



---

# Tools om uitstalleven van Conference peren voor verre bestemmingen te verbeteren

GreenCHAINge G&F DP5  
BO-29.03-001-010

Esther Hogeveen-van Echtelt, Maxence Paillart, Hans de Wild, Mariska Nijenhuis



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Tools om uitstalleven van Conference peren voor verre bestemmingen te verbeteren

GreenCHAINge G&F DP5  
BO-29.03-001-010

Auteurs: Esther Hogeveen-van Echtelt, Maxence Paillart, Hans de Wild, Mariska Nijenhuis

Instituut: Wageningen Food & Biobased Research, Wageningen Plant Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food&Biobased Research in opdracht van Stichting TKI Tuinbouw en gefinancierd door Stichting TKI Tuinbouw, NFO, GroentenFruithuis, Agrofresh, Alviro Direct, Frupaks-Vernooij, Handelsmaatschappij Jan Oskam, The Greenery, Veiling Zuid Limburg, Vogelaar-Vredehof, in het kader van TU 1406-031 Duurzame G&F ketens (GreenCHAINge G&F) (projectnummer 6239090305).

Wageningen Food & Biobased Research  
Wageningen, maart 2019

---

Openbaar

Rapport 1878

---

Versie: definitief

Reviewer: Eelke Westra

Goedgekeurd door: Nicole Koenderink

Opdrachtgever: Stichting TKI Tuinbouw

Financier: Stichting TKI Tuinbouw, NFO, GroentenFruithuis, Agrofresh, Alviro Direct, Frupaks-Vernooij, Handelsmaatschappij Jan Oskam, The Greenery, Veiling Zuid Limburg, Vogelaar-Vredehof

This report can be downloaded for free at <https://doi.org/10.18174/503208> or at [www.wur.eu/wfbr](http://www.wur.eu/wfbr) (under publications).

© 2019 Wageningen Food & Biobased Research, institute within the legal entity Stichting Wageningen Research.

The client is entitled to disclose this report in full and make it available to third parties for review.

Without prior written consent from Wageningen Food & Biobased Research, it is not permitted to:

- a. partially publish this report created by Wageningen Food & Biobased Research or partially disclose it in any other way;
- b. (let a third party) use this report created by Wageningen Food & Biobased Research or the name of the report or Wageningen Food & Biobased Research in whole or in part for the purposes of making claims, conducting legal procedures, for (negative) publicity, and for recruitment in a more general sense;
- c. use the name of Wageningen Food & Biobased Research in a different sense than as the author of this report.

PO box 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands, T + 31 (0)317 48 00 84, E [info.wfbr@wur.nl](mailto:info.wfbr@wur.nl), [www.wur.eu/wfbr](http://www.wur.eu/wfbr). Wageningen Food & Biobased Research is part of Wageningen University & Research.

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.

---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>4</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1     Introductie</b>	<b>6</b>
<b>2     Materiaal &amp; Methoden</b>	<b>8</b>
2.1   Materiaal & condities	8
2.1.1   Oogst	8
2.1.2   Bewaring	8
2.1.3   Transportsimulatie	9
2.1.4   Uitstalomstandigheden	9
2.2   Meetmethoden	9
2.2.1   Stevigheid, kleur	9
2.2.2   Ethyleen	9
2.2.3   Metingen O <sub>2</sub> - en CO <sub>2</sub> - gehalten in verpakkingen	9
2.2.4   Herhalingen	9
2.3   Overzicht behandelingen per seizoen en uitslagmoment	9
2.4   Statistiek	11
<b>3     Resultaten per tool</b>	<b>12</b>
3.1   Initiële hardheid en effect van bewaring en transportsimulaties	12
3.2   Toepassing van SmartFresh na bewaring	13
3.2.1   Introductie	13
3.2.2   Aanpak	13
3.2.3   Resultaten Conference	14
3.2.4   Resultaten Sweet Sensation	17
3.2.5   Relevante inzichten uit andere experimenten binnen GreenCHAINge	17
3.2.6   Conclusies & Discussie SmartFresh-toepassing na bewaring	17
3.3   Toepassing van Bio-Fresh na bewaring	18
3.3.1   Introductie	18
3.3.2   Aanpak	18
3.3.3   Resultaat	19
3.3.4   Conclusie & Discussie	21
3.4   Toepassing van aangepaste O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> condities tijdens transport	21
3.4.1   Introductie	21
3.4.2   Aanpak	21
3.4.3   Resultaten	22
3.4.4   Conclusie & Discussie	23
3.5   Toepassing van MA-verpakkingen	23
3.5.1   Introductie	23
3.5.2   Aanpak	24
3.5.3   Resultaten	26
3.5.4   Conclusies & discussie MA-verpakkingen	28
<b>4     Algemeen conclusie en discussie</b>	<b>29</b>
<b>Literatuur</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage 1: Statistische toetsen</b>	<b>32</b>

---

# Woord vooraf

Dit rapport volgt na 4 jaar kwaliteitsonderzoek met peren binnen GreenCHAINge G&F. De nieuwe kansen die ontstaan zijn voor de fruitsector door het openen van nieuwe verre markten en tegelijkertijd de noodzaak tot het vinden van nieuwe afzetmarkten voor Nederlandse Conference peren waren de aanleiding voor dit project. De resultaten van het onderzoek dragen bij aan betere grip op kwaliteit van peren voor verre bestemmingen, maar ook voor ketens dichterbij huis.

We danken alle partners voor hun ondersteuning en feedback tijdens bijeenkomsten, waarin resultaten besproken werden en vervolgstappen gedefinieerd werden. Onze dank gaat ook zeker uit naar de partners en telers die meegewerkt hebben met het aanleveren of bewaren van peren en bij het uitvoeren van experimenten (Handelsmaatschappij Jan Oskam, AgroFresh, Alviro (Bio-Fresh) en The Greenery).

Gedurende de jaren hebben vele collega's in grotere of kleinere mate bijgedragen aan de verschillende experimenten (Wageningen Food & Biobased Research en Wageningen Plant Research, onderzoekers en enkele studenten). Bedankt allen voor jullie inzet! Speciale dank gaat uit naar de inmiddels gepensioneerde collega's Alex van Schaik en Els Otma die intens betrokken zijn geweest bij de opzet en uitvoering van de experimenten.

Esther Hogeveen  
Projectleider GreenCHAINge DP5 Export peren verre bestemmingen.

---

# Samenvatting

Binnen het project GreenCHAINge G&F (DP5) wordt gewerkt aan het ontwikkelen verbeteren van kwaliteitsbeheersing van peren bestemd voor nieuwe, verre bestemmingen (o.a. China, Brazilië, Vietnam). Om deze langeafstandsmarkten succesvol te kunnen voorzien van optimale kwaliteit peren is gedurende 4 jaar nieuwe kennis opgedaan d.m.v. onderzoek. Er zijn experimenten uitgevoerd met behulp van keten- en transportsimulaties, waarbij diverse tools op verschillende momenten in de keten onderzocht zijn op hun effectiviteit en bruikbaarheid voor verbetering van de kwaliteit en uitstalleven in de langeafstandsketen. Dit rapport beschrijft de resultaten van deze experimenten.

Samengevat tonen de resultaten aan dat van de verschillende tools die zijn onderzocht, met name toepassing van SmartFresh en een juiste toepassing van Modified Atmosphere (MA) verpakkingen (ook op bestemming) de grootste effecten hebben op het behoud van hardheid en vaak ook grondkleur. Andere methoden zoals Bio-Fresh, aangepaste koolzuur (CO<sub>2</sub>)- en/of zuurstof (O<sub>2</sub>) gehalten tijdens het koude transport, hebben minder tot geen effect.

Naast de gangbare vroege toepassing van SmartFresh tijdens bewaring blijken er mogelijkheden te zijn voor toepassing van SmartFresh na bewaring of tijdens transport, mits een hogere dosering en/of langere behandelingsduur toegepast wordt. Een dergelijke toepassing vraagt verdere optimalisatie worden om consistente resultaten te bereiken in de praktijk. Ethyleenproductiemetingen bieden enige hulp, maar werken niet altijd goed voor voorspellingen van effectiviteit op partijbasis. Toepassing van SmartFresh aan het einde van bewaring of tijdens transport in hoge concentraties, vereist nog een toelating om in de praktijk gebruikt te mogen worden.

De resultaten van het onderzoek met MA-verpakkingen zijn hoopgevend om in een relatief warme keten toch een behoud van hardheid en grondkleur te kunnen realiseren. Bij Wageningen Food & Biobased Research is een baanbrekend verpakkingsmateriaal ontwikkeld, gemaakt van een combinatie van hernieuwbaar (biobased) materiaal en conventioneel verpakkingsmateriaal. Dit folie met speciale eigenschappen met betrekking tot gasdoorlaatbaarheid, resulteerde in de experimenten in goed behoud van hardheid en kleur, terwijl het risico op inwendig bruin problemen in de peren beperkt werd doordat het CO<sub>2</sub>-gehalte in de verpakking niet te hoog opliep.

---

# 1 Introductie

Dit rapport beschrijft resultaten van experimenten die zijn uitgevoerd gedurende de periode 2015-2018 binnen het project GreenCHAINge G&F (GreenCHAINge): Export van peren naar verre bestemmingen. GreenCHAINge is een publiek-private samenwerking gefinancierd vanuit topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en een consortium van partijen die actief zijn in de groenten & fruit sector: telers, handel en toeleveranciers en is gericht op het beheersen van productkwaliteit in versketens. Eén van de ketens waarvoor onderzoek gedaan wordt is de export van Nederlandse (Conference) peren naar verre bestemmingen (deelpakket 5).

De markt voor Nederlandse peren verandert en verplaatst zich continu. Er gaan nieuwe markten open (China, Vietnam en Brazilië), terwijl bestaande markten worden gesloten of beperkt (o.a. Rusland). Om een nieuwe markt goed op te kunnen bouwen is het belangrijk dat consumenten en handel een constant, kwalitatief goed product in handen krijgen. De ketenomstandigheden in deze nieuwe markten zijn vaak onbekend en extremer (langer, minder gecontroleerd) dan bestaande markten. Dit leidt tot een groter risico op kwaliteitsproblemen zoals uitval en een kort uitstalleven. En dit leidt weer tot teleurgestelde klanten en minder herhaalaankopen. De Nederlandse sector heeft bij opening van de Chinese markt (eind 2014) daarom naast het benodigde teeltprotocol ook gezamenlijke afspraken gemaakt betreffende kwaliteitseisen voor het product op het moment van wegsturen uit Nederland, om dit soort situaties te voorkomen.

Naast dit initiatief is er middels GreenCHAINge getracht om meer grip te krijgen op kwaliteit van peren. Wat kan er aan het begin van de keten gedaan worden om kwaliteit beter te kunnen behouden ook bij lange ketens? Welke tools kunnen er gebruikt worden om kwaliteit in kaart te brengen, kwaliteit te voorspellen en kwaliteit te behouden?

De 5 pilaren binnen het project GreenCHAINge peer zijn:

1. Marktvragen en kwaliteitsnormen: welke wensen zijn er in verre markten (vooral China)?
2. Methoden om beginkwaliteit te bepalen: Welke methoden helpen om (begin)kwaliteit te bepalen en voorspellen op verschillende momenten in de keten?
3. Verbetering uitstalleven: welke behandelingen kunnen uitstalleven verbeteren?
4. Verbetering transportcondities: hoe kunnen transportcondities aangepast worden om kwaliteit te behouden?
5. Ketenscondities exportlanden: wat kan er in het land van bestemming gedaan worden om kwaliteit te beheersen?

Pilaar 1 is ingevuld door een inventarisatie/interview bij de partners aan het begin van het project, waarvan de resultaten gepresenteerd zijn aan de partners en gebruikt om het onderzoek voor pilaar 2-5 verder in te richten. Pilaar 2 is met name binnen het gelijktijdig lopende PPS-project Kwalifruit (1310-076) opgepakt, op verzoek van betrokken partners in de beide projecten. Kwalifruit heeft vooral gekeken naar voorspelling van kwaliteit na bewaring door (non-destructieve) metingen na de oogst en hoe om te gaan met variatie tussen herkomsten en jaareffecten. Bewaarrot is hier ook een belangrijk onderwerp. GreenCHAINge richt zich op onderzoek naar specifieke tools om kwaliteit te verbeteren en te voorspellen, maar dan gericht op wat er na bewaring nog gedaan kan worden (voor/tijdens transport of eventueel op bestemming). Qua non-destructieve meetmethoden voor kwaliteit is er binnen GreenCHAINge wel ervaring opgedaan met het gebruik van een techniek die non-destructief aroma/volatile-profielen kan meten (PTR-ToF-MS). De resultaten hiervan (o.a. in relatie tot smaak en het gebruik van SmartFresh) worden niet in dit rapport beschreven, maar zullen in een wetenschappelijke publicatie gerapporteerd worden.



---

In dit rapport worden wel de resultaten van de experimenten beschreven gericht op het verbeteren van het uitstalleven en kwaliteit van peren (pilaren 3-5). Hiervoor zijn verschillende tools (behandelingen, condities, verpakkingen) onderzocht, die op verschillende momenten in de keten toegepast kunnen worden, waaronder tijdens het transport of op bestemming. In onze experimenten hebben we gebruik gemaakt van toepassing van SmartFresh, Bio-Fresh, aangepaste transportcondities (O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub>) en diverse (MA-)verpakkingen.

De resultaten beschreven in dit rapport, kunnen gebruikt worden door partners om kennis op te doen hoe ze de kwaliteit van peren beter kunnen beheersen in met name de langere afzetketens. Deze kennis zal bijdragen aan het beeld van Nederland als exportland van kwalitatief goede Conference peren en zorgen voor minder verliezen in de keten. Een stukje van de kennis is ook opgenomen in het praktische boekje "Aandachtspunten rondom oogst en bewaring Conference en Elstar (November, 2018)". Dit boekje is ontwikkeld binnen Kwalifruit en GreenCHAINge. Daarnaast is er binnen het project ook een beslissingsondersteunend kwaliteitsmodel ontwikkeld op basis van de experimentele data en expertkennis, welke kan helpen om keuzes te maken voor het toepassen van bepaalde tools. Dit model is beschreven in een rapport (Rijgersberg et. al., 2018)<sup>1</sup> en kan verder uitgebreid en toegespitst worden op individuele bedrijven, andere kwaliteitsfactoren, andere behandelingen en ketens.

Het rapport leest als volgt: in hoofdstuk 2 wordt algemeen een beschrijving gegeven van de gebruikte peren, omstandigheden en meetmethoden en statistiek. In hoofdstuk 3 wordt per tool ingegaan op de aanpak en resultaten van de experimenten gedurende de jaren. In deze paragrafen wordt ook een korte conclusie en discussie geschreven over de desbetreffende behandeling/tool. In hoofdstuk 4 worden algehele conclusies van het rapport beschreven en bediscussieerd.

---

<sup>1</sup> Rijgersberg, H., Geijn van de, F., Schaik van, A., Willems, D., Hogeveen, E. 2018: Grip op kwaliteit van Conference-peren met behulp van een Bayesiaans netwerk: GreenCHAINge G&F DP 5 Export peren verre bestemmingen. Report 1877.

## 2 Materiaal & Methoden

### 2.1 Materiaal & condities

#### 2.1.1 Oogst

De experimenten zijn voor het grootste deel uitgevoerd met "Conference" peren en in het laatste seizoen zijn ook "Sweet Sensation" peren onderzocht. De peren zijn geselecteerd van herkomsten die ook onderdeel zijn van project Kwalifruit en dezelfde codering is hiervoor aangehouden. De peren zijn ook in dezelfde periode geplukt. In het eerste seizoen zijn onderzoekers van WUR zelf de peren gaan plukken, daarna hebben de telers de pluk gedaan. De oogstbakken zijn op dezelfde dag opgehaald en naar WUR in Randwijk gebracht. Hier zijn de peren gerandomiseerd en verdeeld over halfhoge EPS kratten (~50 peren per krat) en in bewaring gezet. Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende herkomsten en plukdata in de verschillende seizoenen.

**Tabel 1: Overzicht verschillende herkomsten en plukdata per seizoen.**

Code	Plukweek	Locatie	Ras	Pluk 2015	Pluk2016	Pluk 2017
H	1	Meteren	Conference	17-Sep	12-Sep	
H	2	Meteren	Conference	24-Sep	19-Sep	
I	1	Kesteren	Conference	17-Sep	12-Sep	
I	2	Kesteren	Conference	24-Sep	19-Sep	
K	1	Randwijk	Conference	17-Sep	12-Sep	04-Sep
K	2	Randwijk	Conference	24-Sep	19-Sep	11-Sep
M	1	Zwaagdijk	Conference		19-Sep	11-Sep
N	1	Blokker	Conference		19-Sep	
SS1		Werkhoven	Sweet Sensation			18-Sep
SS2		Beesd	Sweet Sensation			29-Sep

#### 2.1.2 Bewaring

De kratten zijn bij WUR in Randwijk ingekoeld. Per seizoen en afhankelijk van het experiment zijn de uiteindelijke bewaarlocaties verschillend geweest. Tabel 2 geeft een overzicht. De bewaarcondities voor mechanische koeling waren -0,5°C, met > 90% RV en CO<sub>2</sub> is op een laag niveau gehouden (<0,8%). Bij controlled atmosphere (CA) bewaring is het O<sub>2</sub> -gehalte na wachttijd teruggebracht naar 3%.

**Tabel 2: Overzicht van bewaarlocaties, type bewaring en wachttijd per seizoen.**

Seizoen	Bewaarlocatie	Mechanisch of CA	Wachttijd (dagen)
2015-2016	Wageningen koelcel	Mechanisch	
			Pluk 1: 21
2015-2016	Wageningen containers	CA	Pluk 2: 28
			Pluk 1: 28
2016-2017	Oskam Meteren praktijkcel	CA	Pluk 2: 28
2017-2018	Randwijk containers	Mechanisch	
			Pluk 1 (K): 23, (M): 16
2017-2018	Randwijk containers	CA	Pluk 2 (K): 16
			Pluk 1 (K): 23, (M): 16
2017-2018	Oskam Meteren praktijkcel	CA	Pluk 2 (K): 16

---

### 2.1.3 Transportsimulatie

In de experimenten is meestal een transportsimulatie uitgevoerd na bewaring van de peren. Dit was een simulatie bij -0,5 °C, (RV > 90%), peren in lage kratten, op een enkellaags pakblad. De uur van de simulatie was 6 weken (in 2017-2018 5 weken). De laatste dag is de temperatuur telkens op 4 °C gezet om schilbeschadigingen bij de volgende handling tegen te gaan. De peren werden beschermd tegen vochtverlies door een hoes of folie om de stapels kratten op een pallet heen te wikkelen. Dit met wel enige ventilatiemogelijkheid, zodat het CO<sub>2</sub>-gehalte laag bleef.

### 2.1.4 Uitstalomstandigheden

De peren zijn na bewaring en/of transportsimulatie in een geconditioneerde uitstalruimte gezet. Dit was in de meeste gevallen bij 10 °C en 80% RV. Deze omstandigheden zijn gekozen om verschillen tussen behandelingen zichtbaar te kunnen maken. In een aantal experimenten is gekozen om hier van af te wijken en te kiezen voor extremere condities of een meer op de praktijk gelijkende distributie- en retailsimulatie. Dit wordt, waar relevant, bij de bespreking van de resultaten aangegeven.

## 2.2 Meetmethoden

### 2.2.1 Stevigheid, kleur

Voor metingen van stevigheid is gebruik gemaakt van de penetrometer (Güss Manufacturing Ltd., Strand, Zuid Afrika) met een 8 mm diameter pluiner (kg·½ cm<sup>-2</sup>). Grondkleurbepalingen zijn gedaan middels een standaard kleurenindexkaart (score 1-5) voor grondkleur van appel en peer.

### 2.2.2 Ethyleen

Ethyleenmetingen zijn uitgevoerd door middel van ophoping (2 uur, 4 °C) van 2-3 peren in 1,8 L glazen cuvetten (5 herhalingen per behandeling). Luchtmonsters (5 mL) zijn geanalyseerd met de Ethyleen Gas Chromatograaf (Shimadzu model 17A met een a GS-Gaspro kolom en een FID detector, Shimadzu, 's-Hertogenbosch, Nederland).

### 2.2.3 Metingen O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>- gehalten in verpakkingen

O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>- gehalten in de headspace van de verpakking worden met CheckMate 2 (DANSensor Ringsted, Denemarken) gemeten. Een gasmonster wordt genomen via een septum dat op de verpakking geplakt is. O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>- gehalten zijn in procenten vermeld.

### 2.2.4 Herhalingen

De kwaliteitsmetingen zijn uitgevoerd aan 2\*20 peren per behandeling/herkomst/pluk combinatie, per meetmoment.

## 2.3 Overzicht behandelingen per seizoen en uitslagmoment

In onderstaande Tabel 3 volgt een algemeen overzicht met welke tools er op welke momenten experimenten uitgevoerd zijn. In Hoofdstuk 3 worden aanpak en resultaten per type tool/behandeling besproken. Overige behandelingen worden dan buiten beschouwing gelaten terwijl de experimenten soms wel naast elkaar uitgevoerd zijn.

**Tabel 3: Overzicht experimenten en onderzochte tools/behandelingen per bewaarperiode.**

2015-2016	Bewaarcondities	Controle	SmartFresh	Bio-Fresh %	CA	Verpakking
2 mnd bewaring	Mechanisch	onbehandeld	SFV, SFH, SFN	B0, B1, B1.5	3% O <sub>2</sub> ; <1% CO <sub>2</sub>	Liner-transport (gevacumeerd en ongevacumeerd)
6 mnd bewaring	CA	onbehandeld	SFV, SFH, SFN	B0, B1.2	<0.8%, 2%, 4%, 6% CO <sub>2</sub>	MA-consument (7 typen)
2016-2017	Bewaarcondities	Controle	SmartFresh	Verpakking		
4 mnd bewaring	CA	onbehandeld	SFH	MA-transport (3 typen)		
Lange bewaring	CA	onbehandeld	SFV	MA-transport (3 typen), MA-consument (2 typen)		
2017-2018	Bewaarcondities	Controle	SmartFresh	Cultivars		
4 mnd bewaring	Mechanisch en CA	onbehandeld	SFV SFH	Conference en Sweet Sensation		
Lange bewaring	CA	onbehandeld	SFV	Conference		

Toelichting SmartFresh & Bio-Fresh codering

SFV : gangbare SmartFresh-behandeling vroeg in de bewaring, normale dosering (1 x 325 ppb)  
 SFN : experimentele SmartFresh-behandeling, normale dosering (1 x 325 ppb) na bewaring  
 SFH : experimentele SmartFresh-behandeling, hoge dosering (3 x 1000 ppb) na bewaring  
 B0 : Bio-Fresh behandeling met 0% oplossing (alleen water), na bewaring  
 B1 : Bio-Fresh behandeling met 1% oplossing, na bewaring  
 B1.2 : Bio-Fresh behandeling met 1.2% oplossing, na bewaring  
 B1.5 : Bio-Fresh behandeling met 1.5% oplossing, na bewaring

---

## 2.4 Statistiek

Data-analyses zijn uitgevoerd in IBM SPSS statistics, versie 23.0.0.2. In Bijlage 1 is te zien welke analyses per figuur/tabel in het rapport zijn gedaan. Als er meerdere factoren staan, zijn ook de 2-weg interacties meegenomen in de data-analyse. Als post-hoc is een Tukey-HSD test gedaan na een ANOVA en een paarsgewijze vergelijking na een Kruskal-Wallis test. Verschillen worden significant genoemd bij  $p < 0,05$ .

De foutbalken in de figuren in dit rapport tonen de 95% betrouwbaarheidsinterval (95% BI). Dit percentage geeft de 95% waarschijnlijkheid aan dat de gemeten variabele tussen deze waarden ligt.

## 3 Resultaten per tool

### 3.1 Initiële hardheid en effect van bewaring en transportsimulaties

Gedurende het onderzoek zijn er verschillende transportsimulaties uitgevoerd op diverse herkomsten peren in verschillende seizoenen en met verschillende bewaarhistories. In onderstaande tabellen (Tabel 4-6) wordt de gemiddelde hardheid per partij (onbehandeld) bij inslag, direct na bewaring en bij uitslag weergegeven per seizoen.

Het dient naast informatie over de initiële hardheid van de gebruikte peren voor de experimenten bij inslag, ook om een idee te krijgen wat een transportsimulatie gemiddeld voor een effect heeft op de hardheid. Dit blijkt een verlies van  $\sim 0,2-0,7 \text{ kg} \cdot \frac{1}{2} \text{ cm}^{-2}$  te zijn, variërend op basis van seizoen, herkomst, pluk en bewaarduur. Een belangrijke kwaliteitswens in de praktijk voor China is: aankomst op bestemming met een hardheid  $> 5 \text{ kg} \cdot \frac{1}{2} \text{ cm}^{-2}$ . Sommige partijen in ons onderzoek waren direct na bewaring al zachter dan gewenst en zouden naar verwachting in de praktijk niet verscheept zijn.

**Tabel 4:** *Gemiddelde hardheid ( $\text{kg} \cdot \frac{1}{2} \text{ cm}^{-2}$ ) Conference peren (onbehandeld) oogstjaar 2015.*

		Herkomst	Pluk week	Inslag	Na 2 mnd bew	Na 2 mnd bew + transport	Na 6 mnd bew	Na 6 mnd bew.+ transport
2015-2016	H	1	5,69	5,60	5,33	5,47	5,04	
		2	5,76	5,16	5,18	5,10	4,87	
	I	1	5,80	5,76	5,62	5,71	5,58	
		2	5,42	5,29	5,01	4,94	5,01	
	K	1	5,49	5,65	5,27	5,30	4,92	
		2	5,32	4,92	4,78	5,10	4,71	
Totaal gem.			5,58	5,40	5,20	5,27	5,02	

**Tabel 5:** *Gemiddelde hardheid ( $\text{kg} \cdot \frac{1}{2} \text{ cm}^{-2}$ ) Conference peren (onbehandeld) oogstjaar 2016.*

	Herkomst	Pluk week	Inslag	Na 4 mnd bew	Na 4 mnd bew. + transport
2016-2017	H	1	6,18	5,93	5,38
		2	4,48	4,45	4,35
	K	1	5,45	5,34	5,11
		2	5,53	5,62	5,18
	M	1	5,73	5,90	5,30
	N	1	6,13	5,89	5,59
Totaal gem.			5,58	5,52	5,15

**Tabel 6: Gemiddelde hardheid ( $\text{kg} \cdot \frac{1}{2} \text{ cm}^{-2}$ ) Conference peren (onbehandeld) oogstjaar 2017.**

			Inslag	Na 4 mnd bew	Na 4 mnd bew. + transport	Na 8 mnd	Na 8 mnd + transport
<b>2017-2018</b>	<b>K</b>	<b>1</b>	5,81	5,87	5,37	5,53	4,73
		<b>2</b>	5,42	5,51	5,26	5,36	4,61
	<b>M</b>	<b>1</b>	5,50	5,59	5,36	5,54	5,01
	<b>Totaal gem.</b>		<b>5,58</b>	<b>5,66</b>	<b>5,33</b>	<b>5,48</b>	<b>4,78</b>

## 3.2 Toepassing van SmartFresh na bewaring

### 3.2.1 Introductie

De SmartFresh toepassing bij Conference vindt in de praktijk plaats binnen de eerste 2 weken na de pluk. Gedurende de afgelopen jaren is in de praktijk gebleken dat SmartFresh met name voordelen biedt bij peren uit het tweede deel van het plukvenster. Voldoende narijping blijft een erg belangrijk aandachtspunt. Partijen van een vroege pluk en/of bestemd voor vroege afzet blijven nu vaak onbehandeld, omdat de kans bestaat dat deze onvoldoende narijpen. Voor deze onbehandelde partijen zou het interessant zijn om alsnog de keuze te hebben deze te behandelen na bewaring (voorafgaand of tijdens transport naar verre bestemmingen). Dit moet dan voldoende voordelen geven op het verlengen van het uitstalleven. Reeds bekend is dat de huidige toegelaten SmartFresh-dosering hiervoor niet voldoet. Een hogere dosering en/of langere behandelingsduur biedt kansen. Een dergelijke toelating is in de toekomst wellicht mogelijk, wanneer de voordelen hiervan worden aangetoond.

Binnen GreenCHAINge wordt kennis ontwikkeld over de factoren die invloed hebben op de SmartFresh-werking en hoe hierop ingespeeld kan worden om het gewenste resultaat te krijgen. Deze factoren zijn o.a. ras, jaareffect, herkomst/pluktijdstip, bewaarduur, type bewaring, en SmartFresh-dosering. De ethyleenproductie zou hierbij mogelijk al in een vroeg stadium aan kunnen geven of de SmartFresh-werking voldoende is.

### 3.2.2 Aanpak

In 3 teeltseizoenen zijn 5 experimenten uitgevoerd om de invloed van bovengenoemde factoren op het SmartFresh-effect te bepalen wat betreft hardheidsbehoud in uitstalling. Onderstaand overzicht (Tabel 7) geeft een samenvatting van de proefopzet van deze 5 experimenten.

**Tabel 7: Overzicht experimenten met SmartFresh-toepassing (2015-2017)**

	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5
Plukjaar	2015	2015	2016	2017	2017
Ras	Conference	Conference	Conference	Conference	Sweet Sensation
Herkomsten/pluk	3 herk, 2 plukken = 6 objecten	3 herk, 2 plukken = 6 objecten	4 herk, waarvan 2 dubbele pluk = 6 objecten	2 herk waarvan 1 dubbele pluk = 3 objecten	2 herk (verschillend pluk moment)= 2 objecten
Duur bewaring	2 maanden	6 maanden	4 maanden	4 maanden	4 maanden
Type bewaring	mechanisch	CA	CA	mechanisch/CA	mechanisch
Transportsimulatie / uitstal	6 wk -0,5 °C 1 wk 10 °C	6 wk -0,5 °C 1 wk 10 °C 2 wk 10 °C	6 wk -0,5 °C 1 wk 18 °C	5 wk -0,5 °C 1 wk 10 °C	5 wk -0,5 °C 1 wk 10 °C
Behandelingen	C (controle) SFV SFN SFH	C (controle) SFV SFN SFH	C SFH	C SFV SFH	C SFV SFH

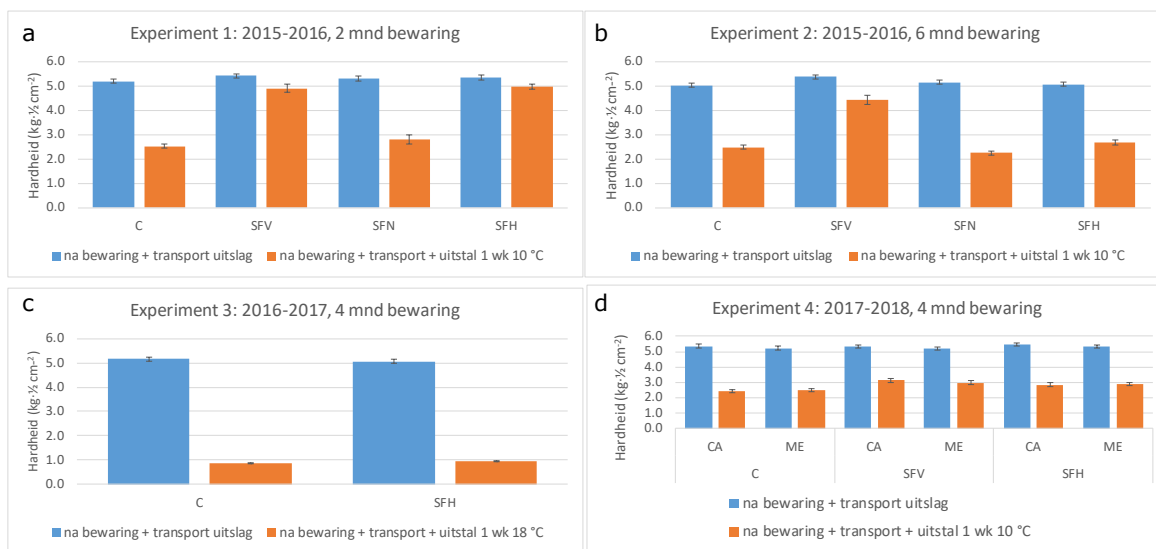
De SmartFresh-behandelingen vroeg in de bewaring (SFV) zijn in 2015 uitgevoerd op kleine schaal in afgesloten plastic hoezen volgens het door AgroFresh gehanteerde protocol van 24 uur behandeling met 325 ppb 1-MCP, 1 week na de oogst. In 2016 en 2017 is besloten om de behandeling meer conform de praktijk uit te voeren, dat wil zeggen in een met peren gevulde koelcel in Randwijk, en uitgevoerd door AgroFresh met de SmartFresh-generator.

Alle experimentele SmartFresh-behandelingen na bewaring, tijdens de transportsimulatie, zijn uitgevoerd op kleine schaal in afgesloten plastic hoezen bij WFBR in Wageningen. De keuze voor 3 x 1000 ppb is gemaakt op basis van de verwachte werking en van de toekomstig commercieel haalbare geachte praktijktoelating. Peren zijn hiertoe uit de bewaring gehaald en 1 dag bij 4 °C gezet (identiek aan het protocol voor de peren die onbehandeld bleven). Daarna zijn de peren weer bij -0,5 °C geplaatst en is er na 1 dag gestart met de SmartFresh-behandelingen. Na 24 uur werden de hoezen geopend en geventileerd. Hierna werd de behandeling van 1000 ppb nog 2 x herhaald, door de hoes opnieuw te sluiten en de peren voor een 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> maal te behandelen.

### 3.2.3 Resultaten Conference

Van de 4 experimenten met SmartFresh-behandeling na bewaring heeft dit 2 keer geresulteerd in gemiddeld hardere peren na uitstalling vergeleken met onbehandelde peren (Figuur 1, a, experiment 1, en d experiment 4). Dit betrof beide keren een korte bewaarduur (2 en 4 maanden respectievelijk).

Bij experiment 1 was de behandeling vroeg in de bewaring (SFV) duidelijk effectief ten opzichte van hardheid van de onbehandelde peren na uitstal (C). Ook het effect van 3x1000 ppb na de 2 maanden bewaring (SFH) was sterk en zelfs vergelijkbaar met de behandeling vroeg in de bewaring (SFV). Uit dit experiment blijkt ook het belang van de dosis/tijdsduur. De normale dosering van 1x325 ppb na bewaring (SFN) gaf een veel kleiner verschil met de onbehandelde peren (C). Ook het belang van de bewaarduur werd in dit bewaar seizoen duidelijk. De 3x1000 ppb was niet meer effectief wanneer toegepast na 6 maanden bewaring (Figuur 1, b). De SmartFresh-behandeling vroeg in de bewaring (SFV) had na 6 maanden bewaarduur nog duidelijk effect op de hardheid tijdens uitstalling, hoewel er iets meer hardheidsverlies was vergeleken met 2 maanden bewaarduur.



**Figuur 1: Gemiddelde hardheid Conference peren in de 4 experimenten (a, b, c, d). Controle (C) versus diverse SmartFresh-behandelingen (SFV, SFN, SFH).**

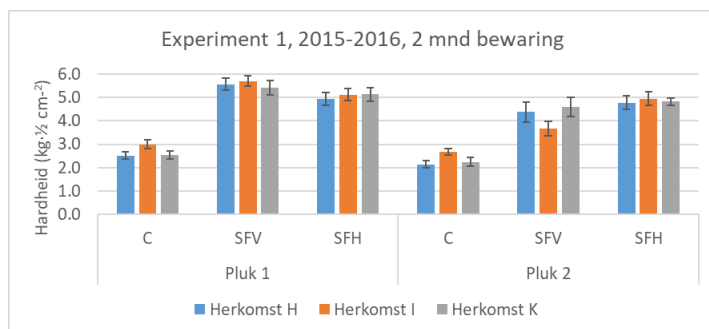
In experiment 4 (Figuur 1, d) is het opvallend dat de behandeling vroeg in de bewaring (SFV) maar tot een gering effect op hardheidsbehoud na uitstal leidde, vergeleken met de onbehandelde peren (C). Net als in experiment 1, was ook nu het effect van 3x1000 ppb na bewaring (SFH) weer vergelijkbaar met de behandeling vroeg in de bewaring (SFV).



In experiment 4 is ook specifiek gekeken naar de invloed van de bewaarconditie (ME=mechanisch of CA= Controlled Atmosphere). De bewaarconditie had geen effect op de hardheid na uitstalling.

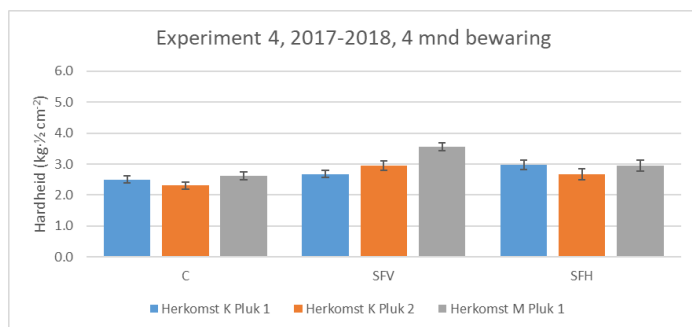
Er werden duidelijk verschillen tussen de bewaarseizoenen gevonden. In experiment 3 (oogst 2016) (Figuur 1, c) had een behandeling na 4 maanden bewaring geen effect meer, terwijl in experiment 4 (oogst 2017) er nog wel een klein effect gevonden werd. In experiment 3 is de uitstalperiode wel bij een hogere temperatuur uitgevoerd (vanwege aanwijzingen vanuit andere metingen dat de SmartFresh-werking dat seizoen sterk was). Peren waren hier dus al erg zacht na uitstalling waardoor mogelijke verschillen niet meer te herkennen waren.

Wat betreft de invloed van pluktijdstip, zien we met name in experiment 1 dat de latere pluk (2) ten opzichte van de vroege pluk (1) minder sterk gereageerd heeft op de gangbare SmartFresh-behandeling vroeg in bewaring (Figuur 2). De herkomsten reageerden vergelijkbaar, waarbij herkomst I, pluk 2 het meest opvalt in minder sterke werking (Figuur 2).



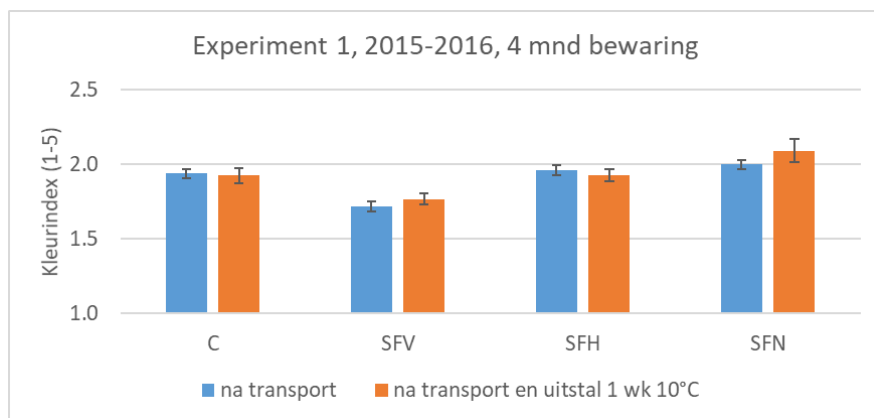
**Figuur 2: Gemiddelde hardheid ( $\text{kg} \cdot \frac{1}{2} \text{cm}^{-2}$ ) Conference peren in Experiment 1 met diverse SmartFresh-behandelingen. Peren zijn gemeten na bewaring + 6 weken transportsimulatie en 1 week uitstal 10 °C.**

Experiment 4 is met twee herkomsten uitgevoerd (Midden-Nederland (K) en Noord-Nederland (M)), waarbij de tweede plukdatum van Midden-Nederland (K2) tegelijk viel met de eerste plukdatum uit Noord-Nederland (M1). Herkomst M1 reageerde het sterkst op een SmartFresh-behandeling vroeg in de bewaring (SFV), maar over het algemeen waren de effecten van alle SmartFresh-behandelingen dit seizoen gering, maar wel significant (Figuur 3).



**Figuur 3: Gemiddelde hardheid ( $\text{kg} \cdot \frac{1}{2} \text{cm}^{-2}$ ) Conference peren met diverse SmartFresh-behandelingen uit Experiment 4. Peren zijn gemeten na bewaring, 5 weken transportsimulatie en 1 week uitstal 10 °C.**

In de experimenten is ook de grondkleur bepaald. Een gangbare behandeling SmartFresh (SFV) vroeg in de bewaring zorgt over het algemeen ook voor een groener blijvende peer tijdens de bewaring. Een significant effect van een nabehandeling SmartFresh op de grondkleur kwam in de experimenten niet naar voren, ook niet in experiment 1 waar wel een effect op hardheid gerealiseerd was (Figuur 4).



**Figuur 4:** *Kleurindex (gemiddeld  $\pm$  95% BI) per behandeling in experiment 1. Peren zijn gemeten na 2 maanden bewaring, 6 weken transportsimulatie bij  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en 1 week uitstal bij  $10^{\circ}\text{C}$ . Lagere waarde betekent een groenere grondkleur.*

De remming van de ethyleenproductie is een maat voor de effectiviteit van een SmartFresh-behandeling. Meting van de ethyleenproductie door de peren zou daarom een voorspelling kunnen geven voor het resterende uitstalleven. In experiment 1 hadden de objecten SFV en SFH gemiddeld een lagere ethyleenproductie dan de onbehandelde peren na bewaring en transport (Tabel 8). Deze objecten bleven ook harder in de uitstalperiode. Zowel de ethyleenproductie en hardheid van SFN was meer vergelijkbaar met die van de onbehandelde peren. Later in het bewaarseizoen (experiment 2) was alleen de ethyleenproductie van object SFV duidelijk lager dan die van onbehandelde peren. Ook hier kwam dit weer overeen met een beter hardheidsbehoud in de uitstalperiode. De gemiddelde waarden van de ethyleenproductie bij de verschillende behandelingen en bijbehorende hardheid zijn dus zoals verwacht: lagere ethyleenproductie en hardere peren.

Echter, sturen of voorspellen van het uitstalleven gebruikmakend van absolute gemeten waarden van de ethyleenproductie blijkt vooralsnog onmogelijk. Metingen op verschillende momenten in de tijd zijn niet direct met elkaar te vergelijken. We zien bijvoorbeeld dat de onbehandelde peren na 6 maanden bewaring + transport een lagere productie vertonen dan na 2 maanden bewaring + transport, maar het uitstalleven verbetert niet. De ethyleenproductie van object SFH was vergelijkbaar tussen experiment 1 en 2, maar het hardheidsbehoud bleek in experiment 1 veel groter dan in experiment 2.

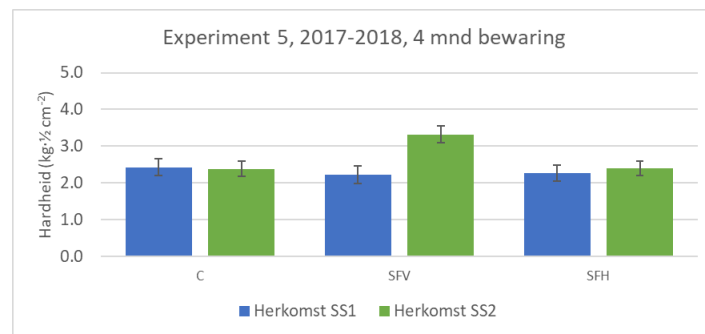
**Tabel 8:** *Gemiddelde ethyleenproductie voor uitstal en hardheid na uitstal bij experiment 1 en 2.*

Experiment	Behandeling	Ethyleenproductie ( $\mu\text{l.kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , $\pm$ 95% BI) voor uitstal	Hardheid ( $\text{kg} \cdot \frac{1}{2} \text{cm}^{-2}$ , $\pm$ 95% BI) na uitstal
Experiment 1 (2 maanden bewaring + transport)	C (onbehandeld)	15,2 $\pm$ 1,2	2,5 $\pm$ 0,08
	SFV (voor bewaring, 325 ppb)	6,3 $\pm$ 1,9	4,9 $\pm$ 0,16
	SFN (na bewaring, 325 ppb)	14,5 $\pm$ 1,2	2,8 $\pm$ 0,20
	SFH (na bewaring, 3x1000ppb)	9,4 $\pm$ 0,6	5,0 $\pm$ 0,11
Experiment 2 (6 maanden bewaring + transport)	C (onbehandeld)	8,7 $\pm$ 1,01	2,5 $\pm$ 0,10
	SFV (voor bewaring, 325 ppb)	5,3 $\pm$ 0,7	4,4 $\pm$ 0,18
	SFN (na bewaring, 325 ppb)	10,6 $\pm$ 1,2	2,3 $\pm$ 0,08
	SFH (na bewaring, 3x1000ppb)	9,1 $\pm$ 0,7	2,7 $\pm$ 0,11

### 3.2.4 Resultaten Sweet Sensation

In het laatste bewaar seizoen is het effect van SmartFresh-toepassing op het ras 'Sweet Sensation' onderzocht. Dit ras wordt ook naar nieuwe verre bestemmingen geëxporteerd.

Omdat één herkomst pas laat beschikbaar kwam voor behandeling (SS1, 11 dagen na de pluk) en de andere herkomst een late pluk betrof (SS2), is de SmartFresh-behandeling vroeg in de bewaring uitgevoerd met de hoogste toegelaten praktijkdosering (650 ppb). Slechts 1 van de twee herkomsten (SS2) bleek goed op deze SmartFresh-behandeling vroeg in bewaring te reageren. Na 4 maanden bewaring, gevolgd door transportsimulatie en uitstalling, was er een hardheidsvoordeel van  $\sim 1.0 \text{ kg} \cdot \frac{1}{2} \text{ cm}^{-2}$  ten opzichte van de onbehandelde peren (Figuur 5). De behandeling met SmartFresh na bewaring had op beide herkomsten geen effect.



**Figuur 5:** *Gemiddelde hardheid Sweet Sensation peren, 2 herkomsten met beide verschillend pluktijdstip (SS1, SS2) met diverse SmartFresh-behandelingen. Hardheid van de peren is gemeten na 4 maanden bewaring, 5 weken transportsimulatie en 1 week uitstal bij 10 °C.*

### 3.2.5 Relevante inzichten uit andere experimenten binnen GreenCHAINge

In experiment 3 (oogst 2016) en 4 (oogst 2017), waarbij het effect van een SmartFresh behandeling met hoge dosering ( $3 \times 1000 \text{ ppb}$ ) na bewaring zeer gering bleek, zijn er ook verkennende experimenten uitgevoerd met toepassing van de werkzame stof (1-MCP) op bewaarde peren van dezelfde herkomst via een slow-release sachet van een andere fabrikant (juni 2017 en februari 2018, data niet getoond). Deze resultaten gaven aan dat peren wel degelijk nog sterk reageren op 1-MCP. De behandelde Conference peren bleven duidelijk harder in de uitstalperiode. De manier van toepassing, met een slow release sachet in een afgesloten verpakking met peren, heeft hier waarschijnlijk geleid tot een veel hogere 1-MCP dosering over een langere tijd.

Gedurende het project bleek er ook discussie in de praktijk te zijn over de mogelijke (negatieve) invloed van 1-MCP op smaakbeleving. Aangezien voor nieuwe markten smaak ook een belangrijk onderdeel is, hebben we hier in het werkpakket ook onderzoek naar gedaan (wetenschappelijke publicatie in voorbereiding, daarom resultaten niet gepresenteerd in dit rapport). Non-destructieve metingen (met behulp van een PTR-ToF-MS) toonden aan dat er minder aromastoffen geproduceerd werden door met SmartFresh behandelde peren, dit verschil werd echter niet opgepikt door consumenten in 3 afzonderlijke smaaktesten (2 testen met Conference, 1 keer met SweetSensation, zowel op hardere peren als meer eetrijpe peren). Er blijkt op basis van deze resultaten geen aanleiding om te denken dat een eventueel verschil in smaak door SmartFresh behandeling opgemerkt zal worden door een Nederlandse consument.

### 3.2.6 Conclusies & Discussie SmartFresh-toepassing na bewaring

Conclusies:

- SmartFresh-behandeling na bewaring (bijvoorbeeld tijdens zeetransport) kan rijping van peren vertragen net als gangbare toepassing vroeg in bewaring.
- Er is een hogere dosering nodig in combinatie met een lange behandelingsduur voor een vergelijkbaar effect als gangbare toepassing vroeg in bewaring.

- De kans op succesvolle behandeling neemt af naarmate de voorafgaande bewaring langer heeft geduurd.
- Zowel gangbare SmartFresh-toepassing als behandelingen na bewaring geven een wisselend resultaat op hardheidsbehoud over de seizoenen
- Het meten van de ethyleenproductie van de peren geeft gemiddeld en in vergelijking tussen behandelingen een goed beeld van de rijpheid en verwachte verzachting (hoge ethyleenproductie, veel verzachting. Om stevigheid van individuele partijen en verschillende bewaarduren te voorspellen is het gebruik van ethyleenproductiemetingen vooralsnog niet mogelijk.

Een hogere dosering en/of langere behandelingsduur biedt dus kansen voor toepassing van SmartFresh/1-MCP na bewaring. Een dergelijke toepassing moet wel verder geoptimaliseerd worden, en vereist een toelating om in de praktijk gebruikt te mogen worden.

### 3.3 Toepassing van Bio-Fresh na bewaring

#### 3.3.1 Introductie

Bio-Fresh is een commercieel verkrijgbaar en toepasbaar middel dat op peren gebruikt kan worden als een coating (bestaande uit een sucrose-ester) die er voor zorgt dat de vrucht minder zuurstof kan opnemen, wat een vertraging van rijping kan betekenen (behoud van stevigheid en grondkleur). Het middel kan zowel voor als na bewaring toegepast worden. Doel en opzet in onze testen is om te bepalen wat het effect van Bio-Fresh op stevigheid en kleur tijdens uitstal is, bij toepassing na bewaring, vóór de lange transportfase naar een verre bestemming.

#### 3.3.2 Aanpak

Er is 2 keer een behandeling met Bio-Fresh uitgevoerd in het eerste seizoen. Een keer na een korte mechanisch bewaarduur en een keer na een CA-bewaring van 6 maanden. De eerste keer zijn er naast de controlebehandeling, waarbij peren door een waterbad gegaan zijn zonder Bio-Fresh (B0), 2 Bio-Fresh concentraties meegenomen 1% en 1,5% (B1 en B1.5). Bij de behandeling na lange bewaring is het beperkt tot het commercieel geadviseerde percentage van 1,2% (B1.2). Er zijn na lange bewaring zowel uitstaltesten direct na behandeling als na de 6 weken transportsimulatie gedaan.

**Tabel 9: Overzicht experimenten met Bio-Fresh (2015).**

	Exp 1	Exp 2A	Exp 2B
Plukjaar	2015	2015	2015
Ras	Conference	Conference	Conference
Herkomsten/pluk	3 herk, 2 plukken = 6 objecten	2 herk, 1 pluk	3 herk, 2 plukken = 6 objecten
Duur bewaring	2 maanden	6 maanden	6 maanden
Type bewaring	mechanisch	CA	CA
Behandelingen na bewaring	B0 (water) B1 B1.5	B0 (water) B1.2	B0 (water) B1.2
Uitstal direct na behandeling		0, 3, 6, 8 dagen bij 18 °C	
Transportsimulatie / uitstal	6 wk -0,5 °C		6 wk -0,5°C
	1 wk 10 °C		1 wk 10 °C °C

Figuur 6 toont een overzicht van de instructie die gevolgd is voor de behandeling en een foto van de opstelling zelf. De behandeling is uitgevoerd met behulp van een opstelling beschikbaar gesteld door de fabrikant en ook uitgevoerd door een vertegenwoordiger van de fabrikant zelf (Figuur 7). De peren kregen een douche met de Bio-Fresh-oplossing en worden vervolgens via een rollerband gedroogd. Nadat de peren over de rollerband gerold waren werden ze op het pakblad gelegd.



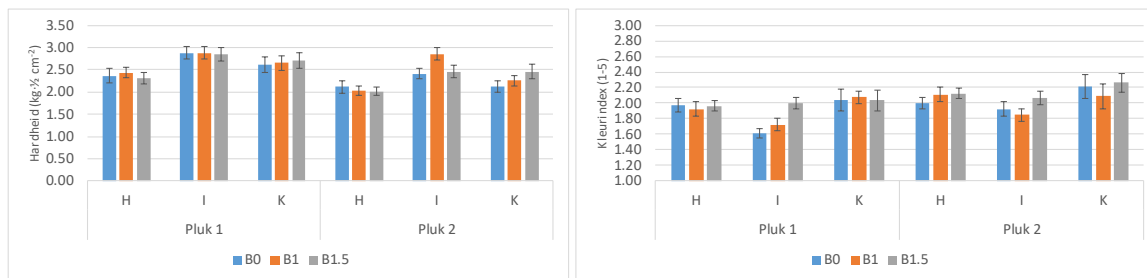
**Figuur 6: Instructie voor het behandelen van peren met Bio-Fresh.**



**Figuur 7: Opstelling voor de behandeling van peren met Bio-Fresh.**

### 3.3.3 Resultaat

De behandelingen met Bio-Fresh na korte bewaring (Experiment 1), gevolgd door een transportsimulatie en uitstal van 1 week bij 10 °C toonden geen verschillen in hardheid/kleur (Figuur 8).

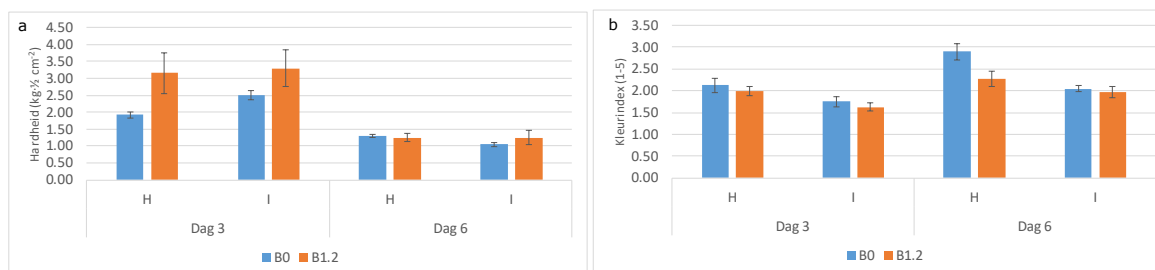


**Figuur 8: Gemiddelde hardheid (links) en kleurindex (rechts) van Conference peren (3 herkomsten (H, I, K) op 2 tijdstippen geplukt (1, 2)) na 2 maanden bewaring + 6 weken transportsimulatie en 1 week uitstal bij 10 °C (Bio-Fresh Experiment 1).**

Meerdere verklaringen voor het afwezige effect op kwaliteitsbehoud zijn mogelijk:

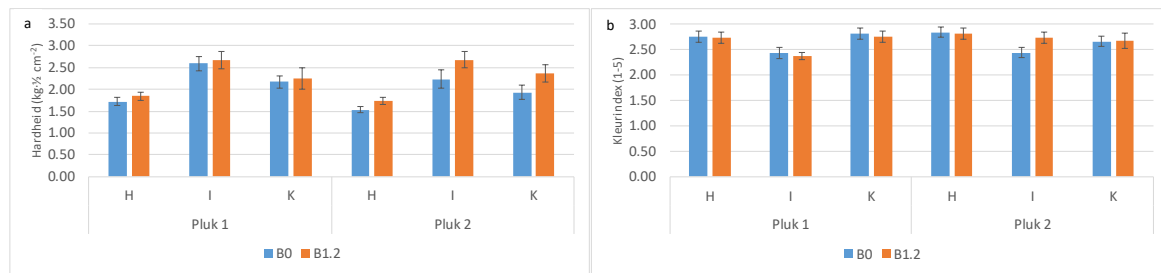
1. Behandeling niet optimaal (b.v. als de coating niet geheel dicht is zal er een "lek" zijn waar toch zuurstof door opgenomen kan worden en het effect niet aanwezig is).
2. Effect was er wel direct na de behandeling, maar tijdens de 6 weken transport is mogelijk de effectiviteit van de coating veranderd, waardoor het effect na transport in de uitstal niet meer zichtbaar is.
3. De werking is onvoldoende om grote verschillen te creëren (mogelijke invloed herkomst/seizoen op mate van werking).

Bij experiment 2 is de behandeling van de peren uit de lange bewaring opnieuw uitgevoerd. Een aantal peren (van 2 herkomsten) zijn na behandeling direct bij 18 °C geplaatst in de uitstalruimte (experiment 2A) om te zien of er direct een verschil te zien is tussen behandeld en onbehandeld. Dit is een indicatie dat de behandeling succesvol toegepast is. Metingen aan deze peren toonden na 3 dagen een verschil tussen behandeld en onbehandeld. Echter na 6 dagen was dit verschil niet meer aanwezig, behalve een iets groenere (lagere) score voor herkomst H (Figuur 9).



**Figuur 9: Bio-Fresh Experiment 2A: Gemiddelde hardheid (a) en kleurindex (b) van Conference peren (2 herkomsten (H, I) na 6 maanden bewaring + behandeling Bio-Fresh en uitstal bij 18 °C; n=20.**

Na de transportsimulatie en 1 week uitstal bij 10 °C zijn alleen verschillen te zien bij tweede pluk peren (Figuur 10 links) op het vlak van stevigheid (behandelde peren waren iets harder dan onbehandelde peren). Overige stevigheid- en kleurmetingen toonden beperkter of geen verschil.



**Figuur 10: Bio-Fresh Experiment 2B: Gemiddelde hardheid (a) en kleurscore (b) van Conference peren (3 herkomsten (H, I, K) na 6 maanden bewaring + behandeling Bio-Fresh + 6 weken transportsimulatie en 1 week uitstal bij 10 °C.**

### 3.3.4 Conclusie & Discussie

De effecten van de Bio-Fresh behandelingen op de kwaliteit van Conference peren in deze experimenten zijn beperkt en wisselend geweest. Een lange transportduur vermindert de effectiviteit tot het niveau van onbehandeld. Op basis van deze resultaten is er binnen het project besloten in de vervollexperimenten het gebruik van Bio-Fresh niet meer te onderzoeken.

## 3.4 Toepassing van aangepaste O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> condities tijdens transport

### 3.4.1 Introductie

Voor transport naar verre bestemmingen wordt gebruik gemaakt van reefer containers. Sommige containers hebben ook de optie om de zuurstof (O<sub>2</sub>) en koolzuur (CO<sub>2</sub>) condities aan te passen. De vraag is of en in welke mate een aanpassing in luchtsamenstelling tijdens transport een voordeel biedt voor behoud van de kwaliteit van de peren.

### 3.4.2 Aanpak

In een eerste experiment is specifiek naar effecten van een laag zuurstofgehalte in de ruimte gekeken, tijdens de transportsimulatie. In het tweede experiment is gekeken naar effecten van een hoger CO<sub>2</sub>-gehalte. Dit laatste experiment biedt ook inzicht in de mogelijke voor/nadelen van MA-verpakkingen, waarbij ook een hoger CO<sub>2</sub>% gerealiseerd wordt naarmate de tijd vordert en bij hogere activiteit van de peer (zie Hst 3.5).

**Tabel 10: Overzicht behandelingen/condities experimenten met aangepast O<sub>2</sub> of CO<sub>2</sub> tijdens transport.**

2015-2016	Bewaarcondities	Herkomsten	Pluktijdstip	Controle	CA tijdens transportsimulatie
2 mnd bewaring	Mechanisch	H, I, K	1, 2	onbehandeld	3% O <sub>2</sub> ; <1% CO <sub>2</sub>
6 mnd bewaring	CA	H, I, K	1, 2	onbehandeld	2%, 4%, 6% CO <sub>2</sub>

De transportsimulaties zijn uitgevoerd met aangepaste O<sub>2</sub> en/of CO<sub>2</sub>-condities. Dit is uitgevoerd in CA-faciliteiten bij WFBR, Wageningen (Figuur 11).

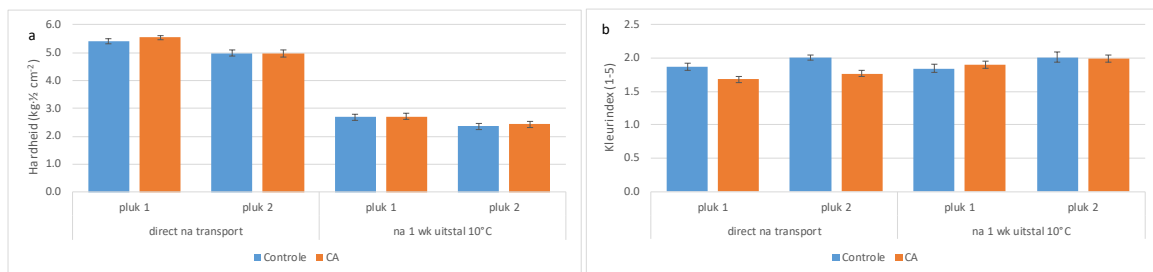




**Figuur 11:** CA-containers om kratten met peren onder gewenste/gecontroleerde gascondities te bewaren.

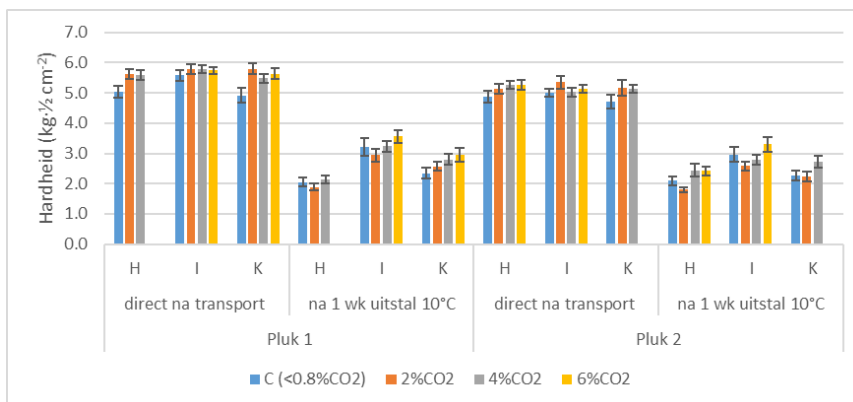
### 3.4.3 Resultaten

Het eerste experiment met kort mechanisch bewaarde peren en een behandeling met een laag  $O_2$ -gehalte tijdens het transport had geen effect op hardheid van de peren direct na transport en ook niet na uitstal (Figuur 12 a). De gemiddelde kleur werd wel direct na transport iets groener beoordeeld dan de controle peren, maar dat verschil is na uitstal niet meer aanwezig (Figuur 12 b).



**Figuur 12:** Gemiddelde hardheid (a) en kleurindex (b) van Conference peren (3 herkomsten samen) na normale condities (Controle) of laag  $O_2\%$  (CA) na 2 maanden bewaring + 6 weken transportsimulatie bij  $-0,5^\circ C$ .

Een aanpassing in  $CO_2\%$  tijdens de transportsimulatie in het tweede experiment resulteerde voor alle behandelingen in hardere peren ( $\sim 0,5 kg \cdot \frac{1}{2} cm^{-2}$ ). Na 1 week uitstal bij  $10^\circ C$  wisselde het resultaat per herkomst/pluk en per concentratie (Figuur 13). Voor het hoogste  $CO_2$ -percentage werd over het algemeen een gemiddeld hardere peer gemeten bij beide plukken en herkomsten.



**Figuur 13:** Gemiddelde hardheid van Conference peren per herkomst na normale condities (Controle ( $CO_2 < 0.8\%$ ) en verhoogd  $CO_2$  (2, 4, 6%) na 6 maanden bewaring + 6 wk transportsimulatie bij  $-0,5^\circ C$ .



Qua kleur waren de peren die bij hoger CO<sub>2</sub>-gehalte getransporteerd waren iets groener, maar dit verschilde per herkomst (data niet getoond). Belangrijkste observatie was echter dat een hoger CO<sub>2</sub>% leidde tot meer inwendig bruin problemen. Bij 2% was er slechts een enkele peer met een probleem, bij 4% werd bij elke herkomst en pluk een geval gevonden met problemen en bij 6% was 25-100% met problemen na uitstal, de mate verschillend per herkomst (Figuur 14).



**Figuur 14: Inwendig bruin na transport bij 6% CO<sub>2</sub>.**

#### 3.4.4 Conclusie & Discussie

De resultaten van deze experimenten tonen dat het variëren van de gassenstelling van de lucht tijdens het transport voordelen voor hardheid en kleurbehoud van peren heeft, maar de effecten zijn beperkt en geeft risico's voor inwendige kwaliteit van de peren. Het CO<sub>2</sub>-gehalte moet laag gehouden worden om deze problemen te voorkomen.

### 3.5 Toepassing van MA-verpakkingen

#### 3.5.1 Introductie

Na een lange bewaarperiode en tijdens transport, kunnen verse producten zoals peren verpakt worden om het gunstige effect van de bewaring bij beschermde atmosfeer te verlengen. Gewone verpakking met macroperforatie kan een groot deel van (ongewenst) vochtverlies voorkomen. Verpakking onder beschermde atmosfeer (MA-verpakking) kan ook andere kwaliteitsparameters van het product, zoals textuur en kleur, behouden.

Dit type verpakking gebruikt de ademhaling van het product om een beschermde atmosfeer binnen de verpakking te ontwikkelen. Deze beschermde atmosfeer heeft een andere gassenstelling (O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>) dan die in de reguliere atmosfeer (RA). De mate van ademhaling van peren (ademhalingsactiviteit) is zeer afhankelijk van het bewaringstemperatuur, maar ook van de partij peren. Vers geoogste vruchten zijn veel meer actief dan vruchten die meer dan 6 maanden bewaard zijn onder ULO omstandigheden.

Daarnaast is de doorlaatbaarheid van het verpakkingsmateriaal een bepalende eigenschap om de uitwisseling van CO<sub>2</sub>, geproduceerd door de peren, en de O<sub>2</sub>-consumptie van de peren, met de buitenkant van de verpakking te reguleren. De doorlaatbaarheid van O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> van het folie zijn ook afhankelijk van temperatuur maar deze ontwikkelen niet met eenzelfde snelheid als de ademhalingsactiviteit van verse product. Daarom moeten reguliere MA-verpakkingen altijd voor een bepaalde bewaar/ketentemperatuur geoptimaliseerd worden.

Exporteurs van peren willen graag hun product verpakken in een universele verpakking die geschikt is voor zowel transport op lage temperatuur als een fase in het winkelschap waar de temperatuur niet goed beheerst wordt. Bij Wageningen Food & Biobased Research is een baanbrekend verpakkingsmateriaal ontwikkeld. Dit nieuwe materiaal is gemaakt van een combinatie van hernieuwbaar (biobased) materiaal en conventioneel verpakkingsmateriaal. Dit nieuwe verpakkingsmateriaal past de gasdoorlaatbaarheid van het folie aan bij verschillende bewaartemperaturen, zodat het bij een toenemende temperatuur niet anaeroob wordt.

### 3.5.2 Aanpak

De experimenten met MA-verpakkingen zijn gericht op de vraag: "Hoe kan een MA-verpakking toegepast worden om een beter uitstalleven van Conference peren op verre bestemmingen te realiseren?" Factoren waar we ons in diverse experimenten op hebben gericht zijn: materiaalkeuze, het moment van verpakken, voor welke ketencondities is welke verpakking het meest geschikt en welke invloed heeft de startkwaliteit van de peren op het resultaat?

Tabel 11 toont een overzicht van de experimenten met MA-verpakkingen. In Tabel 12 zijn de verschillende simulatieomstandigheden van experimenten 2, 3 en 4 weergegeven. Experiment 1 wordt verder buiten beschouwing gelaten omdat hier een gaslek in de verpakking is ontstaan door scherp pakbladmateriaal.

**Tabel 11: Overzicht experimenten met MA-verpakkingen voor Conference peren.**

	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4
Plukjaar	2015	2015	2016	2016
Ras	Conference	Conference	Conference	Conference
Herkomsten/pluk	3 herk, 2 plukken = 6 objecten	3 herk, 2 plukken = 6 objecten	2 herk, waarvan 1 dubbele pluk = 3 objecten	1 herkomst
Duur bewaring	2 maanden	6 maanden	7 maanden	7 maanden
Type bewaring	mechanisch	CA	CA	CA
Verpakkingstype/ varianties	<b>TRANSPORT/KRAT</b> C (onverpakt) Liner gevacumeerd (0%O <sub>2</sub> ) --> Lek!	<b>CONSUMENT</b> V1 Onverpakt V2 PP 2 macro-perf (7mm Ø) V3 PP 8 micro-perf (100µm Ø) V4 PP 2 micro-perf (100µm Ø) V5 PP 2 micro-perf (100µm Ø) +10%O <sub>2</sub> start V6 exp folie 1* V7 exp folie 2* *beperkt aantal peren	<b>TRANSPORT/KRAT</b> C (verpakt marcoperf) MP1, liner microperf MP2, liner microperf MP2+start 10% O <sub>2</sub>	<b>CONSUMENT</b> V1 Onverpakt V2 PP 2 macro-perf (7mm Ø) V4 PP 2 micro-perf (100µm Ø) V7 exp folie

**Tabel 12: Overzicht ketensimulaties experimenten 2, 3, 4.**

Conditie	Exp 2 MA-consument	Exp. 3 MA-transport-kist	Exp 4 MA-consument
6 weken- 0,5°C	Transport	<b>Verpakken</b> + Transport	Transport
2 dagen 1°C	Haven/opslag	Haven	Haven
5-6 dagen 8°C	<b>Verpakken</b> /Distributie	Distributie/ Groothandel	<b>Verpakken</b> , Distributie
5-6 dagen 18°C	Winkel/consument (6dg)	Beoordeling kwaliteit Verpakkingen open: winkel/consument uitstal (5dg)	Beoordeling kwaliteit (deel verpakkingen) Rest: winkel/consument uitstal (5dg)
	Eindbeoordeling	Eindbeoordeling	Eindbeoordeling kwaliteit

De experimenten zijn grotendeels op te splitsen in 2 typen verpakking en moment van verpakking waar we mee hebben gewerkt: 1. Transport/kratverpakking en 2. Consument/kleinverpakking.

## **1. MA-verpakking in een krat, tijdens transport: Is er een voordeel met betrekking tot behoud stevigheid/grondkleur om MA-verpakkingen al toe te passen vroeg in de keten in Nederland?**

In Experiment 1 en 3 zijn simulaties uitgevoerd met zakken in een krat, "liners" (op basis van LDPE folie) welke gevuld worden met een of twee pakbladen (enkel of dubbellaags) met peren. Selectie en keuze voor type perforatie van de liner is bepaald op basis van voortesten en met behulp van eerdere ervaringen en modelberekeningen. Er zijn met name commercieel beschikbare zakken/liners gebruikt.

In experiment 3 (Figuur 15) zijn we gaan werken met LDPE folie-zakken met microperforaties om MA-condities te realiseren. Een praktijkgerichte ketensimulatie is opgezet: het openen van de zakken gebeurt pas na de distributiefase bij 8 °C (Tabel 12). Ook hebben we in plaats van 20 peren, 40 peren in 1 kist verpakt (2 pakbladen). Selectie van te gebruiken folietypen vond plaats na een voorproef met verschillende type zakken en perforaties. Daarbij is ook besloten een van de zakken bij start al een verlaagd O<sub>2</sub>-gehalte mee te geven, omdat de zuurstofverlaging door de peren en de verpakking zelf tijdens de simulatie minimaal bleek.



**Figuur 15: Impressie experiment 3: Peren in MA-liner in kist voor transportsimulatie (links). Gasmetingen in MA-verpakking met Dansensor (midden). Peren in uitstal na openen MA-verpakkingen (rechts).**

## **2. MA-verpakking (klein): Hoe reageren peren in extremer/warmer en later deel van de keten op MA-verpakkingen?**

In Experiment 2 en 4 is gekeken naar het gebruik van kleinere MA-verpakkingen, waar 3 of 4 peren in verpakt worden. Het verpakken gebeurde na bewaring en na de transportsimulatie van 6 weken bij -0,5 °C en een korte fase van 2 dagen bij 1 °C. De verpakkingen zijn gemaakt van BOPP-folie met verschillende hoeveelheden microperforaties, op basis van voortesten en met behulp van eerdere ervaringen en modelberekeningen. Daarnaast is gebruik gemaakt van experimentele folies op basis van een mix van polyethyleen en zetmeel (Schennink et al., 2018). Deze laatste folies hebben, zoals in de inleiding beschreven, speciale materiaaleigenschappen met betrekking tot CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> doorlaatbaarheid. In experiment 2 werden veel verschillende type folies meegenomen, in experiment 4 is een selectie van het beste BOPP en het beste experimentele folie gebruikt om de ervaringen te herhalen in een nieuw seizoen met nieuwe peren (Figuur 16).

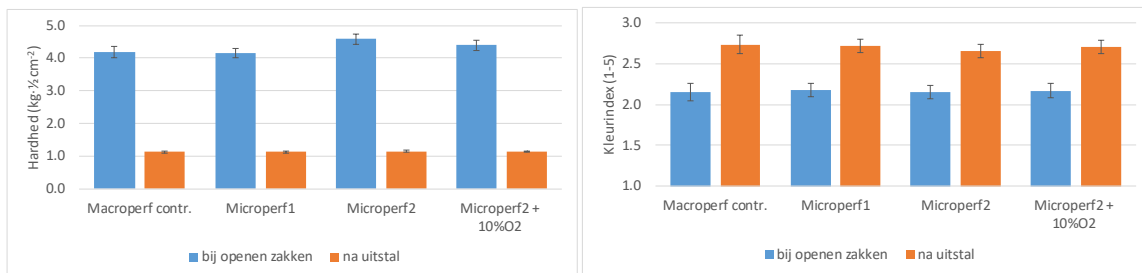


**Figuur 16:** Impressie van peren in de verschillende type klein-verpakkingen tijdens uitstal fase (18°C) bij experiment 4.

### 3.5.3 Resultaten

#### 1. MA-transport krat verpakking

De MA-transport/kratverpakkingen in Experiment 3 blijken weinig effect te hebben op hardheid en kleur van de peren. In Figuur 17 zien we dat bij openen van de zakken er een klein effect op hardheid gevonden wordt bij de verpakking 'microperf 2', echter dit verdwijnt weer na de uitstal. Wat betreft kleur is er geen verschil gevonden. Dat de effecten niet sterk waren is ook te verwachten op basis van de gemeten gascondities bij openen van de zakken ( $\sim 13\text{-}15\%$   $\text{O}_2$  &  $2\text{-}3\%$   $\text{CO}_2$  bij alle 3 type MA-verpakkingen). Deze milde gasgehalten kunnen verklaard worden door een zeer lage ademhalingsactiviteit van de peren bij de lage transporttemperatuur. Er zijn geen inwendige kwaliteitsproblemen geconstateerd. Bij de verpakking met macro-perforaties, waren de  $\text{O}_2$ - en  $\text{CO}_2$ -gehalten gelijk aan atmosferische gascondities ( $20.8\%$   $\text{O}_2$  en  $0\%$   $\text{CO}_2$ ).



**Figuur 17:** Gemiddelde hardheid (links) en kleurindex (rechts) van Conference peren na 7 maanden bewaring gevolgd door transportsimulatie in MA-verpakking (Experiment 3, gemiddelde van 3 partijen).

#### 2. MA-consument/kleinverpakking

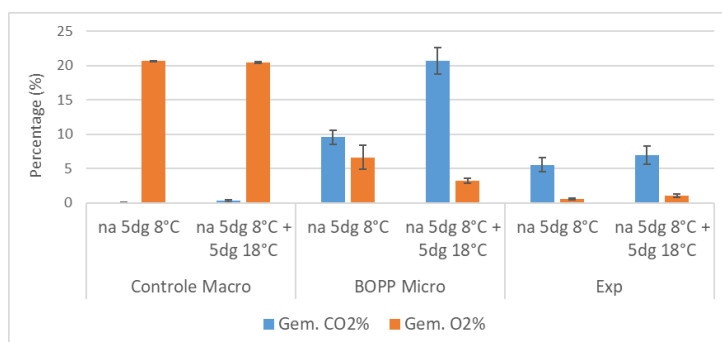
De experimenten met de kleine MA-consumentenverpakkingen tonen grotere effecten op lichtsamenstelling dan de transportverpakkingen. In experiment 2 (Tabel 8) is dit duidelijk te zien bij alle MA-verpakkingen (V3-7). Het  $\text{CO}_2$ -gehalte loopt gevaarlijk hoog op dag 12 (ná 6 dagen op  $18^\circ\text{C}$ ) voor V3-5, wat overigens niet gebeurt voor de experimentele folies (V6 en V7). Het  $\text{O}_2$ -gehalte is op gewenst niveau voor verpakkingen V4-7.

De hardheid en de kleur van de peren blijken ook beter te zijn bij verpakkingen V3 t/m7 vergeleken met de controle peren in normale lucht (V1). Echter dit komt wel met een prijs: er zijn bij behandelingen V2 t/m V6 peren met inwendig bruin geconstateerd. Deze problemen zijn vooral bij tweede pluk peren te zien (gegevens niet getoond). Bij V5 t/m V7 zijn de problemen het minst: de experimentele folies en de verpakking waar gestart is met lager O<sub>2</sub>-percentage.

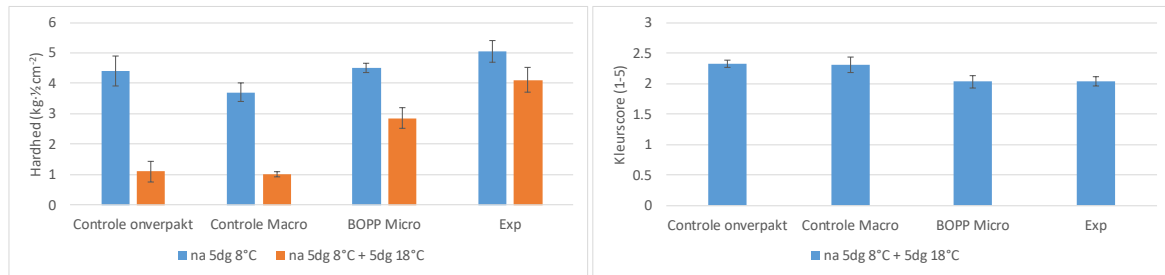
**Tabel 13: Experiment 2: O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>-gehalten in verpakking na 6 en 12 dagen en gemiddelde hardheid en kleurscore na 12 dagen. Verschillende letters binnen een kolom tonen een significant verschil tussen de verpakkingstypen (Unbalanced ANOVA analysis, Lsd Fisher toets  $P < 0.05$ )  $N=3$  voor O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub>,  $N=12$  voor hardheid en kleur).**

Verpakking	Na 6 dg CO <sub>2</sub> %	Na 6 dg O <sub>2</sub> %	Na 12 dg CO <sub>2</sub> %	Na 12 dg O <sub>2</sub> %	Na 12 dg Gem.Hardheid	Na 12 dg Gem. Kleur
<b>V1</b>	0.03 a	20.80 d	0.03 a	20.80 e	0.99 a	3.64 d
<b>V2</b>	0.13 b	20.42 d	0.89 b	19.75 e	1.11 a	3.44 c
<b>V3</b>	5.58 c	14.75 c	15.57 d	6.00 d	1.56 b	2.69 b
<b>V4</b>	10.01 e	3.72 b	21.99 e	2.40 abc	3.00 c	2.51 a
<b>V5</b>	9.06 d	4.11 b	20.14 e	2.62 ac	2.86 c	2.45 a
<b>V6</b>	6.13 c	0.82 a	6.55 c	1.76 ab	3.34 c	2.61 ab
<b>V7</b>	5.73 c	1.41 a	6.83 c	1.51 a	3.58 c	2.63 ab

Het volgende jaar is er opnieuw met het experimentele folie V7 getest in experiment 4. Dit keer met 1 herkomst, met meer herhalingen (totaal 10 zakken per behandeling). Dit is vergeleken met macrogeperforeerd BOPP folie en microgeperforeerd BOPP folie. Op het eerste meetmoment na 5 dagen op 8 °C was het verschil in hardheid en kleur (Figuur 19) nog niet zo duidelijk, maar na de laatste fase (5 dagen op 8°C gevolgd door 6 dagen op 18°C) waren de peren uit de MA-verpakkingen duidelijk harder, met name de peren die verpakt waren in het experimentele folie. De gassamenstelling in de verpakking met het experimentele folie (Figuur 18) bestond op beide meetmomenten uit ~6-7% CO<sub>2</sub>% en ~1% O<sub>2</sub>, terwijl het CO<sub>2</sub>% in het microgeperforeerde BOPP folie steeds hoger is opgelopen (> 20%). Inwendige problemen met de peren heeft dit niet opgeleverd. In een jaar dat deze problemen wel spelen zou het hoge CO<sub>2</sub>% een groot risico geweest zijn, zoals ook in eerdere experimenten met verhoogd CO<sub>2</sub> gezien is (zie hfst 3.4.3).



**Figuur 18: Gemiddelde gemeten gaswaarden (%) in verpakkingen tijdens distributie (na 5 dagen op 8°C)- en winkelsimulatie (na 5 dagen op 8°C en 5 dagen op 18°C) (Experiment 4).**



**Figuur 19: Gemiddelde hardheid (links) en kleurindex (rechts) van Conference peren in verschillende MA-verpakkingen na simulatie.**

### 3.5.4 Conclusies & discussie MA-verpakkingen

Net als de resultaten van de aangepaste O<sub>2</sub> en/of CO<sub>2</sub> condities tijdens het containertransport, blijkt de toepassing van MA-verpakkingen tijdens het containertransport van beperkte waarde op kwaliteit (hardheid) van peren. De ademhaling van de peren is bij deze temperatuur te beperkt om een sterke invloed te hebben op de gassamenstelling in de verpakking. Een MA-verpakking kan echter wel in de fase na het transport effect hebben, omdat de temperatuur dan meestal wat hoger wordt (al dan niet gecontroleerd), wat leidt tot hogere activiteit van de peren en veranderende gascondities. Hiermee wordt mogelijk een groter effect op hardheidsbehoud gerealiseerd, maar geeft tegelijkertijd ook een hoger risico op inwendige problemen. In onze experimenten met kistverpakkingen zijn deze effecten niet naar voren gekomen. De experimenten met consumentenverpakkingen hadden wel beoogde effect van kwaliteitsbehoud. Het experimentele folie toonde een gewenst resultaat: peren in deze verpakking verzachtten en vergeelden bijna niet in een warme keten. De eigenschappen van het folie zorgden er voor dat de gascondities niet beïnvloed werden door een verhoogde temperatuur, waardoor het CO<sub>2</sub>% niet te hoog opliep en de verpakking niet anaeroob werd. Dit biedt potentie om het ontstaan van inwendige problemen in peren door het gebruik van MA-verpakkingen te beperken en houdbaarheid te verlengen.



---

## 4 Algemeen conclusie en discussie

In 2015 is het project gestart met een inventarisatie bij de partners en stakeholders in China om een beter beeld te krijgen van de huidige ervaringen met transport van Conference peren naar China. Het beeld is bevestigd dat de Chinese consument de Conference peer goed weet te waarderen en dat het Nederlandse fruit goed past binnen de huidige trend van veilig, gezond importfruit. De kwaliteitsnormen die hierbij gevraagd worden, waren ook gelijk aan de afspraken die de Nederlandse handel met elkaar gemaakt heeft: een klasse I peer, met hardheid >5 bij aankomst van de peer in China en een niet te gele peer. Consumenten en schakels in de keten gaven aan dat ze moeten wennen aan het rijpingsgedrag en de beursgevoeligheid van de Conference peer, omdat ze zelf een langer-houdbare harde peer gewend zijn. Het belang van goede kwaliteit voor voldoende vervolgaankopen werd groot geacht, zeker met opkomend belang van e-commerce.

Uit ervaringen van exporteurs (en WUR-onderzoek) blijkt dat in principe een transportperiode van 6 weken bij -0,5 °C geen probleem hoeft te zijn om aan de kwaliteitseisen te voldoen. Toch blijken er regelmatig situaties op te treden waarbij het anders loopt, doordat men de commerciële kwaliteitsgrenzen opzoekt, omdat peren zich anders gedragen dan verwacht, omdat de ketenomstandigheden veranderen, of door menselijke fouten. Hierdoor blijft de wens bestaan om beter op dit soort situaties in te kunnen springen en meer grip te hebben op kwaliteit van de peren. De resultaten beschreven in dit rapport dragen bij aan verbetering van deze grip op kwaliteit door de beschrijving van nieuw opgedane kennis over een aantal tools die gebruikt kunnen worden om kwaliteit en het uitstalleven van peren op verre bestemmingen te verbeteren.

Belangrijkste conclusies in het rapport zijn:

- Van de verschillende tools die zijn onderzocht, hebben met name toepassing van SmartFresh en een juiste toepassing van MA-verpakkingen (ook op bestemming) de grootste effecten n op het behoud van hardheid en vaak ook grondkleur.
- De andere methoden zoals Bio-Fresh, aangepaste CO<sub>2</sub>- en/of O<sub>2</sub>-gehalten tijdens het koude transport hebben minder tot geen effect.
- *SmartFresh*:
  - Naast de gangbare vroege toepassing van 1-MCP tijdens bewaring zijn er mogelijkheden voor toepassing van 1-MCP na bewaring of tijdens transport, mits een hogere dosering en/of langere behandelingsduur toegepast wordt.
  - Een dergelijke toepassing moet verder geoptimaliseerd worden om consistente resultaten te bereiken.
  - Het vereist ook nog een toelating om in de praktijk gebruikt te mogen worden.
- *MA-verpakkingen*
  - De resultaten met het experimentele type folie zijn hoopgevend om in een relatief warme keten toch een behoud van hardheid en grondkleur te kunnen realiseren, met minder risico op inwendig bruin problemen door te hoog oplopend CO<sub>2</sub>-gehalte in de verpakking.
  - Een gangbare MA-verpakking tijdens het transport in de container geen effect heeft op het vlak van kleur- en hardheidsbehoud. Het hangt af van het verdere verloop van de keten (temperatuur, ompakfase etc.) of het kwaliteitsvoordeel nog gerealiseerd wordt, waarbij rekening gehouden moet worden met het risico op inwendige problemen.

---

Voor betrouwbare toepassing in de praktijk van de meest kansrijke tools blijft het belangrijk om protocollen verder te ontwikkelen en behandelingen af te stemmen op het product en de keten. We zien in de praktijk dat de gangbare toepassing van 1-MCP op Conference peren (aan het begin van de bewaring) in de praktijk is toegenomen de afgelopen jaren<sup>2</sup>, omdat er duidelijke voordelen mee te behalen zijn. Toch blijkt het ook hier nog een uitdaging om bij verschillende partijen het gewenste resultaat te behalen met betrekking tot hardheidsbehoud en narijping (discussies tijdens bijeenkomsten GreenCHAINge & Kwalifruit).

Het gebruik van biomarkers en non-destructieve metingen kan helpen om betere keuzes te maken. Binnen de GreenCHAINge experimenten beschreven in dit rapport bleek het meten van ethyleen voor een indicatie van de werking van SmartFresh en verschillen tussen de behandelingen een goed beeld te geven van de gemiddelde hardheid na uitstal. Maar inzoomend op de afzonderlijke herkomsten, plukken en behandelingen, bewaarduren, waren de metingen niet accuraat genoeg om er voorspellingen mee te doen per partij/bewaarduur. Het non-destructief meten van een compleet aromaprofiel, zoals gedaan voor bepaling van mogelijk smaakeffect van SmartFresh (PTR-ToF-MS), geeft ook een indicatie van kwaliteit/rijpheid van peren. Uit zo'n profiel, of specifieke stoffen binnen het profiel, zijn mogelijk betere kandidaat-biomarkers te vinden die kwaliteit kunnen voorspellen. Vervolgonderzoek aangaande biomarkers voor peren kan zich hier in de toekomst op richten.

Het is bekend dat alle schakels van de keten invloed hebben op de kwaliteit van de peer: teelt, oogst, bewaring, sortering, transport, verpakking etc. Het liefst willen we vroeg in de keten een voorspelling kunnen doen wat er later gebeurt onder bepaalde te verwachte omstandigheden in elke schakel en willen we in elke schakel bij kunnen sturen. Zo kunnen goede keuzes gemaakt worden met betrekking tot bijv. bewaarduur, wel/niet SmartFresh, afzetmarkt, type verpakking etc. De kennis uit de experimenten in dit rapport helpt om hier betere keuzes in te maken. Toch is het moeilijk om kennis over allerlei verschillende factoren en invloeden die onder gecontroleerde omstandigheden opgedaan zijn, te integreren in de praktijk en hier de juiste beslissingen te nemen.

Het model dat binnen GreenCHAINge ontwikkeld is toont aan dat experimentele kennis en praktijkdata/expert kennis wel gecombineerd kan worden in een beslissingsondersteunend model dat een voorspelling van kwaliteit (hardheid in dit geval) geeft (Rijgersberg et. al., 2018)<sup>3</sup>. Hoe meer betrouwbare data van partijen/zendingen toegevoegd wordt aan het model, hoe realistischer de voorspellingen. Meer details zijn na te lezen in het WUR-rapport nr 1877 (Rijgersberg, Van de Geijn et al., 2018) en op te vragen via [info.wfbr@wur.nl](mailto:info.wfbr@wur.nl).

---

<sup>2</sup> <https://agrofreshsolutionsinc.gcs-web.com/static-files/8db73986-3a9b-45ec-b78d-1b5261043b75>

<sup>3</sup> Rijgersberg, H., Geijn van de, F., Schaik van, A., Willems, D., Hogeveen, E. 2018: Grip op kwaliteit van Conference-peren met behulp van een Bayesiaans netwerk: GreenCHAINge G&F DP 5 Export peren verre bestemmingen. Report 1877.



---

# Literatuur

Rijgersberg, H., Geijn van de, F., Schaik van, A., Willems, D., Hogeveen, E. 2018: Grip op kwaliteit van Conference-peren met behulp van een Bayesiaans netwerk: GreenCHAINge G&F DP 5 Export peren verre bestemmingen. Report 1877.

Schennink G.G.J., Paillart M.J.M., Westra E.H. (2018) Dynamic modified atmosphere packaging material for fresh horticultural products. EP18180904.7 (Patent).

# Bijlage 1: Statistische toetsen

Figuur/ Tabel	Experiment	Analyse	Data gesplitst op	Factoren	Gemeten variabelen	Doel
Figuur 1	SF 2015-2016 2 maanden bewaring (Exp. 1)	ANOVA	Meetmoment	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Hardheid	Effect van behandeling op hardheid per meetmoment
Figuur 1	SF 2015-2016 6 maanden bewaring (Exp 2)	ANOVA	Meetmoment	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Hardheid	Effect van behandeling op hardheid per meetmoment apart
Figuur 1	SF 2016-2017 4 maanden bewaring (Exp 3)	ANOVA	Meetmoment	Behandeling	Hardheid	Effect van behandeling op hardheid per meetmoment apart
Figuur 1	SF 2017-2018 4 maanden bewaring (Exp 4)	ANOVA	Meetmoment CA/ME opslag	Behandeling	Hardheid	Effect van behandeling op hardheid per meetmoment apart
Figuur 2	SF 2015-2016 2 maanden bewaring (Exp 1)	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Hardheid	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 2	SF 2015-2016 2 maanden bewaring (Exp. 1)	ANOVA	Pluktijdstip Behandeling	Herkomst	Hardheid	Effect van herkomst op hardheid per pluktijdstip per behandeling
Figuur 2	SF 2015-2016 2 maanden bewaring (Exp 1)	ANOVA	Pluktijdstip Herkomst	Behandeling	Hardheid	Effect van behandeling op hardheid per pluktijdstip per herkomst
Figuur 3	SF 2017-2018 4 maanden bewaring (Exp 4)	ANOVA	Herkomst/Pluk	Behandeling	Hardheid	Effect van herkomst/pluk op hardheid per behandeling
Figuur 4	SF 2015-2016 2 maanden bewaring (Exp 1)	Kruskal- Wallis	Meetmoment	Behandeling	Kleur-index	Effect van behandeling op kleur per meetmoment
Tabel 8	SF 2015-2016 2 maanden bewaring (Exp 1)	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Ethyleen- productie Hardheid	Hoofdeffecten en interacties
Tabel 8	SF 2015-2016 6 maanden bewaring (Exp 2)	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Ethyleen- productie Hardheid	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 8	Bio-Fresh exp1	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Hardheid Kleur-index	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 8	Bio-Fresh exp1	ANOVA	Herkomst Pluktijdstip	Behandeling	Hardheid	Effect behandeling op hardheid per herkomst per pluktijdstip
Figuur 8	Bio-Fresh exp1	Kruskal- Wallis	Herkomst Pluktijdstip	Behandeling	Kleur-index	Effect behandeling op kleur per herkomst per pluktijdstip
Figuur 9	Bio-Fresh exp2a	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Hardheid Kleur-index	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 9	Bio-Fresh exp2a	ANOVA	Herkomst meetmoment	Behandeling	Hardheid	Effect behandeling op hardheid per herkomst per meetmoment
Figuur 9	Bio-Fresh exp2a	Kruskal- Wallis	Herkomst meetmoment	Behandeling	Kleur-index	Effect behandeling op kleur per herkomst per meetmoment

Figuur/ Tabel	Experiment	Analyse	Data gesplitst op	Factoren	Gemeten variabelen	Doel
Figuur 10	Bio-Fresh exp2b	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip	Hardheid Kleur-index	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 10	Bio-Fresh exp2b	ANOVA	Herkomst Pluktijdstip	Behandeling	Hardheid	Effect behandeling op hardheid per herkomst per pluktijdstip
Figuur 10	Bio-Fresh exp2b	Kruskal- Wallis	Herkomst Pluktijdstip	Behandeling	Kleur-index	Effect behandeling op kleur per herkomst per pluktijdstip
Figuur 12	CA 2015-2016 2 maanden bewaring	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip Meetmoment	Hardheid Kleur-index	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 12	CA 2015-2016 2 maanden bewaring	ANOVA	Pluktijdstip Meetmoment	Behandeling	Hardheid	Effect behandeling op hardheid per herkomst per meetmoment
Figuur 12	CA 2015-2016 2 maanden bewaring	Kruskal- Wallis	Pluktijdstip Meetmoment	Behandeling	Kleur-index	Effect behandeling op kleur per herkomst per meetmoment
Figuur 13	2015-2016 CO2	ANOVA	-	Behandeling Herkomst Pluktijdstip Meetmoment	Hardheid	Hoofdeffecten en interacties
Figuur 13	2015-2016 CO2	ANOVA	Pluktijdstip Herkomst Meetmoment	Behandeling	Hardheid	Effect behandeling op hardheid per herkomst per pluktijdstip per meetmoment
Figuur 17	MA-transport	ANOVA	Meetmoment	Behandeling	Hardheid	Effect behandeling op hardheid per meetmoment
Figuur 17	MA-transport	Kruskal- Wallis	Meetmoment	Behandeling	Kleur-index	Effect behandeling op kleur per meetmoment





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Food & Biobased Research  
Bornse Weilanden 9  
6708 WG Wageningen  
[www.wur.nl/wfbr](http://www.wur.nl/wfbr)  
[info.wfbr@wur.nl](mailto:info.wfbr@wur.nl)

Rapport 1878

V

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

