

D

## Kwaliteitsverloop en houdbaarheid van MA-verpakte broccoli

Onderzoek als onderdeel van het AKK project  
GF-95.001 "toegevoegde waarde strategie  
project Frugifera"

J.J. Polderdijk  
G.J.P.M. van den Boogaard  
H.A.M. Boerrigter  
S. Stappers  
R.G. Evelo

Vertrouwelijk

ato-dlo



# **Kwaliteitsverloop en houdbaarheid van MA-verpakte broccoli**

**Onderzoek als onderdeel van het AKK project  
GF-95.001 "toegevoegde waarde strategie  
project Frugifera"**

J.J. Polderdijk  
G.J.P.M. van den Boogaard  
H.A.M. Boerrigter  
S. Stappers  
R.G. Evelo

**Vertrouwelijk**

---

<b>Inhoudsopgave</b>	Pag.
<b>Samenvatting</b>	2
<b>1. Inleiding</b>	3
<b>2. Experiment 1; screening van geselecteerde MA-verpakkingen voor toepassing bij broccoli</b>	4
2.1. Proefopzet	4
2.2. Resultaten en discussie	5
2.3. Conclusies	6
<b>3. Experiment 2; de houdbaarheid van MA-verpakte broccoli bij diverse temperaturen</b>	7
3.1. Proefopzet	7
3.3. Resultaten en discussie	8
3.3. Conclusies	12
<b>Literatuur</b>	13
Bijlage I: Verloop kleur	
Bijlage II: Verloop voetverkleuring	

---

---

## Samenvatting

In het kader van het door AKK (Stichting Agro Keten Kennis) gesubsidiëerde project getiteld 'Toegevoegde waarde strategie project Frugifera' zijn 2 experimenten uitgevoerd ten behoeve van optimalisatie van een MA-kleinverpakking voor broccoli.

In experiment 1 is bij 12 °C de geschiktheid van een aantal MA-verpakkingen gescreend voor toepassing bij crown broccoli. Vervolgens is in experiment 2 het verloop van een aantal kwaliteitsaspecten van crown verpakte broccoli gevolgd bij 5 °C, 10 °C en 15 °C. De broccoli was verpakt in folies, die op basis van de resultaten van experiment 1 waren geselecteerd.

Van de in experiment 1 geteste verpakkingen waren verpakkingen gemaakt van de P<sup>+</sup>-folies PA160 en PA190 beter voor het kwaliteitsbehoud van crown broccoli dan de gangbare PVC-verpakking. PA90 en Peakfresh linerverpakkingen (dikte 27µ) waren ongeschikt bij 12 °C, vanwege te geringe gasdoorlaatbaarheid (anaërobie).

Uit experiment 2 is gebleken dat PA120 en PA160 alleen geschikt zijn voor toepassing bij broccoli, indien koeling in de afzetketen gegarandeerd is, omdat onder ongekoelde omstandigheden anaërobie optreedt. PA190 en PVC zijn geschikt voor toepassing bij broccoli onder gangbare omstandigheden in de praktijk.

De groene kleur van broccoli blijft beter behouden in de geteste P<sup>+</sup>-folies dan in PVC of onverpakt en meer naarmate de gasdoorlaatbaarheid kleiner is. Echter de bruinverkleuring van de voet verloopt sneller in de P<sup>+</sup>-verpakkingen. Afhankelijk van de waarde, die men dit kwaliteitsaspect toekent zijn P<sup>+</sup>-folies geschikter of juist minder geschikt voor toepassing bij broccoli dan PVC-folie.

Onverpakte broccoli is erg gevoelig voor uitdroging. In PVC-verpakte broccoli droogt sneller uit dan in P<sup>+</sup>-verpakte folie.

Broccoli is een bederfelijk produkt onder huiskamercondities, maar is lang houdbaar bij lage temperaturen. Onverpakte broccoli is korter houdbaar dan broccoli in een geschikte verpakking.

Het is niet mogelijk om op basis van deze resultaten uitspraken te doen over optimale gasconcentraties voor broccoli bij de toegepaste temperaturen.

---

---

## 1. Inleiding

Uit onderzoek van ATO-DLO, evenals uit de literatuur, is gebleken dat gewijzigde O<sub>2</sub>-(zuurstof)- en CO<sub>2</sub>- (kooldioxyde) concentraties positief kunnen zijn voor het kwaliteitsbehoud van broccoli. Het belangrijkste effect is dat het opengaan van de bloemknoppen en de geelverkleuring van de schermen worden geremd. Over de invloed van gewijzigde gasconcentraties op geur- en smaak is weinig gepubliceerd. De optimale O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>-concentraties zijn respectievelijk 1-2% en 5-10% bij 0-1°C (Hardenburg et al, 1986). Over optimale gascondities bij andere temperaturen is weinig bekend. PVC-rekwikkelfolie (met of zonder schaalpje) wordt in de praktijk veelvuldig toegepast voor het MA-verpakken van broccoli. In een gangbare PVC-verpakking worden de optimale zuurstof- en kooldioxyde concentraties niet bereikt, zelfs niet bij kamertemperatuur (hoge ademhaling).

Door ATO-DLO is voor broccoli een dynamisch model ontwikkeld, waarmee bij enkele CA/MA-condities het kwaliteitsverlies van broccoli kan worden voorspeld bij iedere gekozen temperatuur (Polderdijk et al., 1995). Het model is ontwikkeld op basis van een eerder experiment met broccoli en eerder ontwikkelde modellen. Het model is tot dusverre niet gevalideerd en is nog onvoldoende betrouwbaar voor toepassing.

In het kader van het door AKK (Stichting Agro Keten Kennis) gesubsidiëerde project getiteld 'Toegevoegde waarde strategie project Frugifera' is onderzoek uitgevoerd ten behoeve van optimalisatie van een MA-kleinverpakking voor voor broccoli. Bovendien is onderzoek uitgevoerd ten behoeve van verdere ontwikkeling van het kwaliteitsverliesmodel voor broccoli, zodat het kan worden toegepast in de 'chain simulator'.

Bij de onderzochte verpakkingen lag de nadruk op toepassing van Fresh<sup>+</sup>-folie, omdat Frugifera producten op de markt brengt, die verpakt zijn in Fresh<sup>+</sup>-folie. Fresh<sup>+</sup> verpakkingen zijn gemaakt van P<sup>+</sup>-folie. Een P<sup>+</sup>-folie is een folie van polypropyleen, waarin ten behoeve van de gasuitwisseling hele kleine, nauwelijks zichtbare gaten zijn gemaakt. De doorlaatbaarheid van de folie voor gas wordt bepaald door het aantal gaten per oppervlakte. Naarmate een codering voor een foliotype hoger is (PA30, PA60, PA240 etc.) is de doorlaatbaarheid voor gas groter.

In experiment 1 is bij 12 °C de geschiktheid van een aantal MA-verpakkingen gescreend voor toepassing bij crown broccoli. Vervolgens is in experiment 2 het verloop van een aantal kwaliteitsaspecten van crown verpakte broccoli gevolgd bij 5 °C, 10 °C en 15 °C. De broccoli was verpakt in folies, die op basis van de resultaten van experiment 1 waren geselecteerd. De data van experiment 2 zijn mede toegepast voor verdere ontwikkeling van het kwaliteitsverloopmodel voor broccoli.

In dit rapport worden 2 experimenten met MA-verpakte broccoli gepresenteerd. De modelontwikkeling wordt niet in dit rapport gepresenteerd. Het kwaliteitsverloopmodel is echter wel toegepast in de 'chain simulator'.

---

---

## 2. Experiment 1; screening van geselecteerde MA-verpakkingen voor toepassing bij broccoli

### 2.1. Proefopzet

Crown broccolischermen zijn individueel verpakt in P<sup>+</sup>-folies van een opeenvolgende reeks in gasdoorlaatbaarheid. Als extra variant zijn liner zakken van Peak Fresh-folie toegepast in kartonnen handelsverpakkingen gevuld met crownbroccoli. Na 5 en 10 dagen bewaring bij 12 °C is de kwaliteit van de broccoli vergeleken met onverpakte broccoli en met in de gangbare PVC-rekwikkelfolie verpakte broccoli.

Tijdstip:	september 1996
Bewaartemperatuur:	12 °C
Bewaarduur:	5 en 10 dagen
Verpakking:	PA90 PA120 PA160 PA190 PA240 PVC-rekwikkelfolie (dikte 17μ) Liner Peakfresh zakken (dikte 27μ) onverpakt
Aantal herhalingen:	5 schermen

n.b. De steel/voet van de broccoli is vlak voor het verpakken opnieuw aangesneden/ingekort, omdat de stelen niet in alle verpakkingstypen pasten.

#### Subjectieve metingen

Na bewaring is door 3 of 4 produktexperts de kwaliteit van de broccoli bepaald, waarbij de volgende kwaliteitsaspecten zijn beoordeeld:

Kleur:	8=groen, 5=zichtbare gele bloemknoppen, 1=geel
Rot:	0=geen, 5=veel
Voet:	0=wit, 5=zwart/bruin
Geur:	0=niet afwijkend, 1=afwijkend

#### Objectieve metingen

De gascondities binnen de MA-verpakkingen (4 herhalingen) zijn na 2 en 6 dagen gemeten met behulp van een gaschromatograaf, type Chrompack 2002.

---

## 2.2. Resultaten en discussie

In tabel 1 zijn de gemiddelde resultaten van de kwaliteitsbeoordelingen na 5 en 10 dagen bewaring samengevat. In tabel 2 staan de gemiddelde concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> na 2 en 6 dagen bewaring.

Tabel 1. Overzicht kwaliteit kleinverpakte crown broccoli na 5 en 10 dagen bewaring bij 12 °C.

Verpakking	5 dagen 12 °C				10 dagen 12 °C			
	kleur (0-5)	rot (0-5)	voet (0-5)	geurafwijking	kleur (0-5)	rot (0-5)	voet (0-5)	geurafwijking
PA90	8	0	0.2	ja	8	1	0	ja
PA120	8	0	3.2	ja	8	0.8	2.8	nee
PA160	8	0	2.2	nee	7.8	0.4	3	nee
PA190	8	0	2.6	nee	6.2	0.8	3	nee
PA240	5.8	0.6	2.4	nee	4.4	0.8	2.2	nee
PVC	5.8	0	1.4	nee	4.2	0	2.8	nee
Liner	8	0	0	ja	8	1	0	ja
Onverp	3.4	0	1.2	nee	3.6	0	2	nee

Tabel 2. Gemeten concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> na 2 en 6 dagen bewaring bij 12 °C

Verpakking	2 dagen 12 °C		6 dagen 12 °C	
	% O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
PA90	1.5	24.9	3.0	26.6
PA120	6.8	15.3	8.0	14.8
PA160	5.1	16.7	8.9	14.3
PA190	11.4	12.2	12.9	10.2
PA240	16.0	7.3	16.4	6.5
PVC	16.1	3.6	16.3	3.5
Liner	1.3	16.5	1.9	13.8

Uit tabel 1 blijkt dat de PA90-, PA120- en de Peakfresh-liner verpakkingen geurafwijkingen gaven na 5 dagen bewaring bij 12 °C. De gascondities in de betreffende verpakkingen hadden geleid tot anaerobe ademhaling en verzuring van de broccoli en waren dus ongunstig. Na 10 dagen kon de geurafwijking niet meer worden waargenomen bij de PA120 verpakking. Een verklaring hiervoor is dat na 6 dagen de evenwichtsgasconcentratie wat minder extreem was dan de gasconcentraties na 2 dagen (dit is een normaal verloop). De evenwichtsconcentratie na 6 dagen lag blijkbaar binnen de veilige grenzen, terwijl de gemeten gasconcentratie na 2 dagen (nog geen evenwicht in

---

gasconcentraties) geurafwijkingen tot gevolg had. Deze schadelijke gasconcentratie had blijkbaar geen blijvende afwijkingen veroorzaakt.

De geelverkleuring werd meer geremd naarmate de folie minder doorlaatbaar voor gas was en daardoor de gascondities binnen de verpakking extremer. De onverpakte broccoli verkleurde het snelst. De P<sup>+</sup>-varianten PA90-PA190 en de Peakfresh scoorden beter dan de gangbare PVC-verpakking. Waarschijnlijk was het vergelingsproces bij de in PA90 en de in Peakfresh verpakte broccoli volledig gestopt vanwege anaërobie.

Na 10 dagen werd bij alle verpakkingen, behalve de gangbare PVC-verpakking, enig rot waargenomen. Een verklaring hiervoor is dat PVC meer doorlaatbaar voor vocht is dan de P<sup>+</sup>-folies en de Peakfresh-folie. Het klimaat om de broccoli was bij in PVC-verpakte broccoli droger, waardoor de broccoli minder snel ging rotten.

Behalve bij de verzuurde broccoli (PA90, Peakfresh-liner) verkleurden de snijvlakken (voet) bruin. Bij de verzuurde broccoli trad de snijvlakverkleuring niet op vanwege de anaërobe situatie. De verkleuring wordt veroorzaakt door een enzymreactie, waarbij O<sub>2</sub> een rol speelt. De verkleuring van de voet is mogelijk bevorderd door het verse snijvlak op het moment van inpakken.

Het is niet mogelijk om op basis van deze resultaten uitspraken te doen over optimale gasconcentraties voor broccoli bij 12 °C. Daarvoor moeten experimenten worden gedaan in een CA-bewaarsysteem, waarbij de invloed van verschillende doses O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> op de kwaliteit van broccoli apart en gecombineerd worden onderzocht.

### **2.3. Conclusies**

Van de in dit experiment geteste verpakkingen waren verpakkingen gemaakt van de P<sup>+</sup>-folies PA160 en PA190 beter voor het kwaliteitsbehoud van crown broccoli dan de gangbare PVC-verpakking. PA90 en Peakfresh linerverpakkingen waren ongeschikt bij 12 °C, vanwege te geringe gasdoorlaatbaarheid. Een PA120 verpakking was om dezelfde reden waarschijnlijk ongeschikt.

De voor vervolgexperimenten geselecteerde folies zijn PA120, PA160 en PA190. De toepassing van deze folies bij broccoli zal verder worden onderzocht in vergelijking tot de gangbare PVC-verpakking en onverpakt.

Het is niet mogelijk om op basis van deze resultaten uitspraken te doen over optimale gasconcentraties voor broccoli bij 12 °C.

---



### 3. Experiment 2; de houdbaarheid van MA-verpakte broccoli bij diverse temperaturen

#### 3.1. Proefopzet

In experiment 1 zijn de folies PA120, PA160 en PA190 geselecteerd voor mogelijke toepassing bij broccoli. In experiment 2 is de geschiktheid van deze folies voor toepassing bij broccoli onderzocht in vergelijking tot de gangbare PVC-verpakking en de onverpakt variant.

Crown brocolischermen zijn individueel verpakt in PA120, PA160, PA190 en in PVC-rekwikkelfolie. Een deel van de broccoli is niet verpakt (onverpakte variant). Alle varianten zijn bewaard bij 5 °C, 10 °C en 15 °C gedurende maximaal 50 dagen. Gedurende de bewaring werd de kwaliteit van de broccoli iedere 1 à 5 dagen (afhankelijk van temperatuur en verpakkingsvariant) beoordeeld. Na beëindiging van het experiment is de houdbaarheid van de broccoli berekend.

Tijdstip:	oktober 1996
Bewaarcondities:	5 °C, 10 °C, 15 °C; 90-95% r.v.
Bewaarduur:	maximaal 45 dagen
Verpakking:	PA120 PA160 PA190 PVC-rekwikkelfolie (dikte 17µ) onverpakt
Aantal herhalingen:	3 schermen (per beoordeling)

#### Subjectieve metingen

Gedurende de bewaring is kwaliteit van de broccoli bepaald door produktexperts, waarbij de volgende kwaliteitsaspecten zijn beoordeeld:

Kleur:	8=groen, 5=zichtbare gele bloemknoppen, 1=geel
Rot:	0=geen, 5=veel
Voet:	0=wit, 5=zwart/bruin
Slap:	0=niet, 1=wel
Zure geur:	0=niet, 1=wel
Oude geur:	0=niet, 1=wel

n.b. De steel/voet van de alle broccoli is vlak voor het verpakken opnieuw aangesneden/ingekort, omdat de stelen (schermen) niet in de P<sup>+</sup> zakken pasten.

#### Objectieve metingen

De gascondities binnen de MA-verpakkingen zijn na 2 en 6 dagen gemeten met behulp van een gaschromatograaf, type Chrompack 2002. Van iedere verpakkingsvariant zijn 4 herhalingen gemeten.

#### Houdbaarheid

De houdbaarheid werd berekend door grenzen te stellen aan de waarden van de diverse subjectieve kwaliteitsaspecten. Niet meer houdbaar betekende niet meer verkoopbaar.

De volgende grenzen werden gehanteerd:

Kleur <	6
Rot >	1
Voet >	2

Slap = 1  
 Zure geur = 1  
 Oude geur = 1

De berekening van de houdbaarheid is een aantal malen uitgevoerd. De kwaliteitsaspecten 'oude geur' en 'voetverkleuring' zijn afwisselend wel en niet meegerekend, omdat de mening van de produktexperts over hun invloed op de houdbaarheid verdeeld was.

### 3.3. Resultaten en discussie

#### Concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> in de verpakkingen

In tabel staan de gemeten gasconcentraties in de verpakkingen na 2 en na 6 dagen bewaring.

Tabel 3. Gemiddelde concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> na 2 en 6 dagen bewaring

Verpakking	2 dagen bewaring		6 dagen bewaring	
	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
<b>5 °C</b>				
PA120	9.1	12.0	7.4	16.7
PA160	8.7	12.5	10.7	12.7
PA190	13.8	9.0	15.6	7.7
PVC	18.7	2.7	19.2	2.0
<b>10 °C</b>				
PA120	5.6	16.4	6.8	16.5
PA160	6.4	14.6	7.9	15.1
PA190	11.9	11.6	13.2	10.3
PVC	17.3	3.1	19.1	2.2
<b>15 °C</b>				
PA120	4.2	18.9	4.2	19.8
PA160	4.0	19.0	5.8	17.0
PA190	10.3	13.5	11.8	11.4
PVC	*	*	15.0	4.7

De resultaten van de gasmetingen liggen in de lijn van de resultaten van experiment 1. Naarmate de toegepaste P<sup>+</sup>-folie minder gasdoorlaatbaar was, waren de concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> respectievelijk lager en hoger. De toegepaste gangbare PVC-folie was het meest gasdoorlaatbaar.

Na 2 dagen bewaring waren de concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> respectievelijk lager en hoger dan na 6 dagen. Een verklaring hiervoor is dat de evenwichtsconcentratie in de verpakkingen na 2 dagen nog niet was bereikt.

De gemeten gasconcentratie waren extremer naarmate de bewaartemperatuur hoger was.

De experimentele opzet is niet geschikt om conclusies te trekken over optimale gascondities voor broccoli bij 5 °C, 10 °C en 15 °C.

## Kwaliteitsverloop

In tabel 4 staat de gemiddelde bewaarduur vermeld, totdat de grenswaarden voor de afzonderlijke kwaliteitsaspecten werden bereikt.

Tabel 4. Gemiddeld aantal dagen, totdat de grenswaarden van de diverse kwaliteitsaspecten werden bereikt ('-' betekent dat de grenswaarde niet is bereikt binnen de bewaarduur).

Temp.		Onverpakt	PA120	PA160	PA190	PVC 17 $\mu$
5 °C	Kleur < 6	38	44	42	40	30
	Rot > 1	-	41	40	35	42
	Voetverkleuring > 2	40	8	10	5	44
	Zure geur = 1	-	-	-	-	-
	Oude geur = 1	-	23	33	20	-
	Slap = 1	9	-	-	-	30
10 °C	Kleur < 6	8	26	15	14	9
	Rot > 1	-	26	25	17	-
	Voetverkleuring > 2	11	4	10	4	17
	Zure geur = 1	-	-	-	-	-
	Oude geur = 1	-	12	20	12	-
	Slap = 1	6	-	-	-	15
15 °C	Kleur < 6	3	-	-	10	6
	Rot > 1	-	-	-	10	-
	Voetverkleuring > 2	8	-	-	4	-
	Zure geur = 1	-	2	4	-	-
	Oude geur = 1	-	-	-	14	-
	Slap = 1	-	-	-	-	-

### Kleur

De geelverkleuring van de broccoli werd meer geremd, naarmate de gasdoorlaatbaarheid van de folie kleiner was en naarmate de bewaar temperatuur lager was. De P<sup>+</sup>-verpakkingen remden de geelverkleuring het best. De P<sup>+</sup>-verpakkingen waren bij 5 °C minder voordelig voor de kleur dan bij 10 °C.

### Rot

Bij 10 °C en bij 15 °C trad rot pas op, nadat de schermen al enigszins geel waren verkleurd. Bij 5 °C begonnen de kleinverpakte broccoli iets eerder te rotten dan dat de geelverkleuring zichtbaar was.

### Voetverkleuring

De P<sup>+</sup>-verpakkingen veroorzaakten een relatief snelle bruin/zwartverkleuring van de voet (het snijvlak).

---

De meningen over het belang van dit aspect waren verdeeld. Het verse snijvlak (vlak voor verpakken opnieuw aangesneden) kan de verkleuring van de voet hebben bevorderd.

#### *Zure geur*

Uit tabel 4 blijkt dat PA120 en PA160 na een aantal dagen bewaring bij 15 °C zuur gingen ruiken. Dit betekent dat de gascondities in de betreffende verpakkingen de veilige grenzen hadden overschreden. Op basis van dit resultaat kan gesteld worden dat PA120 en PA160 te weinig doorlaatbaar zijn voor gas voor toepassing bij broccoli. Broccoli wordt immers vaak ongekoeld in de winkel aangeboden.

#### *Oude geur*

Bij de in P<sup>+</sup>-folie verpakte broccoli werd uiteindelijk een 'oude geur' waargenomen, bij 5 °C en 10 °C, voordat de schermen rot vertoonden.

#### *Slap*

De onverpakte broccoli en later ook de in PVC gewikkelde broccoli werd slap door uitdroging. Slappe broccoli bleek geremd in geelverkleuring (opening van de bloemknoppen).

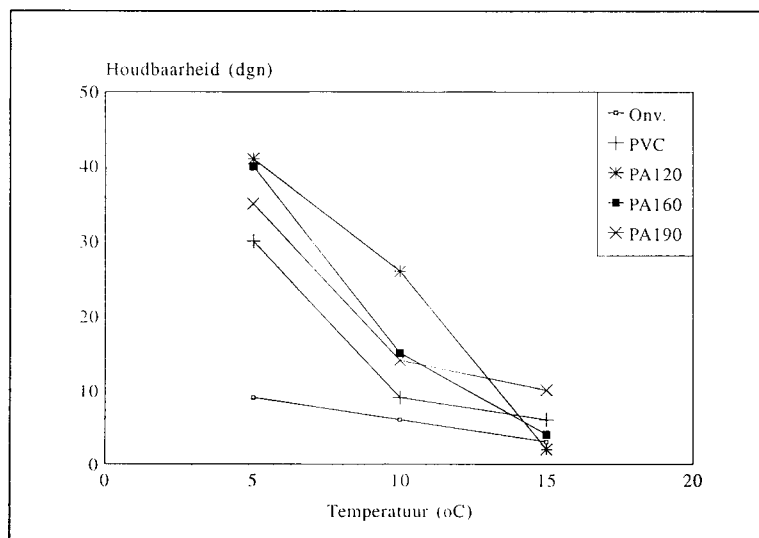
N.b. In de bijlagen I en II zijn het verloop van respectievelijk de geelverkleuring en de voetverkleuring in figuren weergegeven.

#### Houdbaarheid

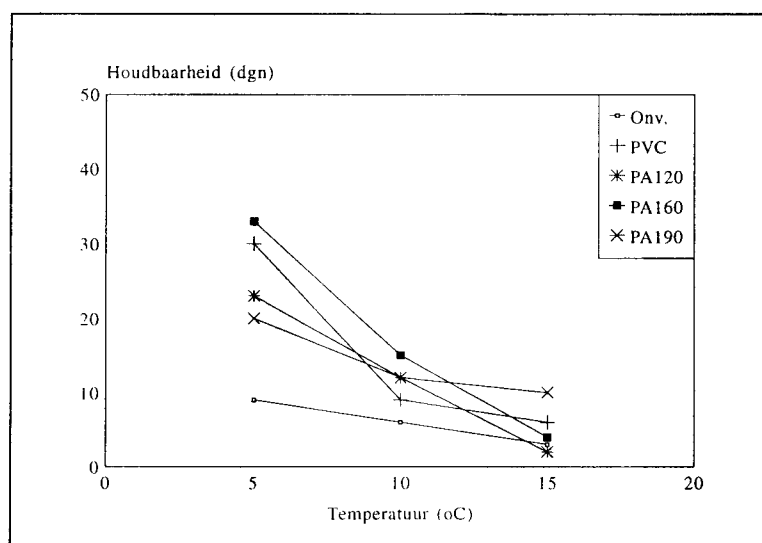
Op basis van de gemiddelden van tabel 4 zijn 3 houdbaarheidsgrafieken gemaakt. De houdbaarheid wordt bepaald door de dag (aantal dagen bewaring), waarop voor het eerst een vastgestelde grenswaarde voor één van de kwaliteitsaspecten wordt bereikt. De kwaliteitsaspecten *voetverkleuring* en *oude geur* waren minder overtuigend van belang voor de houdbaarheid. Daarom zijn grafieken gemaakt, waarin deze aspecten wel en niet zijn meegeteld bij de bepaling van de houdbaarheid.

De kwaliteitsaspecten *geelverkleuring*, *rot*, *zure geur* en *slap* waren altijd bepalend. In figuur 1 zijn bij berekening van de houdbaarheid de kwaliteitsaspecten *voetverkleuring* en *oude geur* genegeerd. In figuur 2 is bij berekening van de houdbaarheid het kwaliteitsaspect *voetverkleuring* genegeerd. In figuur 3 is bij berekening van de houdbaarheid rekening gehouden met alle kwaliteitsaspecten, waarop beoordeeld is.

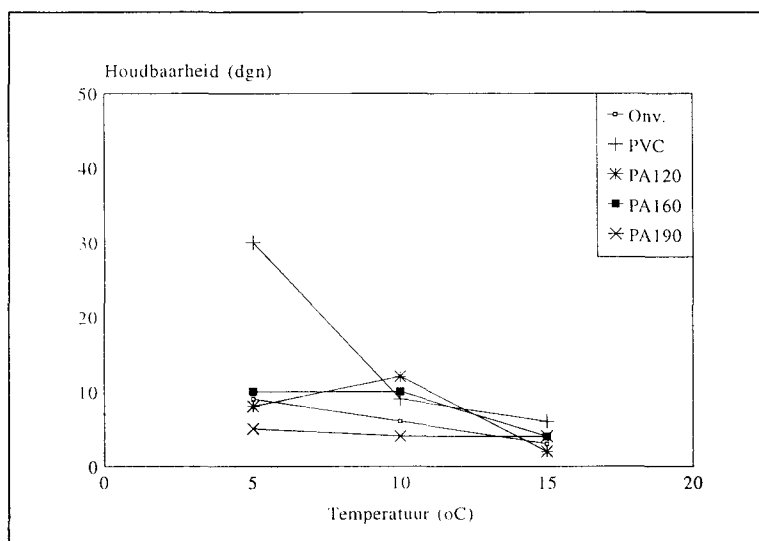
---



Figuur 1. Houdbaarheid broccoli (dagen);  
kleur<6 of rot >1 of zure  
geur=1, of slap=1



Figuur 2. Houdbaarheid broccoli (dagen);  
kleur<6 of rot>1 of zure  
geur=1 of oude geur=1 of  
slap=1



Figuur 3. Houdbaarheid broccoli (dagen);  
 kleur <6 of rot >1 zure geur =1  
 of oude geur =1 of slap =1 of  
 voet >2

Broccoli is een bederfelijk produkt onder huiskamercondities, maar is lang houdbaar bij lage temperaturen. Onverpakte broccoli is korter houdbaar dan broccoli verpakt in een geschikte verpakking. Onverpakte broccoli is erg gevoelig voor uitdroging. Uitdroging heeft in dit experiment de houdbaarheid van onverpakte broccoli bij 5 °C en 10 °C beperkt (zie ook tabel 4).

'De houdbaarheid' hangt in sterke mate af van de grenzen die aan 'wel of niet acceptabel' worden gesteld of van welke kwaliteitsaspecten bepalend voor de houdbaarheid zijn. Het wel of niet meetellen van het kwaliteitsaspect *voetverkleuring* (wel meegeteld in figuur 3) geeft grote verschuivingen te zien in de houdbaarheid van de broccoli verpakt in de P<sup>+</sup>-folies. In figuur 3 (alleen voetkleuring is bepalend) is bij 5 °C de houdbaarheid van de broccoli in P<sup>+</sup>-folies ongeveer 25-30 dagen korter dan in figuur 1 (voetverkleuring en oude geur niet meegerekend, oude geur wel) en 15-20 dagen dan in figuur 2 (voetverkleuring niet meegerekend). P<sup>+</sup>-folies blijken tot snellere verkleuring van de voet te leiden dan PVC-folie of onverpakt. Waarschijnlijk is het doorgaans zeer vochtige klimaat in een P<sup>+</sup>-verpakking (ten opzichte van onverpakt en in PVC verpakte broccoli) hiervoor verantwoordelijk.

### 3.3. Conclusies en aanbevelingen verder onderzoek

#### Conclusies

Uit dit onderzoek is gebleken dat PA120 en PA160 alleen geschikt zijn voor toepassing bij broccoli, indien koeling in de afzetketen gegarandeerd is, omdat onder ongekoelde omstandigheden anaerobie optreedt. PA190 en PVC zijn geschikt voor toepassing bij broccoli onder zowel gekoelde als ongekoelde omstandigheden.

De groene kleur van broccoli blijft beter behouden in de geteste P<sup>+</sup>-folies dan in PVC of onverpakt en meer naarmate de gasdoorlaatbaarheid kleiner is. Echter de bruinverkleuring van de voet verloopt sneller in de P<sup>+</sup>-verpakkingen. Afhankelijk van de waarde, die men dit kwaliteitsaspect toekent zijn P<sup>+</sup>-folies geschikter voor toepassing bij broccoli dan PVC-folie.

Onverpakte broccoli is erg gevoelig voor uitdroging. In PVC-verpakte broccoli droogt sneller uit dan in P<sup>+</sup>-verpakte folie.

Broccoli is een bederfelijk produkt onder huiskamercondities, maar is lang houdbaar bij lage temperaturen. Onverpakte broccoli is korter houdbaar dan broccoli in een geschikte verpakking.

Aanbevelingen verder onderzoek

- Gericht onderzoek naar de grenswaarden voor O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> bij een range van temperaturen.
- Onderzoek naar (de remming) van voetverkleuring

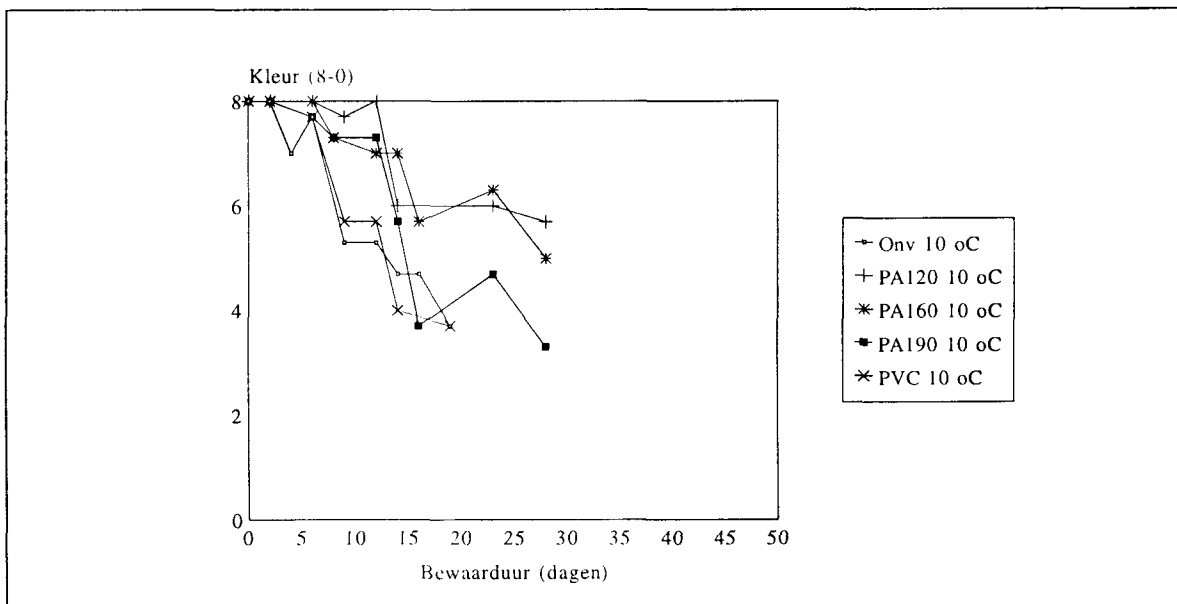
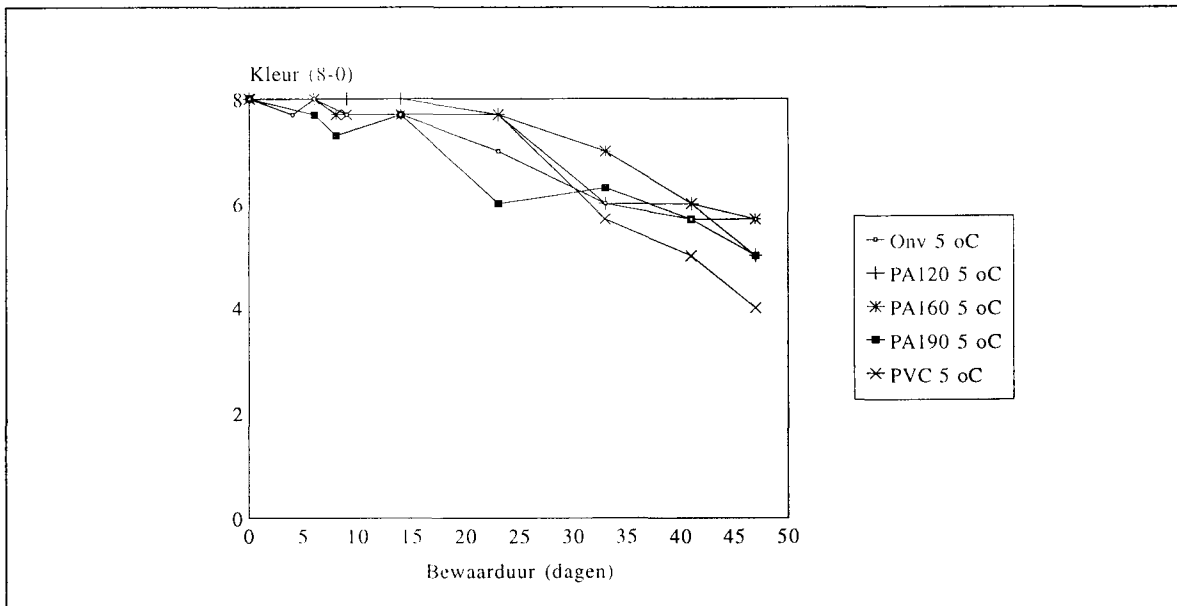
## **Literatuur**

Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y., 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist Nursery, USDA Handbook. USDA, Washington, 66 pp.

Polderdijk, J.J., Boerrigter, H.A.M., Tijskens, L.M.M., 1995. Possibilities of the model on keeping quality of vegetable produce in controlled atmosphere and modified atmosphere applications. Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Conference of Refrigeration, The Hague, The Netherlands, august 20-25; Vol II, 318-323.

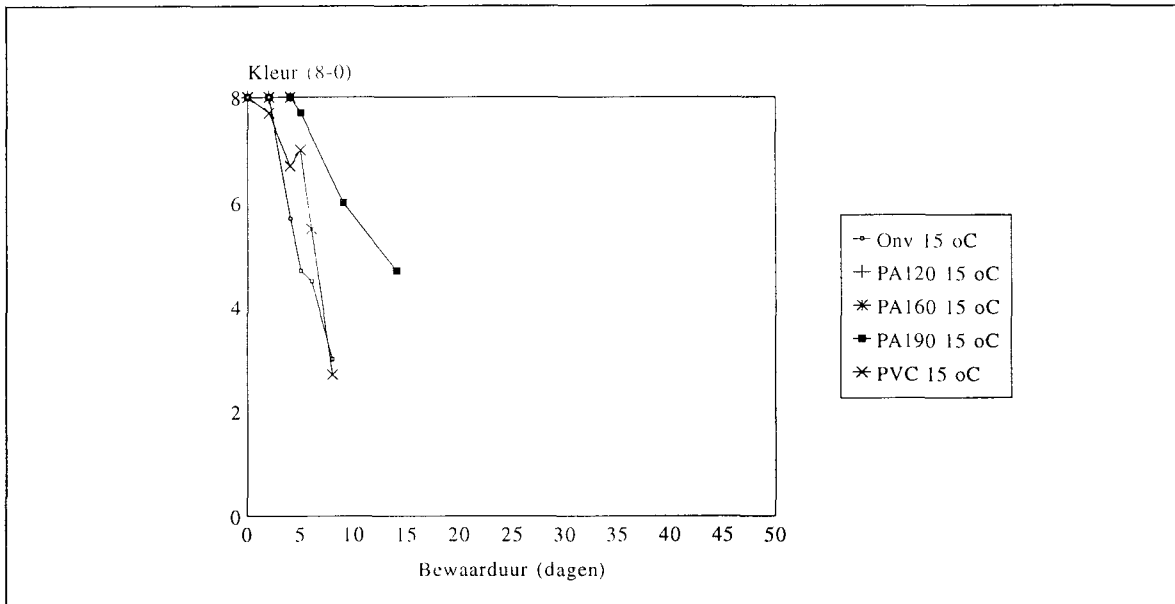
---

Bijlage I: Verloop kleur kleinverpakte crown broccoli bij 5 °C, 10 °C en 15 °C  
(8=100%groen, 6=grenswaarde, 1=100%geel)

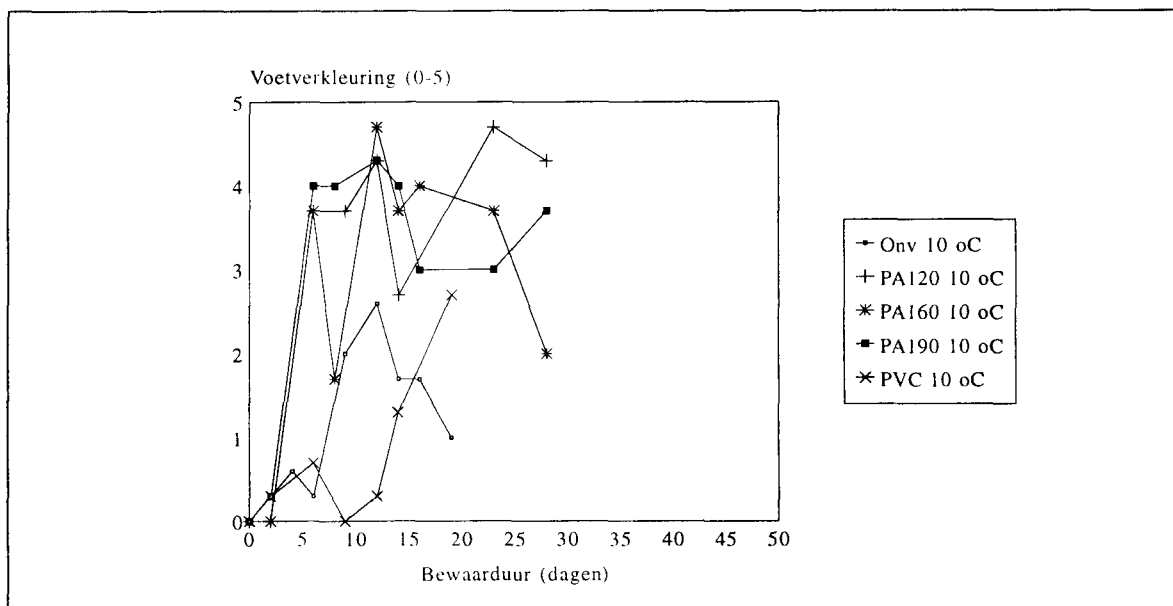
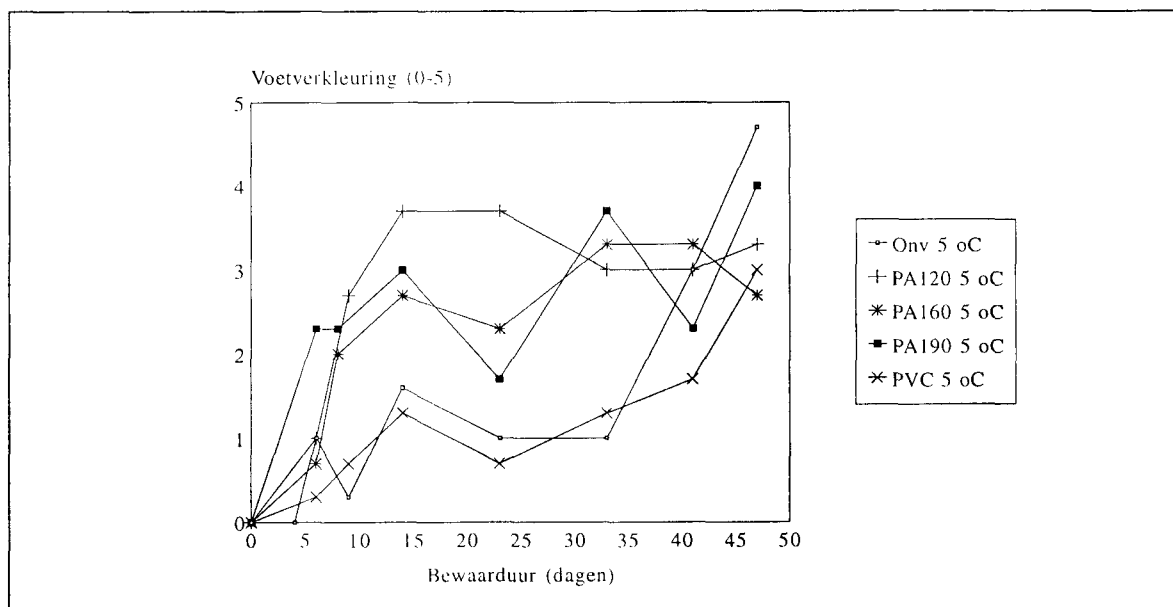




## Vervolg Bijlage I



Bijlage II: Verloop voetverkleuring kleinverpakte crown broccoli bij 5 °C, 10 °C en 15 °C (0=100%wit, 5=100% zwart/bruin)



## Vervolg Bijlage II

