

# Bevochtiging in perenbewaring

Fase 1

Ir. Jan Verschoor

Rapport nr. 1040

## Colofon

Titel	Bevochtiging in perenbewaring - fase1
Auteur(s)	Ir. Jan Verschoor
AFSG nummer	1040
ISBN-nummer	978-90-8585-412-8
Publicatiedatum	april 2009
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	OPD-code
Goedgekeurd door	Ir. H.L.M.M. Maas

Agrotechnology and Food Sciences Group  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 480 084  
E-mail: [info.afsg@wur.nl](mailto:info.afsg@wur.nl)  
Internet: [www.afsg.wur.nl](http://www.afsg.wur.nl)

© Agrotechnology and Food Innovations b.v.

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

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



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology and Food Innovations b.v. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

# Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Context	4
1.2 Doelen	4
<b>2 Proefopzet</b>	<b>5</b>
2.1 Bevochtigingsinstallatie en praktijkcellen	5
2.2 Kwaliteitsbeoordelingen	7
2.2.1 Kwaliteitsbepalingen	7
2.3 Statistiek	8
<b>3 Resultaten en discussie</b>	<b>9</b>
3.1 Uitvoering proef	9
3.2 Bevochtiging en vochtafgifte	9
3.2.1 RV metingen in de wachtperiode	9
3.2.2 Verloop bevochtiging en waterafgifte tijdens CA-conditionering	10
3.2.3 IJsvorming	11
3.3 Gewichtsverlies stapelkisten tijdens bewaring	12
3.4 Kwaliteitsbeoordelingen	13
3.4.1 Hardheid	14
3.4.2 Grondkleur	15
3.4.3 Slapscore	15
3.4.4 Suikergehalte	16
3.4.5 Uit- en inwendige afwijkingen	16
<b>4 Conclusies</b>	<b>17</b>
<b>5 Aandachtspunten en aanbevelingen</b>	<b>18</b>
<b>Dankbetuiging</b>	<b>19</b>

# **1 Inleiding**

## **1.1 Context**

Contronics wil meer inzicht krijgen in de werking van een eigen bevochtigingssysteem in perenbewaring. Dit ter bevordering van de implementatie van haar bevochtigingstechnieken in de fruitsector. Contronics is geïnteresseerd in een onafhankelijk oordeel door Wageningen UR over het functioneren van haar systeem.

## **1.2 Doelen**

Doel van dit project is om proefondervindelijk te bepalen 1) wat het effect is van bevochtiging op de perenkwaliteit tijdens CA bewaring en 2) of de geïnstalleerde bevochtigingapparatuur naar behoren functioneert.

## 2 Proefopzet

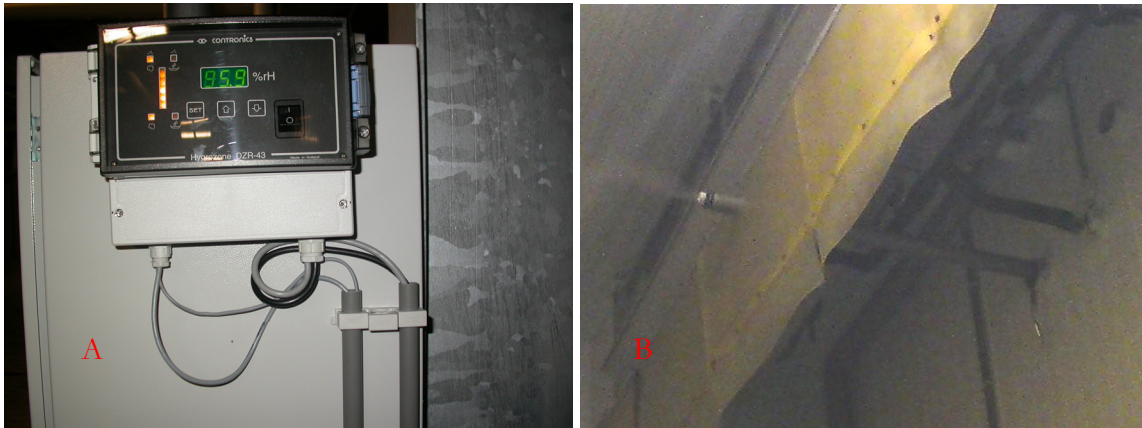
### 2.1 Bevochtigingsinstallatie en praktijkcellen

Deze praktijkproef is uitgevoerd in twee qua technische inrichting en productvulling zo veel mogelijk identieke praktijkcellen van Fruitmasters Veiling B.V. locatie Geldermalsen: één zonder bevochtiging, één met Contronics bevochtiging, zie *Afbeelding 1*. Deze bevochtigingsinstallatie bestaat uit een buiten de bewaarcel geplaatste ultrasoon bevochtiger HU-25 met een opbrengst van 0 tot 1,2 kg per uur met een DZR-43 RV-regelaar die in een gasdichte behuizing geplaatst zijn met eigen circulatie van en naar de bewaarcel zonder verstoring van het CA-regime (% O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub>). E.e.a. werd via een T-stuk op een bestaande doorvoer aangesloten, waarbij de afvoer naar de cel via een pijp met een kleinere diameter in de aanvoerleiding is geplaatst. Voor installatie zijn dus geen extra doorvoeren in de celwand vereist en onderhoud kan veilig plaatsvinden zonder verstoring van het celklimaat. Watervoorziening is geregeld door aansluiting op een waterleiding via een filtermodule met voorraadvat. Aansturing van de ultrasoonbevochtiger in de module gebeurt op basis van meting de relatieve vochtigheid van de aangezogen lucht door de RV sensor/regelaar-unit.



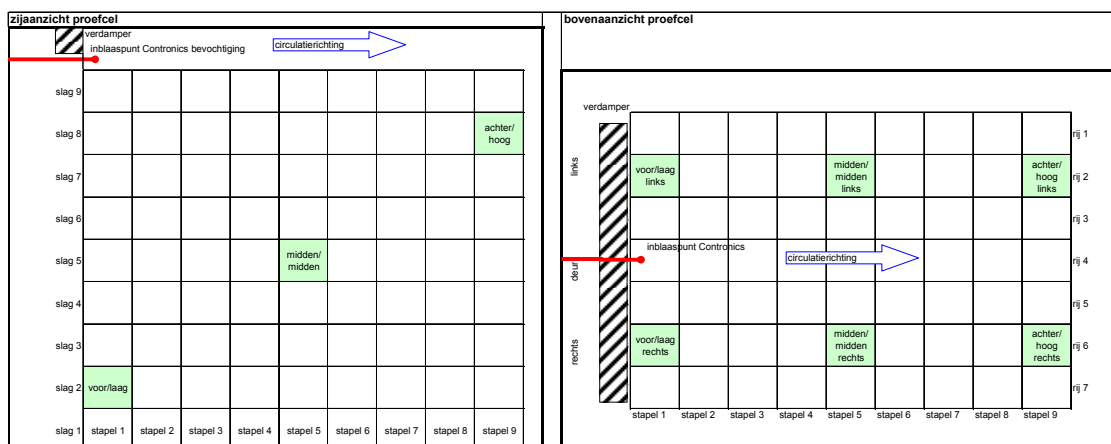
**Afbeelding 1** Opstelling Contronics bevochtigingsinstallatie in deze test. Links de gesloten module zoals in bedrijf, rechts een blik in de geopende module 1) gasdichte systeemkast 2) waterfilterunit 3) voorraadvat gefilterd water 4) gecombineerde aanvoer cellucht / afvoer bevochtigde lucht 5) RV sensor/regelaar DRZ-43 6) Ultrasoon bevochtiger HU-25 7) opvangvat voor meting smeltwater van verdamper in de cel (hoort bij de reguliere celinrichting)

De RV van de instromende lucht in de module wordt continu gemonitord en op basis van deze meetwaarde wordt de ultrasoon-unit aangestuurd. De uitgaande bevochtigde gasstroom werd via een pijpje in het midden juist onder de verdamer geleid, voor het gordijn, zie *Afbeelding 2*.



**Afbeelding 2** A) RV sensor/controller unit op de bevochtigingsmodule B) Uitblaasnozzle van de bevochtigde lucht (in nog lege cel, de voorraadbakken sluiten bij gevulde cel aan tegen het gordijn)

De controlecel was niet uitgerust met deze bevochtigingsinstallatie. Beide cellen waren bestemd voor CA-bewaring van Conference peren tot februari. De peren zijn opgeslagen in houten voorraadbakken van ca. 450 kg, zonder plastic afdekvel of hoes. De Conference peren in beide cellen waren in hoofdzaak afkomstig van één herkomst. Uit deze herkomst zijn 12 voorraadbakken genomen en deze zijn na weging teruggeplaatst in de proefcellen op de in *Afbeelding 3* beschreven posities om het vochtverlies gedurende de bewaarperiode te kunnen bepalen. Beide cellen zijn volgens standaardprotocol voor CA geconditioneerd, inclusief een wachtperiode van 21 dagen voor aanvang van het verlagen van het zuurstofgehalte. Uiteindelijk zuurstofgehalte was 3%, % CO<sub>2</sub> <1% %. De waterafgifte via de verdamer van de koelinstallatie is gedurende de bewaarperiode gemonitord evenals eventuele ijsafzetting.



**Afbeelding 3** Zij- en bovenaanzicht van de configuratie van de bevochtigingsinstallatie in de bewaarcel. De positie van de monsterkisten die op vochtverlies en kwaliteit zijn gemonitord is in groen aangegeven, deze posities waren identiek bij de controlecel.

## 2.2 Kwaliteitsbeoordelingen

Naast de hierboven beschreven monitoring van vochtverlies is de kwaliteit van de vruchten ook gevolgd. Per object / positie in de cel zijn steeds twee monsters van 20 vruchten beoordeeld op kwaliteit. Dit is gebeurd bij inslag en na bewaring van de peren. Tevens is door nabewaring bij hogere temperatuur wordt de kwaliteit aan het einde van de keten gesimuleerd (uitstalleven). Dit is uitgevoerd bij 18 °C en 75% RV. Bij inslag van de proef was de uitstalperiode 7 dagen, na bewaring is een periode van 5 dagen aangehouden vanwege de gebruikelijke snellere verzachting na bewaring.

### 2.2.1 Kwaliteitsbepalingen

Bij inslag van de peren in de bewaarcellen zijn monsterkisten op specifieke posities gemerkt. Deze kisten zijn bij inslag gewogen en bij celopening nogmaals om het gewichtsverlies te kunnen bepalen op verschillende posities in de proefcellen.

Daarnaast zijn bij inslag en uitslag monsters van 40 vruchten verzameld van de verschillende objecten, waaraan direct en na een uitstalperiode bij 18°C de volgende kwaliteitsmetingen zijn gedaan:

- Hardheid  
De stevigheid van de peren ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) is gemeten met een geautomatiseerde penetrometer (Fruit Texture Analyzer, Güss, South Africa) voorzien van een perenplunjer.
- Grondkleur  
De kleurbepaling van de groene grondkleur is uitgevoerd door individuele vruchten m.b.v. een voor peren geschikte kleurkaart te scoren en daaruit een partijgemiddelde te berekenen. Deze kleurkaart heeft een score van 1 tot 5 in stappen van 0.5, waarbij een lage score groen is en een hoge score geel.
- Slapscore  
De slapscore geeft de mate van “slappe nekken” van een partij aan, een met vochtverlies samenhangend kwaliteitsprobleem van Conference peren. Zie toelichting hieronder.
- Suikergehalte  
Het totaalgehalte aan opgeloste stof is bepaald met een digitale refractometer in °Brix. Dit wordt i.h.a. als handzame maat voor het suikergehalte gebruikt. Hiervoor is per vrucht een representatief deel vermalen tot een mengmonster per object waaruit in duplo het suikergehalte bepaald is.
- Uit- en inwendige afwijkingen

Toelichting slapscore:

Door per vrucht een score te geven op basis van de al dan niet aanwezige rimpeling volgens onderstaande tabel, kan een gemiddelde slapscore per partij berekend worden. De score loopt van 0 (geen enkel probleem) tot 4 (alle vruchten ernstig slap)

score	omschrijving	toelichting
0	OK	visueel geen rimpels waarneembaar, nek voelt stevig aan bij lichte poging tot buigen, ook dan geen rimpeling zichtbaar
1	rimpels bij buigen	visueel geen rimpels waarneembaar, bij lichte poging tot buigen met de duim veert de nek, en een lichte rimpeling wordt zichtbaar
2	eerste rimpeltjes zichtbaar	bij beschouwing van dichtbij zijn kleine rimpeltjes zichtbaar
3	rimpels licht	rimpels in de nek zijn zonder moeite/twijfel zichtbaar
4	rimpels duidelijk	rimpels in de nek zijn duidelijk geprononceerd

### 2.3 Statistiek

Om te bepalen of verschillen in gewichtsverlies en kwaliteitsparameters tussen peren bewaard met of zonder Contronics bevochtiging statistisch betrouwbaar zijn is statistisch getoetst met een Student T-toets ( $p < 0.05$ ).



## 3 Resultaten en discussie

### 3.1 Uitvoering proef

De proeven zijn uitgevoerd in twee aangrenzende perencellen.

Cel 116 is uitgerust met Contronics bevochtiging, cel 118 was de controlecel.

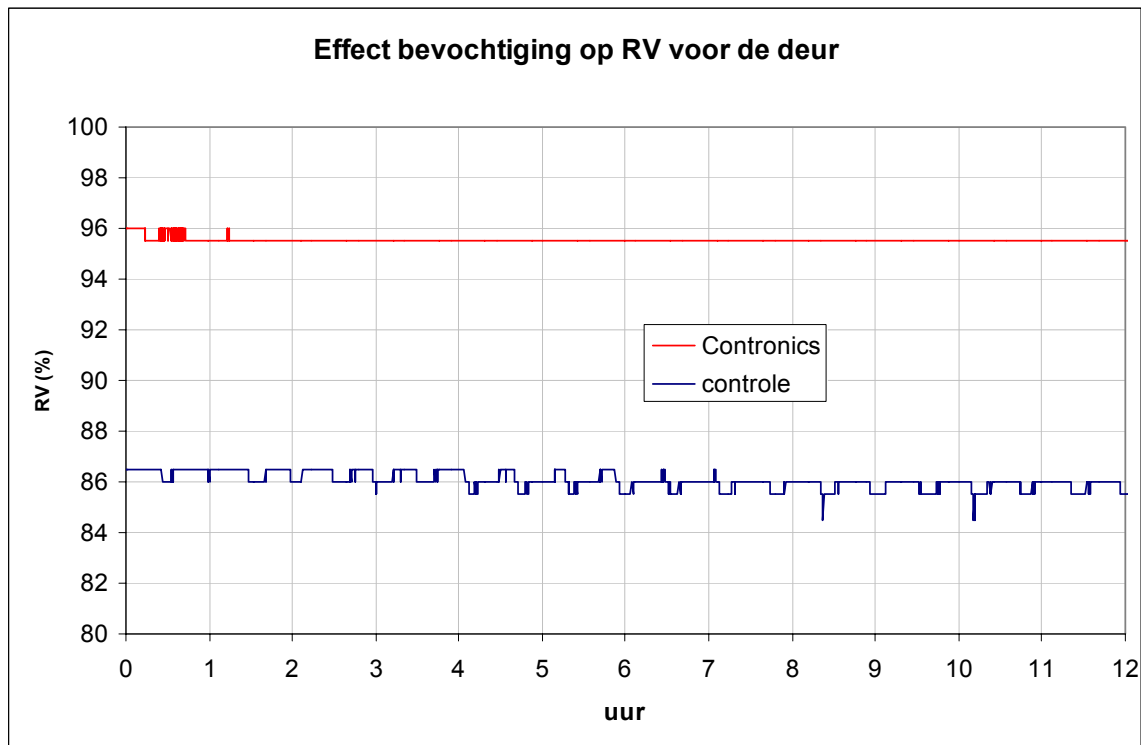
Inslag was in week 37. In beide cellen vormden peren van eenzelfde herkomst (10791) de bulk, uit deze herkomst zijn de stapelkisten voor vochtverlies- en kwaliteitsbepalingen genomen. Per cel zijn 6 stapelkisten gemarkeerd en gewogen bij inslag volgens schema in Afbeelding 3. Tevens zijn monster voor kwaliteitsbepaling bij oogst genomen. Beide cellen zijn in februari geopend: de controlecel op 3 februari, de cel met bevochtiging op 13 februari. Deze 10 dagen verschil zijn in een praktijkproef zeer acceptabel. De ervaring leert dat op een bewaarduur van 175 dagen deze 10 dagen verschil geen grote impact hebben op gemeten vochtverlies en kwaliteitsverloop.

### 3.2 Bevochtiging en vochtafgifte

De bevochtigingsinstallatie is bij inslag in gebruik gesteld in de proefcel. Gedurende de gehele periode heeft deze probleemloos en storingsvrij gefunctioneerd. In de beginperiode is een oorspronkelijke RV-controller vervangen door het in de beschrijving vermelde type vanwege o.m. de mogelijkheid om data te loggen. Bij tussentijdse meting werd een injectie van 0.6 liter per uur bepaald. Gedurende de gehele periode heeft de bevochtiger vrijwel continu maximaal gewerkt bij een RV van de ingaande lucht van 94-96%, hetgeen strookte met incidentele metingen in de cel.

#### 3.2.1 *RV metingen in de wachtperiode*

Door het plaatsen van gekalibreerde RV sensoren op de relatief ongunstigste plaats in de cel is getracht een beeld te krijgen van het effect van de Contronics bevochtigingsinstallatie in de wachtperiode. De test is uitgevoerd nadat de peren al ruim een week goed ingekoeld waren. Per cel werd een logger op de één na onderste kist links voor de deur gelegd (ca. 1 meter hoogte), op de peren. Op deze positie is het dampdrukdeficiet, de drijvende kracht voor ontvochtiging, veelal het hoogst.

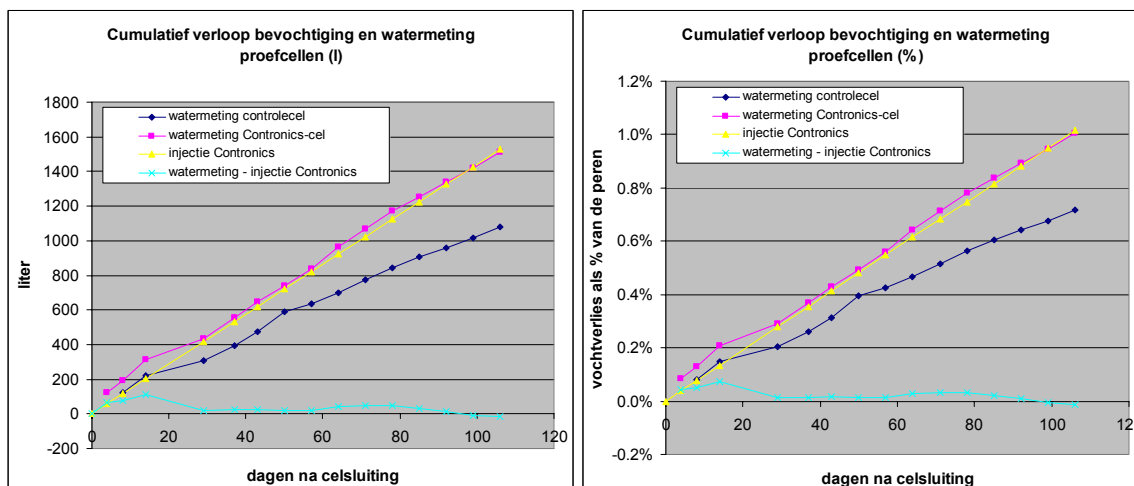


**Afbeelding 4** *RV in de proefcellen in de wachtperiode. RV in de cel met Contronics bevochtigingsinstallatie is gemiddeld 95.5% tegen 86% in de controlecel zonder bevochtiging.*

Zoals in Afbeelding 4 te zien is ligt de RV op deze ongunstige positie met bevochtiging beduidend hoger dan zonder: resp. 95.5 en 86% RV. De temperatuur op deze positie was op dat moment  $-0.05^{\circ}\text{C}$ . De hogere luchtvochtigheid in de bevochtigde cel zorgt voor een lager dampspanningsdeficiet en zo voor minder vochtverlies. In dit geval resp.  $0.22$  en  $0.67 \text{ g/m}^3$ , een substantieel verschil.

### 3.2.2 *Verloop bevochtiging en waterafgifte tijdens CA-conditionering*

Door het smeltwater van de verdamper op te vangen en regelmatig te meten is de hoeveelheid water die op deze wijze de cel verlaat in kaart gebracht in beide cellen. De hoeveelheid werkelijk geïnjecteerd water is halverwege de proef bepaald door Contronics op 0.6 liter per uur. Op basis van 150 ton peren per cel is de hoeveelheid vocht ook uitgedrukt in % van het productgewicht in de cel, zie Afbeelding 5.



**Afbeelding 5** Het cumulatieve verloop van de waterafgifte via de koeler in de controle-cel en die met Contronics bevochtiging. Links in liters, rechts in %. Tevens is de hoeveelheid geïnjecteerd water en het verschil watermeting - injectie te zien.

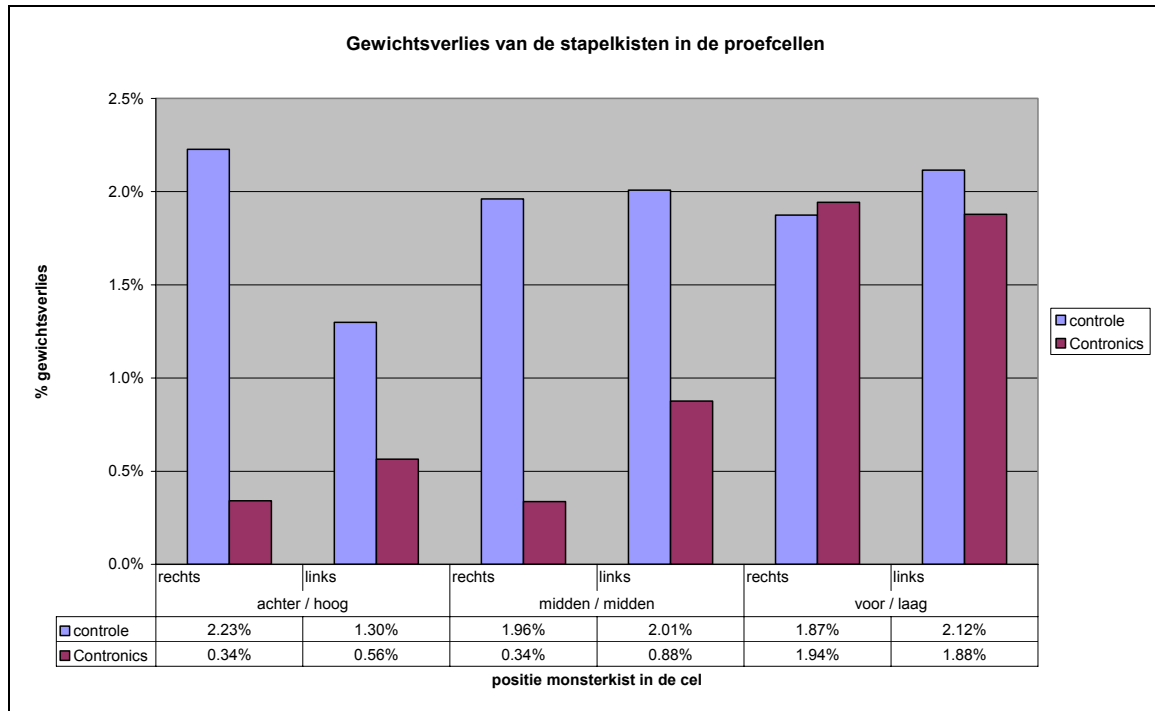
De waterafgifte van de controlecel ligt lager dan bij de cel met bevochtiging, resp. 2.07 en 2.86 liter per ton per maand. In de bevochtigde cel wordt echter water ingebracht door de bevochtigingsinstallatie, die het vochtverlies via de verdamper echter vrijwel helemaal compenseert. Uiteindelijk is de netto balans in de cel met bevochtiging dan -0.07 liter per ton per maand. Aangezien er ook vocht via regelacties de cel verlaat en ook het fust vocht opneemt, zal de werkelijke balans niet negatief zijn, anders was er toenemende ijsvorming zichtbaar geweest, maar het vochtverlies via de verdamper lijkt door bevochtiging dus vrijwel geheel gecompenseerd te zijn. In de beginperiode (eerste 3 weken) lijkt er nog mogelijk wel een beperkte verbetering aanwezig door een grotere capaciteit verdamper toe te passen, maar het continu maximaal bevochtigen heeft in dit geval dus tot een zeer strak resultaat geleid. Een grotere bevochtigingscapaciteit zou ook met name in de wachtperiode gunstig kunnen werken op een verdere beperking van het vochtverlies.

### 3.2.3 Ijsvorming

Vanaf eind oktober was onder/voor de inblaaspijp van de bevochtiging sprake van een lichte aangroei van ijskristallen in de cel met bevochtigingsinstallatie. Het betrof met name een stapelkist die iets boven de normale stapelhoogte uitstak juist achter de inblaaspijp. Gedurende de proef bleef de ijsvorming tot deze positie beperkt. Het betrof een "luchtig" poederijslaagje en vormde geen probleem. Mogelijk is dit geheel te voorkomen door een iets hogere positionering van de inblaaspijp en/of gelijkmatige stapeling, zodat de kans afneemt dat de verzadigde lucht direct tegen koude peren blaast en wat aanvriest. Gezien ervaringen met andere bevochtigingsystemen waarbij soms sprake was van ernstige ijsvorming over de hele cel is dit echter een bijzonder goed resultaat.

### 3.3 Gewichtsverlies stapelkisten tijdens bewaring

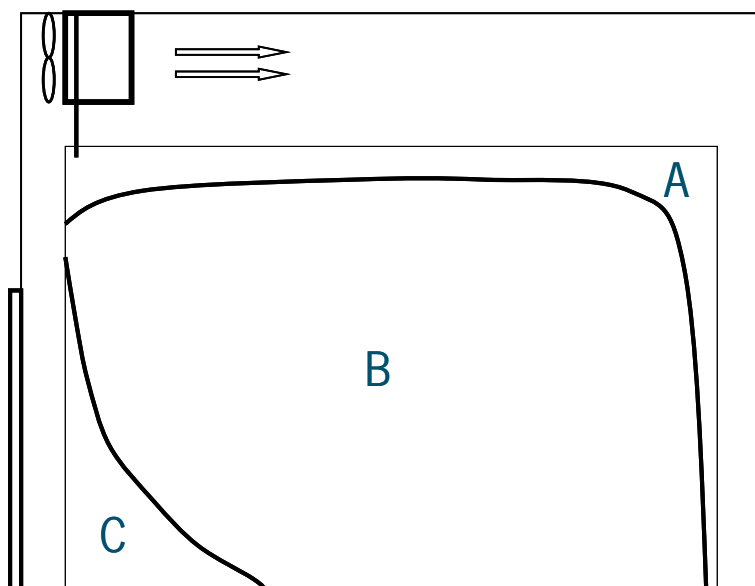
Vochtverlies is verreweg de belangrijkste oorzaak van gewichtsverlies in de perenbewaring. Onderstaand de resultaten van de gewichtsverliezen van de afzonderlijke stapelkisten.



Gemiddeld is het gewichtsverlies 1.91% in de controlecel t.o.v. 0.99% in de bevochtigde cel, dit is een statistisch betrouwbaar verschil.

Voor beide cellen gaf de positie van de bakken links of rechts in de cel geen statistisch betrouwbaar verschil. Dit geeft aan dat het celklimaat in de breedte van de cel niet verstoord is geweest door bv. ongelijk functionerende verdampers in de cellen.

In de bevochtigde cel maakt de positie van de stapelkisten in de lengte/hoogte van de cel wel een verschil: de kisten laag bij de deur (voor/laag) geven een statistisch betrouwbaar hoger gewichtsverlies dan die in het midden (midden/midden) of achterin (achter/hoog), die gelijkwaardig waren. Deze verdeling strookt met de bevindingen uit eerder onderzoek naar bevochtiging van peren in het kader van het Kwalicon-project, zie Afbeelding 6. Duidelijk is dat de bulk van de cellading profiteert van de bevochtiging.



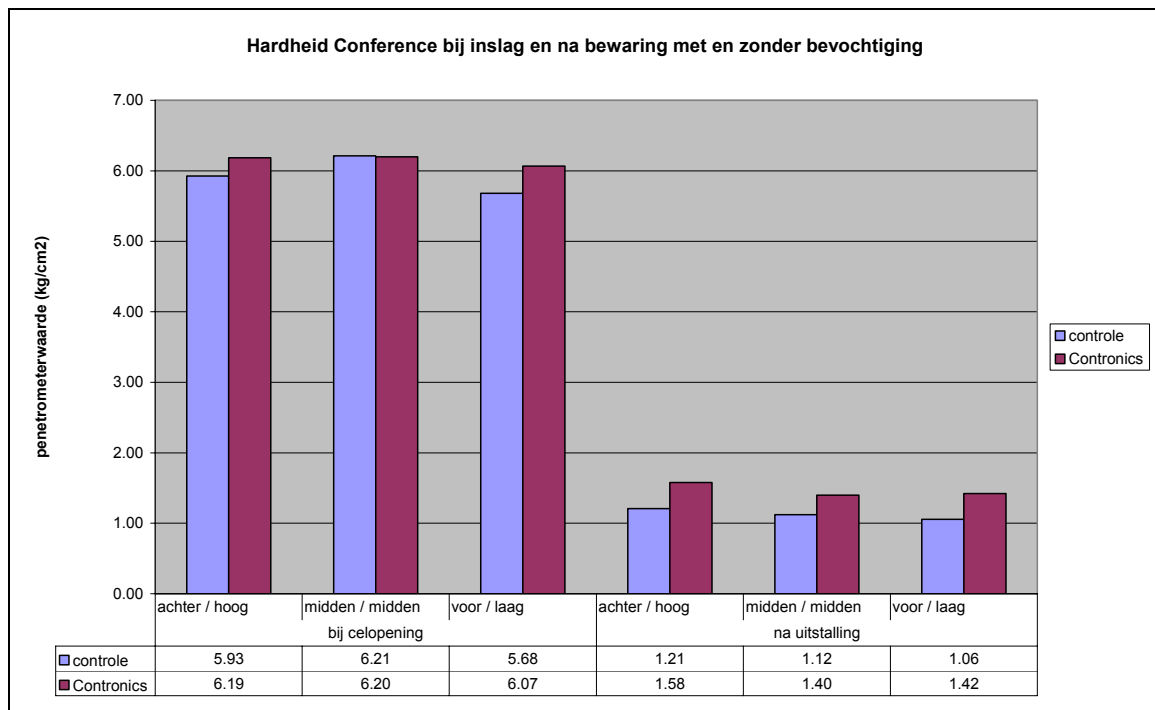
**Afbeelding 6** Globale verdeling van een perencel in temperatuurzones met A als koudste en C als warmste plaats in de cel, hetgeen gerelateerd is aan het lokale vochtverlies. In deze proef heeft de bevochtiging geresulteerd in significante beperking van het vochtverlies in zone A en B, zodat het overgrote deel van de cellading voordeel heeft van deze bevochtiging.

### 3.4 Kwaliteitsbeoordelingen

Aan het einde van de bewaarperiode is bij celopening en na een uitstalperiode van 5 dagen de kwaliteit van de peren beoordeeld. Als check of de monsters homogeen genoeg waren om betrouwbare uitspraken te genereren is het vruchtgewicht van individuele vruchten bepaald van de verschillende monsters. Dit bleek gemiddeld 288 g met een standaarddeviatie van 54 g. De verschillen tussen de behandelde monsters en de controle was statistisch niet significant.

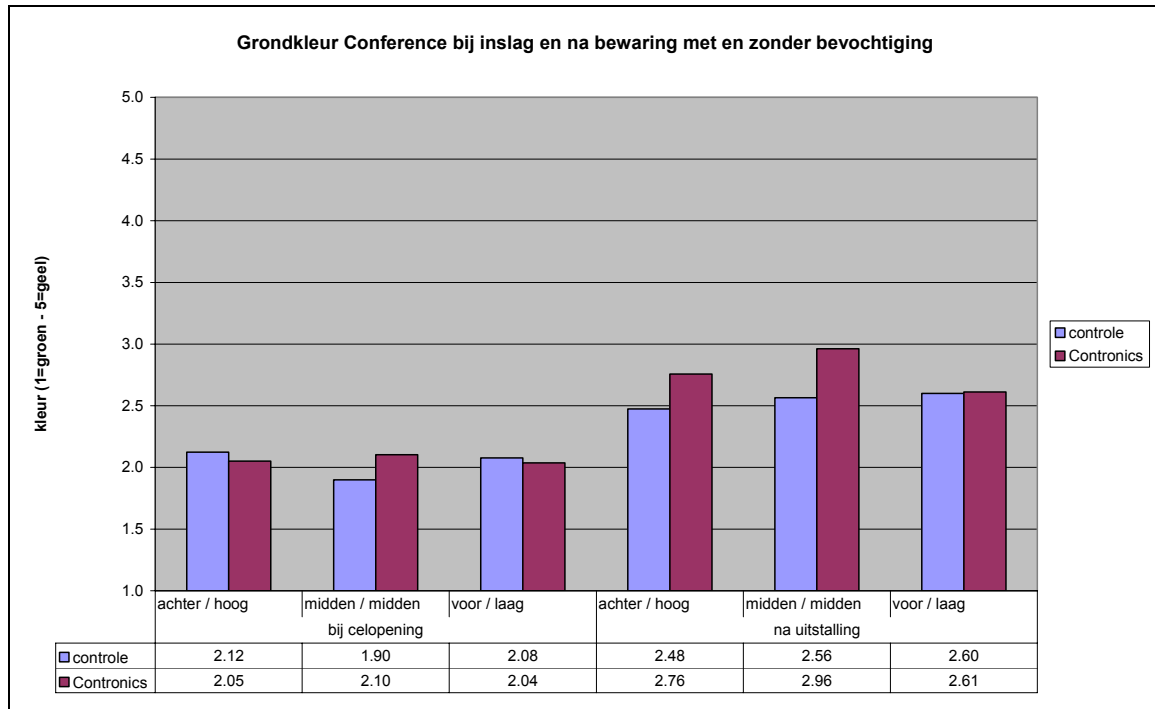
Voor de overige kwaliteitsparameters bleek er binnen de cellen geen statistisch betrouwbaar verschil te zijn tussen de monsters links of rechts uit de cel, zodat de resultaten hiervan steeds gemiddeld zijn weergegeven.

### 3.4.1 Hardheid



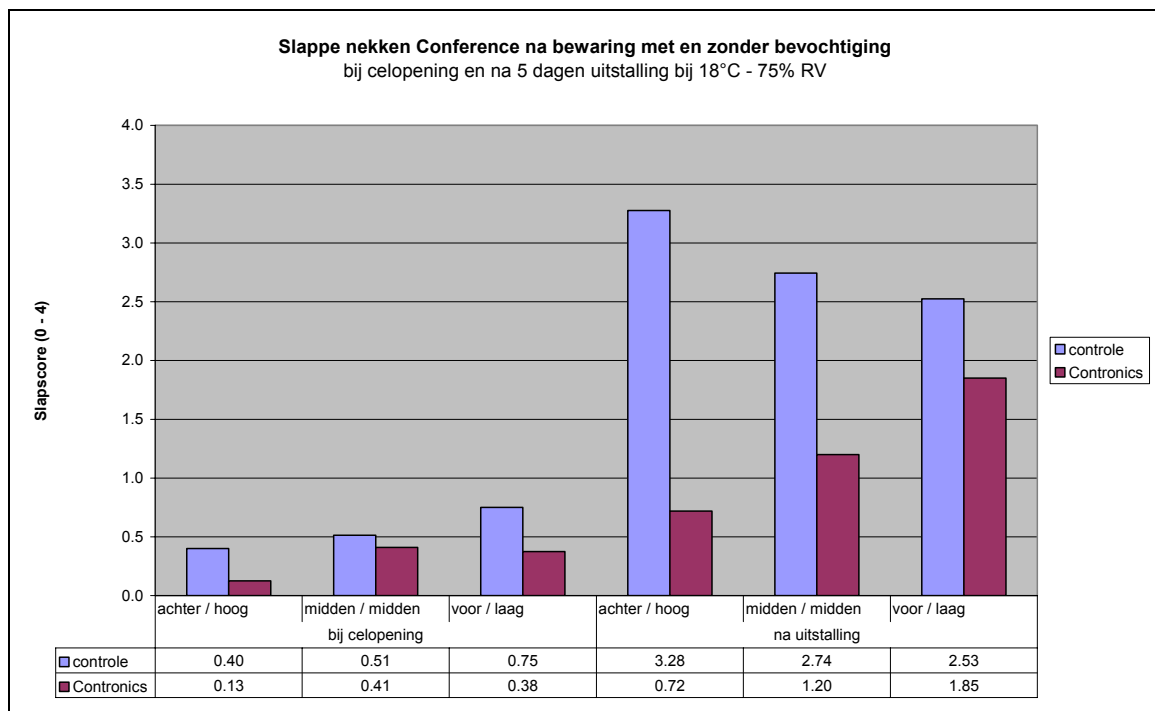
De stevigheid is na bewaring gemiddeld 5.9 (Controle) en 6.2 kg/cm<sup>2</sup>(Contronics). Dit verschil is nog juist statistisch significant. Na uitstalling zijn de peren flink zacht en maar het verschil relatief groter geworden en duidelijk statistisch betrouwbaar. Het betreft een relatief klein verschil in hardheid, dat in veel andere experimenten met bevochtiging niet gevonden is. Gezien het beperkte karakter van dit experiment voert het te ver om op dit effect nadruk te leggen.

### 3.4.2 Grondkleur



De grondkleur was prima bij celopening en nog heel acceptabel na uitstalling. De gevonden verschillen waren statistisch niet verschillend.

### 3.4.3 Slapscore



De slapscore is een praktische indicatie voor slappe nekken. Een partij met een slapscore groter dan ongeveer 1 wordt in de handel als kwalitatief minder goed beschouwd. Hier is ook de slapscore na uitstalling bepaald om een indruk te krijgen van het gedrag later in de keten. De slapscore is na bewaring gemiddeld 0.56 (Controle) en 0.30 (Contronics). Na uitstalling zijn deze waarden resp. 2.85 en 1.26 en al deze verschillen zijn statistisch betrouwbaar. De bevochtiging heeft in deze proef dus direct bij celopening een positief effect opgeleverd, dat ook in de uitstalfase doorwerkt. Verwachting is dat bij qua vochtverlies kwalitatief minder goede peren of bij langere bewaarduur dit effect commercieel groter zal kunnen zijn.

#### *3.4.4 Suikergehalte*

Het suikergehalte bij inslag was gemiddeld 13.6 °Brix. Na bewaring was dit gemiddeld 14.9 °Brix, de toename is verklaarbaar door zetmeelomzetting na de oogst. Er werden geen statistisch relevante verschillen gevonden tussen bevochtigd / controle, de posities in de cel en moment van beoordeling. Dit lag ook niet in de lijn der verwachting.

#### *3.4.5 Uit- en inwendige afwijkingen*

De monsterperen waren van uitstekende kwaliteit, er zijn geen afwijkingen aangetroffen.



## 4 Conclusies

1. In deze proef in praktijkcellen van onverpakte Conference peren heeft de Contronics bevochtigingsinstallatie technisch uitstekend gefunctioneerd gedurende de inslag- en bewaarperiode:
  - a. geen storingen van betekenis
  - b. geen verstoring conditionering t.o.v. de controlecel
  - c. geen problemen met ijsvorming
  - d. uitstekende compensatie van de waterafvoer via de verdamper
2. Bevochtiging gaf een significant betrouwbare reductie van het gewichtsverlies van de bulk van de stapelkisten in de cel t.o.v. de controlecel (gemiddeld resp. 1.0 en 1.9%.) Het effect lokaal onder de verdamper was echter beperkt, maar dit betreft slechts een klein deel van de cellading.
3. Bevochtiging resulteerde in een significant betrouwbare reductie van de mate van “slappe nekken” bij de peren, ook op de ongunstige positie onder de verdamper. Dit effect was zelfs duidelijker na 5 dagen uitstalling bij 18°C.
4. De kwaliteit van de in deze proef gebruikte peren was uitstekend. De stevigheid was juist statistisch betrouwbaar hoger ( $0.2 \text{ kg/cm}^2$ ) in de bevochtigde cel. Dit laatste effect is niet eerder zo duidelijk waargenomen bij andere bevochtigings/verpakkingsproeven, zodat het niet past aan dit geringe verschil veel gewicht toe te kennen. Grondkleur en suikergehalte werden niet meetbaar beïnvloed.
5. Het technisch goed functioneren samen met een duidelijk meetbaar kwaliteitsvoordeel geeft aan dat bevochtiging met deze Contronics-bevochtiging een bruikbaar instrument is om in te zetten bij de bewaring van onverpakte peren.

## 5 Aandachtspunten en aanbevelingen

- Om het vochtverlies van Conference tijdens bewaring nog verder te beperken kan overwogen worden om de capaciteit van de ultrasoon-unit te verhogen. Dit zal vooral in de inslagperiode van belang zijn.
- Bij de gebruikte bevochtigingsinstallatie is de bovengrens (overdosering, toenemende ijsvorming) (net) niet bereikt, zodat regelacties niet nodig waren. Bij vergroting van de capaciteit van de ultrasoon-unit zal dit echter wel gaan spelen. De nu gemeten RV's in de module (94-96%) zijn een bruikbaar richtpunt als overdosering leidt tot ongewenste ijsvorming.
- Het bereiken van een beter effect op de “slechtste plaats” in de cel is mogelijk ook haalbaar door verder RV-verhoging
- Koppeling van (registratie van) het bevochtigingssysteem met het CA/temperatuurcontrole/regelsysteem kan de aantrekkelijkheid om het systeem toe te passen vergroten
- Het is van belang voldoende aandacht te besteden aan de lektheid van de bevochtigingsmodule

## **Dankbetuiging**

Praktijkproeven zoals hier uitgevoerd zijn alleen mogelijk met medewerking van de celbeheerder. Dank is dan ook verschuldigd aan de koelhuismanager van van Fruitmasters Veiling B.V. , dhr. Harry Beelen voor zijn actief meedenken en behulpzaamheid gedurende de proef.