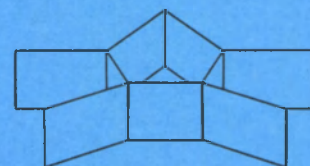


157  
E 51 214

# ATO AGROTECHNOLOGIE

Agrotechnological Research Institute



DE INVLOED VAN CA-BEWARING EN  
FOLIEVERPAKKING OP DE HOUDBAAR-  
HEID VAN RODE PAPRIKA'S

Ing. E.C. Otma

225227

## I n h o u d s o p g a v e

	blz.
SAMENVATTING \ SUMMARY	2/3
1. INLEIDING	4
2. MATERIAAL EN METHODEN	5
2.1 Proefopzet (proef 1 en 2)	5
2.2 Werkwijze	5
2.3 Beoordeling	6
2.4 Statistische verwerking	6
3. RESULTATEN	7
3.1 CA-condities (proef 1)	7
3.1.1 Bewaring (rot en uitdroging, doorkleuring, sensoriek)	7
3.1.2 Nabewaring (rot en uitdroging, doorkleuring)	8
3.2 CA-bewaring en folieverpakking (proef 2)	10
3.2.1 Bewaring	10
- invloed CA-bewaring op rot en uitdroging	
- invloed folieverpakking op rot en uitdroging	
3.2.2 Nabewaring	12
- invloed CA-bewaring op rot en uitdroging	
- invloed folieverpakking op rot en uitdroging	
3.2.3 Voortdurende opslag bij nabewaring-condities	13
4. DISCUSSIE	14
5. CONCLUSIE	15
LITERATUURLIJST	16
Bijlage: 1 CA-bewaring (proef 1)	
2 doorkleuring (proef 1)	
3 achteruitgang smaak \ aroma (proef 1)	
4 achteruitgang consistentie (proef 1)	
5 CA-bewaring, koeling (8°C) en verpakking (proef 2)	

DE INVLOED VAN CA-BEWARING EN FOLIEVERPAKKING OP DE HOUDBAARHEID  
VAN RODE PAPRIKA'S

SAMENVATTING

Rode paprika's mogen niet langdurig worden bewaard bij temperaturen beneden 8°C met het oog op lage temperatuur bederf. Omdat bij deze temperatuur de afleving doorgaat is in twee opeenvolgende proeven het vertragingseffect van CA-bewaring (Controlled Atmosphere) en folieverpakking op de veroudering (en uitdroging) van paprika's onderzocht.

In de eerste proef werden paprika's 12, 21 en 30 dagen bewaard bij 8°C en bij 9 CA-condities en normale luchtsamenstelling. Een gehalte van 0 - 4% CO<sub>2</sub> in combinatie met 1-4% O<sub>2</sub> bleek de beste resultaten te geven.

Omdat de uitdroging tijdens de nabewaring (simulatie van het afzetkanaal) groot was, werd in de 2e proef een deel van de paprika's, al dan niet met extra kort afgesneden steel, tijdens de bewaring en/of nabewaring verpakt in geperforeerd polyetheen krimpfolie. Daarnaast werd 2, 4 en 6 weken bewaren bij 8°C en 2% O<sub>2</sub> - 4% CO<sub>2</sub> vergeleken met koeling bij 8°C en normale luchtsamenstelling.

Hoewel de verpakking een duidelijk positief effect had en ook de CA-bewaring en het extra kort afsnijden van de steel enigszins positief leken, lag het percentage gave vruchten al na 2 weken bewaren, gevolgd door één week nabewaring, bij alle behandelingen onder de 90%.

CA-bewaring en koeling (8°C, >97% r.v.) gaven wat uiterlijke kwaliteit van de paprika's betreft, geen voordeel boven opslag bij 15°C, 70% r.v.

THE EFFECT OF CA STORAGE AND FILMWRAPPING ON THE KEEPING QUALITY  
OF RED BELL PEPPERS

SUMMARY

Red bell peppers should not be stored for a long time at temperatures below 8°C in view of chilling injury. As at this temperature the processes of life continue the delaying effect of CA storage (Controlled Atmosphere) and filmwrapping on ageing (and desiccation) of peppers has been investigated in two succeeding experiments.

In this first experiment bell peppers were stored for 12, 21 and 30 days at 8°C and at 9 different CA conditions and normal air composition. A percentage of 0 - 4% CO<sub>2</sub> combined with 1 - 4% O<sub>2</sub> gave the best results.

As desiccation during the after<sup>2</sup> storage period (simulation of the distribution) was high, in the second experiment part of the peppers, with normal or short cut pedicel, were wrapped in perforated polyethylene film during storage and/or after storage period. Besides storage at 8°C and 2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub> was compared with normal air cooling at 8°C.

Though filmwrapping had obviously a positive effect and CA storage and short cutting of the pedicel were also slightly favourable, the percentage of sound fruits after 2 weeks of storage followed by 1 week after storage was under 90% for all treatments.

CA storage and cooling (8°C, > 97% RH) gave no better external quality of the filmwrapped peppers than storage at 15°C, 70 or 80% RH.

## 1. INLEIDING

Rode paprika's, subtropisch van oorsprong, kunnen met het oog op lage temperatuurbederf niet langdurig bij temperaturen beneden 8°C worden bewaard. De afleving gaat bij 8°C door. Daarom is onderzocht of CA-bewaring en folieverpakking de veroudering (en uitdroging) van paprika's tijdens langdurige bewaring kunnen vertragen.

De ervaringen met CA-bewaring van paprika's lopen nogal uiteen. Almasi et al. (1984) vonden dat bewaring bij 3% CO<sub>2</sub> in combinatie met 2 of 8 % O<sub>2</sub> na 34 - 37 dagen bij 8 à 9°C en 85 - 90% r.v. minder rot gaf dan alleen koeling. Ook Saray (1983) vond als beste CA-conditie 3% CO<sub>2</sub> en 2 - 5% O<sub>2</sub>. Daarentegen namen Hughes et al. (1981) geen verlenging waar van de bewaarduur<sup>2</sup> onder CA-condities, terwijl bewaring bij 6% CO<sub>2</sub> en 2% O<sub>2</sub> zelfs meer rot gaf dan bij gewone koeling. Stenvers et al. (1971) zagen alleen<sup>2</sup> voordeel in verlaging van het zuurstofgehalte tot 3 à 5%, maar niet in verhoging van het koolzuurgehalte.

In 1985 en 1986 is op het Sprenger Instituut onderzoek gedaan naar CA-bewaring van paprika's. Polderdijk et al. (1986) bewaarden rode paprika's bij 4 temperaturen en 10 gascondities. Hoewel er weinig positieve resultaten uit de CA-bewaring naar voren kwamen, werd wel geconcludeerd dat een volgende proef beter met 70 - 90% doorgekleurde paprika's kon worden uitgevoerd dan met volledig doorgekleurde vruchten. Volledig doorgekleurde vruchten kunnen al kortere of langere tijd rijp aan de plant hangen.

Daarom zijn in het eerste experiment van dit onderzoek 60 - 90% doorgekleurde paprika's bij 8°C en 9 CA-condities en normale lucht bewaard. 8°C is aangehouden als de laagste temperatuur waarbij geen lage-temperatuurbederf optreedt. Vochtverlies tijdens de nabewaring (simulatie van het distributiekanaal) was reden om in het tweede experiment naast CA-bewaring ook folieverpakking toe te passen.

Zowel Hughes (1981), Miller (1986) als Risse et al. (1987) vonden namelijk dat door individuele folieverpakking van de paprika's het vochtverlies in sterke mate werd tegengegaan.

In dit rapport worden zowel de resultaten van de CA-bewaring als de folieverpakking weergegeven.

## 2. MATERIAAL EN METHODE

### 2.1. Proefopzet

#### Proef 1

Produkt: rode paprika's (70-90% doorgekleurd herkomst 1 en 60 - 80% herkomst 2), ras Plutona. Per krat ca. 5 kg.  
Herhalingen: 2 kratten in één container.  
Temp. + r.v. bewaring: 8°C > 97%  
Temp. + r.v. nabewaring: 15°C, 70 of 80%  
CA-condities: % CO<sub>2</sub> 0 0 2 2 4 4 0 10 10 0  
% O<sub>2</sub> 1 2 2 4 2 4 10 1 10 21  
Uitslagen na: 12, 21 en 30 dagen  
Beoordelen op: schimmel, rot, uitdroging, doorkleuring en smaak  
Inzet proef: 21-5-1986

#### Proef 2

Produkt: Plutona, 70 - 90% doorgekleurd, één herkomst, 25 paprika's per krat  
Herhalingen: 2 containers per bewaarconditie  
Temp. + r.v. bewaring: 8°C, > 97%  
Temp. + r.v. nabewaring: 15°C, 70% r.v.  
Conditie: 2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub> en 0% CO<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub>  
Verpakkingen: a. paprika's bleven zowel tijdens bewaring als nabewaring onverpakt  
b. paprika's met normale steel werden voor de bewaring verpakt in polyetheen (PE) krimpfolie  
c. paprika's met vlak boven de kelk afgesneden steel werden voor de bewaring verpakt in PE-krimpfolie  
d. paprika's met normale steel, die pas na de bewaring (vlak voor de nabewaring) in PE-krimpfolie werden verpakt  
Beoordeling op: schimmel, rot en uitdroging  
Inzet proef: 28-8-1986

### 2.2. Werkwijze

In de 1<sup>e</sup> proef werd bewaring gedurende 12, 21 en 30 dagen bij 9 CA-condities (zie proefopzet 2.1.) en gekoelde opslag (8°C, > 97% r.v.) met elkaar vergeleken.

De gewenste gascondities werden in containers van ca. 1 m<sup>3</sup> tot stand gebracht d.m.v. inspuiting met koolzuur of stikstof. Tijdens de bewaring werden de gascondities geregistreerd en bijgestuurd door een voorgeprogrammeerde stuurcomputer (David Bishop instruments).

Iedere container bevatte 2 herkomsten, 2 herhalingen en 3 uitslagen, d.w.z. 12 plastic kratten à ca. 5 kg. Na de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> uitslag zijn de containers bijgevuld met paprika's om zodoende de gewenste CA-condities, vooral bij laag O<sub>2</sub>-gehalte te kunnen handhaven.

In de 2<sup>e</sup> proef werd van een deel van de paprika's de steel vlak boven de kelk afgesneden. Vervolgens werden de paprika's weggezet bij 15°C. Niet bij een lagere temperatuur om eventuele condensvorming de volgende ochtend te voorkomen, hetgeen problemen zou kunnen geven bij het verpakken in krimpfolie. De helft van de vruchten werd verpakt in geperforeerd polyetheen (PE) - krimpfolie van 18 µm, waarna ze door de krimptunnel (merk Olsberger, boven en ondertemperatuur 175°C) werden geleid. De folie zat vrij glad om de vruchten. De helft van de onverpakte paprika's werd direkt na de bewaring (vlak voor de nabewaring) als nog verpakt.

De vier verpakkingsobjecten (zoals beschreven in 2.1.) en bewaring onder CA-omstandigheden (2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub>) en gewone lucht werden na 2, 4 en 6 weken bewaren vergeleken. Iedere container bevatte 3 uitslagen en 4 verpakkingen, d.w.z 12 plastic kratten à 25 vruchten. Iedere bewaarconditie (container) is in duplo uitgevoerd.

Op het moment van inzet zijn ook onverpakte paprika's en verpakte paprika's met normale of afgesneden steel, direkt weggezet bij 15°C, 70% r.v. en gewone lucht (alles in duplo).

In beide proeven werd de bewaring gevolgd door 1 week nabewaring bij 15°C en 70 of 80% r.v.

### 2.3. Beoordeling

In beide proeven werden de paprika's bij uitslag beoordeeld op schimmel, rot en uitdroging. Paprika's met schimmelpluis dat gemakkelijk kon worden afgeveegd werden niet afgekeurd. Dat gebeurde wel wanneer er veel schimmel op zat of wanneer dit al overging in rot. Paprika's werden afgekeurd op uitdroging wanneer het begin van rimpeligheid viel waar te nemen. De bij uitslag goedgekeurde paprika's werden één week nabewaard bij 15°C en 70 of 80% r.v. (simulatie van het afzetkanaal).

Alleen in de eerste proef werden ook smaak\aroma en consistentie van beide herkomsten door een panel (ca. 6 keurders) beoordeeld, bij inzet van de proef en bij de 3 uitslagen. Bij elke uitslag werden paprika's gekeurd die waren bewaard onder extreme CA-condities (10% CO<sub>2</sub> - 10% O<sub>2</sub> en 0% CO<sub>2</sub> - 1% O<sub>2</sub>), onder mogelijk gunstige CA-omstandigheden (1<sup>e</sup> uitslag: 2% CO<sub>2</sub> - 2% O<sub>2</sub>; 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> uitslag: 2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub>) en bij gewone luchtsamenstelling. Het was praktisch niet uitvoerbaar monsters van alle CA-bewaarcondities te testen.

Bovendien werd in de eerste proef de mate van doorkleuring tijdens de bewaring en nabewaring waargenomen.

### 2.4. Statistische verwerking

Op de gegevens werd een variantie-analyse uitgevoerd. In geval van significante verschillen werd een L.S.D.-toets (least significant difference) uitgevoerd bij een onbetrouwbaarheid van 5%.

Omdat in de eerste proef niet de mogelijkheid bestond de containers in duplo uit te voeren, werden hier 2 kratten in dezelfde container als herhaling beschouwd. In de tweede proef werden de containers herhaald.

### 3. RESULTATEN

#### 3.1. CA-condities (proef 1)

##### 3.1.1. *Bewaring*

##### **Rot en Uitdroging**

Tabel 1 laat het percentage gave paprika's zien direkt na bewaring, waarbij herhalingen en herkomsten (niet significant verschillend) zijn gemiddeld.

tabel 1. Percentage gave paprika's per CA-conditie na 12, 21 en 30 dagen bewaren bij 8°C en > 97% r.v.

CA-conditie		% gaaf		
% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	12 dagen	21 dagen	30 dagen
0	1	99,0 cd	95,0 cd	87,8 cd
0	2	100 d	95,1 cd	93,2 cd
2	2	98,9 cd	96,2 cd	93,0 cd
2	4	97,0 cd	97,1 cd	91,9 cd
4	2	98,9 cd	98,9 cd	91,8 cd
4	4	99,1 cd	93,0 cd	86,7 bc
0	10	99,0 cd	96,0 cd	74,2 ab
10	1	98,0 cd	98,2 cd	72,9 a
10	10	97,1 cd	92,8 cd	68,9 a
0	21	98,0 cd	94,0 cd	66,5 a

LSD-waarde = 12,57

Getallen voorzien van eenzelfde letter zijn niet significant verschillend

Direkt bij uitslag na 12 en 21 dagen (en iets minder na 30 dagen) lag het percentage gave vruchten hoog. Alleen na 30 dagen opslag waren de verschillen tussen de CA-condities significant, waarbij 10% CO<sub>2</sub> en 10 of 21% O<sub>2</sub> meer dan 25% rot veroorzaakten (zie tabel 1). Tijdens de bewaring in de gesloten containers was de r.v. zo hoog, dat geen uitdroging plaats vond. De enige reden van afkeuring direkt bij uitslag was daardoor rot, vrijwel steeds van de vrucht (nauwelijks van steel of kelk).

##### **Doorkleuring**

Zoals te verwachten was bestond er verschil in mate van doorkleuring tussen herkomst 1 en herkomst 2 (70 - 90% resp. 60 - 80% rood bij inzet) op het moment van uitslag. Doorkleuring werd duidelijk vertraagd door opslag bij de CA-conditie: 10% CO<sub>2</sub> - 1% O<sub>2</sub> (zie bijlage 2).



**Sensoriek**

Smaak\aroma. Paprika's van herkomst 2 leken wat smaak betreft sneller achteruit te gaan dan die van herkomst 1 (zie bijlage 3). De controle (0% CO<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub>) van herkomst 2 was bij de 2<sup>e</sup> uitslag (na 21 dagen) onvoldoende, terwijl de CA-bewaarde paprika's nog voldoende waren en onderling weinig verschil vertoonden. Bij de 3<sup>e</sup> uitslag (30 dagen) waren alle paprika's van herkomst 2 onvoldoende van smaak\aroma.

Bij herkomst 1 scoorden alleen de beide uiterste CA-condities (10% CO<sub>2</sub> - 10% O<sub>2</sub> en 0% CO<sub>2</sub> - 1% O<sub>2</sub>) onvoldoende na 30 dagen. Bewaring bij 0% CO<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub> gaf net als bij herkomst 2 een iets snellere achteruitgang te zien dan bewaring bij 2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub> (zie bijlage 3).

Consistentie. Een hoog koolzuur- en zuurstofgehalte (10% CO<sub>2</sub> - 10% O<sub>2</sub>) gaf bij beide herkomsten na 30 dagen bewaren onacceptabel zachte vruchten. Bij 0% CO<sub>2</sub> - 1% O<sub>2</sub> was dit alleen het geval bij herkomst 1. Verder was er weinig verschil tussen de bewaarcondities en de herkomsten waar te nemen (zie bijlage 4).

3.1.2. Nabewaring

**Rot en Uitdroging**

Tabel 2 toont het percentage gaaf, rotte en uitgedroogde paprika's na bewaring bij verschillende CA-condities, gevolgd door 1 week nabewaring. Omdat de verschillen tussen de herkomsten niet significant waren, zijn overal de herkomsten en herhalingen gemiddeld.

tabel 2. Percentage gaaf, rot en uitdroging per CA-conditie na 21 en 30 dagen bewaren bij 8°C, > 97% r.v., gevolgd door 1 week nabewaring bij 15°C en 80% r.v.

CA-conditie		% gaaf		% rot		% uitdroging	
% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	21d+1wk	30d+1wk	21d+1wk	30d+1wk	21d+1wk	30d+1wk
0	1	57,6 cd	1,1 a	7,7 a	47,8 efg	29,7 cdefg	38,9 fgh
0	2	61,5 cd	7,0 a	10,2 a	28,0 bcd	23,4 bcdef	58,2 i
2	2	68,9 de	4,0 a	9,1 a	40,1 def	18,2 abcde	48,9 hi
2	4	76,7 e	1,1 a	16,8 ab	35,9 cde	3,6 a	44,9 ghi
4	2	57,7 cd	4,0 a	16,6 ab	55,0 gh	24,6 bcdef	32,8 defgh
4	4	58,0 cd	5,1 a	19,5 ab	46,9 efg	15,5 abcd	34,7 efg
0	10	53,0 bc	0 a	26,5 bc	49,0 fg	16,5 abcd	25,2 bcdef
10	1	3,0 a	0 a	84,4 i	63,2 h	10,8 ab	9,7 ab
10	10	39,2 b	0 a	29,3 bcd	56,7 gh	24,3 bcdef	12,2 abc
0	21	43,6 b	0 a	19,9 ab	56,6 gh	30,5 defg	9,9 ab

LSD-waarde =           13,85   12,95   17,87

Getallen met dezelfde letter zijn niet significant verschillend

Tijdens de nabewaring ging de kwaliteit van de paprika's snel achteruit als gevolg van rot en uitdroging. Omdat de r.v. tijdens de nabewaring volgend op 12 dagen bewaren lager was (70%) dan tijdens de nabewaring na 21 en 30 dagen bewaren (80%) zijn de gegevens betreffende uitdroging niet te vergelijken. Daarom wordt in tabel 2 alleen 21 en 30 dagen bewaren (plus één week nabewaring) weergegeven. Het resultaat van de verschillende CA-condities na 12 dagen bewaren en één week nabewaren is te zien in bijlage 1.

Het effect van de CA-bewaring bleef tijdens de nabewaring bewaard of werd dan pas zichtbaar met als beste conditie 0 - 4% CO<sub>2</sub> met 1 - 4% O<sub>2</sub>. Opvallend was de snelle achteruitgang tijdens de nabewaring van de paprika's die bij de extreme CA-conditie: 10% CO<sub>2</sub> - 1% O<sub>2</sub> waren bewaard. Dit was na 30 dagen minder duidelijk te zien dan na 21 doordat na 30 dagen het percentage gave vruchten bij uitslag al laag lag (72,9%) en alleen de gave vruchten werden nabewaard.

### **Doorkleuring**

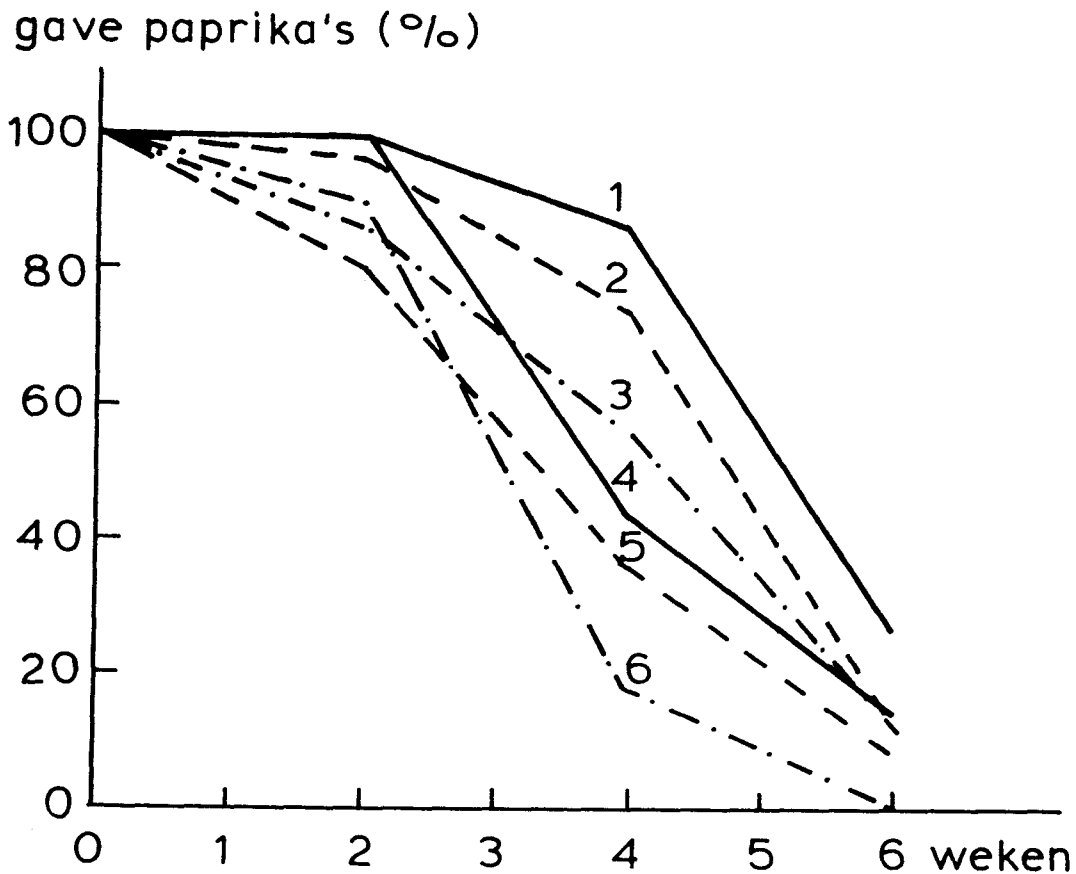
Na één week nabewaring waren na alle bewaarduren (12, 21 en 30 dagen) en bij alle CA-condities de paprika's volledig doorgekleurd.

### 3.2. CA-bewaring en folieverpakking (proef 2)

#### 3.2.1. *Bewaring*

Figuur 1 toont het gecombineerde effect van CA-bewaring, folieverpakking en het kort afsnijden van de steeltjes op de houdbaarheid van paprika's tijdens de bewaring. De afzonderlijke invloeden van CA-bewaring en folieverpakking zijn te zien in tabel 3 en 4.

fig.1. Percentage gezonde paprika's per verpakkingsbehandeling na 2, 4 en 6 weken CA-bewaring (2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub>) en normale bewaring (0% CO<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub>) bij 8°C en > 97% r.v.



- 1 (CA) , 4 (lucht) verpakt, kort-afgesneden steel
- 2 (CA) , 5 (lucht) verpakt, normale steel
- 3 (CA) , 6 (lucht) niet verpakt, normale steel

### Invloed van CA-bewaring op rot en uitdroging

tabel 3. Percentage gave paprika's na 0, 2, 4 en 6 weken (CA-)bewaring bij 8°C en > 97% r.v. (De verpakkingsbehandelingen zijn gemiddeld)

Bewaarconditie	% gave paprika's			
	0 weken	2 weken	4 weken	6 weken
0% CO <sub>2</sub> - 21% O <sub>2</sub>	100 a	89,5 a	32,5 a	5,5 a
2% CO <sub>2</sub> - 4% O <sub>2</sub>	100 a	92,0 a	68,0 b	17,5 a

LSD-waarde = 15,7

Gemiddelden voorzien van eenzelfde letter, verticaal gelezen, zijn niet significant verschillend.

In figuur 1 leek CA-bewaring een hoger percentage gave vruchten te geven dan normale bewaring. Tabel 3 laat zien dat deze verschillen alleen na 4 weken bewaren significant waren.

Omdat het CA-effect voor alle verpakkingsbehandelingen hetzelfde was, zijn deze in tabel 3 gemiddeld.

### Invloed van folieverpakking op rot en uitdroging

Door de hoge r.v. in de containers tijdens de bewaring was bescherming tegen uitdroging d.m.v. folieverpakking niet nodig. Afkeuring bij uitslag vond alleen plaats op grond van rot, vrijwel steeds van de vrucht. Slechts in een enkel geval vanwege kelk- of steelrot. Rotaantasting werd enigszins beperkt door het vlak boven de kelk afsnijden van de steeltjes (fig 1).

Ditzelfde is te zien in tabel 4. Omdat de verpakkingseffecten zowel voor CA- als voor gewone bewaring en voor alle bewaarduren hetzelfde waren, zijn deze gemiddeld.

tabel 4. Percentage gave paprika's per verpakkingsbehandeling na bewaring bij 8°C, > 97% r.v. (de 3 bewaarduren en de 2 bewaarcondities zijn gemiddeld)

Verpakkingsbehandeling	% gave paprika's bij uitslag
niet verpakt	43,7 a
PE-krimpfolie, normale steel	51,0 a
PE-krimpfolie, extra korte steel	62,0 b
PE-krimpfolie, pas in de nabewaring	46,7 a

LSD-waarde = 8,30

gemiddelden voorzien van eenzelfde letter zijn niet significant verschillend

### 3.2.2. Nabewaring

#### Invloed van CA-bewaring op rot en uitdroging

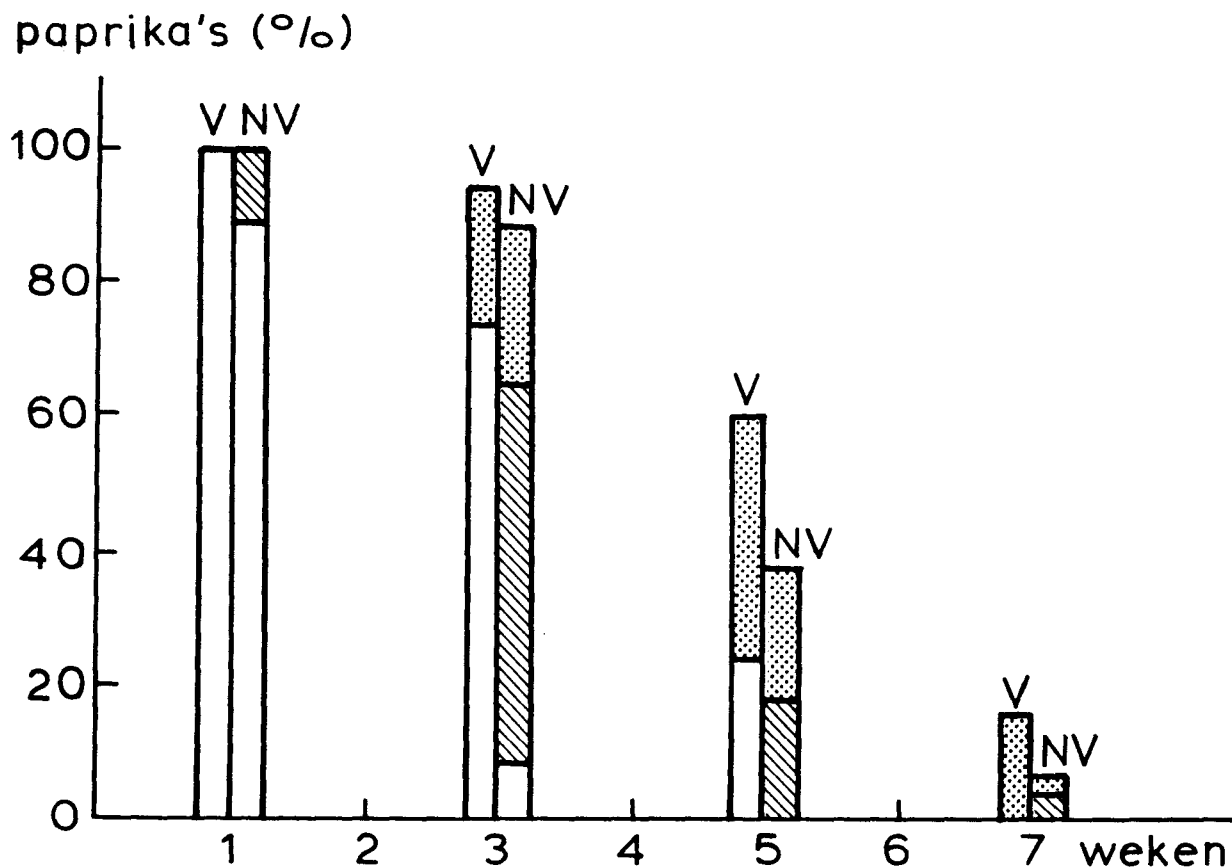
Was tijdens de bewaring in een enkel geval (4 weken) CA-bewaring gunstiger dan normale bewaring, na 1 week nabewaring waren de verschillen in percentages gaaf en uitdroging niet langer significant. Daarom zijn in figuur 2 en tabel 5 de CA- en gewone bewaring gemiddeld. (In bijlage 5 worden CA- en normale bewaring apart vermeld.)

#### Invloed van folieverpakking op rot en uitdroging

Figuur 2 geeft de achteruitgang weer van verpakte en onverpakte paprika's tijdens de nabewaring en bovendien of deze achteruitgang te wijten is aan rot of aan uitdroging. Verpakking met normale en met kort afgesneden steel zijn hier samengevoegd.

In tabel 5 zijn de verpakkingbehandelingen uitgesplitst (zie ook bijlage 5).

fig.2. Percentage gave ( $\square$ ), rotte ( $\boxtimes$ ) en uitgedroogde ( $\boxplus$ ) paprika's na 1 week nabewaring bij 15°C en 70% r.v. Uitgangspunt is het percentage gave paprika's bij uitslag na 0, 2, 4 en 6 weken opslag bij 8°C en > 97% r.v. (CA- en normale bewaring zijn gemiddeld)  
V = verpakt, NV = niet verpakt



tabel 5. Percentage gave paprika's per verpakkingsbehandeling na 1 week nabewaring (nabew) bij 15°C, 70% r.v., volgend op 0, 2 en 4 weken (CA-)bewaring bij 8°C, > 97% r.v.

Verpakking	% gaaf na 1 wk nabew. volgend op (CA-)bewaring gedurende		
	0 weken	2 weken	4 weken
niet verpakt	88 e	8 ab	0 a
PE, normale steel	100 f	69 d	18 bc
PE, extra korte steel	100 f	76 d	28 c
PE, pas in nabewaring		73 d	14 b

LSD-waarde = 11,73

gemiddelden, verticaal gelezen, voorzien van een zelfde letter zijn niet significant verschillend

Tijdens de nabewaring, waar uitdroging een groot probleem vormde (in tegenstelling tot de bewaring die plaatsvond bij > 97% r.v.), werd vochtverlies in sterke mate beperkt door folieverpakking.

Het positieve effect van het vlak boven de kelk afsnijden van het steeltje bleek tijdens de nabewaring sterk af te nemen (tabel 5). Het verschil in percentage gaaf tussen paprika's met normale en extra korte steel, die voor de bewaring waren verpakt, was niet langer significant.

Zes weken bewaren is in tabel 5 buiten beschouwing gelaten, omdat na één week nabewaring geen gave paprika's resteerden.

### 3.2.3. Voortdurende opslag bij nabewaring-condities

Tabel 6 laat het effect van verpakking zien wanneer paprika's voortdurend worden bewaard bij 15°C en 70% r.v. In tegenstelling tot de hiervoor genoemde proeven werden in dit geval voor iedere beoordeling dezelfde paprika's gebruikt.

tabel 6. Percentage gave paprika's per verpakkingsbehandeling na 1 - 7 weken bewaring bij 15°C, 70% r.v. en normale luchtsamenstelling.

Verpakking	1	2	3	4	5	6	7	weken
niet verpakt	88	0	0	0	0	0	0	
PE, normale steel	100	100	88	72	40	4	0	
PE, extra korte steel	100	96	84	72	36	0	0	

Vergelijking van tabel 5 en 6 toont aan dat bij verpakte paprika's (CA-) bewaring bij 8°C, > 97% r.v. geen voordeel bood, wat betreft uiterlijke kwaliteit, boven bewaring bij 15°C en 70% r.v. en gewone luchtsamenstelling (zie ook bijlage 5).

Het extra kort afsnijden van het steeltje gaf bij voortdurende opslag bij 15°C, > 70% r.v. geen voordeel.

#### 4. DISCUSSIE

Uit de eerste proef bleek dat een hoog CO<sub>2</sub>-gehalte (10%) en een hoog O<sub>2</sub>-gehalte (10 en 21%) beide nadelig zijn voor langdurige bewaring van paprika's. De beste resultaten bij de visuele beoordeling waren te zien bij 1 - 4% O<sub>2</sub> in combinatie met 0 - 4% CO<sub>2</sub>.

Het O<sub>2</sub>-gehalte komt overeen met de 3 - 5% die Stenvers (1971) en de 2 - 5% die Saray (1983) adviseerden. Almási (1984) vond ook gunstige resultaten bij 8%, maar in het hier beschreven onderzoek bleek 10% te hoog te zijn.

In deze proef werd geen duidelijk effect (positief noch negatief) waargenomen van 0, 2 of 4% CO<sub>2</sub>. Dit is in overeenstemming met de ervaringen van Stenvers (1971), terwijl Almási (1984) en Saray (1983) gunstige resultaten vonden bij 3% CO<sub>2</sub>.

Smaak \ aroma en consistentie bleken bij herkomst 1 nog voldoende te zijn na 30 dagen bewaren bij 2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub> of bij 0% CO<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub>. Van herkomst 2 was de smaak \ het aroma na 30<sup>2</sup> dagen bewaren bij alle bewaarcondities onacceptabel. Mogelijke oorzaken van het verschil tussen de herkomsten is dat de bij inzet rodere vruchten (herkomst 1) misschien zoeter en minder bitter zijn geweest dan de bontere paprika's (herkomst 2).

In de tweede proef is voor de CA-conditie van 2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub> gekozen omdat deze in de eerste proef na 3 weken bewaren gunstige resultaten gaf. Bovendien is veiligheidshalve een niet te lage O<sub>2</sub>- en niet te hoge CO<sub>2</sub>-concentratie genomen omdat de paprika's verpakt waren in geperforeerde folie waarvan niet bekend was of de gasuitwisseling volledig zou zijn.

Evenals bij de experimenten van Hughes (1981), Miller (1986) en Risse (1987) werden ook hier grote voordelen van folieverpakking waargenomen, die tijdens de nabewaring (simulatie van het distributiekanaal) naar voren kwamen.

Het extra kort afsnijden van de stelen verminderde tijdens de bewaring het optreden van rot, mogelijk doordat het contact tussen steel en folie, en daarmee de kans op condens op de steel, zo veel mogelijk werd voorkomen.

CA-bewaring bleek alleen na 4 weken bewaren beter te zijn dan koelen bij 8°C en > 97% r.v. Dit voordeel was na 1 week nabewaring (15°C, 70% r.v. en normale luchtsamenstelling) verdwenen.

Opmerkelijk was, dat zowel koeling als CA-bewaring bij verpakte paprika's geen betere resultaten gaf dan wanneer de verpakte vruchten direct bij 15°C en 70% r.v. werden geplaatst. Mogelijke oorzaken hiervan zijn:

1. 8 °C is mogelijk toch aan de lage kant voor langdurige opslag van rode paprika's, die zodoende in een stress-situatie verkeren en gevoeliger zijn voor rot.
2. Door de hoge luchtvochtigheid die automatisch in de CA-containers heerst en die ook bij de gewone koeling is aangehouden, was de kans op rotaantasting mogelijk groter dan bij de lagere r.v. binnen de geperforeerde folie bij een omgevingsklimaat van 15°C en 70% r.v.

Hoewel CA-bewaring en koeling geen voordeel leken te bieden boven bewaring bij 15°C wat betreft de uiterlijke kwaliteit van folieverpakte paprika's, hebben ze misschien wel effect op de innerlijke kwaliteit (o.a. smaak \ aroma). Dit is in de tweede proef niet onderzocht. In hoeverre de afleving van het produkt wordt bepaald door temperatuur en gassamenstelling en welke rol de vochtspanning (uitdroging van het produkt) hierbij een rol speelt, is niet bekend.

## 5. CONCLUSIE

Hoewel oorspronkelijk alle hoop was gevestigd op CA-bewaring voor langdurige opslag van rode paprika's, blijken de resultaten na een aantal experimenten nogal teleurstellend te zijn. Hoewel CA-bewaring in enkele gevallen, vooral bij langdurige bewaring, voordeel bood t.o.v. alleen koelen, lag het percentage gave vruchten steeds te laag. Al na twee weken bewaren (8°C, > 97% r.v.), gevolgd door één week nabewaren (15°C, 70 of 80% r.v.), bedroeg het percentage gave paprika's steeds minder dan 90%.

Tijdens de bewaring bij hoge r.v. had folieverpakking van de paprika's geen effect (positief noch negatief) maar tijdens de nabewaring (simulatie van het distributiekanaal) ging het uitdroging van de paprika's sterk tegen. Het probleem van rot bleef bestaan.

Paprika's met extra kort afgesneden steel vertoonden direkt bij uitslag minder rot dan vruchten met een normale steel. Dit positief effect was na 1 week nabewaring vrijwel geheel verdwenen. Het extra kort afsnijden van de steel gaf geen voordeel bij de paprika's die direkt bij 15°C, 70 of 80% r.v. werden opgeslagen.

CA-bewaring en koeling (8°C, > 97% r.v.) leken geen positief effect te hebben op de uiterlijke kwaliteit van folieverpakte paprika's in vergelijking met voortdurende opslag bij 15°C, 70 of 80% r.v.



LITERATUURLIJST

1. Almási, Dr. E. and Dr. C.S. Balla (1984). The respiration of paprika stored in modified atmospheres. Proc. 16th int. Congr. Refrig., Paris 1983, FR., 3, 299-303
2. Hughes, P.A., A.K. Thompson, R.A. Plumbley and G.B. Seymour (1981). Storage of capsicum (*Capsicum annuum* (L.) Sendt) under controlled atmosphere, modified atmosphere and hypobaric conditions. Journal of Horticultural Science, 56 (3), 261-265.
3. Miller, W.R., L.A. Risse and R.E. Mc.Donald\* (1986). Deterioration of individually wrapped and non-wrapped bell peppers during long-term storage. Tropical Science, 26, 1-8.
4. Polderdijk, J.J., A. Bovenschen en H. Mertens (1986 ). CA-bewaring van rode paprika's bij verschillende temperaturen. Wageningen, Sprenger Instituut rapport no. 2325, 40 blz.
5. Risse, L.A., D. Chun and W.R. Miller (1987). Chilling injury and decay of film-wrapped and conditioned Bell peppers during cold storage. Tropical Science, 27, 85-90
6. Sáray, Thomas, (1983). Technology for the cold storage of vegetables in controlled atmosphere. Theses of candidate's dissertation. Institute of Food Technology, University of Horticulture, Budapest.
7. Stenvers, Ir. N. en Ir. P. Herchel (1971). CA-bewaring van groente en zacht fruit. Wageningen, Sprenger Instituut rapport 1750, 53 blz.
8. Wang, C.Y. (1977). Effect of CO<sub>2</sub> treatment on storage and shelf life of sweet peppers. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 102 (6), 808-812.

Wageningen, 02-08-1989  
eo/cafoliel

BIJLAGE 1. 12 dagen CA-bewaring + nabewaring (proef 1)

Percentage gave, rotte en uitgedroogde paprika's per CA-conditie na 12 dagen bewaren bij 8°C, > 97% r.v., gevolgd door 1 week nabewaring bij 15°C en 70% r.v. (herhalingen en herkomsten zijn gemiddeld)

CA-conditie		gaaf	rot	uitdroging
% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>			
0	1	25,5 cd	3,2 a	70,3 abc
0	2	1,0 a	2,0 a	97,0 e
2	2	15,1 bc	3,2 a	80,6 bcde
2	4	19,6 bcd	1,0 a	76,4 abcd
4	2	9,6 ab	1,0 a	88,3 de
4	4	7,1 ab	4,1 a	87,9 cde
0	10	8,3 ab	5,2 a	85,5 cde
10	1	15,0 bc	20,0 b	63,0 ab
10	10	32,0 d	5,2 a	59,9 a
0	21	20,9 bcd	5,2 a	71,9 abcd
LSD-waarde (P = 5%)		13,85	12,95	17,87

getallen voorzien van eenzelfde letter zijn niet significant verschillend

BIJLAGE 2. Doorkleuring (proef 1)

Mate van doorkleuring per CA-conditie per herkomst van paprika's die 12, 21 en 30 dagen zijn bewaard bij 8°C en > 97% r.v.

CA-conditie		% roodkleuring na					
-----		12 dagen		21 dagen		30 dagen	
% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	H1	H2	H1	H2	H1	H2
0	1	99,3 kl	91,6 cd	99,8 l	93,6 ef	99,6 l	95,6 hi
0	2	98,9 kl	93,1 def	100 l	97,9 jk	100 l	99,0 kl
2	2	98,8 kl	91,6 cd	100 l	98,7 kl	100 l	99,8 l
2	4	99,5 kl	97,9 jk	100 l	99,8 l	100 l	100 l
4	2	98,9 kl	93,8 fg	100 l	98,5 kl	100 l	99,0 kl
4	4	99,8 l	93,4 ef	100 l	99,6 l	100 l	100 l
0	10	100 l	98,6 kl	100 l	100 l	100 l	100 l
10	1	91,2 c	81,7 a	92,0 cde	86,8 b	95,4 ghi	85,0 b
10	10	99,2 kl	94,3 fgh	100 l	96,6 ij	100 l	99,0 kl
0	21	100 l	99,8 l	100 l	100 l	100 l	100 l

LSD-waarde = 1,67

getallen voorzien van eenzelfde letter zijn niet significant verschillend

BIJLAGE 3. Achteruitgang smaak \ aroma (proef 1)

Waardering van smaak \ aroma per bewaaruur per herkomst van paprika's die bij verschillende CA-condities zijn bewaard

Bewaarconditie		Bewaarduur (in dagen)	herkomst		
% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>		1	2	
0	-	21	0	goed	goed
			12	ruim voldoende	voldoende
			21	nog voldoende	onvoldoende
			30	nog voldoende	onvoldoende
0	-	1	0	goed	goed
			12	ruim voldoende	voldoende
			21	goed\ruim voldoende	voldoende\ruim voldoende
			30	onvoldoende	onvoldoende
2	-	2 *	0	goed	goed
			12	ruim voldoende	voldoende
2	-	4 **	0	goed	goed
			12	-	-
			21	voldoende	nog voldoende
			30	voldoende	onvoldoende
10	-	10	0	goed	goed
			12	voldoende	ruim voldoende
			21	voldoende	nog voldoende
			30	onvoldoende\nog vold.	onvoldoende

\* niet gekeurd na 21 en 30 dagen

\*\* niet gekeurd na 12 dagen

BIJLAGE 4. Achteruitgang consistentie (proef 1)

Waardering van consistentie per bewaarduur per herkomst van paprika's die bij verschillende (CA-)condities zijn bewaard

Bewaarconditie		Bewaarduur (in dagen)	herkomst		
% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>		1	2	
0	-	21	0	goed	goed
			12	ruim voldoende	voldoende
			21	voldoende	voldoende
			30	nog voldoende	voldoende
0	-	1	0	goed	goed
			12	ruim voldoende	voldoende
			21	goed\ruim voldoende	ruim voldoende
			30	onvoldoende	voldoende
2	-	2 *	0	goed	goed
			12	ruim voldoende	voldoende
2	-	4 **	0	goed	goed
			12	-	-
			21	ruim voldoende	nog voldoende
			30	voldoende	voldoende
10	-	10	0	goed	goed
			12	voldoende	ruim voldoende
			21	voldoende	nog voldoende
			30	onvold.\nog net vold.	onvoldoende

\* niet gekeurd na 21 en 30 dagen

\*\* niet gekeurd na 12 dagen

BIJLAGE 5. CA-bewaring, koeling (8°C) en verpakking (proef 2)

Percentage gave (g), rotte (r) en uitgedroogde (u) paprika's per bewaarconditie per verpakkingsbehandeling na één week nabewaring bij 15°C, 70% r.v. volgend op 0, 2, 4 en 6 weken (CA-)bewaring bij 8°C, > 97% r.v. of 15°C, 70% r.v.

bewaarconditie \ ver- pakkingsbehandeling	na 1 week nabewaring volgend op bewaring gedurende											
	0 weken			2 weken			4 weken			6 weken		
	g	r	u	g	r	u	g	r	u	g	r	u
A * direct 15°C, 70% rv												
niet verpakt	88	-	12	0	-	88	0	-	-	0	-	-
PE - normale steel	100	-	-	88	12	-	40	4	44	4	-	36
PE - extra korte steel	100	-	-	84	4	12	36	4	44	0	-	36

B bewaring bij 8°C, > 97% rv

<u>0% CO<sub>2</sub> - 21% O<sub>2</sub></u>												
niet verpakt				4	30	66	0	90	10	0	100	-
PE - normale steel				68	32	-	6	94	-	0	100	-
PE - extra korte steel				70	30	-	22	78	-	0	100	-
PE - pas in nabewaring				66	34	-	10	90	-	0	100	-

<u>2% CO<sub>2</sub> - 4% O<sub>2</sub></u>												
niet verpakt				12	42	46	0	76	24	0	94	6
PE - normale steel				70	30	-	30	70	-	0	100	-
PE - extra korte steel				82	18	-	34	66	-	0	100	-
PE - pas in nabewaring				80	20	-	18	82	-	0	100	-

\* beoordeling vond steeds aan dezelfde vruchten plaats