

## Optimalisatie van een kleinverpakking voor witlofkroppen

Onderzoek als onderdeel van het AKK-project nr.577  
(Stichting Agro Keten Kennis) "toegevoegde waarde  
strategie project Frugifera"

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

VERTROUWELIJK

ato-dlo





ATO-DLO

## Optimalisatie van een kleinverpakking voor witlofkroppen

Onderzoek als onderdeel van het AKK-project nr. 577 (Stichting Agro Kennis Keten) 'toegevoegde waarde strategie project Frugifera'.

**VERTROUWELIJK**

**Agrotechnologisch  
Onderzoek Instituut  
(ATO-DLO)**  
Bornssteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
tel. 0317 - 475000  
fax. 0317 - 412260

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

2251180

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>Pagina</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Materiaal en methoden</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Resultaten en discussie</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Conclusies</b> .....	<b>12</b>

---

## Samenvatting

Als onderdeel van het AKK-project 'toegevoegde waarde strategie projekt Frugifera' is door ATO-DLO onderzoek uitgevoerd ten behoeve van optimalisatie van een MA-kleinverpakking voor witlofkroppen. De toepassing van een aantal P<sup>+</sup>-folies is onderzocht in vergelijking tot de in de praktijk toegepaste dunne PVC-rekfolie (schaaltjes met 250 gr, 500 gr witlof) en in geperforeerde PE-zakken verpakte witlof.

Het toepassen van een P<sup>+</sup>-folie bij witlofkroppen is ten opzichte van niet verpakken en ten opzichte van een PVC-verpakking en een open PE-verpakking, positief voor de uitwendige (uiterlijke) kwaliteit, inclusief remming van groenverkleuring. Dit geldt niet voor de inwendige kwaliteit, want in dit onderzoek zijn geur- en smaakafwijkingen geconstateerd bij iedere P<sup>+</sup>-verpakkingsvariant; een afwijking die overigens niet iedereen negatief vond.

Een aanbeveling voor een optimale MA-verpakking voor witlof kan op basis van de vermeende geur- en smaakafwijkingen niet worden gedaan.

Aanbevolen wordt om vervolgonderzoek te richten op smaakonderzoek, maximale houdbaarheid van MA-verpakte witlof en remming van groenverkleuring.

## 1. Inleiding

Uit eerder onderzoek van ATO-DLO is gebleken dat gewijzigde zuurstof- en kooldioxydeconcentraties positief kunnen zijn voor het kwaliteitsbehoud van witlofkroppen. De optimale gasconditie voor de uiterlijke kenmerken is een zuurstofconcentratie van 2-3% en een kooldioxydeconcentratie van 10-15%. Deze gasconcentratie remt de pitgroei, de roodverkleuring, de ontwikkeling van rot/smet en het opengroeien van de kroppen. Ook is gemeten dat de groenverkleuring wordt geremd. De invloed op geur en smaak is in de betreffende experimenten niet onderzocht.

Tot dusverre is er vrijwel geen onderzoek gericht geweest op optimalisatie van MA-verpakken van witlof. Wel is bekend dat de veelvuldig toegepaste dunne PVC-rekwikkelfolie, zelfs onder huiskameromstandigheden (T is hoog), niet leidt tot zuurstof- en kooldioxydeconcentraties, die de optimale gasconditie (voor uiterlijke kenmerken) benaderen. De PVC-folie heeft daarvoor een te hoge gasdoorlaatbaarheid.

Door Frugifera is vooronderzoek uitgevoerd met de P<sup>+</sup>-variant PA60. P<sup>+</sup> is een typeaanduiding van polypropyleenfolie met microperforaties. Naarmate de code een hoger getal bevat is de gasdoorlaatbaarheid hoger. Gebleken is dat binnen een MA-verpakking met de P<sup>+</sup>-folie PA60, de gewenste zuurstof- en kooldioxydeconcentraties (voor uiterlijke kenmerken) worden benaderd (onder huiskameromstandigheden) en dat het effect daarvan op het (uiterlijke) kwaliteitsbehoud positief is.

Als onderdeel van het AKK-project 'toegevoegde waarde strategie project Frugifera' is door ATO-DLO onderzoek uitgevoerd ten behoeve van optimalisatie van een MA-kleinverpakking voor witlofkroppen.

Doel van het uitgevoerde onderzoek is te komen tot een optimale MA-verpakking voor witlofkroppen, gegeven bepaalde distributieketens. De mogelijkheid van toepassing van een aantal P<sup>+</sup>-folies, waaronder PA60, is onderzocht in vergelijking tot de verpakte witlof met in de praktijk toegepaste dunne PVC-rekfolie (250 gr, 500 gr witlof) en geperforeerde PE-zakken.

---

## 2. Materiaal en methoden

### Bewaarcondities

Bewaring bij 6 °C, 11 °C, 16 °C, gedurende een bewaarduur van 7 en 14 dagen, gevolgd door 3 dagen nabewaring in donker bij 18 °C, 75% relatieve luchtvochtigheid.

### Bewaring in licht

Om een indruk van de groenverkleuring te krijgen, werden na 7 en 14 dagen bewaring van iedere variant 2 verpakkingen in licht (1000 lux/m<sup>2</sup>) bij 18 °C en 75% relatieve luchtvochtigheid gedurende enkele dagen nabewaard. Gedurende de nabewaring werd de snelheid van groenverkleuring beschreven. Hiervoor werd geen score toegepast.

### Verpakkingsvarianten

1. Schaaltje met PVC rekfolie : 500 witlof (4 kroppen)
2. Schaaltje met PVC rekfolie : 250 gram witlof (2 kroppen)
3. Fresh +7 PA90 : 4 kroppen witlof
4. Fresh +7 PA160 : 4 kroppen witlof
5. Fresh +7 PA30: 1 krop witlof
6. Fresh +7 PA60: 1 krop witlof
7. Geperforeerde PE zak: 500 gram witlof

### Kwaliteitsmetingen

1. Snijvlakverkleuring (0-5; 0=wit, 5=zwart)
2. Roodverkleuring (0-5; 0=niet, 5=veel)
3. Rand (0-5; 0=niet, 5=veel)
4. Rot/smet (0-5; 0=niet, 5=veel)
5. Pitlengte (cm)
6. Afwijkingen pit (bruin, glazig, appelpit)
7. Geur/smaakafwijkingen (wel/niet)

Deze metingen worden uitgevoerd op dag 1, 7 en 14 van de bewaring en na de nabewaring bij 18 °C en 75% r.v.

De beoordelingen en metingen werden uitgevoerd door minimaal 2 produktexperts.

De kroppen, die in licht werden nabewaard zijn alleen beoordeeld op groenverkleuring.

### Concentraties zuurstof en kooldioxyde

De concentraties zuurstof en kooldioxyde binnen de verpakkingen zijn tweemaal gemeten (4 herhalingen per behandeling per meetdag), op dag 4 en 6, met behulp van een gaschromatograaf (type Chrompack 2002).

### Produkt

1 ras, namelijk Focus, 1 herkomst

**Herhalingen per beoordeling**

Het aantal herhalingen was niet voor iedere verpakkingsvariant gelijk, maar hing af van het aantal kroppen per verpakking.

1. Schaaltje met PVC rekfolie (500 gr):	4
2. Schaaltje met PVC rekfolie (250 gr):	9
3. Fresh +7 PA90 :	4
4. Fresh +7 PA160 :	4
5. Fresh +7 PA30:	19
6. Fresh +7 PA60:	19
7. Geperforeerd PE zak:	4

**Statistiek**

De gemiddelde waarden (temp./verpakking/beoordelingstijdstip) van de uiterlijke kwaliteitskenmerken kleur snijvlak, rot en pitlengte zijn statistisch getoetst op significante verschillen met behulp van het statistische pakket Genstat (ANOVA) (betrouwbaarheid 95%).

### 3. Resultaten en discussie

#### Beginkwaliteit

De beginkwaliteit van de witlof was als volgt:

Kleur snijvlak:	1.25
Gemiddelde kroplengte:	13.4 cm
Gemiddelde pitlengte:	6.1 cm

De kroppen waren vast en gesloten. Sommige kroppen vertoonden het begin (nauwelijks zichtbaar) van rand. De meeste kroppen hadden een glazige pit, die licht bruin tot bruin was verkleurd en soms ook hol.

De uiterlijke kwaliteit (buitenkant) werd beoordeeld als matig. Op basis van het veelvuldig voorkomen van glazige en bruine pitten zou de kwaliteit als onvoldoende kunnen worden beoordeeld.

#### Algemeen

De verhouding tussen het gewicht aan witlof, het volume van de verpakking en het gaswisselend oppervlak per type verpakking zijn mede bepalend voor de uiteindelijke gasconcentraties binnen een MA-verpakking. Binnen dit experiment waren deze factoren niet voor ieder verpakkingstype hetzelfde. Hierdoor kan de invloed van de toegepaste folies op de gasconcentraties binnen de verpakkingen, evenals de invloed op de kwaliteitskenmerken, niet goed worden geanalyseerd. Eventuele verschillen kunnen in dit experiment doorgaans slechts worden toegeschreven aan de combinatie produkt en folie, zoals toegepast in het onderzoek. De kwaliteit en de gasconcentraties binnen de verpakkingen met de folies PA30 en PA60 kunnen wel met elkaar worden vergeleken, evenals verpakkingen met de folies PA90 en PA160.

#### Concentraties zuurstof en kooldioxyde

In de tabellen 1 en 2 wordt een overzicht gegeven van de zuurstof- en kooldioxydeconcentraties in de verpakkingen (behalve de open zak) op dag 4 en dag 6.

Tabel 1. Overzicht van de gemiddelde zuurstof- en kooldioxydeconcentraties binnen de verpakkingen na 4 dagen bewaring (N=4).

	16 °C		11 °C		6 °C	
	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>
PA30	9.4	11.0	12.3	8.6	13.3	7.4
PA60	10.1	11.8	16.5	5.9	17.1	4.8
PA90	5.1	14.0	10.3	9.5	8.9	9.5
PA160	7.9	13.1	12.3	9.3	15.3	6.5
PVC 250	15.3	2.4	15.4	3.7	19.4	1.6
PVC 500	13.8	3.4	17.4	2.6	20.1	1.7

Bij het lezen van de tabel moet rekening worden gehouden met de variabele combinatie folie en gewicht aan witlof per verpakking.



Tabel 2. Overzicht van de gemiddelde zuurstof- en kooldioxydeconcentraties binnen de verpakkingen na 6 dagen bewaring (N=4).

	16 °C		11 °C		6 °C	
	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>
PA30	6.4	14.6	13.4	8.9	16.9	5.7
PA60	9.8	12.7	16.3	6.4	18.2	4.5
PA90	4.3	16.9	8.9	13.0	10.9	11.0
PA160	6.7	15.9	12.2	10.5	16.3	6.6
PVC 250	15.7	2.4	17.8	1.7	19.3	1.2
PVC 500	16.5	2.9	19.9	1.7	20.3	1.1

Bij het lezen van de tabel moet rekening worden gehouden met de variabele, dus combinatie folie en gewicht aan witlof per verpakking.

De concentraties zuurstof en kooldioxyde binnen de verpakkingen waren respectievelijk lager en hoger naarmate de bewaartemperatuur hoger was. Bij de P<sup>+</sup>-folies is, in tegenstelling tot bijvoorbeeld PVC-folies, de gasdoorlaatbaarheid voor zuurstof en kooldioxyde ongeveer identiek. Hierdoor is de som van de concentraties zuurstof en kooldioxyde binnen een P<sup>+</sup>-verpakking altijd ongeveer 21. In de tabellen is dan ook te zien dat de concentraties kooldioxyde vaak behoorlijk hoog (>10%) waren, vooral bij 16°C, terwijl de concentraties zuurstof ook nog behoorlijk hoog waren (>5%). Binnen de verpakkingen met PVC was de gasconcentratie slechts weinig veranderd ten opzichte van lucht. In de verpakkingen met PA90 en PA160 (4 kroppen in een zak) werden de meest extreme concentraties zuurstof en kooldioxyde gemeten.

### Smaak- en geur afwijkingen

Op ieder beoordelingstijdstip werd bij iedere temperatuur bij alle P<sup>+</sup>-varianten een geurafwijking waargenomen. De geurafwijking werd omschreven als 'gekookte witlof'. De geurafwijking was sterker naarmate de bewaartemperatuur hoger was. Sommige experts ervoeren de geur als 'niet zo erg', terwijl anderen de geur 'naar' vonden.

De indruk bestond dat de witlof verpakt in een P<sup>+</sup>-folie in bitterheid toenam.

In hoeverre de waargenomen geurafwijking en de bitterheid het gevolg zijn van de concentraties zuurstof en kooldioxyde kan met deze proefopzet niet worden onderzocht. Dit zou apart moeten worden getoetst door middel van gerichte experimenten met gedoseerde concentraties zuurstof en kooldioxyde.

Mogelijk speelt het materiaal polypropyleen ook een rol in het ontstaan van geur- en/of smaakafwijkingen.

### Uiterlijke kwaliteitskenmerken

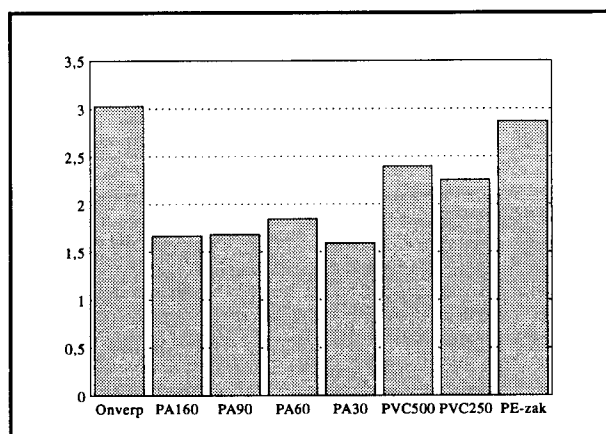
De data betreffende de kwaliteitsaspecten snijvlakverkleuring, rot en pitgroei zijn statistisch getoetst op verschillen tussen de behandelingen. De overige kenmerken zijn niet statistisch getoetst.

Roodverkleuring en rand werden nauwelijks waargenomen. Roodverkleuring en rand worden daarom verder niet in dit rapport behandeld.

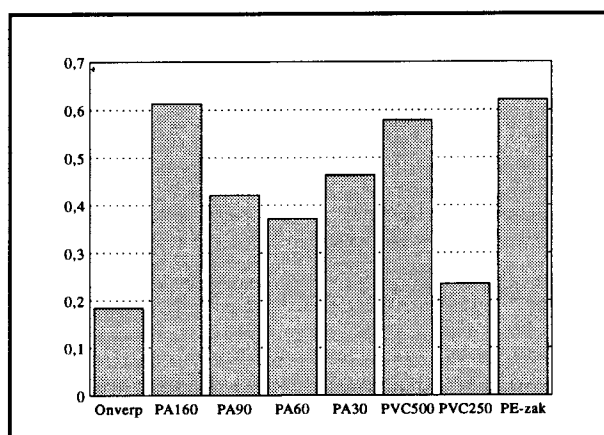
Bijna iedere pit was glazig en lichtbruin of bruin en soms hol. Dit was het gevolg van allerlei factoren voor de oogst. Ook dit aspect wordt verder niet behandeld.

In de figuren 1 tot en met 3 zijn de gemiddelde waarden per verpakkingstype voor de kwaliteitskenmerken snijvlakverkleuring, rot en pitlengte weergegeven.

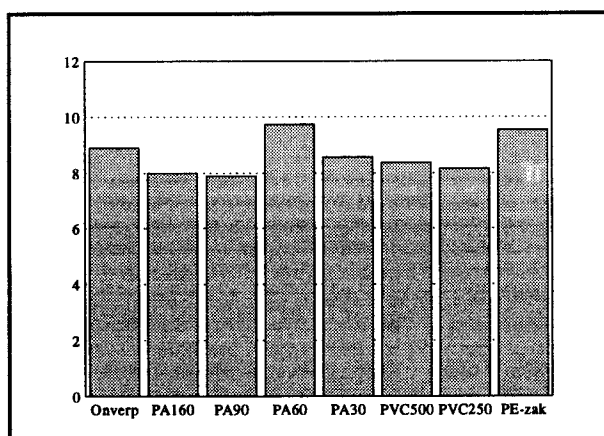
De tabellen 3 tot en met 5 zijn een overzicht van de gemiddelde resultaten per bewaar-temperatuur en per verpakkingstype in de tijd voor de kwaliteitskenmerken verkleuring snijvlak, rot en pitlengte.



**Figuur 1:** Gemiddelde snijvlakverkleuring (0=wit, 5=zwart) per verpakkingstype (LSD=0.21); beginwaarde=1.25.



**Figuur 2:** Gemiddelde rotaantasting (0=geen, 5=verrot) per verpakkingstype (LSD=0.32); beginwaarde=0.



**Figuur 3:** Gemiddelde pitlengte (cm) per verpakkingstype (LSD=0.66); beginwaarde=6.1 cm.

De verkleuring van het snijvlak, evenals rot en de groei van de pit, namen toe naarmate de bewaartemperatuur hoger was en naarmate de bewaarduur langer was. De verkleuring van het snijvlak nam alleen aantoonbaar toe gedurende de eerste 7 dagen van de bewaring. De invloed van de verpakking was wisselend. Bij de witlof verpakt in de P<sup>+</sup>-folies was het snijvlak minder verkleurd dan bij de overige varianten. Het snijvlak van de witlof verpakt in PVC-folie was minder verkleurd dan van de witlof verpakt in de open PE-zakken en minder dan de onverpakte witlof. Voor wat betreft rot was de invloed van de verpakking niet statistisch aantoonbaar. De pit van de onverpakte witlof, de witlof verpakt in PE-zakken en de witlof in PA60 groeide meer dan de pit van de witlof in PA160 en PA90. Dit kan verklaard worden door het MA-effekt. PA160 en PA90 leidden tot de meest extreme concentraties zuurstof en kooldioxyde (tabel 1 en 2).

### Groenverkleuring

De P<sup>+</sup>-varianten remden de groenverkleuring van witlof in vergelijking tot de PVC-verpakkingen, de onverpakte witlof en de geperforeerde PE-zak. Onverpakte witlof en witlof in geperforeerde PE-zakken kleurde het snelst groen. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met de remmende werking van de sterk gewijzigde gassamenstelling binnen de P<sup>+</sup>-verpakkingen. Tussen de P<sup>+</sup>-varianten onderling, evenals tussen de PVC-varianten onderling werden geen verschillen in groenverkleuring waargenomen.

De indruk bestond dat de witlof minder snel groen verkleurde naarmate de bewaarduur (in donker) langer en de bewaartemperatuur hoger was geweest. Na 14 dagen bewaring (in donker) en vervolgens 2 dagen nabewaring in het licht bij 18 °C was de witlof verpakt in de P<sup>+</sup>-folie nog niet groen verkleurd. De in PVC en in geperforeerde PE zakken verpakte witlof was toen zichtbaar groen verkleurd. Mogelijk verloopt de groenverkleuring minder snel naarmate de witlof verder is afgeleefd.

Tabel 3. Gemiddelde kleur van het snijvlak in de tijd (0=wit,5=zwart).

	Dag 0	Dag 7, na bewaring	Dag 10, na nabewaring	Dag 14, na bewaring	Dag 17, na nabewaring
Temp. 6 °C	1.25	2.52	2.32	2.36	2.40
Temp. 11 °C	1.25	2.21	2.28	2.10	2.55
Temp. 16 °C	1.25	2.33	2.67	2.52	2.51
LSD = 0.44 (temp.* dag)					
Onverpakt	1.25	3.93	3.28	3.33	3.35
PA160	1.25	1.54	1.75	1.96	1.84
PA90	1.25	1.63	1.92	1.65	1.96
PA60	1.25	1.58	2.20	1.84	2.38
PA30	1.25	1.38	1.82	1.86	1.64
PVC 500gr	1.25	2.75	2.42	2.67	2.92
PVC 250gr	1.25	2.70	2.62	2.29	2.42
Open PE-zak	1.25	3.31	3.37	3.02	3.39
LSD = 0.44 (verp.* dag)					

Tabel 4. Gemiddelde rot score in de tijd (0=geen rot, 5=verrot).

	Dag 0	Dag 7, na bewaring	Dag 10, na nabewaring	Dag 14, na bewaring	Dag 17, na nabewaring
Temp. 6 °C	0	0	0.16	0.44	0.51
Temp. 11 °C	0	0.04	0.30	0.65	0.57
Temp. 16 °C	0	0.05	0.72	1.23	1.90
LSD = 0.43 (temp. * dag)					
Onverpakt	0	0	0.14	0.05	0.73
PA160	0	0	0.59	1.27	1.21
PA90	0	0.02	0.50	0.75	0.84
PA60	0	0.02	0.25	0.63	0.96
PA30	0	0.02	0.33	1.01	0.87
PVC 500gr	0	0	0.62	0.73	1.54
PVC 250gr	0	0	0.20	0.14	0.83
Open PE-zak	0	0.19	0.50	1.52	0.90
LSD = 0.71 (verp. * dag)					

Tabel 5. Gemiddelde pitlengte (cm) in de tijd.

	Dag 0	Dag 7, na bewaring	Dag 10, na nabewaring	Dag 14, na bewaring	Dag 17, na nabewaring
Temp. 6 °C	6.13	7.03	8.60	7.10	8.71
Temp. 11 °C	6.13	7.23	9.06	9.53	10.29
Temp. 16 °C	6.13	8.81	10.54	12.28	12.23
LSD = 0.96 (temp. * dag)					
Onverpakt	6.13	7.23	9.66	10.86	10.67
PA160	6.13	7.56	8.84	8.30	9.22
PA90	6.13	7.10	7.54	8.17	10.55
PA60	6.13	8.93	10.52	11.31	11.84
PA30	6.13	8.09	9.11	9.32	10.18
PVC 500gr	6.13	7.77	8.71	9.19	10.08
PVC 250gr	6.13	6.91	9.16	8.42	10.19
Open PE-zak	6.13	7.93	11.67	11.36	10.56
LSD = 1.48 (verp. * dag)					

#### **4. Conclusies en aanbevelingen verder onderzoek**

Het toepassen van een P<sup>+</sup>-folie bij witlofkroppen is ten opzichte van niet verpakken en ten opzichte van een PVC-verpakking en een open PE-verpakking positief voor de uitwendige (uiterlijke) kwaliteit, inclusief remming van groenverkleuring. In dit onderzoek zijn echter bij iedere toegepaste temperatuur ongewenste geur- en smaakafwijkingen geconstateerd bij iedere toegepaste P<sup>+</sup>-folie. Blijkbaar zijn de getoetste P<sup>+</sup>-folies minder gunstig voor de inwendige kwaliteit, hoewel niet iedereen de geurafwijking 'naar' vond

Een aanbeveling voor een optimale MA-verpakking voor witlof kan op basis van deze resultaten daarom niet worden gedaan.

Aanbevolen wordt om toekomstig onderzoek te richten op de invloed van zuurstof en kooldioxyde, evenals de invloed van het materiaal polypropyleen op de smaak en geur van witlof.

Tevens wordt aanbevolen om vervolgonderzoek (naast optimalisatie van een MA-verpakking voor witlof) te richten op (maximale) houdbaarheid van MA-verpakte witlof en op remming van groenverkleuring.

---