



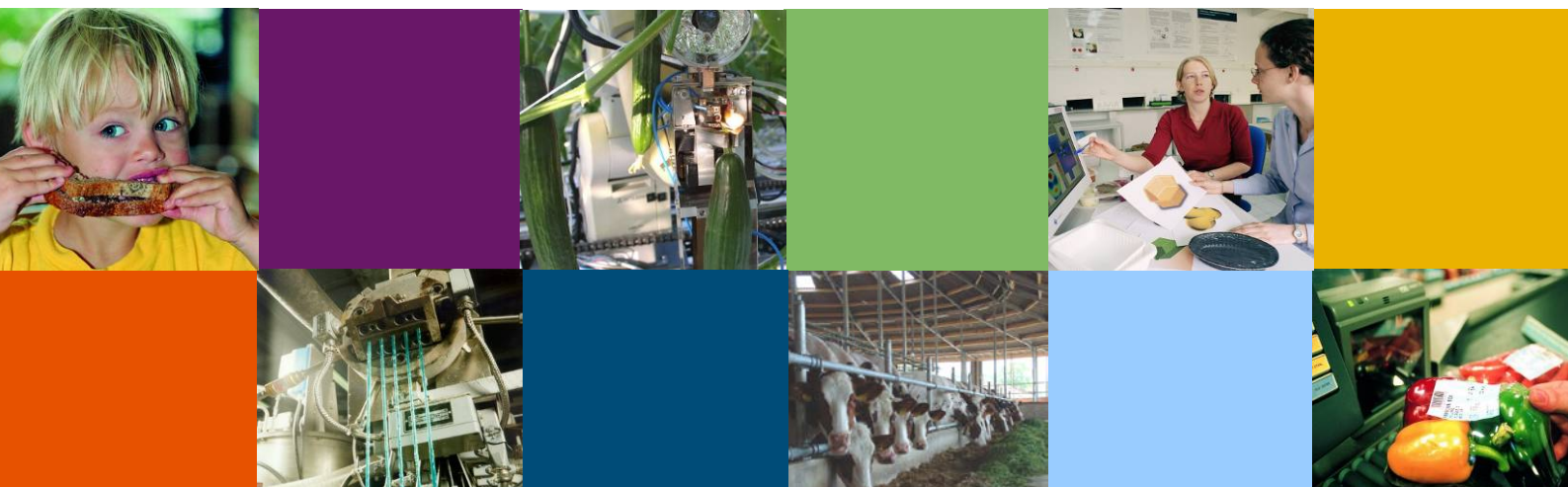
Koudetolerantie Phalaenopsis

GreenCHAINge onderzoek potplanten 2016

BO-25.07-001-001

Harmannus Harkema, Esther Hogeveen, Els Otma, Gerard Leentfaar

Rapport nr. 1698



Colofon

Titel	Koudetolerantie Phalaenopsis
Auteur(s)	Harmannus Harkema, Esther Hogeveen, Els Otma en Gerard Leentfaar
Nummer	Wageningen Food & Biobased Research nr. 1698
ISBN-nummer	978-94-6343-059-3
DOI	http://dx.doi.org/10.18174/401917
Publicatiedatum	6 januari 2017
Versie	Eindversie
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	
Goedgekeurd door	Janneke de Kramer
Review	Intern
Naam reviewer	Ernst Woltering
Financier	Productschap Tuinbouw en het Ministerie van EZ via het onderzoeksprogramma 'Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen' Innovatiethema 'Meer met minder', no. 239
Opdrachtgever	Ministerie van EZ via het onderzoeksprogramma 'Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen' Innovatiethema 'Meer met minder', no. 239

Wageningen Food & Biobased Research
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl/foodandbiobased-research

© Wageningen Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, 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.

Abstract

In various distribution chains, plants can get exposed for shorter or longer time to low temperatures. In the GreenCHAINge project, sensitivity of plants to temperature is investigated. Initial experiments carried out, showed chilling injury in Phalaenopsis plants after storage at 10 °C. In 2016 we continued the investigations of chilling tolerance of Phalaenopsis with the aim to define clear safe boundaries of time and temperatures. Moreover we aimed to get more insight in the variation between cultivars and to develop a test to predict chilling sensitivity of cultivars and/or batches. This report describes the results of these investigations.

Plants of three Phalaenopsis cultivars - Tropic Snowball, Atlantis and Pasadena - from 2 growers in the Netherlands, were exposed to 1, 4, 7 and 10 °C. The plants were stored in the dark. After this cold and dark storage the plants were placed in a 'living room', a room at 20 °C, 60% relative humidity and 12 hours light per day.

After storage at chilling temperatures, the first symptoms of injury usually appear with some delay. Mostly the chilling symptoms are clearly visible after 4 days in the 'living room'; after 7 days the symptoms are even more clear. The first visible symptoms after storage at 1-7°C are dry buds, hanging flowers and then drop of buds and flowers. After longer storage at these chilling temperatures, also the leaves show chilling injury in two out of the three examined cultivars.

The tested cultivars show variation in response to chilling. Tropic Snowball shows on average less drop of buds and flowers than Atlantis and Pasadena. Leaf quality of Atlantis is on average better than leaf quality of Tropic Snowball and Pasadena. A mixed load of the three examined cultivars can be stored without significant decrease in quality during:

- 6 hours at 1 °C
- 12 hours at 4 °C
- < 1 day at 7 °C
- < 2 days at 10 °C

The variation between cultivars is more clear at 10 °C than at 1 °C. At 10 °C there are more combined effects of leaf and flower/bud damage; at 1 °C the first symptoms of chilling injury appear in buds and flowers.

In the three examined cultivars when stored at 10 °C, we observed a linear correlation between the storage time and the plant quality after 7 days in the 'living room'. The difference between the response at different low temperatures, 1-4 °C versus 7-10 °C indicates different mechanisms (in different plant parts).

The described experiments were effective for quantifying chilling effects in Phalaenopsis. Especially using a storage temperature of 10 °C will clearly highlight the differences between the cultivars. Although at lower temperatures (1-7 °C) the chilling symptoms can be generated faster, these temperatures were less suitable to quantify the chilling sensitivity.

Inhoudsopgave

Abstract	3
1 Inleiding	6
2 Methoden	7
2.1 Proefopzet	7
2.2 Beoordeling	7
2.2.1 Beoordeling in 2013 en 2015	7
2.2.2 Beoordeling in 2016	8
2.2.3 Vergelijking met beoordeling volgens de VBN methode	8
2.3 Ontwikkeling snelle test op koudetolerantie	8
3 Resultaten	10
3.1 Uitgesteld effect van lage temperatuur	10
3.2 Vergelijking tussen jaren: opslag bij 10 °C	10
3.3 Opslag bij 1-4-7-10 °C	11
3.3.1 Opslag bij 1 °C	12
3.3.2 Opslag bij 4 °C	13
3.3.3 Opslag bij 7 °C	14
3.3.4 Opslag bij 10 °C	15
3.4 Verschillen tussen batches en cultivars	16
3.5 Veilige transporttijden bij 1-10 °C	17
3.6 Resultaten metingen ion lekkage	18
3.7 Waarde van de snelle test op koudetolerantie	18
4 Discussie	19
4.1 Schade door kou niet meteen te zien	19
4.2 Cultivars testen op koudegevoeligheid	19
4.3 Batcheffect	19
4.4 De snelle test op koudetolerantie	19
4.5 Bladvergeling bij Pasadena	20
4.6 Criteria veilige opslagtijden	20
5 Conclusies	21
Literatuur	22
Samenvatting	23
Dankbetuiging	25
Bijlage(n)	26

1 Inleiding

In het kader van het project GreenCHAINge zijn in 2013 en 2015 experimenten uitgevoerd met Phalaenopsis, waarbij planten opgeslagen werden bij 10-25°C. Het doel van deze proeven was het aangeven van grenzen aan de transporteerbaarheid van Phalaenopsis voor de praktijk en het verkrijgen van data voor een kwaliteitsverliesmodel. Uit dit onderzoek, en ook uit eerder onderzoek en uit de praktijk blijkt o.a. dat 10 °C schade geeft wanneer Phalaenopsis te lang bij deze temperatuur verblijft, en dat de ene cultivar gevoeliger is dan de andere (Harkema et al, 2015 en Tromp et al, 2015). Phalaenopsis planten kunnen koudeschade ondervinden na een verblijf van 21 dagen bij 15°C (Hou JiunnYan, 2011). Planten die 30 dagen bij 12 °C verblijven hebben een lager chlorofyl gehalte in het blad (Wang YuXiang, 2011). Phalaenopsis als snijbloem geeft eerdere bloemverwelking na 7-10 dagen opslag bij 7 °C (Huang ChaoChia, 1999) en planten die 8 uur bij 2, 4 en 7 °C verblijven vertonen plekjes en putjes op het blad (McDonnell, et al, 1978).

In de praktijk worden problemen ondervonden welke mogelijk terug te voeren zijn op koudeschade. Hoe vaak koude perioden zich voordoen, wordt door de praktijk verschillend beoordeeld van "komt zelden tot nooit voor" tot "komt wel degelijk voor". De ervaringen verschillen per keten. Soms worden potplanten kort opgeslagen samen met zuivelproducten (2-3 °C). Ook gebeurt het, met name wat later in de keten, dat de verwarming van de vrachtwagen wordt uitgezet, of dat de vrachtwagen niet geconditioneerd kan worden. In die gevallen is een temperatuur van rond 8 °C niet onmogelijk. Het temperatuurtraject van 1-10 °C bij verschillende blootstellingsduur blijkt dus relevant voor verschillende spelers in de Phalaenopsis-distributieketen.

Als vervolg op het onderzoek van 2013 en 2015 hebben we in 2016 onderzoek gedaan naar de tolerantie van Phalaenopsis cultivars voor lagere temperaturen bij verschillende tijdsduren. In dit rapport zijn zowel de in 2016 uitgevoerde proeven, als de in 2013 en 2015 verzamelde gegevens van bewaring bij 10 °C beschreven. Verder hebben we gewerkt aan de ontwikkeling van een test die snel aan moeten kunnen geven of een batch of een cultivar meer of minder gevoelig is voor blootstelling aan lage temperaturen. Dit kan een tool zijn voor selectie/veredeling op koudetolerantie. Een snelle koudetolerantie test kan ook de koudetolerantie van verschillende batches karakteriseren.

2 Methoden

2.1 Proefopzet

De planten voor deze proeven zijn rechtstreeks betrokken van een aantal telers, per ras 2 herkomsten. De planten (3-takkers in 12 cm pot) zijn in hoezen geleverd en zijn niet behandeld tegen ethyleen. Na aankomst in Wageningen hebben we de planten bij verschillende temperaturen en gedurende verschillende perioden opgeslagen in het donker. We hebben gekozen voor opslag bij 4 temperaturen en diverse opslagtijden die zijn afgestemd op de temperaturen, dusdanig dat we duidelijke grenzen gaan vinden waarbij wel of geen schadesymptomen verwacht worden. De proeven zijn uitgevoerd met de cultivars Tropic Snowball, Atlantis en Pasadena. Tijdens deze opslagperiode kregen de planten geen water. Na de opslag zijn de planten op schotels neergezet bij 20°C / 60% relatieve luchtvochtigheid (RV) en 12 uur per 24 uur licht; een simulatie van de huiskamer. Tijdens de huiskamersimulatie kregen de planten eens per week water. Er zijn proeven uitgevoerd in 2013 (Harkema et al, 2015 en Tromp et al, 2015)) en 2016 (Tromp et al, 2017). Tabel 1 geeft een overzicht van de opslagtijd x temperatuur-behandelingen die zijn uitgevoerd.

Tabel 1. Overzicht van de behandelingen met Phalaenopsis.

Cultivar	teler	jaar	maand	temperatuur en opslagtijd			
				1°C	4°C	7°C	10°C
Tropic Snowball	1	2013	juli				6 - 10 - 15 - 20 - 24 dagen
	1	2015	april				4 - 7 - 11 - 14 - 19 - 22 dagen
	2		mei				
	2	2016	feb	0.25 - 0.5 - 1 - 2 - 3 dagen	0.5 - 1 - 2 - 3 - 4 dagen	1 - 2 - 4 - 6 dagen	2 - 4 - 6 - 8 - 10 dagen
1	april						
Atlantis	1	2013	juli				6 - 10 - 15 - 20 - 24 dagen
	1	2015	april				4 - 7 - 11 - 14 - 19 - 22 dagen
	3		mei				
	1	2016	april	0.25 - 0.5 - 1 - 2 - 3 dagen	0.5 - 1 - 2 - 3 - 4 dagen	1 - 2 - 4 - 6 dagen	2 - 4 - 6 - 8 - 10 dagen
3	april						
Pasadena	2	2016	feb	0.25 - 0.5 - 1 - 2 - 3 dagen	0.5 - 1 - 2 - 3 - 4 dagen	1 - 2 - 4 - 6 dagen	2 - 4 - 6 - 8 - 10 dagen
	4		april				

2.2 Beoordeling

2.2.1 Beoordeling in 2013 en 2015

Deze proeven zijn gericht op transport en opslag bij optimale en suboptimale omstandigheden. De planten zijn beoordeeld na de blootstelling aan 10 °C en na 7 en 14 dagen in de 'huiskamer'. De beoordeling bevat de volgende kwantitatieve elementen:

- Qblad: kwaliteitscijfer voor het blad (1-5: 1 = zeer slecht, 5 = zeer goed)
- Qplant: kwaliteitscijfer voor de hele plant (1-9: 1 = zeer slecht, 9 = zeer goed); hierbij spelen de kwaliteit van het blad, knoppen en bloemen een rol; wanneer het blad uitstekend is en er worden mankementen aan knoppen en/of bloemen waargenomen (verkleuring, verdroging, val) dan komt dat tot uiting in Qplant. Wanneer er op de knoppen en bloemen niets aan te merken valt, en het blad laat te wensen over dan is dat te zien in Qblad en Qplant.

Zie voor een nadere specificering van de kwaliteitscijfers Bijlage 1.

2.2.2 *Beoordeling in 2016*

De proeven van 2016 zijn speciaal gericht op bewaring bij te lage temperaturen. De planten zijn beoordeeld na opslag en na 4, 7 en 10 dagen in de 'huiskamer'. De eerste symptomen van lage temperatuur bederf (LTB) zijn vooral te zien aan de knoppen en de bloemen, en pas in tweede instantie aan het blad. Daar hebben we de beoordelingsmethodiek op aangepast.

De beoordeling bevat de volgende kwantitatieve elementen:

- Qbloem: kwaliteitscijfer voor bloemen en knoppen (1 - 5: 1 = zeer slecht, 5 = zeer goed)
- Qblad: kwaliteitscijfer voor het blad (1 - 5: 1 = zeer slecht, 5 = zeer goed)
- Qplant: kwaliteitscijfer voor de hele plant (1 - 9: 1 = zeer slecht, 9 = zeer goed)
- Percentage knoppen en bloemen die in goede conditie zijn
- Percentage knoppen en bloemen die verkleurd, verdroogd, verwelkt of gevallen zijn.

Zie voor een nadere specificering van de kwaliteitscijfers Bijlage 1.

2.2.3 *Vergelijking met beoordeling volgens de VBN methode*

De VBN beoordeelt bladplanten met behulp van een schaal 1 - 5, vergelijkbaar met Qplant in het in dit rapport beschreven onderzoek (Ref 8). Voor Phalaenopsis wordt de kwaliteit van de knoppen en bloemen door de VBN omschreven in Ref 9.

De Qplant schaal van 1 - 9, zoals die gebruikt is in dit rapport, hanteert de VBN niet. Zie ook pagina 20: 4.6. Criteria veilige opslagtijden

2.3 **Ontwikkeling snelle test op koudetolerantie**

Het doel van een snelle test op koudetolerantie is om sneller de koudegevoeligheid van een batch of cultivar te kunnen bepalen, dan met een standaard simulatie met verschillende transporttemperaturen en tijdsduren en een volledige uitbloei-beoordeling.

Twee methodes zijn er gevolgd voor de ontwikkeling van een snelle test:

1. Opslag bij zeer lage temperatuur (1 °C) voor 1, 2, 3 dagen + visuele beoordeling (zoals beschreven in 2.2.2)
2. Opslag bij zeer lage temperatuur (1 °C) voor 1, 2, 3 dagen + ion lekkage metingen aan bloem (zoals hieronder beschreven)

Koudeschadesymptomen als gevolg van deze behandelingen zijn vergeleken met de visuele koudeschadebeoordeling na langere duur bij minder extreme temperatuur (4, 7, 10 °C).

Werkwijze ion-lekkage metingen:

Koudeschade gaat gepaard met verlies van membraan integriteit. Dit kan gekwantificeerd worden door de ionenlekkage van het planten weefsel te bepalen. Deze ionenlekkage kan worden gemeten als elektrische geleidbaarheid van water waarin een bepaalde hoeveelheid plantenweefsel is gebracht (EC = electric conductivity). Uitgedrukt als percentage van maximale ionenlekkage geeft deze ionenlekkage mogelijk een snelle meting van de mate van stress van een plant.

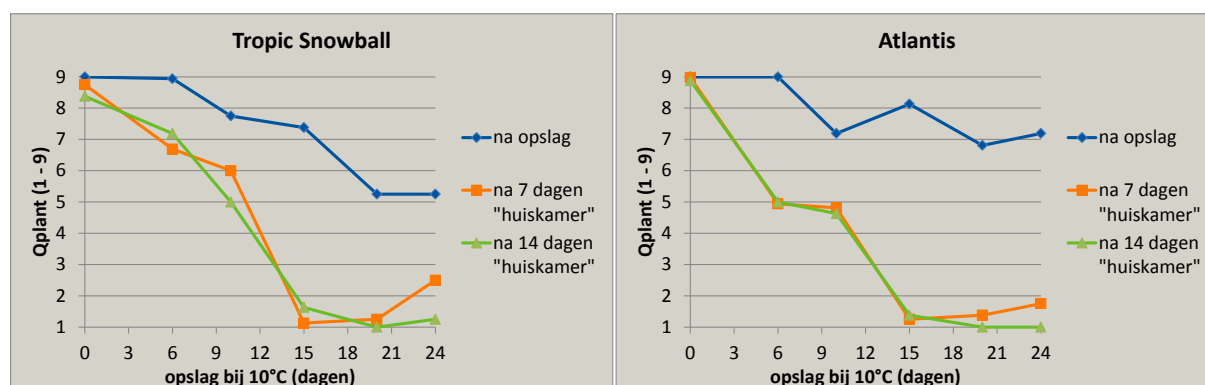
In een vooronderzoek is vastgesteld dat bij 1 °C de ionenlekkage in bloemen en bloemstelen al na korte blootstelling toeneemt; later neemt het ook toe in het blad. Er is gekozen voor metingen aan bloemen, omdat dan slechts één bloem per plant gebruikt hoeft te worden; voor het meten in bloemsteeltjes zijn minimaal 6 knoppen en/of bloemen per plant nodig.

De test is uitgevoerd aan planten binnen de proeven van 2016. Van de planten die 1, 2 en 3 dagen bij 1 °C zijn bewaard, worden van één bloem per plant 9 schijfjes bloemblad geponst, en in een plastic buis gebracht. Vervolgens wordt hier 20 ml Milli Q water (gedemineraliseerd water) aan toegevoegd en wordt twee keer de EC van de vloeistof gemeten: direct na het toevoegen van het water en 2 uur later. Tijdens deze periode worden de buizen geschud. Hierna worden de buizen een nacht in de vriezer bewaard (-20°C). Na ontdooien wordt opnieuw geschud en de EC bepaald. Na invriezen zijn alle cellen kapot en is de ionenlekkage, en dus de EC maximaal. De eerder gemeten ionenlekkage wordt uitgedrukt in een percentage van de EC na invriezen.

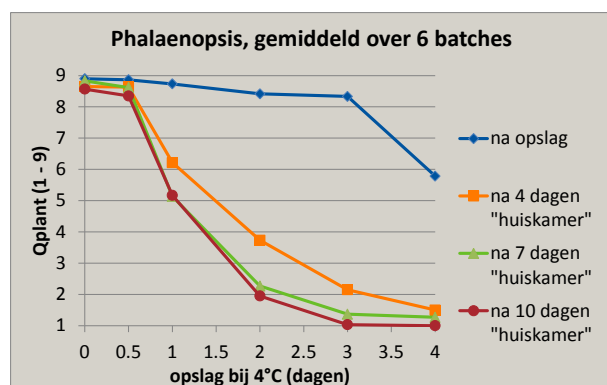
3 Resultaten

3.1 Uitgesteld effect van lage temperatuur

Figuur 1 en Figuur 2 dienen als voorbeelden om te laten zien dat het effect van opslag in de kou op de plantkwaliteit vaak niet of in mindere mate zichtbaar is onmiddellijk na de opslag. Het effect van opslag in de kou wordt pas na een aantal dagen zichtbaar. Naar aanleiding van deze resultaten hebben we besloten om het effect van de opslagvarianten in dit rapport te beschrijven op basis van de plant kwaliteit na 7 dagen in de huiskamer.



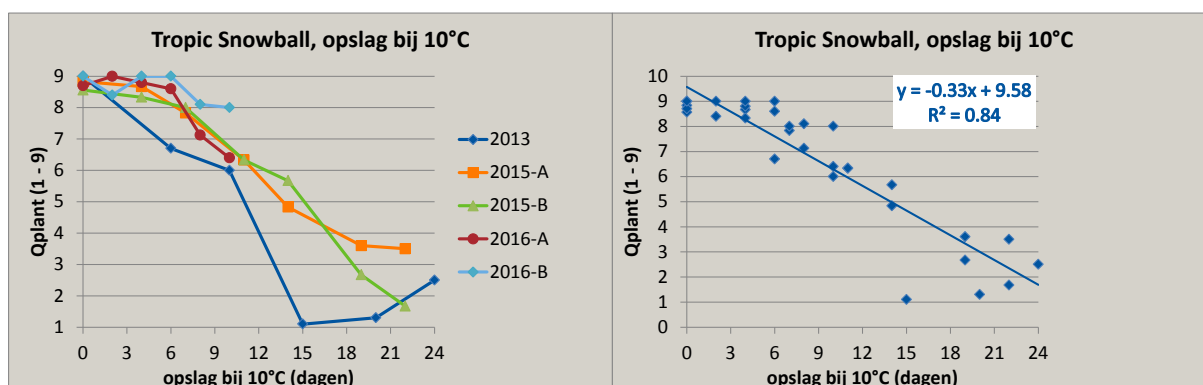
Figuur 1. Effect van opslag bij 10°C op de plant kwaliteit van de cultivars Tropic Snowball en Atlantis direct na opslag en na 7 en 14 dagen verblijf in de "huiskamer". Plant kwaliteit (Qplant) is gescoord op een schaal van 1-9, zie paragraaf 2.2.2)



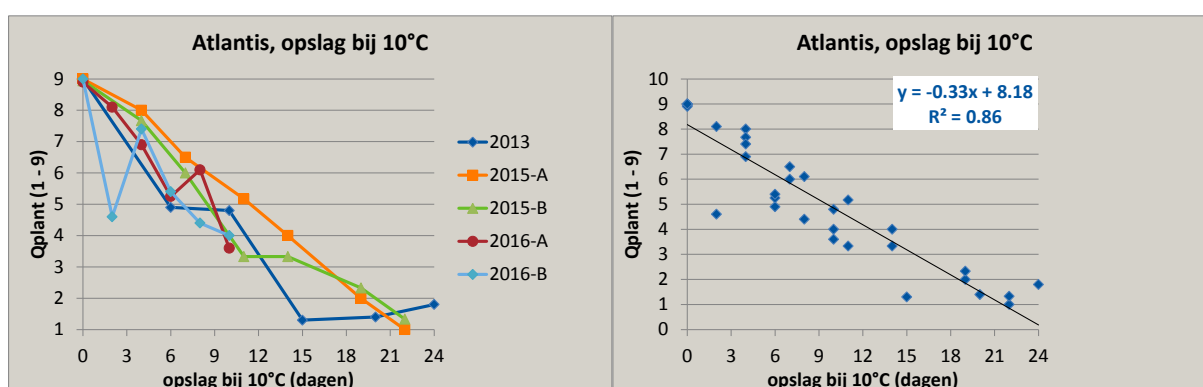
Figuur 2. Effect van opslag bij 4°C op de gemiddelde plant kwaliteit van 6 batches Phalaenopsis planten direct na opslag en na 4, 7 en 10 dagen in de "huiskamer". De resultaten zijn de gemiddelden van 2 batches van de cultivars Tropic Snowball, Atlantis en Pasadena. Plant kwaliteit (Qplant) is gescoord op een schaal van 1-9, zie paragraaf 2.2.2)

3.2 Vergelijking tussen jaren: opslag bij 10 °C

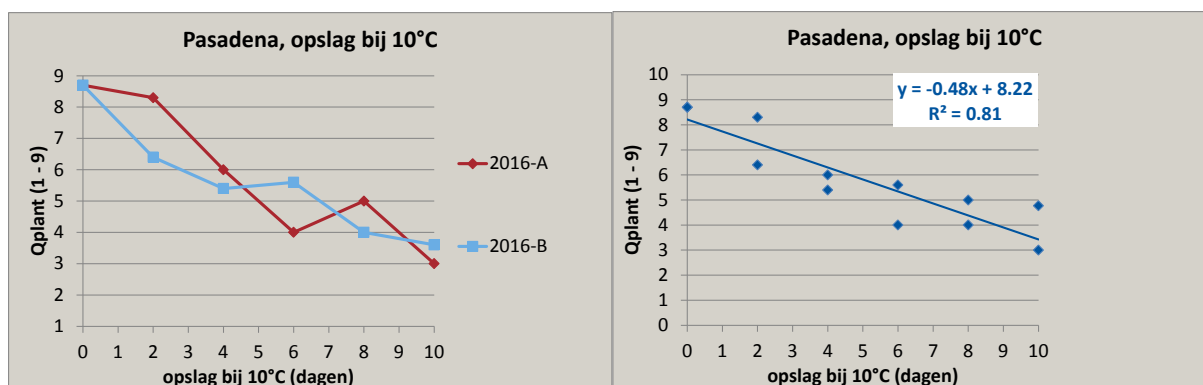
De figuren 3-5 geven een overzicht van de resultaten van opslag bij 10 °C van respectievelijk de cultivars Tropic Snowball, Atlantis en Pasadena. De planten van Tropic Snowball uit de eerste proef, in 2013, reageerden heftiger op 10 °C dan in de proeven van 2015 en 2016. Over het algemeen reageren de herkomsten volgens hetzelfde patroon op opslag bij 10 °C. Voor alle drie cultivars is er een lineaire correlatie met een correlatie coëfficiënt (R^2) van minimaal 0.8 tussen opslagduur en kwaliteit na 7 dagen uitstalleven.



Figuur 3. Tropic Snowball, effect van opslag bij 10 °C op de kwaliteit van de plant na 7 dagen in de huiskamer simulatie. Links een overzicht van 5 proeven; rechts de correlatie tussen opslag en kwaliteit. Elk punt is het gemiddelde van 5 - 8 planten. Plant kwaliteit (Qplant) is gescoord op een schaal van 1-9, zie paragraaf 2.2.2)



Figuur 4. Atlantis, effect van opslag bij 10 °C op de kwaliteit van de plant na 7 dagen in de huiskamer simulatie. Links een overzicht van 5 proeven; rechts de correlatie tussen opslag en kwaliteit. Elk punt is het gemiddelde van 5 - 8 planten. Plant kwaliteit (Qplant) is gescoord op een schaal van 1-9, zie paragraaf 2.2.2)



Figuur 5. Pasadena, effect van opslag bij 10 °C op de kwaliteit van de plant na 7 dagen in de huiskamer simulatie. Links een overzicht van 2 proeven; rechts de correlatie tussen opslag en kwaliteit. Elk punt is het gemiddelde van 5 - 8 planten. Plant kwaliteit (Qplant) is gescoord op een schaal van 1-9, zie paragraaf 2.2.2)

3.3 Opslag bij 1-4-7-10 °C

In 2016 hebben we bij 3 cultivars het effect van opslag bij 1, 4, 7 en 10 °C onderzocht. De geteste opslagtijden zijn afgestemd op de temperatuur. Bij 1 °C zijn de planten minimaal 6 uur en maximaal 3 dagen opgeslagen en bij 10 °C minimaal 2 dagen en maximaal 10 dagen. De Figuren 6-9 tonen het resultaat.

3.3.1 Opslag bij 1 °C

Figuur 6 toont de resultaten van opslag bij 1°C. De eerste symptomen van kou schade door opslag bij 1 °C is verkleuring (bij Tropic Snowball) en verdroging van de knoppen, slap worden van de bloemen en vervolgens knop- en bloemval. Vanaf 2 dagen bij 1 °C vertonen ook de bladeren schade.

Bloemen en knoppen

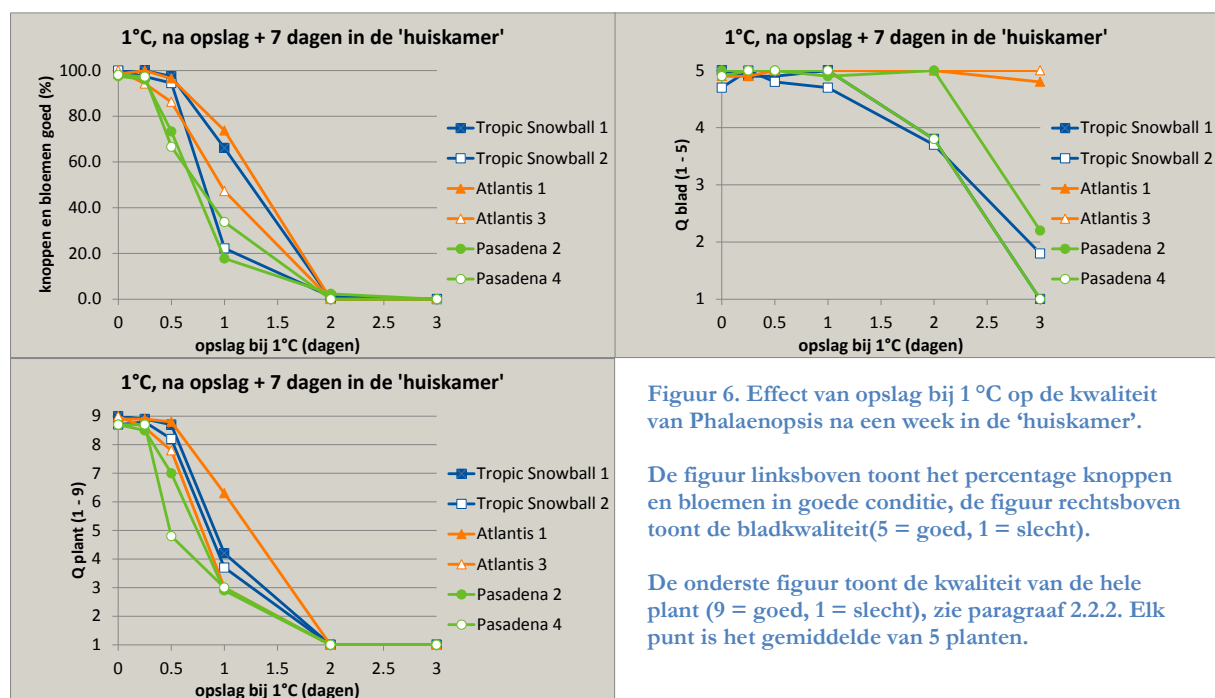
Alle batches Phalaenopsis blijken bestand tegen 6 uur opslag bij 1 °C. Bij Pasadena veroorzaakt 12 uur bij 1 °C koudeschadeverschijnselen, Tropic Snowball heeft na 12 uur bij 1 °C nog geen schade verschijnselen, bij Atlantis is er verschil tussen de batches. Opslag gedurende 1 dag bij 1 °C is voor alle 6 batches te lang, maar er zijn wel duidelijke verschillen in de mate van schade tussen de batches, na 2 dagen zijn er geen knoppen en bloemen meer in goede conditie.

Blad

Pas na 2 dagen bij 1 °C vertoont het blad van Tropic Snowball en van één van de batches Pasadena schade. Na 3 dagen bij 1 °C was er nog geen schade aan het blad van Atlantis.

Totale plant

Worden de verschijnselen van het blad en de knoppen en bloemen gecombineerd in Q plant dan blijkt dat er bij opslag bij 1°C in grote lijnen hetzelfde patroon te zien is als bij het percentage bloemen en knoppen in goede conditie.



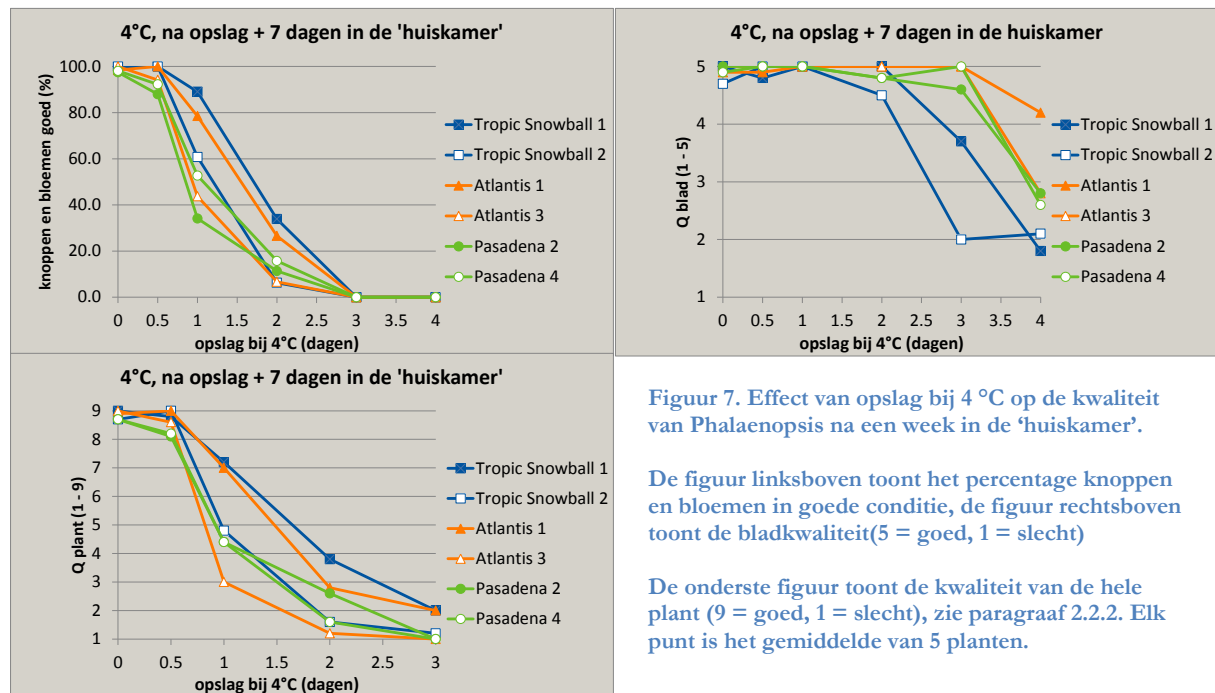
Figuur 6. Effect van opslag bij 1 °C op de kwaliteit van Phalaenopsis na een week in de 'huiskamer'.

De figuur linksboven toont het percentage knoppen en bloemen in goede conditie, de figuur rechtsboven toont de bladkwaliteit (5 = goed, 1 = slecht).

De onderste figuur toont de kwaliteit van de hele plant (9 = goed, 1 = slecht), zie paragraaf 2.2.2. Elk punt is het gemiddelde van 5 planten.

3.3.2 Opslag bij 4 °C

Uit Figuur 7 blijkt dat ook bij 4 °C aan de knoppen en bloemen de eerste symptomen van schade te zien zijn; pas na wat langere opslag vertonen ook de bladeren schade verschijnselen.



Figuur 7. Effect van opslag bij 4 °C op de kwaliteit van Phalaenopsis na een week in de 'huiskamer'.

De figuur linksboven toont het percentage knoppen en bloemen in goede conditie, de figuur rechtsboven toont de bladkwaliteit (5 = goed, 1 = slecht)

De onderste figuur toont de kwaliteit van de hele plant (9 = goed, 1 = slecht), zie paragraaf 2.2.2. Elk punt is het gemiddelde van 5 planten.

Bloemen en knoppen

Een verblijf van 12 uur bij 4 °C leidt niet tot schade. Na 24 uur opslag bij 4 °C vertonen alle batches, behalve één van de Tropic Snowball batches, schade. De verschillen tussen de batches zijn aanzienlijk. Na 2 dagen bij 4 °C vertonen alle batches schade aan de bloemen en knoppen.

Blad

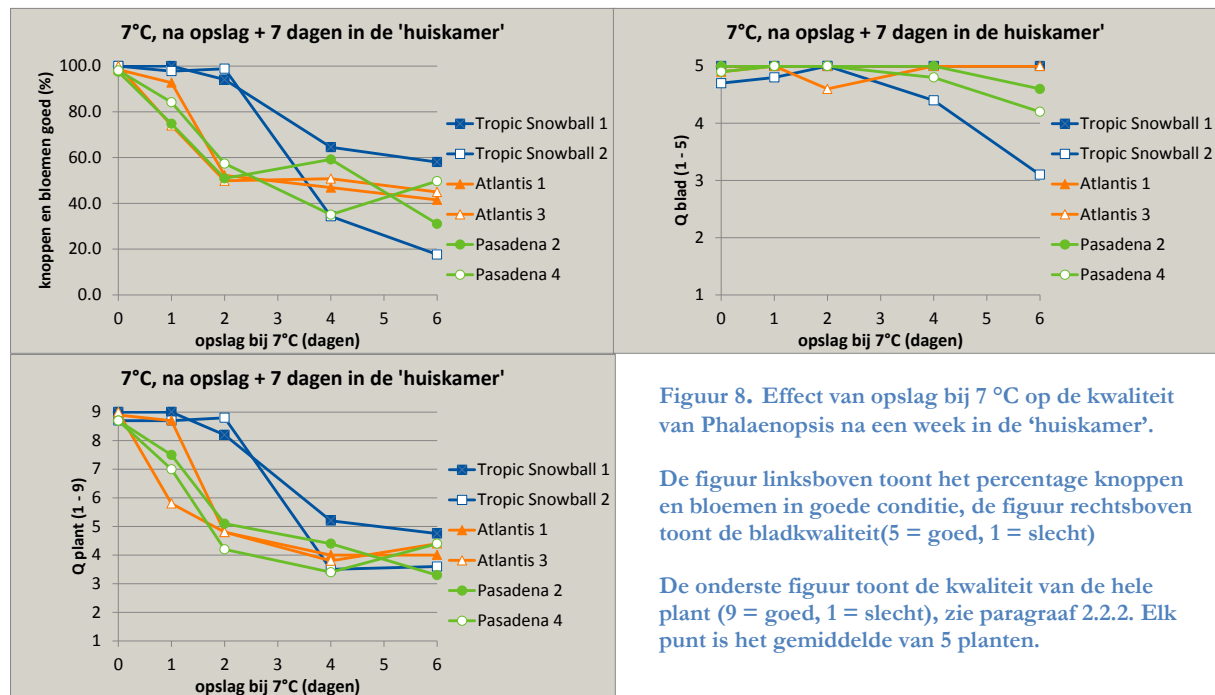
Na 3 dagen is er schade in het blad van Tropic Snowball waarneembaar; na 4 dagen vertoont het blad van alle batches schade, maar in verschillende mate.

Totale plant

Uit Figuur 7 blijkt dat, wanneer het gaat om de kwaliteit van de hele plant, in grote lijnen hetzelfde patroon te zien is, als bij het percentage knoppen en bloemen in goede conditie.

3.3.3 Opslag bij 7 °C

Figuur 8 geeft een beeld van de resultaten van opslag bij 7 °C. Ook bij 7 °C zijn er aan de knoppen en bloemen de eerste symptomen van koudeschade te zien; pas na wat langere opslag ook aan de bladeren.



Figuur 8. Effect van opslag bij 7 °C op de kwaliteit van Phalaenopsis na een week in de 'huiskamer'.

De figuur linksboven toont het percentage knoppen en bloemen in goede conditie, de figuur rechtsboven toont de bladkwaliteit (5 = goed, 1 = slecht)

De onderste figuur toont de kwaliteit van de hele plant (9 = goed, 1 = slecht), zie paragraaf 2.2.2. Elk punt is het gemiddelde van 5 planten.

Bloemen en knoppen

Na 24 uur opslag bij 7 °C vertonen Pasadena en één van de batches Atlantis de eerste symptomen van koudeschade; na 2 dagen is er aan Tropic Snowball nog niets te zien, van de andere cultivars zijn de helft van de knoppen en bloemen dan al afgeschreven. Opslag gedurende 4 dagen bij 7 °C is ook voor Tropic Snowball te lang. Na 4 en 6 dagen opslag bij 7 °C zijn er grote verschillen tussen de batches.

Blad

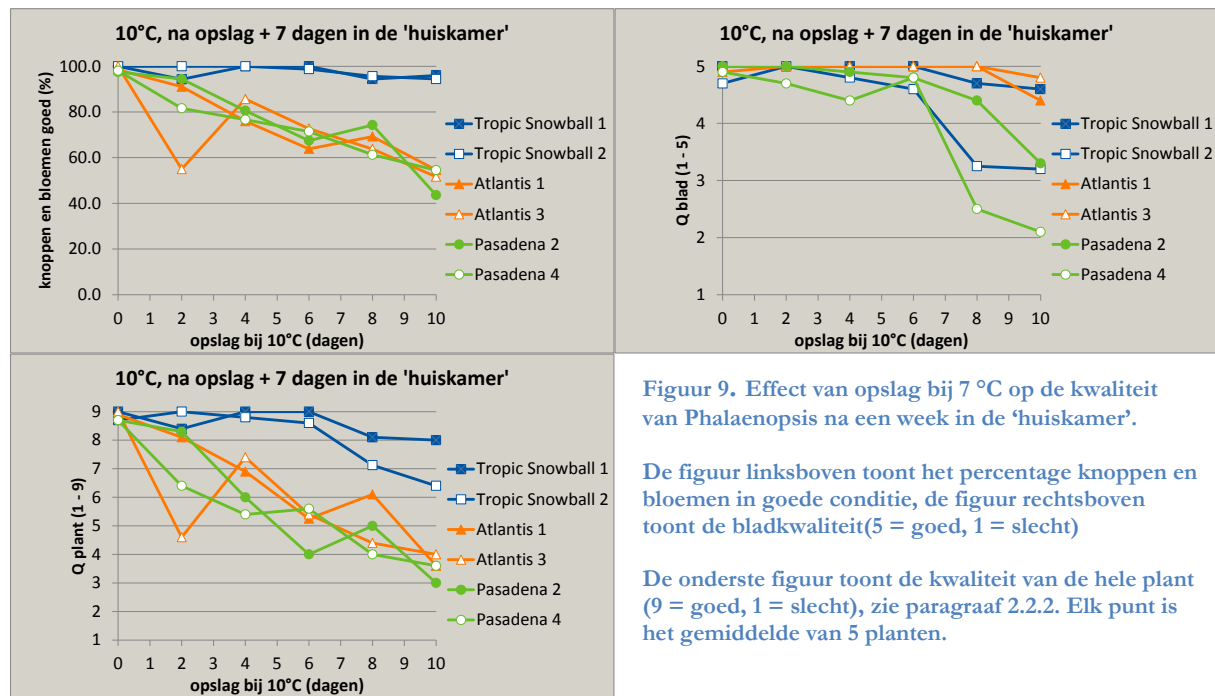
Het blad vertoont na 4 dagen bij 7 °C geen schadeverschijnselen. Na 6 dagen is het blad van Atlantis goed en één van de twee batches van Tropic Snowball en Pasadena vertoont dan schade.

Totale plant

Wanneer het gaat om de kwaliteit van de hele plant, is er in grote lijnen hetzelfde patroon te zien als bij het percentage knoppen en bloemen in goede conditie. Overigens is het effect van 7 °C minder duidelijk dan dat van 1 - 4 °C. Tropic Snowball vertoont na 2 dagen opslag minder schade bij 7 °C dan Atlantis en Pasadena. Het kwaliteitscijfer voor de hele plant daalt bij opslag bij 7°C niet onder de waarde 3.

3.3.4 Opslag bij 10 °C

Figuur 9 geeft een beeld van de resultaten van opslag bij 10 °C. Bij Atlantis en Pasadena zijn de eerste symptomen van schade zichtbaar in de knoppen en bloemen en pas bij langere opslagduur in het blad, net als bij opslag bij 1-7°C. Tropic Snowball reageert bij 10 °C anders: de eerste (en enige) symptomen zijn te zien in het blad.



Bloemen en knoppen

Aan de bloemen en knoppen van Tropic Snowball werd ook na 10 dagen opslag bij 10 °C geen koudschade waargenomen. Atlantis van teler 3 vertoont een wat grillig beeld. De uitschieter naar beneden na 2 dagen opslag bij Atlantis 3 lijkt toevallig te zijn. Eén van de batches Pasadena vertoonde al schade na 2 dagen bij 10 °C, de andere batch na 4 dagen.

Blad

Aan het blad van Atlantis en Tropic Snowball van teler 1 hebben we ook na 10 dagen opslag bij 10 °C geen schade waargenomen. Pasadena en Tropic Snowball van teler 2 vertoonde schade na 8 dagen bij 10 °C.

Totale plant

Tropic Snowball kan duidelijk beter tegen 10°C dan Atlantis en Pasadena. Het kwaliteitsverloop van Atlantis van teler 3 is enigszins grillig, zie de opmerking bij Bloemen en knoppen.

3.4 Verschillen tussen batches en cultivars

De drie cultivars verschillen in respons op kou. In de tabellen in de bijlagen 2-4 per cultivar aangegeven in hoeverre de symptomen te zien zijn aan de knoppen en bloemen enerzijds en het blad anderzijds.

Tropic Snowball:

Bij opslag bij 1-7 °C zijn de eerste symptomen te zien in de knoppen en bloemen, vanaf 2 dagen (1 °C), 2-3 dagen (4 °C) en 4-6 dagen (7 °C) ook in het blad. Na opslag bij 10 °C is de koudeschade vooral te zien in het blad, vanaf 4 dagen is er ook enige bladvergelting en vanaf 2 dagen is er in geringe mate knopverdroging te zien.

Atlantis:

De koudeschade is vrijwel alleen te zien aan de knoppen en bloemen; bij 4 °C vanaf 4 dagen vertoont het blad enige koudeschade en bij 10 °C na 7-10 dagen treedt er enige bladvergelting en koudeschade aan het blad op.

Pasadena:

Bij 1-4 °C zijn eerste symptomen te zien in knoppen en bloemen, maar vanaf 2-3 dagen (1 °C) en 3-4 dagen (4 °C) is er ook koudeschade aan het blad te zien. Bij 7-10 °C vertonen blad en bloemen koudeschade symptomen, na 2 dagen is de eerste bladvergelting te zien. Bij 10°C kan vanaf 8 dagen de bladvergelting de belangrijkste kwaliteit beperkende factor zijn.

De cultivars, en soms ook de batches, verschillen in respons op koude (Tabel 2). Het gaat hier om de heftigheid van de reactie als gevolg van opslag in de kou, gemiddeld over het temperatuurtraject 1 - 10 °C.

Tabel 2. Gemiddelden per batch en per cultivar. Binnen een kolom geldt dat cijfers met één of meer dezelfde letters niet van elkaar verschillen (ANOVA, p<5%).

cv	teler	knoppen en bloemen goed (%)		Qblad			
Tropic Snowball	1	69	a	4.52	bc	4.36	y
	2	61	b	4.20	d		
Atlantis	1	58	c	4.92	a	4.89	x
	3	51	d	4.87	a		
Pasadena	2	50	d	4.62	b	4.47	y
	4	51	d	4.31	cd		

Bloemen en knoppen

Gemiddeld reageert Tropic Snowball minder heftig op de kwaliteit van knoppen en bloemen dan Atlantis en Pasadena; Atlantis scoort iets beter dan Pasadena. Bij Tropic Snowball en Atlantis zijn er verschillen tussen de batches van dezelfde cultivar, hier is dus sprake van grotere variatie.

Blad

Atlantis reageert gemiddeld minder heftig op kou dan Tropic Snowball en Pasadena, beide batches scoren beter dan de andere batches. Bij Tropic Snowball en Pasadena scoren de batches verschillend.

3.5 Veilige transporttijden bij 1 - 10 °C

Tabel 3 geeft een overzicht van de veilige tijden voor het temperatuurtraject 1 - 10 °C per batch, per cultivar en voor een gemengd transport van de geteste batches. Per cultivar zijn de veilige tijden van de gevoeligste batch van die cultivar aangehouden (in de proef van 2016). Een opslagtijd is veilig wanneer er geen significant kwaliteitsverschil optreedt, vergeleken met niet opgeslagen planten. Voor de gemengde lading zijn de veilige tijden van de gevoeligste van de 6 batches aangehouden.

Een gemengde lading kan

- 6 uur bij 1 °C staan (Pasadena en Atlantis van teler 3 zijn beperkend)
- 12 uur bij 4 °C staan
- < 1 dag bij 7 °C staan (Pasadena en Atlantis van teler 3 zijn beperkend)
- < 2 dagen bij 10 °C staan (Pasadena van teler 4 is beperkend)

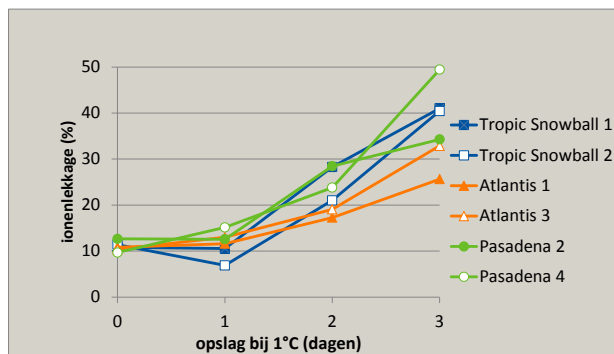
Tabel 3. Veilige tijden voor het temperatuurtraject 1 - 10 °C per batch, per cultivar en voor een gemengde lading van de 6 getoetste batches. Getoond worden de tijden waarbij er geen significant kwaliteitsverlies optreedt in vergeleken met niet opgeslagen planten.

cv	jaar	teler	1°C	4°C	7°C	10°C
Tropic Snowball	2013	1				< 6 dagen
	2015	1				< 7 dagen
	2015	2				7 dagen
	2016	1	12 uur	1 dag	2 dagen	≥ 10 dagen
	2016	2	12 uur	12 uur	2 dagen	6 dagen
	2013 - 2016	1 + 2	12 uur	12 uur	2 dagen	< 6 dagen
Atlantis	2013	1				< 6 dagen
	2015	1				< 4 dagen
	2015	3				< 4 dagen
	2016	1	12 uur	12 uur	1 dag	2 dagen
	2016	3	6 uur	12 uur	< 1 dag	2 dagen
	2013 - 2016	1 + 3	6 uur	12 uur	< 1 dag	2 dagen
Pasadena	2016	2	6 uur	12 uur	< 1 dag	2 dagen
		4	6 uur	12 uur	< 1 dag	< 2 dagen
	2016	2 + 4	6 uur	12 uur	< 1 dag	< 2 dagen
Gemengde lading			6 uur	12 uur	< 1 dag	< 2 dagen

3.6 Resultaten metingen ion lekkage

Figuur 14 geeft het verloop weer van de ionenlekkage, gemeten in ponsjes van de bloemen van Phalaenopsis planten die 1, 2 of 3 dagen bij 1 °C zijn opgeslagen. We hebben onmiddellijk na de opslag de monsters genomen.

Na 1 dag bij 1 °C is de ionenlekkage gemiddeld iets hoger dan die van niet opgeslagen planten. De ionenlekkage neemt toe na 2 en 3 dagen bij 1°C. Vanaf 2 dagen opslag hebben we onmiddellijk na opslag visuele koudeschade waargenomen.



Figuur 14. Ionenlekkage in Phalaenopsis bloemen.

3.7 Waarde van de snelle test op koudetolerantie

We hebben geprobeerd om per batch en per cultivar relaties te vinden tussen

- **de ionenlekkage in bloemen** die zijn blootgesteld aan 1 °C gedurende 1, 2, en 3 dagen en kwaliteitskenmerken van planten die langere tijd bij 4-10 °C zijn opgeslagen
- **visuele kwaliteitskenmerken** van planten die bij 1 °C zijn opgeslagen gedurende 1, 2, en 3 dagen en kwaliteitskenmerken van planten die langere tijd bij 4-10 °C zijn opgeslagen.

Geen van de pogingen leverde duidelijke correlerende resultaten op. Het is niet mogelijk gebleken om een test te ontwikkelen die binnen enkele dagen een voorspelling kan doen over de schade bij iets minder lage temperaturen. Het gaf geen eenduidig beeld.

4 Discussie

4.1 Schade door kou niet meteen te zien

Koudeschade is niet altijd meteen te zien. In extreme gevallen, zoals een verblijf van 2 dagen of langer bij 1 °C is er meteen na opslag in de kou al iets te zien aan met name de knoppen en bloemen. Echter, na kortdurende opslag in de kou (12 uur bij 1 °C), of na opslag bij wat mildere, maar toch schadelijke temperaturen, duurt het langer voordat de symptomen zichtbaar worden. Na 4 dagen bij 20 °C zijn de meeste symptomen te zien, na 7 dagen bij 20 °C nog veel duidelijker. Een langer verblijf bij 20 °C (14 dagen) na de kou maakt de zichtbare schade niet erger. Deze uitgestelde visuele symptomen brengen het gevaar met zich mee dat koudeschade het probleem wordt van 'de volgende schakel in de keten', de retailer bijvoorbeeld. In supermarkt, bouwmarkt of bij de bloemist staan de planten bij een hogere temperatuur op de consument te wachten. Juist daar kan een te lang verblijf bij te lage temperatuur in de schakel(s) daarvoor zichtbaar worden.

4.2 Cultivars testen op koudegevoeligheid

De resultaten in dit rapport tonen aan dat er cultivar- en batchverschillen zijn wat betreft de ernst en de aard van de koudeschade. Wil men rassen hierop testen dan is het aan te bevelen om op de verwachte duur*temperatuur combinatie(s) testen uit te voeren en te beoordelen na 7 dagen. Er zijn in dit onderzoek ook verschillen tussen batches aangetoond, dus men moet per ras ook voldoende herhalingen uitvoeren wil men iets kunnen zeggen over rasgevoeligheid.

4.3 Batcheffect

De teler- en seizoeneffecten zijn aanwezig in de resultaten van de verschillende batches. De batch Tropic Snowball uit 2013 reageerde bijvoorbeeld heftiger op 10 °C dan de batches in de jaren daarna. Een ander voorbeeld: Teler 1 heeft veel verschillende batches aangeleverd en zat vaak bij de gemiddeld betere beoordeling van de batches, er zou dus ook zeker een teelteffect kunnen zijn. We kunnen de effecten op basis van deze resultaten niet verklaren.

4.4 De snelle test op koudetolerantie

De voorspellende waarde van de gebruikte test is niet aangetoond. Met de kennis uit dit onderzoek kan dit ook verklaard worden. De ionenlekkage is gemeten aan bloemstijfjes van planten die bij 1 °C zijn opgeslagen; want koudeschade bij 1 °C wordt het eerst zichtbaar aan knoppen en bloemen. Bij opslag bij 7 - 10 °C spelen koudeschade verschijnselen in het blad een grotere rol. Bij deze wat mildere temperaturen spelen knoppen en bloemen een wat kleinere rol en het blad een grotere. De mate waarin koudeschade te zien is in het blad verschilt per cultivar: in Atlantis is vrijwel geen koudeschade te zien in het blad en in Pasadena is er bij 10°C vooral bladvergelting te zien. Het is, achteraf gezien dus ook niet verwonderlijk dat een meting in de bloem gecombineerde effecten in knoppen, bloemen en blad bij mildere temperaturen niet goed kan voorspellen.

4.5 Bladvergeling bij Pasadena

Na opslag bij 10 °C blijkt bladvergeling vanaf 8 dagen opslag beperkend voor kwaliteit te zijn. Dit zou kunnen duiden op de gevoeligheid van dit ras voor opslag in het donker. We bevelen aan om ook voor de optimale transporttemperatuur voor Phalaenopsis (15 °C) voor Pasadena na te gaan of dit ras geschikt is voor een langdurig transport in het donker.

4.6 Criteria veilige opslagtijden

De veilige opslagtijden uit Tabel 3 zijn gebaseerd op een significant verschil tussen niet opgeslagen planten en opgeslagen planten. De tabel bevat de veilige tijden op basis van de beperkende factor, meestal het percentage knoppen en bloemen in goede conditie, in een enkel geval de kwaliteit van het blad. Zou men als acceptatiegrens vaststellen 80% knoppen en bloemen in goede conditie en een Qblad van 4 na 7 dagen in de 'huiskamer', dan zouden de veilige opslagtijden nagenoeg dezelfde zijn geweest.

Voor het beoordelen van de kwaliteit van het blad is een schaal gehanteerd die in grote lijnen overeenkomt met de beoordelingswijze van de VBN. In de methodiek van de VBN is een plant niet meer verkoopbaar wanneer de bladscore < 3 is. Tijdens de consumentenfase worden planten afgeschreven wanneer 90% van de knoppen en bloemen afgeschreven is. Deze grens van 90% afgeschreven knoppen en bloemen is voor het doel van het onderzoek in dit rapport niet reëel, omdat we zoeken naar grenzen voor de hele keten, en niet voor de consumentenfase in het bijzonder. Verkoopbaarheid is wel aan de orde. Wanneer we de combinatie van minimaal 80% van de knoppen en bloemen in goede conditie en Qblad minimaal 3 aanhouden, dan zou dit wel een effect hebben gehad op de veilige opslag/transporttijd van Tropic Snowball bij 10°C; dit ras zou 10 dagen bij 10°C kunnen worden opgeslagen. Op de andere cultivars en op de veilige tijden van een gemengd transport heeft het geen invloed omdat de kwaliteit van knoppen en bloemen beperkend zijn.

5 Conclusies

- Het nadelig effect van een verblijf van Phalaenopsis planten bij lage temperaturen is niet altijd direct zichtbaar aan het eind van dit verblijf; het effect komt met vertraging van een aantal dagen in de 'huiskamer' aan het licht.
- Na 7 dagen is een goed beoordelingsmoment voor effecten van koude schade en om onderscheid tussen rassen en batches te kunnen maken.
- Cultivars en soms ook batches reageren in verschillende mate op blootstelling aan te lage temperaturen. In zeer extreme gevallen (2 dagen bij 1 °C en 3 dagen bij 4 °C) zijn er geen cultivar- en batchverschillen meer: alle planten zijn dan zeer slecht van kwaliteit
- Bij opslagtemperaturen 1-4-7 °C zijn de schade symptomen eerst te zien aan knoppen en bloemen. Bij 10 °C blijkt, met name bij Tropic Snowball en Pasadena, ook het blad symptomen van koude schade te vertonen.
- Na opslag bij lage temperaturen blijkt Tropic Snowball minder gevoelig voor knop - en bloemuitval dan Atlantis en Pasadena.
- Het blad van Atlantis is minder gevoelig voor schade dan dat van Tropic Snowball en Pasadena na opslag bij lage temperaturen.
- Een gemengde lading Phalaenopsis, bestaande uit de cultivars Tropic Snowball, Atlantis en Pasadena kan een verblijf van 6 uur bij 1 °C, 12 uur bij 4 °C, minder dan 24 uur bij 7 °C en minder dan 48 uur bij 10 °C doorstaan zonder kwaliteitsverlies.
- Een snelle test op koudetolerantie bij extreme koude temperatuur (1 °C voor 1, 2, of 3 dagen) om gevoeligheid te voorspellen voor koude op cultivar- of batchniveau blijkt geen goede correlatie te geven met schadesymptomen bij mildere temperaturen (4-7-10 °C).

Literatuur

1. McDonnell, D.B.; T.J. Sheenan, 1978. Anatomical aspects of chilling injury to leaves of Phalaenopsis Bl. HortScience 13 (6, sect. 1): 705 - 706
2. Huang ChaoChia; Wang TsuTsun; Huang HuiSui, 1999. Role of ethylene in the early senescence of chilling injured Phalaenopsis floret. Journal of Agricultural Research of China 48 (3): 84 - 100.
3. Wang YuXiang; Chen YuMiao; Shen TsaiMu, 2006. Effects of shipping temperature and durations on post-shipping growth of sphagnum moss grown Phalaenopsis. Journal of the Taiwan Society for Horticultural Science 52 (3): 311 - 320.
4. Hou JiunnYan; W.B. Miller; Chang YaoChien, 2011. Effects of simulated shipment on the carbohydrate status and post-shipping performance of Phalaenopsis. Journal of the American Society for Horticultural Science 136 (5): 364 - 371.
5. Harkema, Harmannus, Els Otma en Eelke Westra Rapport, 2015. Optimale en suboptimale ketens voor potplanten. GreenCHAINge onderzoek potplanten 2013 - 2014, rapport nr 1559, Wageningen Food & Biobased Research.
6. Tromp, Seth-Oscar, Harmannus Harkema, Hajo Rijgersberg, Eelke Westra, Ernst J. Woltering, 2015. Modelling the quality of potted plants after dark storage. Postharvest Biology and Technology 103: 9 - 16.
7. Tromp, Seth-Oscar, Harmannus Harkema, Esther Hogeveen, Hajo Rijgersberg, Ernst J. Woltering, 2017. On the validation of improved quality-decay models of potted plants. Postharvest Biology and Technology 123: 119 - 127.
8. <http://www.vbn.nl/nl-NL/Beoordelingskaarten%20Kamerplanten/Potplanten%20Algemeen.pdf>
9. <http://www.vbn.nl/nl-NL/Beoordelingskaarten%20Kamerplanten/Phalaenopsis%20in%20pot%20afschrijvingskaart%20140708.pdf>

Samenvatting

In de praktijk kunnen planten in verschillende distributie ketens korte of langere tijd aan lage temperaturen worden blootgesteld. Uit eerder onderzoek binnen dit project blijkt dat opslag van Phalaenopsis planten bij 10°C leidt tot koudeschade. In 2016 is het onderzoek naar koudetolerantie van Phalaenopsis voortgezet, met als doel het verkrijgen van veilige tijd - en temperatuurgrenzen. En verder was het doel om meer inzicht te krijgen in variatie tussen cultivars, en het ontwikkelen van een test om de koude gevoeligheid van cultivars en/of batches te kunnen voorspellen. Daarbij hebben we na overleg met betrokkenen uit de Phalaenopsis distributie keten gekozen voor het temperatuur traject 1-10 °C.

Planten van drie Phalaenopsis cultivars - Tropic Snowball, Atlantis en Pasadena - zijn blootgesteld aan 1, 4, 7 en 10 °C. Tijdens deze opslag stonden de planten in het donker. Na deze opslag in de kou zijn de planten in de 'huiskamer' gezet, een ruimte van 20 °C en 60% relatieve luchtvochtigheid met 12 uur per dag het licht aan.

Na opslag bij een te lage temperatuur is er niet altijd meteen schade te zien. Er is enige vertraging in het verschijnen van de eerste symptomen. Geeft een combinatie van opslagduur en temperatuur schade dan is dit meestal na 4 dagen in de 'huiskamer' duidelijk te zien, na 7 dagen zijn de symptomen duidelijker geworden.

Opslag bij 1-7 °C vertoont als eerste symptomen knopverdroging, slappe bloemen en dan knop- en bloemval. Na langduriger opslag bij deze temperaturen is er bij twee van de drie cultivars ook bladschade te zien. Na opslag bij 10 °C zijn de eerste symptomen vaak eerder in het blad te zien.

We hebben verschillen in koudegevoeligheid tussen cultivars geconstateerd. Tropic Snowball vertoont gemiddeld minder knop- en bloemval dan Atlantis en Pasadena, het blad van Atlantis is gemiddeld beter dan dat van Tropic Snowball en Pasadena. Een gemengde lading van deze drie cultivars kan zonder schade een verblijf aan van

- 6 uur bij 1 °C
- 12 uur bij 4 °C
- < 1 dag bij 7 °C
- < 2 dagen bij 10 °C

De variatie tussen cultivars is duidelijker bij 10 °C dan bij 1 °C omdat er bij 10 °C meer gecombineerde schade aan blad, knoppen en bloemen te zien is. Bij 1 °C is er vooral schade te zien aan de knoppen en bloemen. Voor de drie cultivars is er bij opslag bij 10 °C een wat meer lineair verloop van de plantkwaliteit in de tijd na 7 dagen in de 'huiskamer'. Het verschil tussen de symptomen bij 1-4 °C en 7-10°C is een aanwijzing voor verschillende mechanismen bij verschillende temperaturen (in verschillende plantdelen).

Met de resultaten uit de beschreven experimenten hebben we koude effecten in *Phalaenopsis* kunnen kwantificeren. Met name opslag bij 10 °C kan de verschillen tussen de cultivars duidelijk aangeven. Hoewel de koudeschade symptomen bij lagere temperaturen (1-7 °C) sneller verschijnen waren deze temperaturen minder geschikt om de gevoeligheid voor kou te kwantificeren.

Dankbetuiging

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het project GreenCHAINge. Partners in dit project zijn de Vereniging van Groothandelaren in Bloemkwekerijproducten (VGB), LTO Glaskracht, FloraHolland (FH) en Wageningen UR Food & Biobased Research. Financiële steun is verleend door het Ministerie van Economische Zaken via het research programma ‘Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Thema: Meer met minder (H239)’. De auteurs zijn de genoemde organisaties zeer erkentelijk. Onze dank gaat ook uit naar vertegenwoordigers van VGB, LTO, FH en telers, veredelingsbedrijven en handelsbedrijven die ons hebben geadviseerd en/of een bezoek hebben gebracht, wanneer er in de proeven iets te zien was. Hun bezoeken, opbouwende feedback en opmerkingen zijn zeer waardevol voor het onderzoek.

Bijlage(n)

Bijlage 1.

Beoordeling Phalaenopsis

Kwaliteitscijfers Phalaenopsis		
Qblad		
		Qbloem
1	zeer slecht	1
2	slecht	2
3	voldoende	3
4	goed	4
5	zeer goed	5
Qplant		
1	zeer slecht	plant totaal ingestort
2	zeer slecht	blad of bloemen + knoppen volledig ingestort
3	zeer slecht	zeer ernstige gebreken op blad en/of bloemen en knoppen
4	slecht	ernstige gebreken op blad en/of bloemen en knoppen
5	onvoldoende	gebreken op blad en/of bloemen en knoppen, enige verdroging blad en/of knoppen
6	voldoende	gebreken op blad en/of bloemen en knoppen
7	redelijk	lichte aanmerkingen op blad en bloemen en knoppen
8	goed	zeer lichte aanmerkingen op blad of bloemen en knoppen
9	zeer goed	geen afwijkingen aan blad, bloemen en knoppen

Planten met dezelfde Qplant score kunnen een verschillend uiterlijk hebben. Een plant met Qplant score 4 kan blad van slechte kwaliteit hebben met knoppen en bloemen in goede conditie, maar het is ook mogelijk dat het om een plant gaat met knopverdroging, knopval en bloemverwelking met blad in goede conditie.

Bijlage 2.

Tropic Snowball: symptomen in bloei (knoppen en bloemen) en het blad. Aangegeven is in hoeverre koudschade te zien is in de knoppen en bloemen enerzijds en het blad anderzijds. Legenda: (x) = zeer geringe schade, x = geringe schade, xx = duidelijke schade, xxx = desastreuze schade.

Tropic Snowball		2015						2016					
		teler 1			teler 2			teler 1			teler 2		
temp	dagen	knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb
1°C	0.25												
	0.5							(x)			(x)		
	1							x			xxx		
	2							xx		x	xxx		x
	3							xxx		xxx	xxx		xxx
4°C	0.5							(x)			x		
	1							xx			xx		(x)
	2							xxx		x	xxx		xxx
	4							xxx		xxx	xxx		xxx
7°C	1							(x)					
	2							x			x		(x)
	4							x			xxx		xx
	6												
10°C	2							(x)					
	4		x			x		(x)				(x)	
	6							(x)					
	7		x			x	(x)						
	8							(x)		(x)	(x)		x
	10							(x)		(x)	(x)		x
	11		(x)	x	xx		x	x					
14		x		xx	(x)	x	xx						

Bijlage 3.

Atlantis: symptomen in bloei (knoppen en bloemen) en het blad. Aangegeven is in hoeverre koudschade te zien is in de knoppen en bloemen enerzijds en het blad anderzijds. Legenda: (x) = zeer geringe schade, x = geringe schade, xx = duidelijke schade, xxx = desastreuze schade.

Atlantis		2015						2016					
temp	dagen	teler 1			teler 2			teler 1			teler 3		
		knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb
1°C	0.25												
	0.5							(x)			(x)		
	1							x			xx		
	2							xx			xxx		
	3							xxx			xxx		
4°C	0.5										(x)		
	1							x			xx		
	2							xx			xxx		
	3							xxx			xxx		
	4							xxx		(x)	xxx		x
7°C	1							(x)			x		
	2							x			xx		
	4							xx			xx		
	6							xx			xx		
10°C	2							(x)			xx		
	4	x			x			xx			x		
	6							xx			xx		
	7	x		(x)	x								
	8							xx			xx		
	10							xx		(x)	xx		(x)
	11	x		(x)	x	x	x						
14	xx	x	x	xx	x	x							

Bijlage 4.

Pasadena: symptomen in bloei (knoppen en bloemen) en het blad. Aangegeven is in hoeverre koude schade te zien is in de knoppen en bloemen enerzijds en het blad anderzijds. Legenda: (x) = zeer geringe schade, x = geringe schade, xx = duidelijke schade, xxx = desastreuze schade.

Pasadena		2016					
temp	dagen	teler 2			teler 4		
		knop + bloem	blad geel	ltb	knop + bloem	blad geel	ltb
1°C	0.25	(x)			(x)		
	0.5	x			x		
	1	xxx			xx		
	2	xxx			xxx		(x)
	3	xxx		xx	xxx		xx
4°C	0.5	x			(x)		
	1	xxx			x		
	2	xxx			xx		
	3	xxx		(x)	xxx		
	4	xxx		x	xxx	(x)	x
7°C	1	x			x		
	2	xx			xx	(x)	
	4	xx			xx	(x)	
	6	xx	(x)		xx	(x)	(x)
10°C	2	(x)			x	(x)	
	4	x			x	(x)	
	6	x	(x)		x	(x)	
	8	x	(x)		x	xx	
	10	x	x		x	xxx	