtig gehouden.

De verpakkingsvarianten waren:

1. Referentie (referentie PE zak)
2. OPP
3. PA 30
4. PA 60
5. Hot needle perf
6. PA 30 met vochtscrubber dosering 1
7. PA 30 met vochtscrubber dosering 3

## 2.5.4 Ongeconditioneerd vliegtuigtransport



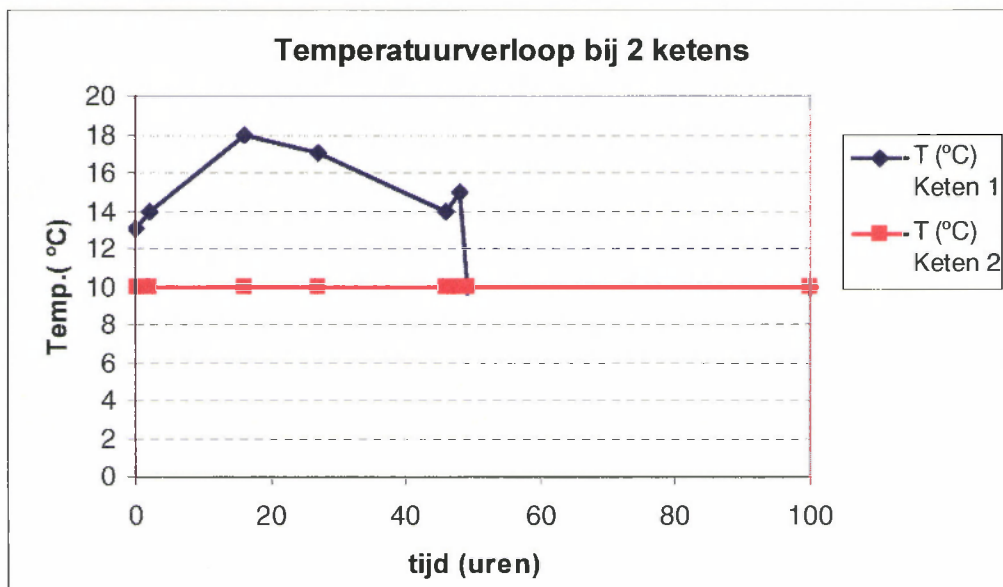
Figuur 2. Weergave van gemiddelde keten met spreiding per moment in de keten voor doorlooptijd en temperatuur. De groene lijn geeft de simulatie van de vliegtuigketen weer.

Aan de hand van de metingen van transporten uitgevoerd in de periode van 21 dec 2004 t/m 26 april 2005 is het gemiddelde traject dat in de praktijk voorkomt vastgesteld (Fig. 2 rode lijn). In figuur 2 is per punt de spreiding weergegeven (1 maal de standaardafwijking), zowel voor de doorlooptijd als voor de temperatuur. De meest extreme waarnemingen zijn niet meegewogen (langste en kortste doorlooptijd en de hoogste en de laagste temperatuur) want deze hadden een extreem effect op de standaardafwijking. De groene lijn in de figuur is gebruikt voor de simulatie van het transport (tabel 3 en figuur 2). Door voor wat betreft temperatuur en doorlooptijd per fase één maal de standaardafwijking op te tellen bij het gemiddelde zal de gesimuleerde keten een realistisch verloop hebben zonder te extreem te worden. Op deze manier zal  $\pm 85\%$  van alle transporten plaats vinden bij condities die gunstiger (kortere doorlooptijd, lagere temperaturen) zijn dan in de proef wordt gesimuleerd.

Het temperatuurverloop bij de twee verschillende ketens is nader toegelicht in tabel 3 en figuur 3.

Tabel 3. Tijd- en temperatuur schema voor de vliegtuigketensimulatie zonder temperatuur controle.

	Doorlooptijd (uren)	Temp. (°C)
Start	0	13.0
Aankomst Johannesburg	2	14.0
Vertrek Johannesburg	16	18.0
Aankomst Amsterdam	27	17.0
Vertrek Amsterdam	46	14.0
Aankomst Maasland	48	15.0



Figuur 3. Temperatuurverloop van de 2 gerealiseerde ketens in de proef.



### 2.5.5 Uitgevoerde behandelingen

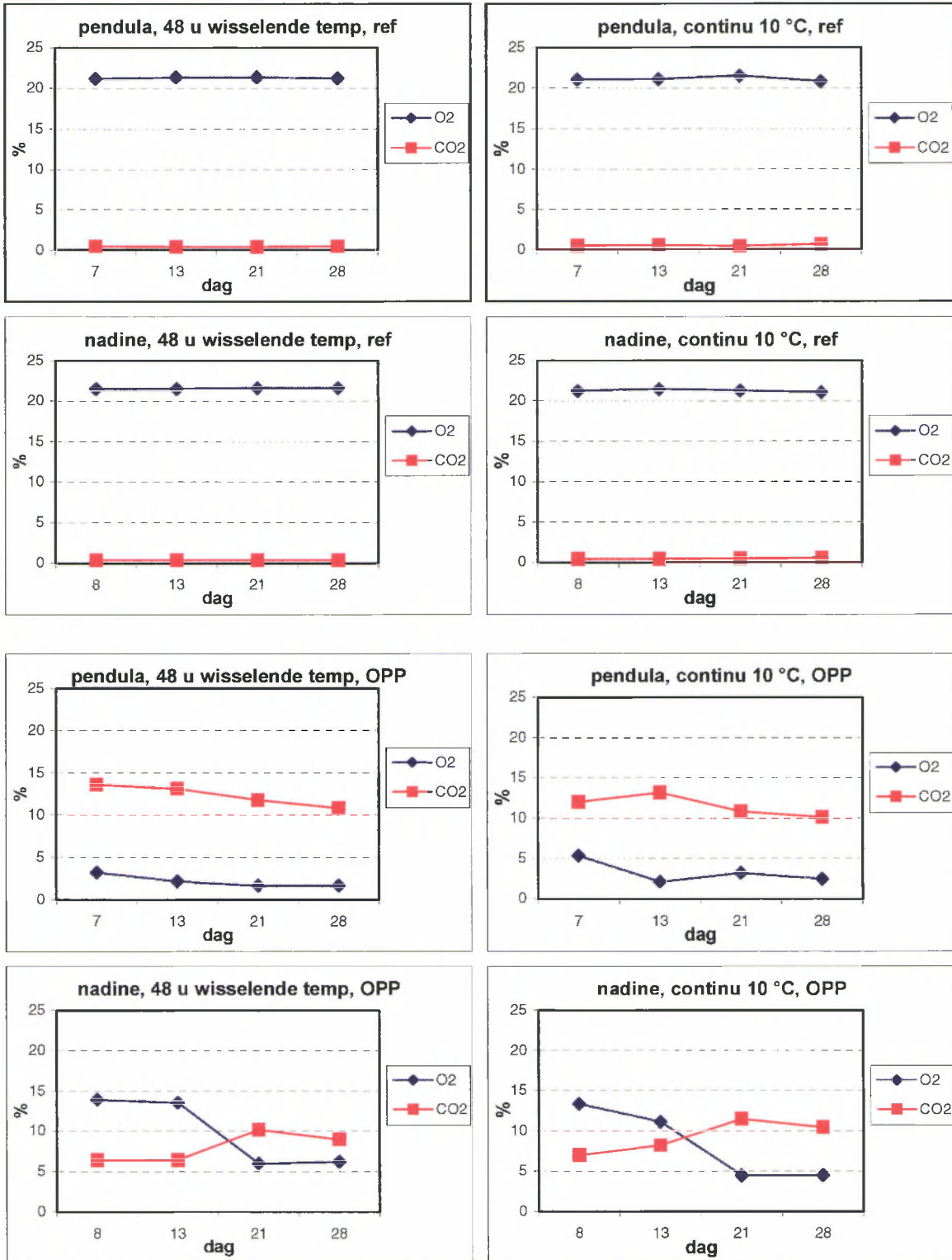
Tabel 4 geeft de uitgevoerde behandelingen weer. Vanwege beschikbaarheid van het stekmateriaal werd de proef ingezet in 2 delen (deel 1 en deel 2; zie kolom gewas). Door een storing in de temperatuursetting van de bewaarcellen is deel 2 niet volledig uitgevoerd. In plaats hiervan werd een extra vervolgproof ingezet om meer gegevens te verzamelen (zie paragraaf 2.6).

Tabel 4. Overzicht van de uitgevoerde behandelingen met MA en CA

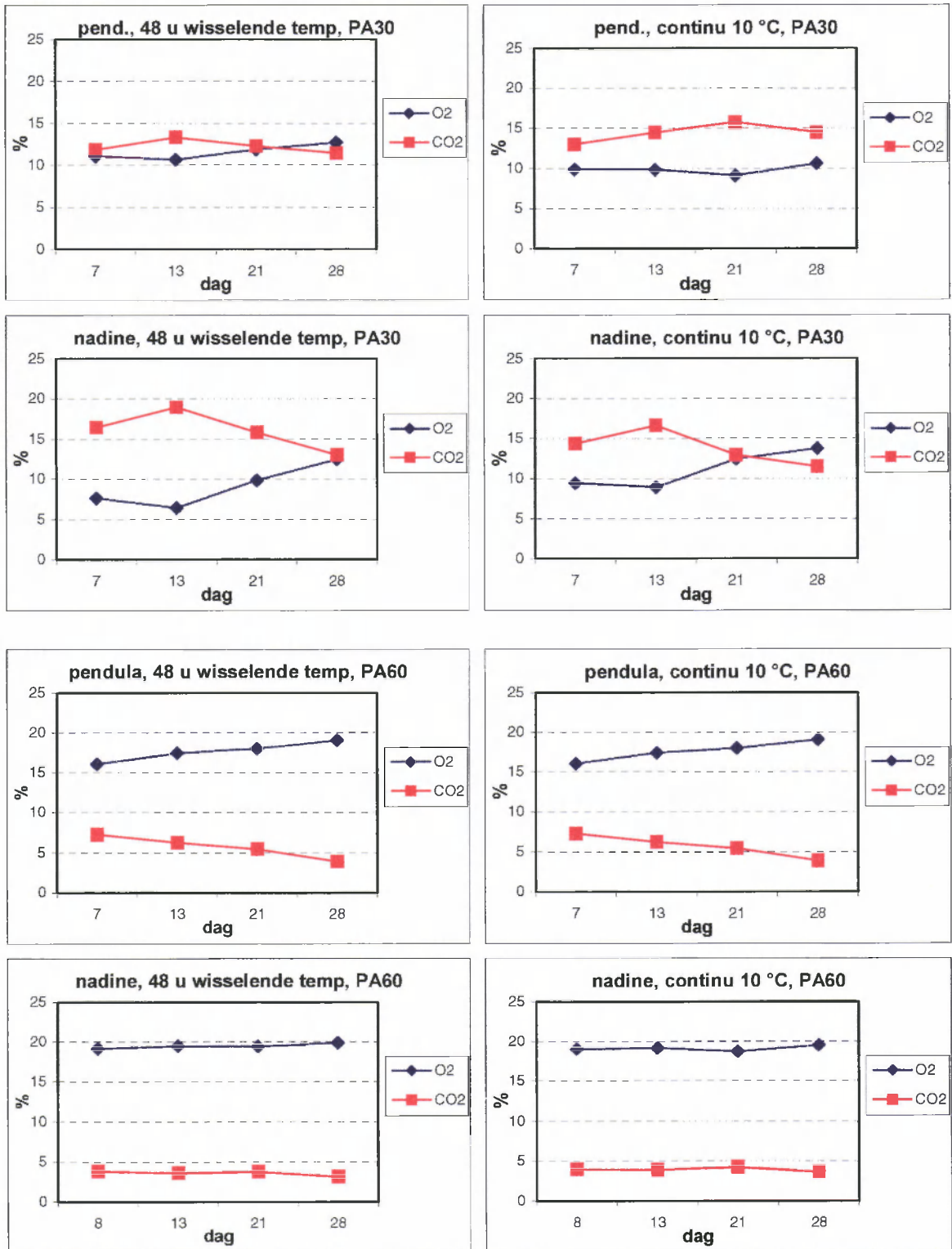
Gewas	Temperatuur (°C)	Aantal Behandelingen	Herhalingen	Bewaring (dagen)	Datum inzet (2005)	Data uithaal (2005)	Eenheid
Pendula (deel 1)	Met en zonder transportketen (figuur 3)	Referentie 6 MA	3	13, 21, 27	27-10	9-11, 17-11, 23-11	100 stek
Nadine (deel 1)	Met en zonder transportketen (figuur 3)	Referentie 3 MA	3	13, 21, 27	27-10	9-11, 17-11, 23-11	100 stek
Pendula (deel 2)	Met en zonder transportketen (figuur 3)	Referentie 1 CA 1 MA	3	13, 21, 27	10-11	23-11, 30-11 (alleen CA) 7-12 (alleen CA)	100 stek
Nadine (deel 2)	Met en zonder transportketen (figuur 3)	Referentie 1 CA 2 MA	3	13, 21, 27	10-11	23-11, 30-11 (alleen CA) 7-12 (alleen CA)	100 stek

### 2.5.6 Gerealiseerde MA condities

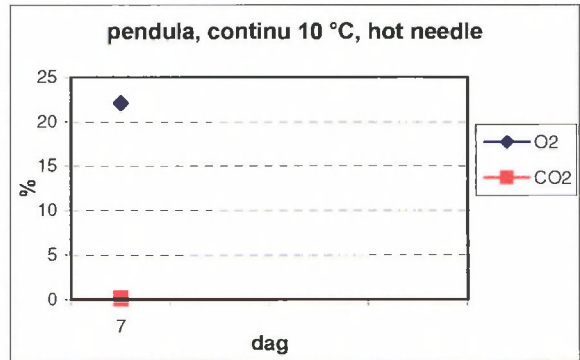
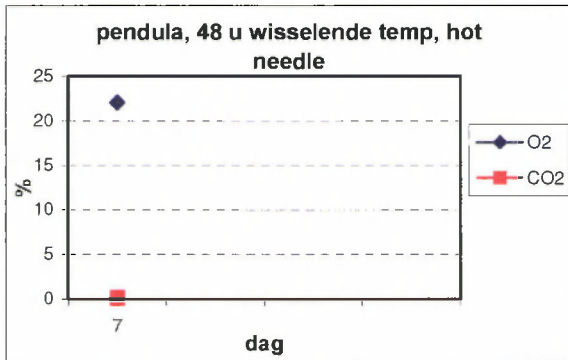
Het % CO<sub>2</sub> bij de referentie verpakking was < 0.6% en het % O<sub>2</sub> was nauwelijks lager dan in gewone lucht. De gerealiseerde gascondities voor de verpakkingen staan weergegeven in figuur 4a, 4b en 4c (deel 1 van de proef) en figuur 5a en 5b (deel 2 van de proef).



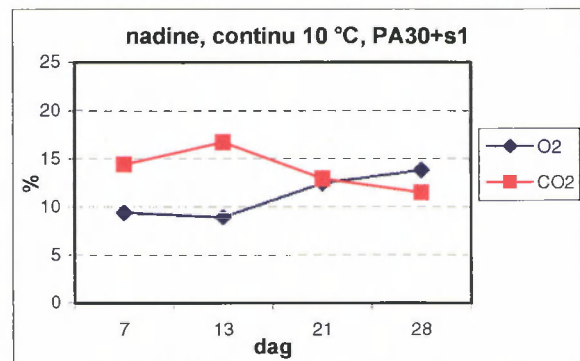
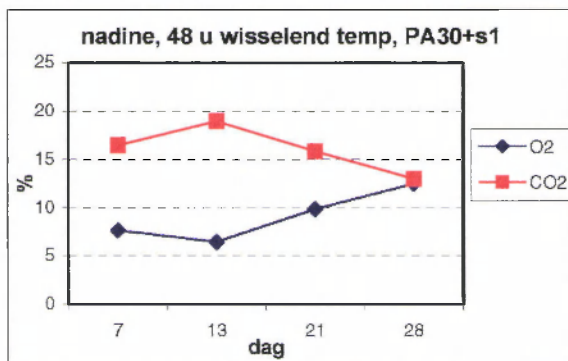
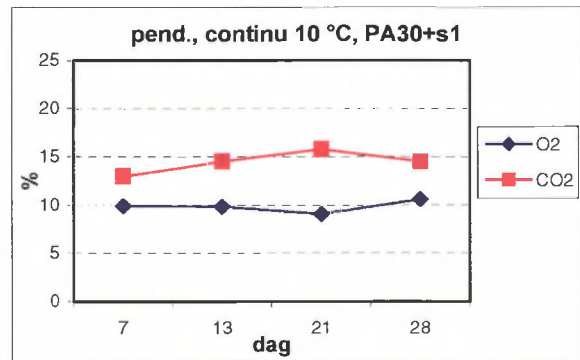
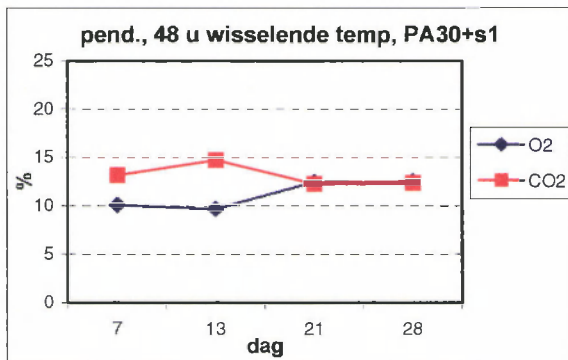
Figuur 4a. Gerealiseerde gascondities van referentie-verpakking (ref) en OPP (proef deel 1).



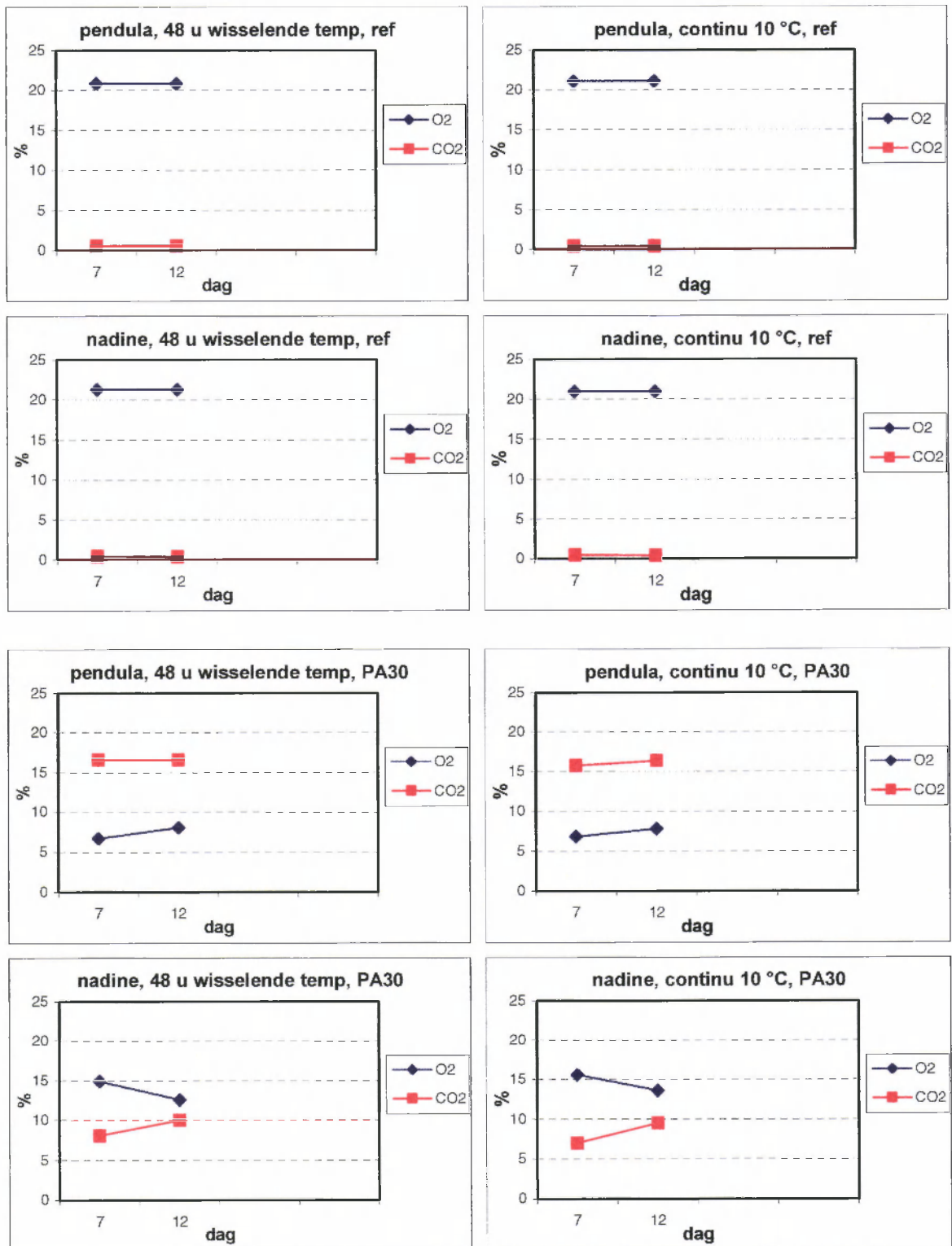
Figuur 4b. Gerealiseerde gascondities van PA30 en PA60 (proef deel 1).



Hot needle: geen gegevens Nadine

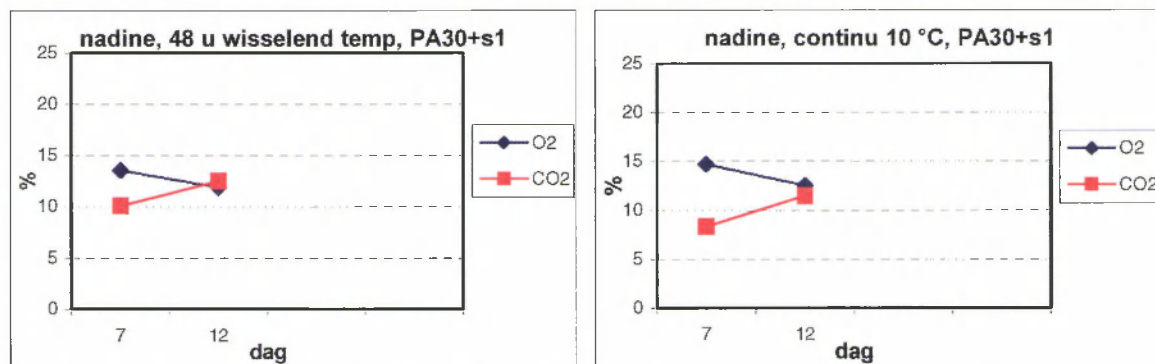


Figuur 4c. Gerealiseerde gascondities van hot needle verpakking en PA30 + vochtscrubber s1 (proef deel 1).



Figuur 5a. Gerealiseerde gascondities van referentie-verpakking en PA30 (proef deel 2).

## PA30+s1: geen gegevens Pendula



Figuur 5b. Gerealiseerde gascondities van PA30 + vochtscrubber s1 (proef deel 2).

## 2.6 CA experiment en MA verpakking

Op basis van voorgaande proeven zijn opnieuw CA en MA condities getest om ontbrekende informatie in te kunnen vullen. De proef startte in maart 2006 en werd uitgevoerd bij 10 °C. De CA conditie van 1% O<sub>2</sub> in combinatie met 0% CO<sub>2</sub> werd getest bij Berseba (3 herhalingen) en Nadine (6 herhalingen).

De MA verpakking PA30 werd getest met en zonder ethyleenscrubber (4 herhalingen). Het bereikte % CO<sub>2</sub> in de verpakking bedroeg 3-4%. De ethyleenconcentratie in de verpakking was 27-53 ppb (zonder scrubber) en <10 ppb (met scrubber).

De bewaarduren waren 14, 28 en 41 dagen. De bewaring werd gevolgd door opplanten bij Royal van Zanten.

## 2.7 Statistische analyse

In diverse proeven zijn behandelingen getoetst op significante verschillen met behulp van variatieanalyse (ANOVA). Wanneer significante verschillen werden gevonden, zijn verschillen tussen tweetallen getoetst met LSD toets bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%.



### 3 Resultaten

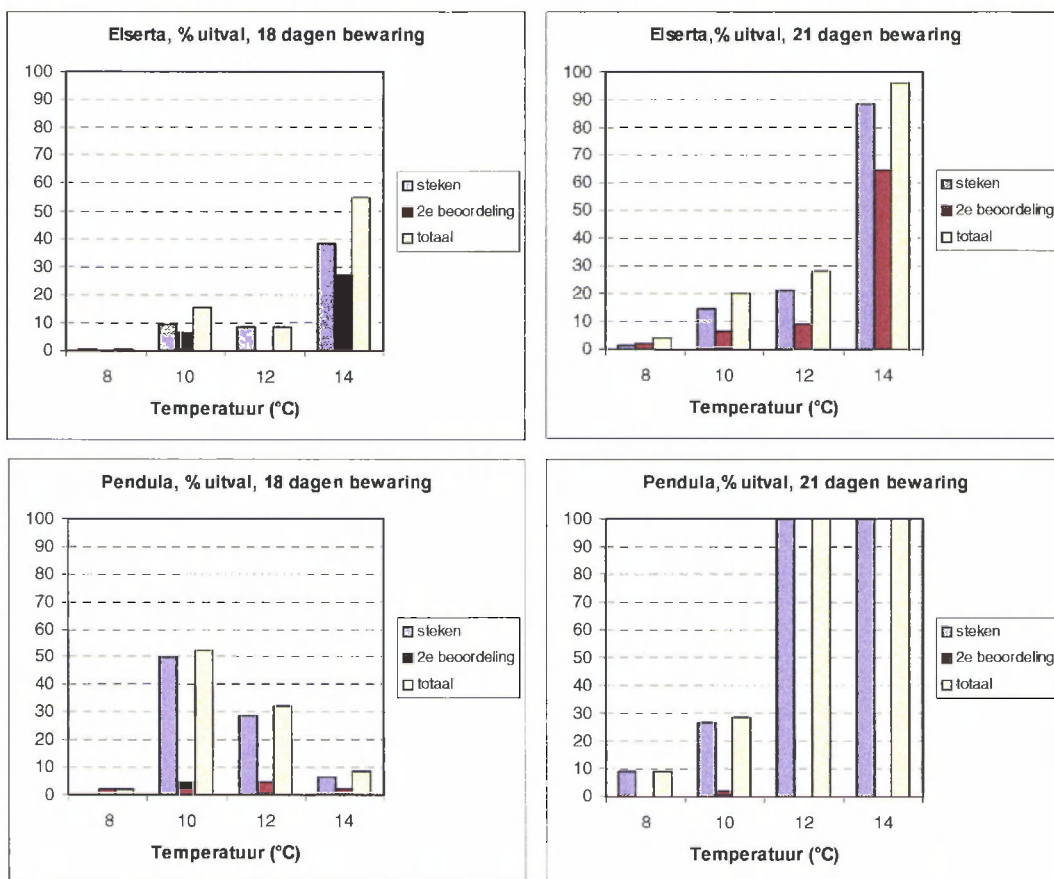
#### 3.1 Optimale bewaartemperatuur van begoniastek

##### 3.1.1 Experiment 1

Het % uitval op moment van steken (na bewaring) werd bij temperaturen beneden de oude streefwaarde van 14 °C aanzienlijk teruggebracht (Fig. 6). Bij Elserta was er al een duidelijk voordeel van 12 °C t.o.v. 14 °C. De beste bewaartemperatuur bij dit experiment was 8 °C.

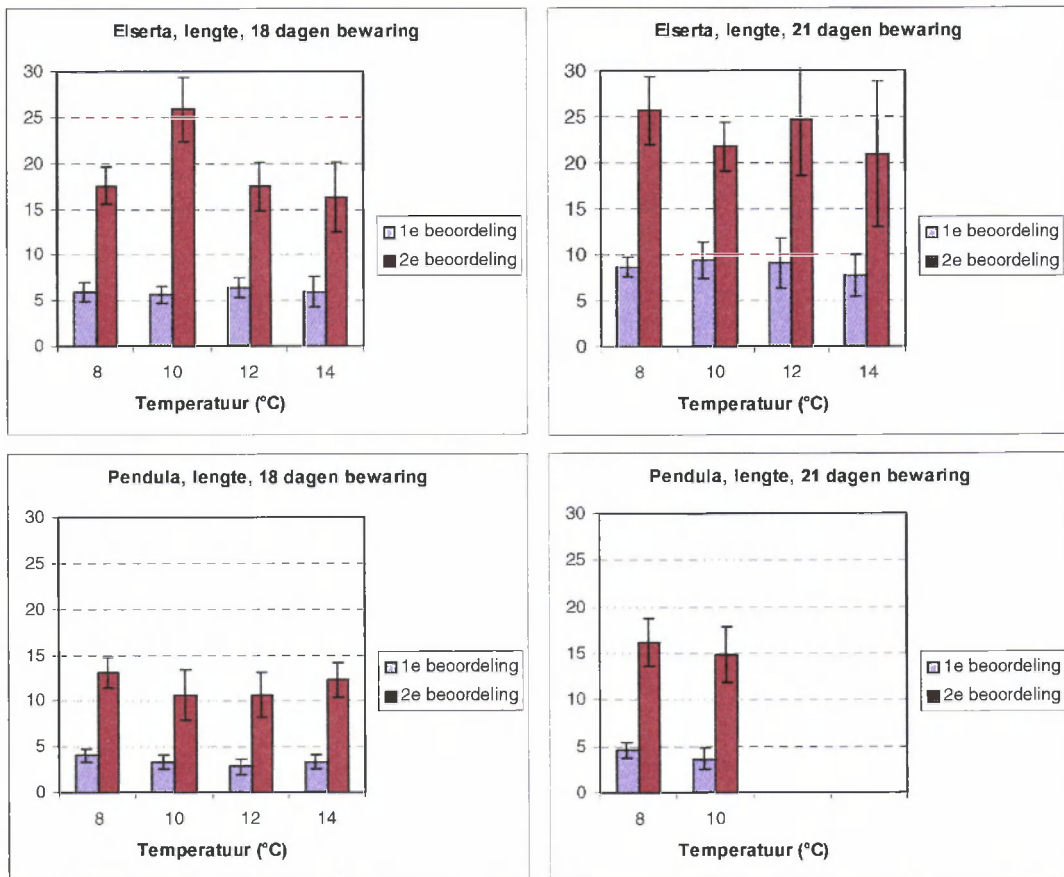
Bij Pendula gaf het % uitval na 18 dagen bewaring een afwijkend beeld. Echter opnieuw gaf bewaring bij 8 °C het laagste % uitval. Dit werd bevestigd na 21 dagen bewaring.

De bewaartemperaturen beneden 14 °C hadden geen negatief effect op de groei van de opgeplante stekken (Fig. 7). Een langere bewaarduur had geen negatief effect op de groei. Dit betekent dat de bewaarduur aanzienlijk kan worden verlengd.



Figuur 6. Uitval (%) van Elserta (bovenste figuren) en Pendula (onderste figuren) op moment van steken, tijdens groei in de kas (1e beoordeling), en totaal uitval stekken + groei.

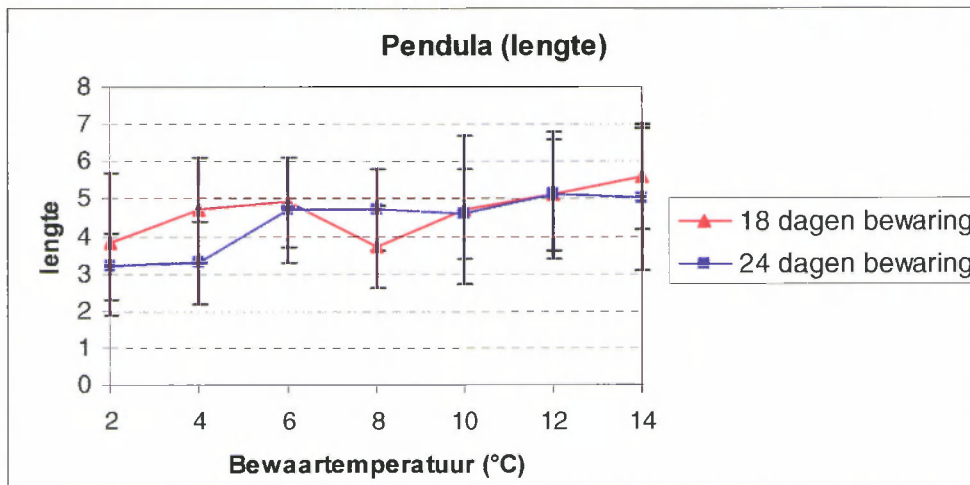
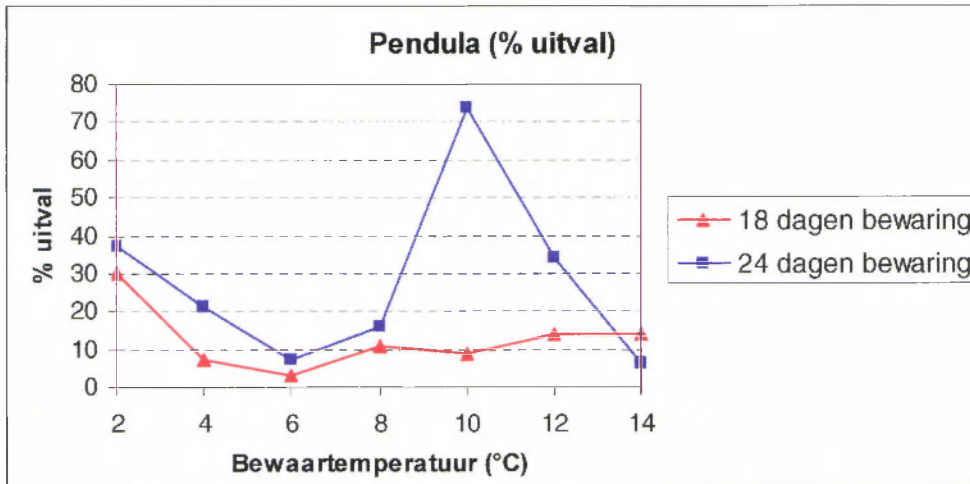




Figuur 7. Lengte (cm) van Elserta (bovenste figuren) en Pendula (onderste figuren) op twee verschillende beoordelingsmomenten in de kas. Weergegeven is gemiddelde en standaardafwijking van 45 stekken.

### 3.1.2 Experiment 2

In een uitgebreide temperatuurreeks van 2, 4, 6, 8, 10, 12, en 14 °C werd opnieuw aangetoond dat de oude streefwaarde van 14 °C niet optimaal is. Als optimale bewaar temperatuur werd 6 °C gevonden. Hierbij was het %uitval gering terwijl de groei goed bleef (Fig. 8). In de zakken met Pendula werd een lage concentratie ethyleen gemeten (tabel 5). Van deze lage concentratie is geen schade te verwachten maar is bij lange bewaarduur ook niet helemaal uit te sluiten.



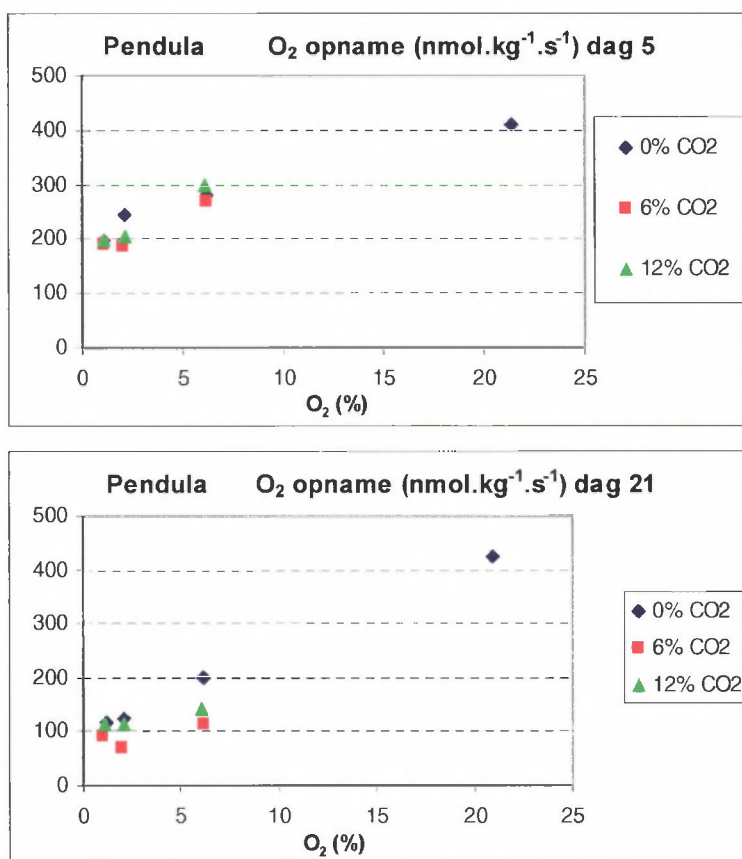
Figuur 8. Totaal % uitval van *Pendula* (steken + tijdens groei in kas) na bewaring bij 7 verschillende temperaturen.

Tabel 5. Ethyleen concentratie (ppb) in de standaardzakken met *Pendula* stekken.

Temp	Ethyleenconcentratie in zak <i>Pendula</i> (ppb) tijdens bewaring			
	1 maart	4 maart	14 maart	18 maart
14 °C	56	47	24	21
10 °C		39	25	20
6 °C		10	28	21
2 °C		<10	25	19

### 3.2 Controlled Atmosphere bewaring

De ademhaling van de stekken werd duidelijk geremd bij verlaagd  $O_2$  terwijl verhoogd  $CO_2$  een geringe remmende invloed had (Fig. 9). De gemeten  $O_2$  opname en  $CO_2$  productie (vergelijkbaar met  $O_2$  opname) is gebruikt voor het ontwerpen van de MA verpakkingen (zie paragraaf 3.4).



Figuur 9.  $O_2$  opname bij een reeks van  $O_2$  en  $CO_2$  condities gedurende 5 (boven) en 21 dagen (onder) bewaring.

Met CA kon het %uitval bij stekken (direct na bewaring) aanzienlijk worden teruggebracht (Fig. 10 en Fig. 11 voor respectievelijk Elserta en Pendula, waarbij 21-0 de referentie betreft). Omdat de proef geen herhalingen bevatte, kan op basis van 1 waarneming (1 balk in de grafieken) geen conclusie worden getrokken maar moet naar het totaalbeeld worden gekeken van beide cultivars en 3 bewaarduren. Opvallend goede CA condities zijn dan 1-0 (1%  $O_2$  zonder  $CO_2$ ) en 6-12 (6%  $O_2$  met  $CO_2$ ):

- Elserta: gunstig is 1 en 2%  $O_2$  zonder  $CO_2$ ; en 6%  $O_2$  met 12%  $CO_2$ .
- Pendula: gunstig is 1%  $O_2$  (met of zonder  $CO_2$ ) en 2 en 6%  $O_2$  met  $CO_2$ .

Dit beeld komt ook naar voren wanneer de gegevens van de 3 bewaarduren worden gemiddeld (Tabel 6),

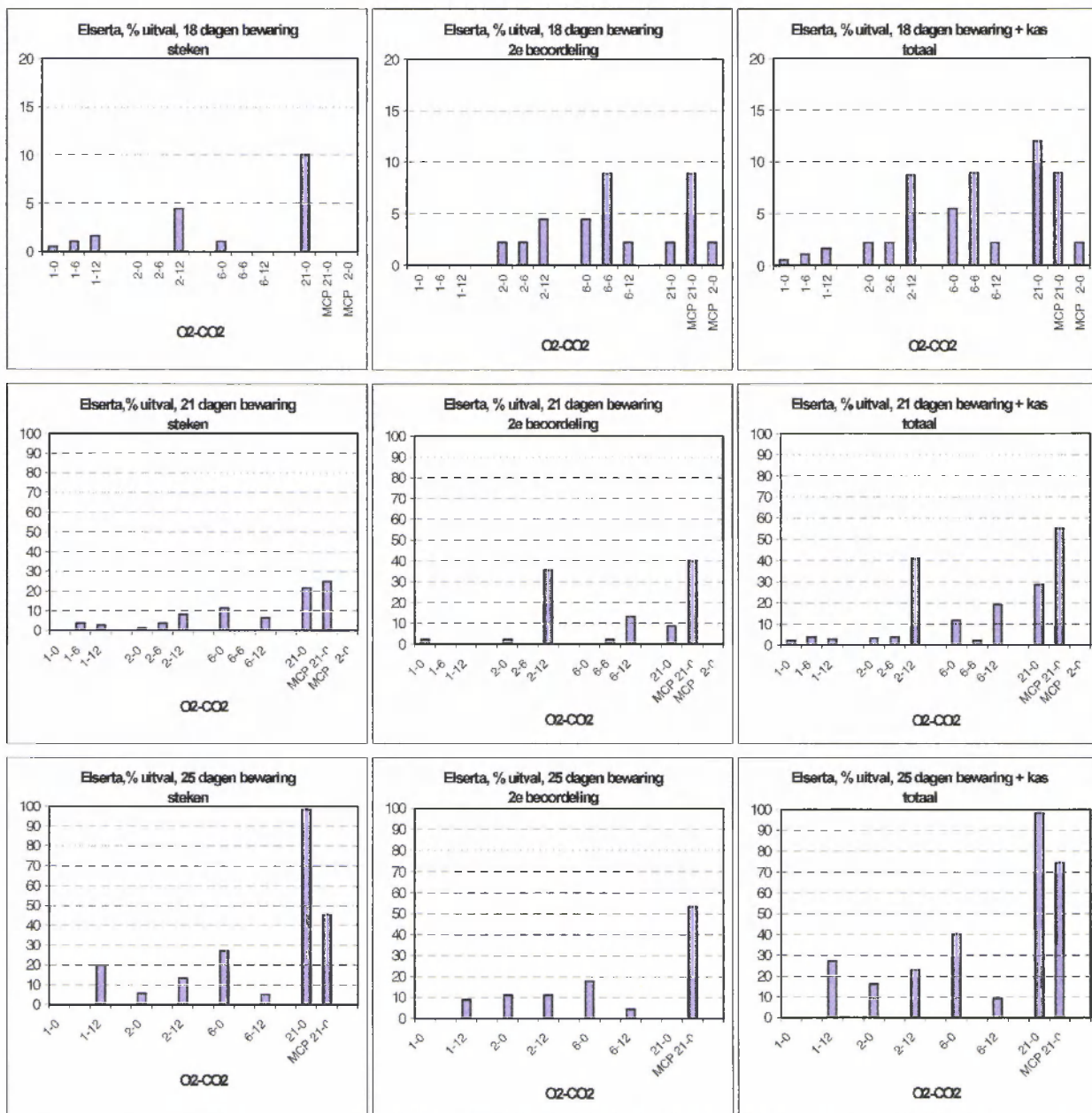
De condities 1-0 en 6-12 hadden geen negatief effect op de groei van de opgeplante stekken (Fig. 12). Een langere bewaarduur had geen negatief effect op de groei. Dit betekent dat met CA de bewaarduur aanzienlijk kan worden verlengd.

1-MCP bleek geen goed alternatief voor CA. De behandeling 'MCP 21-0' liet bij beide cultivars een hoog % uitval zien t.o.v. de condities 1-0 en 6-12.

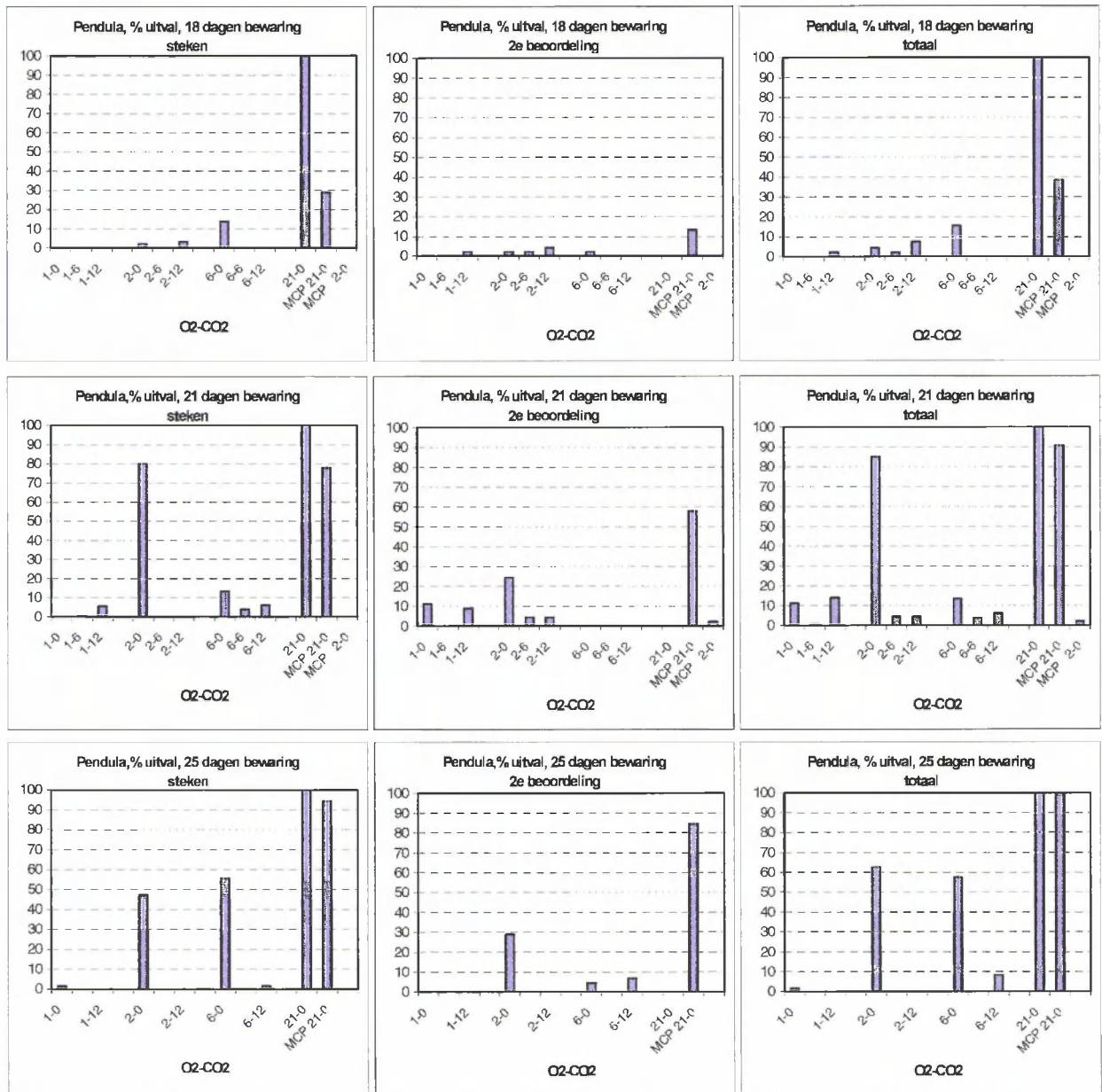
De combinatie van CA en 1-MCP was bij Pendula (18 en 21 dagen bewaring) beter dan CA alleen (Fig. 11: vergelijk '2-0' en 'MCP 2-0'). Bij Elserta was het % uitval bij 2-0 gering, 1-MCP kon dit niet (18 dagen bewaring) of nauwelijks (21 dagen bewaring) verbeteren.

Tabel 6. Totaal % uitval per cultivar, en cultivars samen (totaal). Weergegeven zijn gemiddelden van 3 bewaarduren.

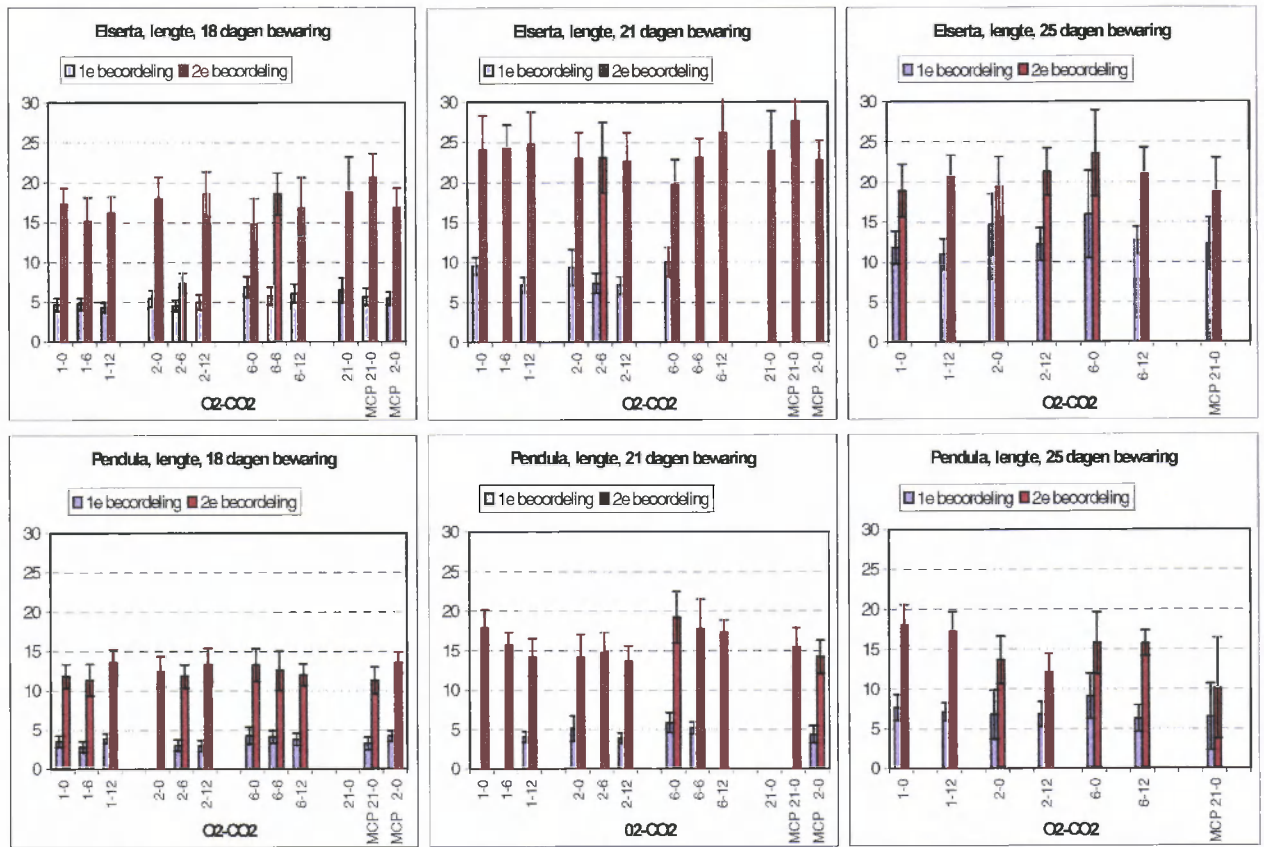
O <sub>2</sub> (%)	Elserta		Pendula		Totaal	
	0% CO <sub>2</sub>	12% CO <sub>2</sub>	0% CO <sub>2</sub>	12% CO <sub>2</sub>	0% CO <sub>2</sub>	12% CO <sub>2</sub>
1	1	11	4	5	3	8
2	7	24	51	4	29	14
6	19	10	29	5	24	8
21	46		100		73	



Figuur 10. Elserta: % uitval na 18 dagen bewaring (boven), na 21 dagen bewaring (midden) en 25 dagen bewaring (onder) op moment van steken (links) en na de 2e beoordeling in de kas (midden). De rechter figuren geven het berekende % uitval weer wanneer alle stekken zouden zijn opgeplant en beoordeeld.



Figuur 11. Pendula: % uitval na 18 dagen bewaring (boven), na 21 dagen bewaring (midden) en 25 dagen bewaring (onder) op moment van steken (links) en bij na 2e beoordeling in de kas (midden). De rechter figuren geven het berekende % uitval weer wanneer alle stekken zouden zijn opgeplant en beoordeeld.



Figuur 12. Lengte (cm) van Elserta (bovenste figuren) en Pendula (onderste figuren) op twee verschillende beoordelingsmomenten in de kas na 18 dagen bewaring (links), 21 dagen bewaring (midden) en 25 dagen bewaring (rechts). Weergegeven is gemiddelde en standaardafwijking van 45 stekken.

### 3.3 Optimalisatie van de CA-bewaring

#### 3.3.1 Elserta

Bij Elserta waren er zeer duidelijke effecten van CA bij 10 °C (Tabel 7). Het % uitval werd verminderd door bewaring bij 0.5-0 (% O<sub>2</sub> - % CO<sub>2</sub>), 1-0, en 1.5-0, terwijl de groei niet negatief werd beïnvloed. Hierdoor kan de bewaarduur worden verlengd. Het % uitval was na 18 dagen bewaring nog gering.

De condities met gematigd O<sub>2</sub> in combinatie met hoog CO<sub>2</sub> (6-12 en 4-18) waren nadelig t.o.v. de controle. Echter het % uitval was zowel bij controle als bij de condities 6-12 en 4-18 te hoog. Wellicht biedt bij een kortere bewaarduur 6-12 toch perspectief als gasconditie in verpakkingen. Duidelijk was weer het voordeel van bewaring bij 10 °C t.o.v. bewaring bij 14 °C.

Tabel 7. **Elserta**. Effect CA condities.

*De eerste 3 kolommen met data zijn statistisch geanalyseerd waarbij:*

*Groen = significant beter dan controle 21-0; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan controle 21-0.*

*Std lengte = standaarddeviatie van de lengte, een maat voor gelijkheid binnen een partij.*

Temp	O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub>	Er is geen interactie tussen O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> en bewaarduur, daarom zijn 18 en 24 dagen bewaring samen statistisch geanalyseerd.			Gegevens per bewaarduur.			
		% uitval gem 18+24 d. bewaard (lsd=24)	Lengte gem 18+24 d. bewaard (lsd=1.0)	Std lengte gem 18+24 d. bewaard (geen sign verschil)	% uitval 18 d. bewaard	% uitval 24 d. bewaard	Lengte 18 d. bewaard	Lengte 24 d. bewaard
10 °C	21-0	36	5.7	1.6	21	51	6.4	5.0
	0.5-0	11	6.1	1.4	5	17	6.3	5.8
	1-0	7	5.6	1.1	2	12	5.9	5.2
	1.5-0	8	7.1	1.5	13	3	6.5	7.8
	6-12	55	4.4	1.4	34	77	5.4	3.5
	4-18	77	3.9	1.4	64	90	4.0	3.8
14 °C	1-0				98			
	6-12				47			



### 3.3.2 Pendula

Bij Pendula betekende bewaring bij referentiecondities (21-0) bij 10 °C een verbetering t.o.v. 14 °C (Tabel 8). Voor de overige gascondities die bij zowel bij 10 °C als 14 °C zijn toegepast, namelijk 1-0 en 6-12, waren de verschillen tussen de twee bewaartemperaturen gering.

Net als bij Elserta werd de bewaring verbeterd door gascondities op of rond 1% O<sub>2</sub> zonder CO<sub>2</sub> (0.5-0, 1-0 en 1.5-0). Het % uitval werd verminderd en/of groei werd positief beïnvloed. Een bewaarduur van 27 dagen leverde nog een goede kwaliteit stekken op.

Gelet op de gegevens per bewaarduur (rechter deel tabel) zou 6-12 als toepassing in verpakkingen een goed resultaat kunnen geven t.o.v. de controle. Dit blijkt zowel bij de bewaartemperatuur van 10°C en 14 °C. De combinatie 4-18 valt af.

Tabel 8. **Pendula**. Effect CA condities.

*De eerste 3 kolommen met data zijn statistisch geanalyseerd waarbij:*

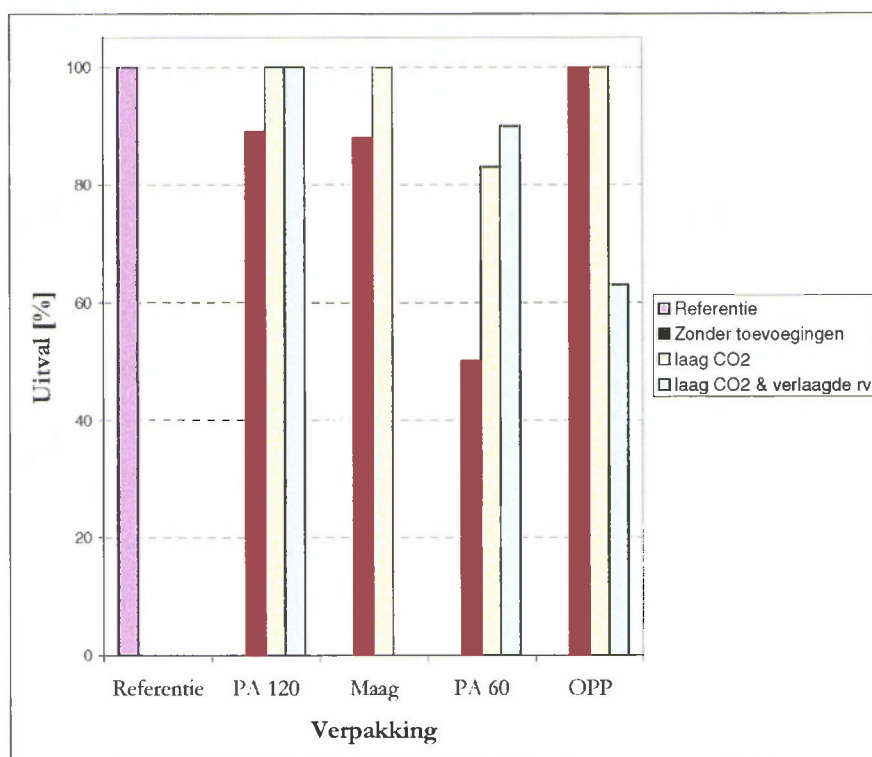
*Groen = significant beter dan controle 21-0; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan controle 21-0.*

*Std lengte = standaarddeviatie van de lengte, een maat voor gelijkheid binnen een partij.*

Temp	O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub>	Er is geen interactie tussen O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> en bewaarduur, daarom zijn 2 bewaarduren samen statistisch geanalyseerd.			Gegevens per bewaarduur.					
		% uitval gem 18+24+27 dagen bewaard (lsd=11)	Lengte gem 18+24+27 dagen bewaard (lsd=0.7)	Std lengte gem 18+24+27 dagen bewaard (lsd=0.2)	% uitv 18 d	% uitv 24 d	% uitv 27 d	Lengte 18 d	Lengte 24 d	Lengte 27 d
10 °C	21-0	15	4.0	1.2	10	27	9	4.6	3.7	3.6
	0.5-0	2	4.6	1.0	5	1	1	4.3	5.2	4.5
	1-0	6	4.7	1.0	11	4	2	4.6	5.6	4.0
	1.5-0	2	5.2	1.1	4	1	2	4.8	6.0	5.0
	6-12	7	3.9	0.9	6	7	8	3.9	4.2	3.6
	4-18	4	2.8	0.8	36	32	41	2.8	3.3	2.3
14 °C	21-0				32	41	84	5.4	5.7	4.7
	1-0				1		3	5.5	4.4	
	6-12				2	3	1	5.0	4.7	3.6

### 3.4 Verpakkingsontwerp

Het % uitval in deze proef was erg hoog, waardoor stekken van slechts 10 van de 36 verpakkingen werden opgeplant. PA 60 (zonder toevoegingen) kwam als beste naar voren (Figuur 13). De gemiddelde gasconcentraties in deze verpakking waren 7.5% O<sub>2</sub> en 13% CO<sub>2</sub> (Fig. 1). De relatief hoge CO<sub>2</sub> concentratie ten opzichte van de overige verpakkingen blijkt dus gunstig te zijn, en benadert de gunstige conditie 6% O<sub>2</sub> – 12% CO<sub>2</sub> uit de vorige CA proef.



Figuur 13. Totaal % uitval van Pendula (steken + na groei in kas) na bewaring in diverse verpakkingen.

### 3.5 Verpakking testen onder ketencondities

#### 3.5.1 *Pendula deel 1*

Diverse MA verpakkingen werden getest bij twee verschillende ketens, namelijk met en zonder gesimuleerd vliegtuigtransport. De stekken werden na bewaring beoordeeld op % uitval bij steken (tabel 9), % uitval totaal (tabel 10) en groei (tabel 11).

Voor Pendula vallen de volgende punten op:

- Wat betreft % uitval van Pendula was er geen duidelijke verbetering van één van de verpakkingen ten opzichte van de referentie (Tabel 9).
- De beste verpakkingen zijn PA30 en PA60. Op moment van steken lijkt vooral PA30 gunstiger dan PA60 bij lange bewaarduur van 27 dagen. Echter door uitval in de kas komt het totale % uitval bij PA30 hoger uit dan bij PA60.
- PA30 en PA60 hadden geen nadelig effect op de groei (lengte en variatie).
- Een aantal verpakkingen gaf verslechtering t.o.v. de referentie namelijk PA30 met vochtscrubber, Hot needle en OPP. Bij deze verpakkingen werd vaak uitdroging/slap stek als opmerking genoemd op moment van steken.
- Er was geen effect van de opgelegde keten (constante temperatuur versus variërende temperatuur gedurende eerste 48 uur).

Tabel 9. Pendula deel 1. % uitval bij steken

Omdat er geen interacties gevonden werden zijn gegevens van 13, 21 en 27 dagen bewaring samen statistisch geanalyseerd. Binnen kolommen geldt:

Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.

Geen interactie	% uitval gem. 13+21+27 dagen (lsd=17)	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
Ref	30	6	7	25	11	66	66
PA30	13	5	0	8	13	23	27
PA30+s1		35	34	48	50	67	50
PA30+s2		52	54	88	84	94	91
PA60	17	10	2	30	4	31	25
Hot n.		71	59	100	96	100	100
OPP		57	36	68	67	69	42

Tabel 10. Pendula deel 1. % uitval totaal (steken + uitval in kas)

Omdat er geen interacties gevonden werden zijn gegevens van 13, 21 en 27 dagen bewaring samen statistisch geanalyseerd. Binnen kolommen geldt:

Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.

	% uitval gem. 13+21+27 dagen (lsd=17)	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
Ref	32	6	7	31	11	68	71
PA30	22	6	0	14	16	50	48
PA30+s1		35	34	57	66	92	86
PA30+s2		53	54	92	87	97	99
PA60	19	10	2	33	4	35	30
Hot n.		72	60	100	96	100	100
OPP		58	43	69	67	70	43

Tabel 11. Pendula deel 1. Groei in kas

Lengte: Interactie tussen bewaarmethode en bewaarduur (LSD = 2.2). Geen effect keten.

Std van lengte: Interactie tussen bewaarmethode en bewaarduur (LSD = 0.8). Geen effect keten.

Binnen kolommen geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

	Lengte (cm)			Standaarddeviatie lengte		
	Gemid. Keten 1 en 2, 13 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 21 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 27 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 13 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 21 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 27 dagen
<b>Ref</b>	13.1	11.6	10.9	1.7	3.4	3.6
<b>PA30</b>	12.6	11.7	11.1	1.6	3.4	3.1
<b>PA60</b>	11.9	11.2	10.1	1.6	2.7	3.1

### 3.5.2 Pendula deel 2

Pendula is beoordeeld op % uitval bij steken (tabel 12), % uitval totaal (tabel 13) en groei (tabel 14 en 15). Het % uitval bij steken was gelijk aan het % uitval totaal in dit experiment. De volgende punten vallen op:

- Met PA30 verminderde het %uitval bij keten 1. De groei (lengte) werd echter negatief beïnvloed.
- CA gedurende 13 dagen betekende bij beide ketens een aanzienlijke verbetering t.o.v. de referentie verpakking. Het totale % uitval werd verminderd en de groei bevorderd. De hogere standaarddeviatie van de lengte is toe te schrijven aan de verbeterde lengte.
- Langere CA bewaarduur (21 en 27 dagen) leidde niet tot meer uitval (Tabel 16, 17, 18)

Tabel 12. Pendula deel 2. % uitval bij steken

Er was effect van bewaarconditie (LSD = 18) en van keten (LSD = 14).

Binnen kolommen geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	79	49
<b>PA30</b>	51	49
<b>CA</b>	22	11

Tabel 13. Pendula deel 2. % uitval totaal

Alleen effect van bewaarconditie (LSD = 18). Geen effect van keten.

Binnen kolommen geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	79	49
<b>PA30</b>	53	51
<b>CA</b>	22	11

Tabel 14. Pendula deel 2. Lengte

Alleen effect van bewaarconditie (LSD = 2.4). Geen effect van keten.

Binnen kolommen geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	10.8	8.3
<b>PA30</b>	7.1	7.9
<b>CA</b>	14.8	13.6

Tabel 15. Pendula deel 2. Standaarddeviatie van de lengte

Interactie bewaarconditie\*keten (LSD = 0.6).

Binnen kolommen geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	2.6	2.1
<b>PA30</b>	3.0	2.9
<b>CA</b>	2.1	2.8

(is echter gevolg van betere lengte (tabel 14))

Tabel 16. Pendula deel 2. % uitval bij steken = % uitval totaal

*Effect van keten (LSD = 5): Keten 1 meer uitval dan keten 2.*

*Effect van bewaarduur (LSD =6): bewaarduur 13 dagen meer uitval dan 21 en 27 dagen.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	22	11	12	4	14	10

Tabel 17. Pendula deel 2. Lengte

*Geen effect van keten.*

*Effect van bewaarduur (LSD =1.8): bewaarduur 21 dagen minder uitval dan 13 en 27 dagen.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	14.8	13.6	11.3	10.8	14.3	14.5

Tabel 18. Pendula deel 2. Standaarddeviatie van de lengte

*Geen effect van keten.*

*Effect van bewaarduur (LSD = 0.4): std bij bewaarduur 21 dagen is minder dan bij 13 dagen.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	2.1	2.8	1.8	1.8	2.3	2.1

### 3.5.3 Nadine deel 1

Nadine is beoordeeld op % uitval totaal en groei (tabel 19 en 20):

- Wat betreft % uitval is er geen duidelijke verbetering t.o.v. de referentie. Het % uitval totaal is vergelijkbaar met % uitval bij steken, het % uitval in de kas was namelijk gering.
- De geteste verpakkingen hadden geen duidelijk voordeel op de groei (lengte en variatie).
- Er was geen effect van de opgelegde keten (constante temperatuur versus variërende temperatuur gedurende eerste 48 uur).

Tabel 19. Nadine deel 1. % uitval totaal

*Alleen effect van bewaarduur.*

*Binnen kolommen geldt:*

*Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.*

	% uitval gem. 13+21+27 dagen bewaard	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>Ref</b>	8	2	1	1	4	28	14
<b>PA30</b>	5	9	2	0	2	7	12
<b>PA60</b>	8	8	10	6	0	16	9
<b>OPP</b>	12	5	7	6	16	32	8

Tabel 20. Nadine deel 1. Groei in kas

*Lengte: Interactie tussen bewaarmethode en bewaarduur (LSD = 0.8). Geen effect keten.*

*Std van lengte: Geen effect van bewaarmethode.*

*Binnen kolommen geldt:*

*Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie*

	Lengte (cm)			Standaarddeviatie lengte		
	Gemid. Keten 1 en 2, 13 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 21 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 27 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 13 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 21 dagen	Gemid. Keten 1 en 2, 27 dagen
<b>Ref</b>	5.9	4.5	4.0	1.5	1.4	1.3
<b>PA30</b>	5.2	4.3	3.5	1.5	1.3	1.3
<b>PA60</b>	■ ■	4.6	■ ■	1.3	1.2	1.3
<b>OPP</b>	■ ■	4.0	4.4	1.5	1.3	1.5



### 3.5.4 Nadine deel 2

- Na 13 dagen bewaring was er nog geen uitval bij de referentie, PA30 en CA. Verpakking PA30 met vochtschubber leidde tot meer uitval (rot en verdroging). (Tabel 21-24).
- Na 21 en 27 dagen CA bewaring was % uitval nog zeer gering en de groei goed. Omdat de referentie verpakking ontbreekt, is niet duidelijk of hiermee een voordeel t.o.v. de huidige verpakking gerealiseerd kan worden. (Tabel 25-28).

Tabel 21. Nadine deel 2. % uitval bij steken

*Er was wel effect van bewaarconditie (LSD = 7). Geen effect van keten.*

*Binnen kolommen geldt:*

*Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	0	0
<b>PA30</b>	0	0
<b>PA30+s1</b>	■	■
<b>CA</b>	0	0

Tabel 22. Nadine deel 2. % uitval totaal

*Alleen effect van bewaarconditie (LSD = 18). Geen effect keten.*

*Binnen kolommen geldt:*

*Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	0	0
<b>PA30</b>	0	0
<b>PA30+s1</b>	■	■
<b>CA</b>	0	0

Tabel 23. Nadine deel 2. Lengte

*Geen effect van bewaarconditie. Geen effect keten.*

*Binnen kolommen geldt:*

*Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	4.5	5.2
<b>PA30</b>	4.6	5.5
<b>PA30+s1</b>	4.2	4.2
<b>CA</b>	5.1	4.8

Tabel 24. Nadine deel 2. Std lengte

*Geen effect van bewaarconditie. Geen effect keten.*

*Binnen kolommen geldt:*

*Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen
<b>Ref</b>	1.3	1.3
<b>PA30</b>	1.3	1.5
<b>PA30+s1</b>	1.3	1.1
<b>CA</b>	1.2	1.1

Tabel 25. Nadine deel 2. % uitval bij steken

*Geen effect van keten.*

*Effect van bewaarduur (LSD = 2.2): 27 dagen bewaring meer uitval dan 13 en 21 dagen bewaring.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	0	0	1	0	3	3

Tabel 26. Nadine deel 2. % uitval totaal

*Geen effect van keten en van bewaarduur.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	0	0	2	0	3	3

Tabel 27. Nadine deel 2. Lengte

*Geen effect van keten.*

*Effect van bewaarduur (LSD =0.8): lengte na bewaarduur 27 dagen hoger dan na 13 en 21 dagen.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	5.1	4.8	5.2	4.6	6.2	5.9

Tabel 28. Pendula deel 2. Standaarddeviatie van de lengte

*Geen effect van keten en van bewaarduur.*

	Keten 1 13 dagen	Keten 2 13 dagen	Keten 1 21 dagen	Keten 2 21 dagen	Keten 1 27 dagen	Keten 2 27 dagen
<b>CA</b>	1.2	1.1	1.4	1.2	1.5	1.3

### 3.6 CA experiment en MA verpakking

#### 3.6.1 Berseba

CA bewaring betekende duidelijk minder uitval ten opzichte van de referentie (tabel 29 en 30). De groei (lengte) is niet gemeten, de planten waren te compact voor een goede meting. Opnieuw werd aangetoond dat met CA een duidelijke verlenging van de bewaarduur mogelijk is.

Tabel 29. Berseba. % uitval totaal

Effect van behandeling (LSD<sub>0,05</sub> = 11)

*Binnen een kolom geldt:*

*Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.*

Behandeling	14 dagen	28 dagen	41 dagen
Referentie	60	97	100
CA	27	45	70

Tabel 30. Berseba. % uitval bij steken

Effect van behandeling (LSD<sub>0,05</sub> = 11)

*Binnen een kolom geldt:*

*Groen = significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood = significant slechter dan referentie.*

Behandeling	14 dagen	28 dagen	41 dagen
Referentie	56	95	100
CA	21	40	70

#### 3.6.2 Nadine

Ook bij Nadine bleek wederom een voordeel van CA wat betreft het % uitval (tabel 31 en 32) terwijl de groei niet nadelig werd beïnvloed (Tabel 33 en 34). MA leidde tot minder uitval maar het voordeel was niet heel duidelijk. Toepassing van ethyleenscrubber leidde niet tot verbetering.

Tabel 31. Nadine. % uitval totaal

Effect van behandeling:  $LSD_{0,05} = 12$  (CA), 13 (MA).

Binnen een kolom geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

Behandeling	14 dagen	28 dagen	41 dagen
Referentie	9	32	85
CA	6		
MA	7	30	
MA + ethysorb	4	22	83

Tabel 32. Nadine. % uitval bij steken

Effect van behandeling:  $LSD_{0,05} = 16$ (CA), 18 (MA)

Binnen een kolom geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

Behandeling	14 dagen	28 dagen	41 dagen
Referentie	8	30	73
CA	5		
MA	7	28	58
MA + ethysorb	4	21	68

Tabel 33. Nadine. Lengte (cm)

Effect van behandeling:  $LSD_{0,05} = 0,8$ (CA), 0,9 (MA)

Binnen een kolom geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

Behandeling	14 dagen	28 dagen	41 dagen
Referentie	7.6	5.5	3.3
CA	6.9		
MA	8.4	6.4	
MA + ethysorb	8.5	5.8	2.4

Tabel 34. Lengte (standaarddeviatie)

Effect van behandeling:  $LSD_{0,05} = 0,4$ (CA), 0,4 (MA)

Binnen een kolom geldt:

Groen=significant beter dan referentie; Geel = gelijk; Rood =significant slechter dan referentie.

Behandeling	14 dagen	28 dagen	41 dagen
Referentie	1.5	1.6	1.9
CA	1.4	1.6	2.0
MA	1.4	1.5	
MA + ethysorb	1.4	1.4	



## 4 Conclusies

Doel van het project was de bewaarduur van begoniastek te verlengen. De volgende opties zijn hierbij onderzocht:

- Optimale bewaar temperatuur
- MA verpakking
- Optimale CA

### Optimale bewaar temperatuur van begoniastek

- Oorspronkelijke streef temperatuur (14 °C) is te hoog.
- Bewaring bij 10 °C gaf al een aanzienlijke verbetering wat % uitval betreft, terwijl de groei kracht behouden bleef. Uit de geteste reeks van 2, 4, 6, 8, 10, 12 en 14 °C kwam 6°C als beste naar voren.
- **Er is een duidelijk langere bewaarduur mogelijk door verlaging van de oorspronkelijke streef temperatuur van 14 °C naar 6-10 °C.**

### Controlled Atmosphere bewaring

- Bij zowel 14 °C als 10 °C was er een duidelijk effect van CA.
- Advies CA-conditie is 1% O<sub>2</sub> + 0% CO<sub>2</sub>. Hierbij mag O<sub>2</sub> variëren van 0.5-1.5%.
- Met CA werd veel minder uitval gerealiseerd dan bij bewaring bij gewone lucht.
- De groei kracht bleef na CA bewaring behouden.
- Een langere bewaarduur had geen negatief effect op de groei.
- 1-MCP is geen alternatief voor CA, maar de combinatie leidde wel tot minder uitval dan CA alleen.
- **Met CA is een aanzienlijke verlenging van de bewaarduur mogelijk.**

### Modified Atmosphere verpakking

- De beste verpakkingen zijn PA30 en PA60. De bijbehorende gunstige gascondities zijn: 4 tot 16% CO<sub>2</sub> in combinatie met 6% O<sub>2</sub> of hoger.
- Een variërende temperatuur gedurende de eerste 48 uur van bewaring (simulatie van vliegtuigtransport) had geen effect ten opzichte van een constante lage temperatuur.
- Scrubben van ethyleen of vocht in de verpakking is niet zinvol.
- **Met MA verpakkingen is een geringe verbetering van de bewaring mogelijk.**