

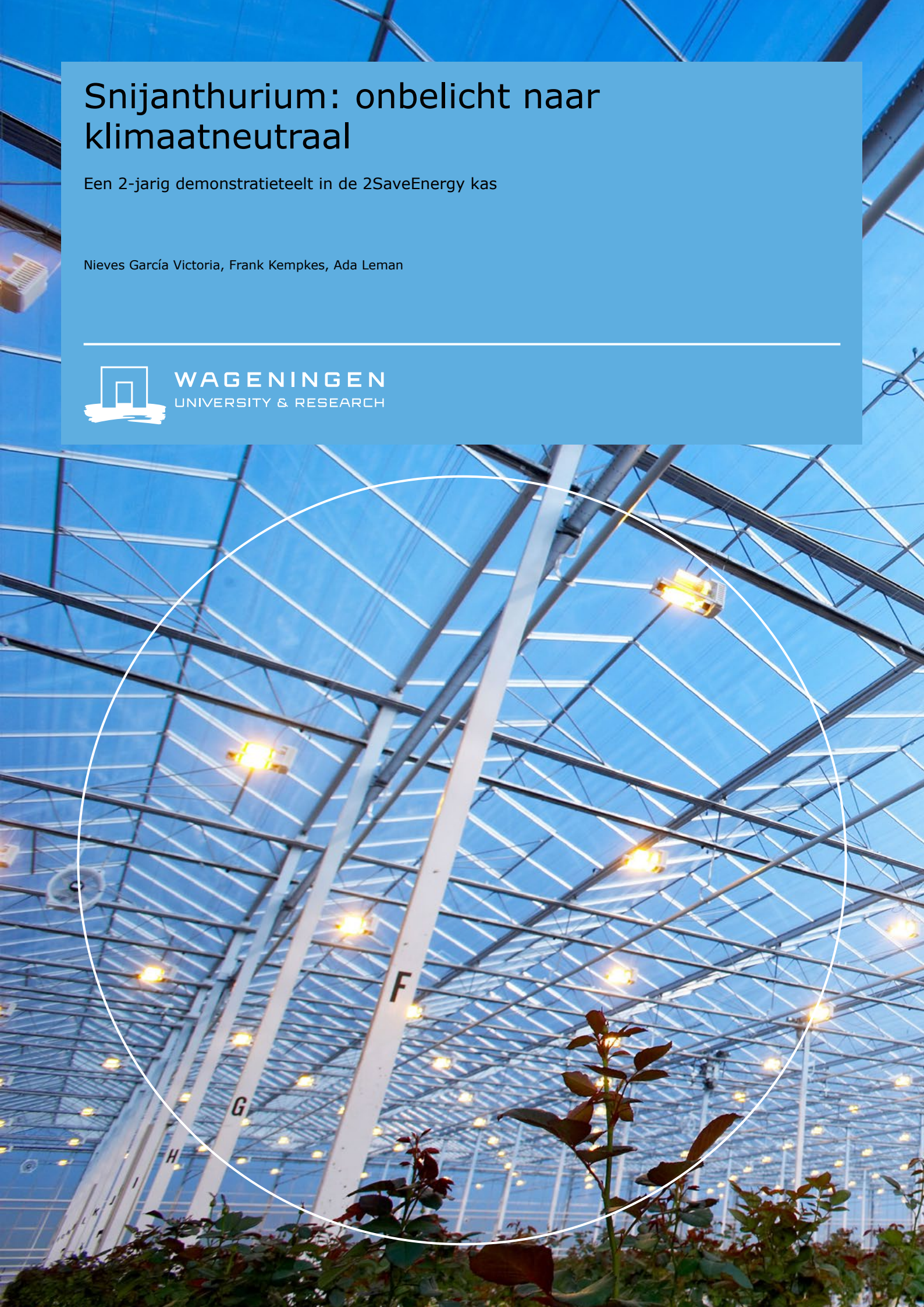
Snijanthurium: onbelicht naar klimaatneutraal

Een 2-jarig demonstratieteelt in de 2SaveEnergy kas

Nieves García Victoria, Frank Kempkes, Ada Leman



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Referaat

Met financiering door het programma 'Kas als Energiebron' van het Ministerie van LNVN en Glastuinbouw Nederland is in de innovatieve *2Save Energy kas* bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk een klimaatneutrale onbelichte jaarrondteelt snijanthurium gedurende 26 maanden gedemonstreerd. Met klimaatneutraal wordt een "all-electric" teelt bedoeld zonder fossiele brandstoffen voor elektra of verwarming. Het *2saveEnergy kas* bestaat uit een dubbellaags kasdek van hoog transparant helder glas en een diffuse F-clean film en heeft door de goede isolatie en een warmtepomp voor latente warmteterugwinning een beperkte warmtevraag. Vier rassen snijanthurium (Calisto, Eterno, Midori, Moments) zijn gedurende 26 maanden geteeld in potten met 2 planten per pot met steenwol cubes als substraat en met inachtneming van de principes van Het Nieuwe Telen. De resultaten hebben de verwachtingen grotendeels waargemaakt: zo is het mogelijk gebleken om de teelt te kunnen verwarmen met de warmteogst van een ontvochtiging installatie en 55 kWh aan elektriciteit voor de warmtepomp en de ventilatoren. Productie, bloemkwaliteit en houdbaarheid waren vergelijkbaar met de praktijk. Er zijn ook grote stappen gezet naar een teelt met minimale emissie van gewasgezondheidsmiddelen. Voor een succesvolle implementatie in de praktijk zijn er geen technische of gewaskundige belemmeringen, maar wel kennisvragen. Snijanthurium is onbelicht goed op weg naar klimaatneutraal.

Abstract

Within the program 'Greenhouse as Source of Energy' of the Ministry of Agriculture, Fisheries, Food Security and Nature and Glastuinbouw Nederland, a climate-neutral year-round cultivation concept for cut Anthurium flowers was demonstrated. The 26 months cultivation, without artificial light, took place in the innovative *2Save Energy* greenhouse at Wageningen UR Greenhouse Horticulture in Bleiswijk. "Climate neutral" here means "all-electric" without fossil fuels for electricity or heating. The *2saveEnergy* greenhouse consists of a double-layer cover of high transparent clear glass and a diffuse F-clean film. Due to good insulation and a heat pump for latent heat recovery, the heat demand is limited. Four anthurium varieties (Calisto, Eterno, Midori, Moments) were grown for 26 months in pots with Rockwool cubes and 2 plants each. Results met the expectations: with the heat harvest from a dehumidification installation and 55 kWh of electricity (heat pump and fans) we could meet the yearly heat demand. Production, flower quality and shelf life were comparable to commercial practice. Major steps were set towards zero emission of crop protection products. For a successful implementation in practice there are no technical or crop-related obstacles identified, but there are certainly knowledge questions formulated. Anthurium cultivation is well on its way to climate neutrality.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1367

Projectnummer: 3742270700

DOI: [https://doi.org/ 10.18174/679813](https://doi.org/10.18174/679813)

Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het Ministerie van LNVN en Glastuinbouw Nederland via het programma Kas als Energiebron.



Ministerie van Landbouw, Visserij,
Voedselzekerheid en Natuur



Disclaimer

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Businessunit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, wur.nl/plant-research

Kamer van Koophandel-nr.: 09098104 | BTW-nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. 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, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Adresgegevens

Wageningen University & Research, Businessunit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

wur.nl/glastuinbouw

Postbus 644, 6700 AP Wageningen

Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen

T +31 (0)317 48 60 01

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Voorwoord | 5 |
| Samenvatting | 7 |
| 1 Inleiding en doel | 9 |
| 1.1 De 2SaveEnergy kas | 9 |
| 1.2 De keuze voor Snijanthurium als demonstratie gewas | 10 |
| 1.3 Doel van het demonstratieproject | 10 |
| 1.4 Teeltbegeleiding en samenwerking | 11 |
| 1.5 Kennisoverdracht | 11 |
| 2 Kas inrichting en gewas | 12 |
| 2.1 Teeltsysteem | 12 |
| 2.2 Schermen | 13 |
| 2.3 Luchtbehandelingsinstallatie | 14 |
| 2.4 Bevochtiging | 14 |
| 2.5 Sensoren, kasklimaat en energie | 14 |
| 2.6 Energiestromen | 14 |
| 2.7 Warmtepomp | 14 |
| 2.8 Gewas en substraat | 15 |
| 2.8.1 Gewasonderhoud | 16 |
| 2.8.2 Water en voeding | 16 |
| 2.8.3 Beoordeling gewasgroei, productie en (gewas)kwaliteit | 17 |
| 2.8.4 Gewasgezondheid | 18 |
| 2.9 Kasklimaat | 18 |
| 2.9.1 Lichtintensiteit en lichtsommen. | 19 |
| 2.9.2 Kastemperatuur | 19 |
| 2.9.3 Vernevelen en ontvochtigen | 20 |
| 2.9.4 CO ₂ dosering | 20 |
| 3 Resultaten | 21 |
| 3.1 Energiestromen | 21 |
| 3.1.1 Eerste jaar | 21 |
| 3.1.2 Tweede jaar | 22 |
| 3.1.3 CO ₂ input | 23 |
| 3.1.4 Samenvatting energiestromen | 24 |
| 3.2 Bloemproductie en kwaliteit | 24 |
| 3.2.1 Aantal bloemen | 24 |
| 3.2.2 Kwaliteit | 25 |
| 3.2.3 Houdbaarheid | 30 |
| 3.2.4 Conclusie bloemproductie en kwaliteit | 34 |
| 3.3 Gewas | 34 |
| 3.3.1 Wortelkwaliteit | 34 |
| 3.3.2 Lengte van de internodia | 35 |
| 3.3.3 Conclusie gewaskwaliteit | 37 |
| 3.4 Gewasgezondheid | 37 |
| 3.4.1 Conclusie gewasgezondheid | 39 |
| 4 Conclusies en aanbevelingen | 40 |
| Literatuur | 42 |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| Bijlage 1 | Kennisoverdracht activiteiten | 44 |
| Bijlage 2 | Overzicht gewasgezondheid | 45 |
| Bijlage 3 | Verkennde proef: factoren van invloed op lengte vd internodia | 47 |
| Bijlage 4 | Klimaat realisatie | 53 |
| Bijlage 5 | Wortelkwaliteit en lengte internodia bij einde teelt | 57 |

Voorwoord

Bij de ontwikkeling van de 2SaveEnergy kas heeft een laag energiegebruik vooropgestaan. De kas is in successieve groenteteelten doorontwikkeld en aangepast tot het mogelijk bleek om een jaarrond tomatenteelt met een warmtevraag van 10m³ aardgasequivalenten te draaien. Het leek een goede kas voor snijanthurium, een gewas waar al grote stappen zijn gezet in het terugdringen van het energiegebruik, en waar veel belangstelling was voor het verder verduurzamen van de teelt. In dit demoproject, *Snijanthurium: onbelicht naar klimaatneutraal*, is een duurzaam teeltconcept beproefd met financiering door het Ministerie van LNV en Glastuinbouw Nederland vanuit het programma 'Kas als Energiebron'. We willen graag de Coördinatoren van het programma bedanken voor het vertrouwen. Ook bedanken we Gert Benders (Van der Ende Adviesbureau) voor de teeltbegeleiding. De teelt is met zorg uitgevoerd door collega Gert Vletter en vele andere collega's van Wageningen UR Glastuinbouw waren betrokken bij gewasbeheer en metingen: Denise Huyskes, Anna Okula, Justyna Wicek, Mary Warmenhoven. Een enthousiaste groep snijanthurium telers bestaande uit Gert Oosterom, Jan van Adrichem en Jens Kool bezocht het met grote belangstelling en regelmaat. Met een lagere frequentie maar even veel belangstelling werden we bezocht door Johan Wijnen (bij wiens bedrijf we ook vergelijkende metingen en houdbaarheidsproeven hebben mogen uitvoeren bij zijn even oude gewas en met zijn geoogste bloemen), Hans Hubers (aan wiens teeltsysteem we inspiratie hebben opgedaan voor het systeem in de 2SaveEnergy kas), Wim en Lowie Bouman, Marco Evers, Dennis van der Spek, Ben van Leeuwen, Eugene Peelen en door de teeltvoorlichters Martijn Voorwinden (Delphy) en André Lont (Anthura). De auteurs danken deze ondernemers voor de interessante discussies die gevoerd zijn tijdens hun bezoeken aan de proef, en die bijgedragen hebben aan een beter begrip van het gewas en aan de goede resultaten.

Nieves García, Frank Kempkes
Wageningen University & Research
November 2024

Samenvatting

Een van de grote uitdagingen van de glastuinbouw in Nederland van de komende jaren is het terugdringen van het energiegebruik. Hiermee kan het minder afhankelijk worden van fossiele brandstoffen, waarmee de emissie van CO₂ naar nul kan worden teruggedrongen. Met als doel een zo goed als klimaat neutrale onbelichte jaarrondteelt van snijanthurium te demonstreren zijn 4 rassen snijanthurium geteeld in de *2Save Energy kas* bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. Dit is een van de innovatieve kasconcepten die onderdeel uitmaken van het Innovatie en Demonstratie Centrum Energie. Met klimaatneutraal wordt in deze context bedoeld een "all-electric" teelt waarbij de stroom groen wordt ingekocht of opgewekt en waar geen input is van fossiele brandstoffen voor elektra of verwarming van de kas. Het *2saveEnergy kas* is door een consortium van bedrijven (Boal systems, VDH Foliekassen, AGC Chemicals Europe en Van der Valk Systemen) in de zomer van 2014 gerealiseerd. Het bestaat uit een dubbellaags kasdek van hoog transparant helder glas met een diffuse F-clean film daaronder. Het dubbele kasdek gecombineerd met een dubbel scherm op slechts enkele centimeters afstand van elkaar gemonteerd geeft extreem goede isolatie van de kas en daarmee een beperkte warmtevraag. Een warmtepomp(WP) systeem voor latente warmterugwinning draagt er ook aan bij. De resultaten met vruchtgroente overtroffen de verwachtingen met een besparing ten opzichte van vergelijkbare praktijkbedrijven van meer dan 60%. De eigenschappen van de *2SaveEnergy* leken ideaal voor de teelt van snijanthurium: Bij Anthurium is ca. 20% van de energie-input nodig voor ontvochtiging. Door een goede en gegarandeerde ontvochtiging met een warmtepompsysteem, is een grote kwaliteit slag te maken in zowel de plant (naar verwachting kortere internodiën) als in het geogste product (minder blauwverkleuring en glazigheid). Diffuus licht heeft zijn voordelen voor Anthurium al ruim bewezen, en er wordt met relatief weinig CO₂ geteeld. Door de hoge isolatie en diffusiteit van deze kas, het oogsten van warmte in de zomer en een terughoudende CO₂ doseerstrategie moest het mogelijk zijn een zo goed als klimaat neutrale, in te vullen met groene stroom en inkoop van OCAP CO₂, onbelichte jaarrondteelt met snijanthurium te realiseren. Om deze verwachtingen ook daadwerkelijk in de praktijk te bewezen, is de kas met een gotensysteem uitgerust welke los van de grond is geplaatst om de geconditioneerde lucht onder het gewas in te brengen. Hierop zijn vier rassen snijanthurium (Calisto, Eterno, Midori, Moments) gedurende 26 maanden geteeld in 17 cm potten met 2 planten per pot en met steenwol cubes als substraat. Het gewasonderhoud bestond uit het halveren van jonge bladeren, het op momenten snijden van oud blad en verwijderen van stek. Voor de bestrijding van ziekten en plagen zijn de nieuwste kennis en inzichten toegepast voor de inzet van natuurlijke vijanden met de ambitie om te kunnen telen zonder chemische middelen. Het kasklimaat is zoveel mogelijk praktijkconform ingesteld met inachtneming van de principes van Het Nieuwe Telen, waarbij onder andere de etmaaltemperatuur afgestemd was aan de daglichtsom en er werd CO₂ uit OCAP gedoseerd.

De resultaten hebben de verwachtingen grotendeels waargemaakt. De onbelichte snijanthuriumteelt is succesvol op weg naar klimaatneutraal, daar het door de extreem goede isolatie van de kas het mogelijk was om de teelt te kunnen verwarmen met de warmteoogst van een ontvochtiging installatie en 55 kWh aan elektriciteit voor de warmtepomp en de ventilatoren. Gewaskundig is de snijanthuriumteelt in de *2SaveEnergy kas* een redelijk succes: de betrokken telers waren van begin tot einde positief over wat ze beoordeelden als een compact en gezond gewas, een mooie zware kwaliteit bloemen en met zeer goede wortels. De compactheid van het gewas was te danken aan veel kortere internodia dan die van een even oud gewas in de praktijk. De productie in aantal bloemen deed niet onder voor de productie in de praktijk, zo ook niet de kwaliteit van de bloemen noch de houdbaarheid. Blauwverkleuring en glazigheid is minder effectief voorkomen dan verwacht: we hebben het alleen verminderd ten opzichte van de praktijk als we het vergelijken binnen de eerste 7 dagen vaasleven; binnen 14 dagen vaasleven is het verschil met de praktijk bijna verdwenen. De ambitie om met zo min mogelijk chemische middelen het gewas gezond te houden heeft ook vruchten afgeworpen: er zijn slechts drie pleksgewijze chemische correcties (tegen luis) en twee volveldse correcties (tegen een exotische trips) hiervoor nodig geweest. Ook heeft deze demonstratie spinnen op de kanskaart gezet als generalistische bestrijders en heeft het geleid tot gericht onderzoek naar de biologie van exotische trips soorten en hoe deze te bestrijden.

Voor een succesvolle implementatie in de praktijk zijn er waarschijnlijk meer financiële dan technische belemmeringen. Gewaskundig zijn er geen belemmeringen voor implementatie gebleken maar de demonstratie heeft wel een aantal kennisbehoeftes blootgelegd: 1- verminderen bloemafwijkingen (in vorm en kleur) 2- blauwverkleuring en glazigheid tijdens het vaasleven effectief voorkomen met een gerichte ontvochtiging strategie (in deze demonstratie werd ontvochtigd met als doel latente warmteogst; een positief effect op de sierwaarde tijdens het vaasleven werd gezien als bonus, maar was geen doel op zich). 3- meer kennis over de fysiologische en genetische basis voor de gewascompactheid en over maatregelen die sterkst bijdragen aan gewascompactheid (internodia); en 4- nut en noodzaak voor de huidige CO₂ behoefte, omdat deze in een fossielvrije teelt moet worden ingekocht.

Het beproeven van dit duurzaam teeltconcept is mogelijk gemaakt door de financiering door het Ministerie van LNV en Glastuinbouw Nederland vanuit het programma 'Kas als Energiebron'.

1 Inleiding en doel

Tussen Februari 2019 en juni 2021 zijn bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk 4 snijanthurium rassen geteeld met als doel het demonstreren van een zo goed als klimaat neutrale onbelichte jaarrondteelt voor dit gewas, zonder productieverlies en met verbetering van de kwaliteit van het gewas en het product. Met klimaatneutraal wordt in deze context bedoeld een "all-electric" teelt waarbij de stroom groen wordt ingekocht of opgewekt en waar geen input is van fossiele brandstoffen voor elektra of verwarming van de kas. De teelt is uitgevoerd in de 2SaveEnergy kas, één van de innovatieve kasconcepten die onderdeel uitmaken van het IDC (Innovatie en Demonstratie Centrum) Energie.

Hieronder wat achtergrond over deze bijzondere kas en de ervaringen met zijn prestaties tot nu toe.

1.1 De 2SaveEnergy kas

Energiebesparing bleek zeer goed mogelijk met de VenLowEnergy kas (Kempkes en Janse, 2013, 2016). De VenLowEnergy kas bestond uit een sterk isolerend kasdek van dubbelglas, aan drie zijdes voorzien van een AR-coating en één zijde met een lage emissie coating. De ruimte tussen de glaslagen gasgevuld, in combinatie met een "air & energy" ontvochtiging systeem, gebaseerd op een lucht-lucht warmtewisselaar die voelbare warmteverliezen grotendeels en latente warmteverliezen voor een beperkt deel reduceert. Deze kasconcept vergt een grote investering, en werkte zo goed ten aanzien van isolatie, dat bij een sneeuw bui de sneeuw bleef liggen en niet gesmolten kon worden, met risico op instorting van het kasdek.

In de zoektocht naar een goedkoper alternatief met mogelijkheden eventuele sneeuw uit het kasdek snel te kunnen smelten is door een consortium van bedrijven bestaande uit Boal systems, VDH Foliekassen, AGC Chemicals Europe (AGCCE) en Van der Valk Systemen een Glas-Film-Kasdek ontwikkeld, beter bekend als het 2SaveEnergy kas (Kempkes et al., 2014). De kas als ontwikkeld, is in de zomer van 2014 gerealiseerd. De ideale combinatie van het hoog diffuse isolerende kasdek van glas met een hoog transparante heldere ETFE film dat in de wintermaanden tot 10% meer licht op kon leveren dan een kas met een enkel dek van conventioneel (float) glas, is in de "live" uitvoering vervangen door een vertrouwd hoog transparant helder glas met een diffuse F-clean film daaronder. Reden hiervoor was het onbekende effect van condens op de transmissie van een diffuse ruit boven de folie. Het dubbele kasdek gecombineerd met een dubbel scherm op slechts enkele centimeters afstand van elkaar gemonteerd geeft extreem goede isolatie van de kas en daarmee een beperkte warmtevraag. Berekend werd een potentiële besparing van 50% warmte ten opzichte van de gangbare glasgroente praktijk waar volgens de principes van Het Nieuwe Telen met meerdere schermen werd gewerkt. De resultaten met vruchtgroente in de herfst van 2014 (komkommer) en het teeltjaar 2015 (tomaten) overtroffen deze verwachtingen met een besparing ten opzichte van vergelijkbare praktijkbedrijven van meer dan 60% (Kempkes, 2014; Kempkes 2016). De hefboomwerking van een warmtepomp systeem draagt er ook aan bij zodat de warmtebehoefte van deze teelten richting de 10 m³/m² aardgas gaat. De besparing is dan ook gedeeltelijk CO₂-gerelateerd, hoewel de CO₂ doseerstrategie (zeer) behoudend is met een maximale doseercapaciteit van 100 á 125 kg/ha*uur. Door deze met OCAP in te vullen is er volledige loskoppeling van warmte en CO₂ vraag. Invulling van CO₂ vraag zal in een fossielvrije economie nog heel wat hoofdbrekens kosten.

De tomatenteelten toonden vergelijkbare producties als de praktijk, de komkommerteelt toonde een duidelijk betere productie en de paprikateelt een wat mindere productie dan de praktijk. Gemiddeld dus hogere producties dan verwacht en prima kwaliteit product. Door het zachte winterweer is maar op twee momenten de mogelijkheid om het kasdek sneeuwvrij te houden dan wel te maken getest, met goede resultaten.

1.2 De keuze voor Snijanthurium als demonstratie gewas

De combinatie van hoge isolatie en toepassing van het systeem voor latente warmterugwinning, volledig uitgelegd op het gebruik voor ontvochtiging, zijn eigenschappen die de 2SaveEnergy kas ideaal leken te maken voor de teelt van snij Anthurium. Enerzijds omdat bij Anthurium ca. 20% van de energie-input nodig is voor ontvochtiging. Ontvochtiging is in de praktijk kassen vanwege de hoge isolatie (ramen dicht, energiescherm, schaduw scherm en vast foliescherm gesloten) een belangrijk knelpunt. Door een goede en gegarandeerde ontvochtiging met een warmtepompsysteem, is een grote kwaliteit slag te bereiken in zowel de plant (kortere internodiën) als in het geogste product (minder blauwverkleuring en glazigheid, Warmenhoven et al., 2009). Het lichtniveau in de winter is in praktijkkassen door de hoge isolatiegraad laag. Dit kost productie, maar belichtingsproeven in de praktijk leiden niet tot de gewenste productieverbeteringen en wel tot rek en omvallen van het gewas. Onderzoek in de daglichtkas heeft tevens de voordelen van diffuus licht voor Anthurium aangetoond: minder snel bladverbranding en een spectaculaire versnelling van de productie (Noort, 2010; Noort, 2013). Dit demonstratieproject borduurt voort op eerder uitgevoerd onderzoek (HNT Anthurium door García Victoria en al., 2010). Het gewas wordt ondergebracht in de 2SaveEnergykas, een kas die onderdeel vormt van IDC-energie van Kas als Energiebron. Kennis welke in deze kas(sen) met vruchtgroentegewassen is opgedaan wordt hierin ten volle benut. Aangevoerd is dat de kas in de randen van het stookseizoen volledig met de warmtepomp te verwarmen is. Omdat Anthurium geen grote verdamer is zal de ontvochtigingvraag een te beperkte drijvende kracht zijn als enige energiebron voor de warmtepomp. Daarom zal voor het winterseizoen extra warmte toevoer uit een WKO-systeem nodig zijn. Deze zal niet fysiek worden aangebracht, maar worden gesimuleerd door een nauwkeurig gemeten injectie van extra warmte aan de koude zijde van de warmtepomp. In de proef zal in de zomer met de warmtepomp daadwerkelijk warmte geogst worden zodat dat effect op het gewas zichtbaar gemaakt kan worden. Hiermee kan worden aangetoond hoe de in de winter toegevoerde warmte in de zomer weer kan worden verzameld zodat een realistisch beeld kan worden geschetst van de benodigde energiestromen en de bijbehorende effecten op het gewas.

Tel hierbij op dat Anthurium een gewas is waar relatief weinig CO₂ gebruikt wordt, omdat aanvullen tot 500 ppm interessanter is gebleken dan tot 800 ppm en beter voor de kwaliteit (García Victoria, 2011). De voor vruchtgroente al behoudende CO₂ doseerstrategie (volledig OCAP) met een maximale doseercapaciteit van 125 kg/ha*uur zoals toegepast in de laatste proef in de 2SaveEnergy Kas, kan verder gereduceerd worden. Door gebruik te blijven maken van de hoge isolatie en diffusiteit van deze kas, voort te borduren op de al reeds aanwezige kennis van Het Nieuwe Telen (García Victoria et al., 2010), het oogsten van warmte in de zomer en een terughoudende CO₂ doseerstrategie moet het mogelijk zijn een zo goed als klimaat neutrale, in te vullen met groene stroom en inkoop van OCAP CO₂, onbelichte jaarronde teelt met snijanthurium te realiseren.

1.3 Doel van het demonstratieproject

Het demonstreren van een zo goed als klimaat neutrale onbelichte jaarronde teelt met (snij)anthurium met verbetering van de gewas en productkwaliteit. Onderdelen van deze demonstratie zijn onder andere:

- Maximale isolatie toe te passen om het absoluut energiegebruik te minimaliseren.
- Warmte in de warmere perioden van het jaar te verzamelen en voor deze proef "virtueel" in een seizoensbuffer (aquifer) op te slaan.
- Demonstreren hoe de onbelichte teelten gebruik kunnen maken van de energiezuinige warmtepomp-technologie waarbij inzet van fossiele energie voor verwarming plaats maakt voor duurzaam geproduceerde elektriciteit.
- Een lage CO₂ doseerstrategie: beoogd wordt dat op jaarbasis niet meer dan 25 kg CO₂ gedoseerd hoeft te worden.
- Invulling CO₂ behoefte uit OCAP

Het project levert hiermee een directe bijdrage aan de energiedoelstellingen van het programma Kas als Energiebron, concreet het ontwikkeldoel en resultaat voor 2020, geformuleerd als: *'inspirerende beelden en configuraties voor een volledig klimaat neutrale glastuinbouw en dan voor alle teelten/teelttypen over de volle breedte van de glastuinbouw'*.

Daarnaast zijn bij deze demonstratieteelt een aantal neven doelstellingen geformuleerd, die specifiek gericht zijn op productie en kwaliteit. Immers, een kassysteem kan nog zo mooi zijn voor een gewas, als daar het gewas onder leidt, dan zal het systeem nooit zijn weg vinden naar de praktijk. Concreet gaat het om de volgende (neven)doelen:

- Verhoging van de productie door meer natuurlijk licht in de winter.
- Verbetering van de gewaskwaliteit (minder rek tussen internodiën en minder omvallen).
- Verbetering productkwaliteit (minder glazigheid en blauwverkleuring).

1.4 Teeltbegeleiding en samenwerking

Voor de teeltbegeleiding is in eerste instantie een anthurium teeltadviseur (Van der Ende tuinbouwadviesbureau) ingeschakeld. In afwezigheid van een formele gewascommissie (zoals in het verleden bestond) binnen Glastuinbouw Nederland met een netwerk coördinator, is door de telers persoonlijk uit te nodigen een begeleidingscommissie onderzoek ingesteld bestaande uit drie telers en de adviseur. Eens in de 6-8 weken kwam de BCO bijeen voor een update van de resultaten en discussie van de strategie voor de volgende 6-8 weken.

1.5 Kennisoverdracht

Naast de eerdergenoemde BCO die direct betrokken wordt bij de demonstratieteelt, zijn Snijanthurium telers die bij verschillende excursiegroepen zijn aangesloten, minimaal eens per jaar in de kas geweest en bijgepraat.

Er zijn verschillende nieuwsberichten verschenen via de site van LTO Glaskracht en ENERGIEK2020 met informatie uit en over het project. Een overzicht hiervan is te vinden in Bijlage 1. Het project is afgesloten met een vakblad artikel in "Onder Glas". Ook tijdens evenementen van Kas als Energiebron zoals het EnergiekEvent heeft dit project open gestaan voor belangstellende uit de sector.

2 Kas inrichting en gewas

De bestaande inrichting van de kas, die bedoeld was voor paprika, is eruit gehaald. Een meer voor anthurium geschikte inrichting is opgesteld in samenspraak met de Anthurium teeltadviseur. De verschillende aangepaste onderdelen worden hieronder toegelicht.

2.1 Teeltsysteem

Hoewel het grootste gedeelte van de anthuriumteelt op goten plaatsvindt die direct op de met gronddeuk afgedekte grond liggen, omdat het gewas in de loop van de tijd omhoog groeit, is hier gekozen voor een gotensysteem welke los van de grond is geplaatst, waarop anthurium in potten kunnen worden geplaatst. Dat geeft de mogelijkheid de geconditioneerde lucht onder het gewas in te brengen. De inspiratie hiervoor is opgedaan bij een teler (Figuur 1).



Figuur 1 *Impressie van het bestaande teeltsysteem (Systeem Floor van Schaijk) waar de inspiratie voor het systeem in de 2SaveEnergykas is opgedaan (hier zonder luchtverdeelslang).*

Het eindresultaat (Figuur 2) is een teeltsysteem geworden bestaande uit een frame met 18,0 x 18,0 cm maas rustend op de buisrailsteun. In de maas zijn de 17 cm potten met rand opgehangen met een goede plantverdeling met 14 potten per m². Onder de maas en de potten bevindt zich een draingoot los tussen pot en slurf voor het opvangen van de drain; daaronder liggen de luchtverdelingslangen. In totaal zijn 10 hele setjes van 4 mazen breed (een heel teeltbed) en 4 halve setjes van 2 mazen aan de zijgevels en rond midden kolom geplaatst (half teeltbed).



Figuur 2 Het teeltsysteem zoals uitgevoerd. Links detail rastersysteem met draingoot onder rustend op de railbuis. Rechts met de luchtslangen onder de goot en het gewas kort na het planten.

2.2 Schermen

De kas is voor een maximale energiebesparing en lichtafscherming (anthurium is een schaduw gewas en krijten wordt op deze kas afgeraden omdat het glas van een AR coating is voorzien) voorzien van 2 scherminstallaties en in totaal 3 schermen (Figuur 3):

- 1^e scherminstallatie bestaat uit een doek prototype gealuminiseerd doek (Svensson) bestaande uit 2 lagen.
- De 2^e scherminstallatie bestaat uit 2 doeken op 1 bed: een Luxous 1347 en een Harmony 3015 O om als echt zonnedoek te fungeren.

Het dubbele aluminium op het bovenste bed helpt zo de top van het licht nog voor een stukje weg te houden. Hoewel de gewenste lichtintensiteit goed te beheersen is met de schermen, blijkt de gevel te veel licht door te laten. Deze wordt al snel na de start van de teelt (in april 2019) "bekleed" met een dubbele laag kaasdoek, die alleen in de wintermaanden werd verwijderd.



Figuur 3 Aanblik van een deel van het scherpakket bij het gedeeltelijk sluiten van het aluminium doek.

2.3 Luchtbehandelingsinstallatie

De luchtbehandelingsinstallatie is aangepast om warmteogst mogelijk te maken. De droge en iets koelere lucht wordt via een slurf onder elke raster (heel teeltbed) ingebracht. De geoogste warmte wordt na bemetering via een koeltafel aan de buitenlucht afgegeven. Sturing verloopt via de klimaatcomputer. Voor de eenvoud wordt de koeling "mobiel" uitgevoerd wat inhoudt dat de installatie in de winter ontkoppeld en vorstvrij opgeborgen moet worden. De warmteogst van het huidige systeem is beperkt (initieel alleen bedoeld om te ontvochtigen) maar moet voldoende zijn om zo'n 80 kWh/m² kas op jaarbasis te kunnen oogsten. Deze 80 kWh/m² is de op voorhand geschatte benodigde oogst om de warmtepomp ook in de winter volop in te kunnen zetten.

De sturing is zodanig dat op dag basis zowel ontvochtiging als warmteogst mogelijk is.

2.4 Bevochtiging

Voor een betere beheersing van het zomerklimaat is een hogedruk bevochtigingsinstallatie noodzakelijk. Het geïnstalleerd systeem heeft een capaciteit van 300 gram /m² per uur.

2.5 Sensoren, kasklimaat en energie

De kas is uitgerust met alle gebruikelijke klimaatsensoren die data verzamelen per 5 minuten: Kastemperatuur, PAR licht, RV, CO₂ concentratie, schermgedrag, energiegebruik en stromen (koeling/warmteogst en verwarming) via warmtemeters, de ontvochtigingsflow van de LBK, verneveling, etc. De CO₂ dosering wordt via een massflow controller gestuurd zodat exact de gedoseerde hoeveelheid bekend is en zo kan er ook via de klimaatcomputer invloeden op de dosering worden ingebouwd.

2.6 Energiestromen

De energiebalans van de 2SaveEnergiekas wordt opgemaakt op basis van warmtevraag en warmteogst.

Op warmtevraag wordt de kas verwarmd via de buisrail. Omdat er verwarmd wordt met laagwaardige warmte, zijn er meer buizen dan in een conventionele gas verwarmde kas.

Warmte wordt geoogst als de warmtepomp draait. De warmtepomp wordt ingezet voor twee doelen: Ontvochtiging en warmteogsten (als zijnde seizoenopslag via een aquifer). Om warmte te oogsten moet de kasluchttemperatuur boven de 23.5 °C zijn en VD van meer dan 3 g/m³ (anders wordt ontvochtigd). Dit VD criterium wordt aangehouden omdat de WP primair voor de vochtuithouding wordt ingezet en warmte oogsten een secundair proces is.

2.7 Warmtepomp

In dit systeem vindt de ontvochtiging van de kas intern plaats. De werking van de warmtepomp is gebaseerd op de condensatie van vochtige lucht op een koud oppervlak. Dit proces is schematisch uitgelegd in Figuur 4. Het overtollige vocht condenseert op een koelblok zodat de latente warmte in de kas blijft. De voelbare en latente warmte die bij ventileren met buitenlucht aan de omgeving kwijtraakt, raak je met dit systeem kwijt aan de koude kant van de warmtepomp, maar die geeft die warmte direct weer af aan de warme kant van de machine. In het koelblok wordt de lucht natuurlijk ook afgekoeld, maar ook deze warmte is niet verloren, zoals dat wel gebeurt bij het ontvochtigen met buitenlucht aanzuiging.

Het systeem houdt de voelbare en latente warmte in de kas; bij te veel vocht gaat de unit aan en zo kunnen de ramen dicht blijven (anders zou men ontvochtigen door te kieren met doeken en/of ramen).

Voor elke 1 kWh elektriciteit benodigd voor de aandrijving voor de warmtepomp, kan deze:

≈ 3 kWh koude genereren (door oogst van voelbare en latente warmte)

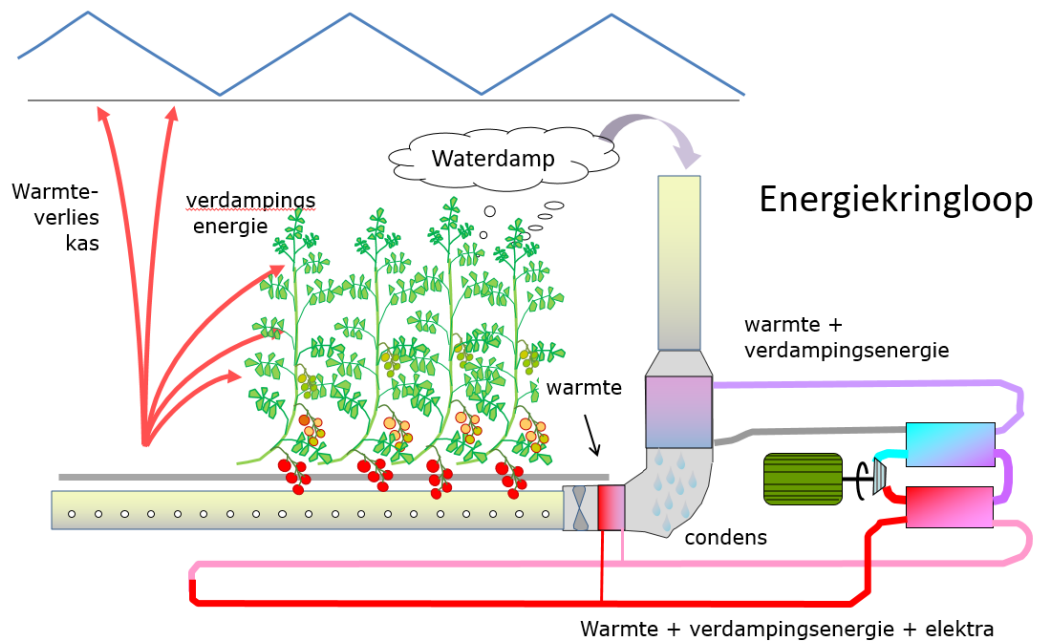
en

≈ 4 kWh warmte (de geoogste voelbare en latente warmte + de elektriciteit van de aandrijving)

De warmte gebruiken we voor:

≈ 50% voor na verwarmen (lucht afgekoeld tot onder het dauwpunt terug naar T kas)

≈ 50% "Overschot" (bij ontvochtigen wordt dit overschot in deze opstelling direct in de buisrail gestopt ongeacht warmtevraag]; bij koelen wordt 100% "opgeslagen").



Figuur 4 Schematische weergave werking van de warmtepomp (WP).

2.8 Gewas en substraat

Jong plant materiaal (Anthurum) van vier rassen snijanthurium: Calisto, Midori, Eterno en Moments (Figuur 5) is op 13 februari geplant in 17 cm potten met steenwol cubes als substraat, met 2 planten per pot. De planten groeiden gelijk zeer goed weg, en de potten raakten binnen enkele weken al goed doorgroeid met wortels. Omdat Anthurium een zeer trage groei kent en een meerjarige teelt is (praktijk 6-10 jaar) waarbij het eerste half jaar na aanplant, er gewasopbouw plaatsvindt, is er gedurende ruim twee jaar geteeld. Op deze manier is ook geborgd dat ervaringen uit de eerste winter m.b.t. piekgebruik en klimaatsturing en uit de eerste zomer voor warmteoogst met de warmtepomp in het tweede jaar verbeterd kunnen worden.



Figuur 5 De vier rassen uit het onderzoek, van links naar rechts Calisto, Midori, Moments, Eterno.

2.8.1 Gewasonderhoud

Voor het onderhoud van het gewas zijn op verschillende momenten een rondje blad snoeien toegepast omdat met de tijd het gewas zeer dicht groeit en de bloemen zich een weg moeten banen tussen het blad waarmee de stelen krom groeien. Gesnoeid is altijd het ouder blad van iedere plant, soms twee oudere bladeren. Aanvullend zijn jonge bladeren die net aan het uitrollen zijn met de hand doormidden gescheurd (bladhalvering) om bladoppervlakte te verminderen.

Gedurende de hele teelt is **geen** jong blad weggebroken, wat in de praktijk nog wel eens toegepast wordt als alternatieve of aanvullende bladsnoeimethode, omdat het ook nog een versnelling van de bloem uitgroei en dus van de productie teweeg brengt (Dai en Paul, 1990; Durieux, 1997).

Onderaan de plant ontwikkelen na verloop van tijd nieuwe stekken aan de twee oorspronkelijke jonge planten. Deze stekken kunnen uitgroeien tot volledig productieve planten, "koppen" genoemd, maar in het begin, en zeker als deze nog te jong zijn, kosten ze de plant energie. Minstens een keer per half jaar is daarom ook een rondje "stek verwijderen" toegepast, waarbij vaak de allergrootste stek werd gespaard. Bij het ruimen van de planten na de twee teeltjaren hadden we daarom 2.8 tot 3.5 koppen per pot.

2.8.2 Water en voeding

De planten krijgen water via druppelaars (een druppelaar per pot), met daarin opgeloste meststoffen zoals gebruikelijk in de praktijk. De gebruikte voedingsoplossing (Tabel 1) is afgeleid van de Bemestingsadvies Basis substraten (De Kreij et al., 1999), waarbij er een klein deel van de Calciumnitraat vervangen wordt door Calcium chloride. Deze afgeleide voedingsoplossing wordt door veel telers in de praktijk gebruikt.

Tabel 1 Voedingsoplossing.

| EC | pH | Hoofdelementen | | | | | | | | Sporelementen | | | | | |
|-----|----------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|---------------|----|----|----|------|------|
| 1.2 | 5.2 –5.5 | NH4 | K | Ca | Mg | NO3 | Cl | SO4 | P | Fe | Mn | Zn | B | Cu | Mo |
| | | 0 | 4.2 | 2.5 | 1.4 | 7.5 | 1.0 | 1.25 | 1.0 | 25 | 1 | 3 | 22 | 0.75 | 0.75 |

Middels maandelijkse drainwater analyses op voedingselementen is de voeding gemonitord en zo nodig aangepast.

De watergift werd per seizoen en plantstadium gevarieerd, van één beurt van 100 ml/m² per 2 dagen naar meerdere beurten maar iets kleiner elke dag; op donkere dagen mag er iets minder water worden gegeven. Leidend hiertoe is het percentage drain; gestreefd wordt naar een drainpercentage van 30% minimaal en maximaal 50%.

2.8.3 Beoordeling gewasgroei, productie en (gewas)kwaliteit

De groei en de stand van het gewas wordt visueel door experts (voorlichter en telers in de Begeleidingscommissie) beoordeeld tijdens de periodieke bezoeken.

Bij enkele van deze bezoeken worden enkele planten uit de pot gehaald voor het beoordelen van de kwaliteit van de wortels, omdat sommige Anthuriumrassen gevoelig zijn voor wortelafsterving in relatie tot de klimaatomstandigheden.

Aan het einde van de proef is tijdens het "rooien" van de afdeling, 10 planten per ras apart gehouden met de bedoeling de kwaliteit van de wortels te beoordelen, en ook daar zijn de internodia van gemeten. Deze einde proef gewaswaarnemingen worden getoond en besproken in Bijlage 5.

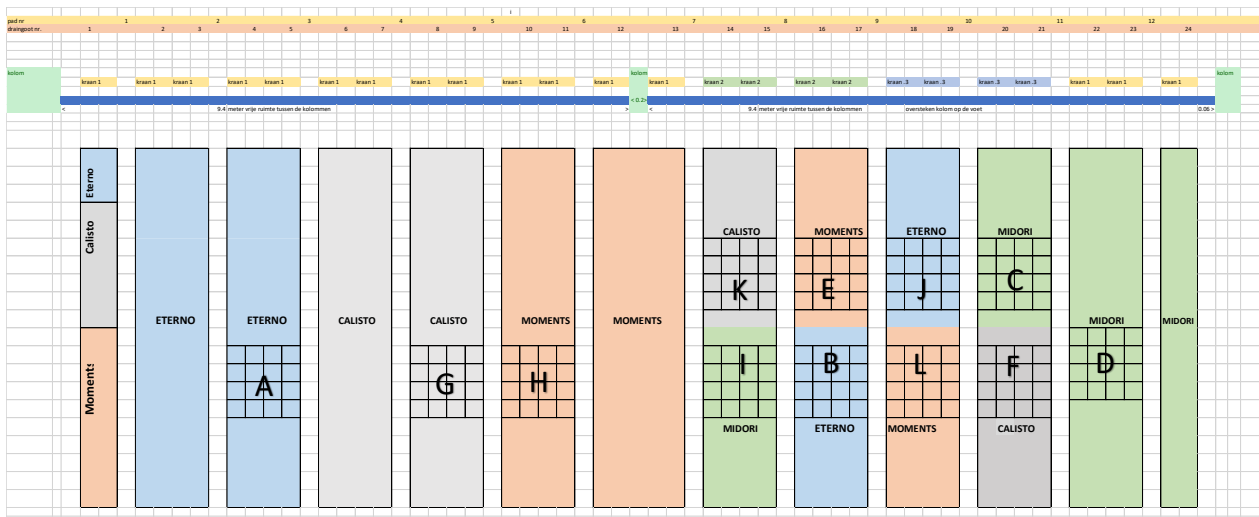
Geogst werd twee keer per week. Aan de oogst van specifiek hiervoor aangeduide meetvelden zijn waarnemingen gedaan (zie Figuur 6). De velden besloegen een oppervlak van 1.45 m lang en 82 cm breed (8 mazen lang en 4 mazen breed), en bestonden uit 16 potten, dus 32 planten in het begin (door het laten ontwikkelen van gemiddeld een extra kop (uit stek) per pot, liep het aantal koppen per veld op tot 46-55 koppen na twee jaar, 2.8-3.5 koppen per pot).

Het jaar 2019-2020 wordt beschouwd als "aanloopjaar", omdat het geplant is in februari en de productie pas langzaam op gang kwam vanaf april.

In het vol productief jaar 2020-2021 is per ras een extra waarnemingsveld toegevoegd die gebruikt is voor een internodium strekkingsproef (Bijlage 3). De productie uit dit veld is erbij toegevoegd. Hiermee is in het tweede jaar productie geregistreerd van 4 veldjes per ras van 1.2 m² netto (totaal 4.8 m² netto voor de 4 veldjes samen).

De volgende gegevens zijn van elke bloem uit deze waarnemingsvelden bijgehouden:

- Productie en Kwaliteit (aantal, gewicht, lengte, bloemdiameter) van de geogste bloemen.
- Lengte van de internodiën (twee keer tijdens de teelt en eenmalig aan het einde van de teelt), dit in vergelijking met deze meting bij een teler waarvan het gewas dezelfde leeftijd heeft.



Figuur 6 Indeling meetvelden bedoeld voor oogstwaarnemingen. Per ras 3 meetvelden van netto 1.2 m², verspreid over de kas, totaal 3.6 m² per ras.

2.8.3.1 Houdbaarheid en blauwverkleuring tijdens het vaasleven

Uit de oogst van niet gemarkeerde velden is maandelijks (behalve in de zomermaanden) een monster van 30 takken per ras apart gehouden voor het bepalen van de houdbaarheid of vaasleven. Hiertoe zijn de bloemen op vaas gezet (5 bloemen per vaas, in totaal 6 vazen per ras per maand) in de uitbloeirimte. De condities in de uitbloeirimte zijn conform internationale standaarden (Reid en Kofranek, 1981) ingesteld: een temperatuur van 20 °C, een RV van 65%, en een lichtintensiteit van 14 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ op tafel hoogte, gedurende 12 uur per dag (en 12 uur donker).

De dag dat de bloemen op vaas worden gezet wordt dag 0 genoemd. De bloemen worden afgeschreven als de gemiddelde consument ze niet langer op de vaas zou laten staan. De houdbaarheid wordt gedefinieerd als het aantal dagen tussen dag 0 en het afschrijven van de bloemen. Genoteerd wordt om welke reden de bloemen zijn afgeschreven. Dit kan doordat ze slap zijn, bruin worden, de spadix (kolf) eruit valt, verkleuren of vervormen.

Specifiek wordt er gelet op het optreden van blauwverkleuring of glazigheid, twee tekenen van vroegtijdige veroudering die verband houden met telen bij te hoge RV (Warmenhoven en García, 2009). Het % blauw/glazig is bijgehouden.

Dit is tevens vergeleken met de houdbaarheid van bloemen uit een praktijk bedrijf die op dezelfde datum werden geoogst.

Kwaliteitsafwijkingen die zich hebben voorgedaan zijn bijgehouden en gekwantificeerd. Voorbeeld is het percentage bloemen met afwijkingen aan vorm en of kleur (zie later bij resultaten).

2.8.4 Gewasgezondheid

De ambitie voor de bestrijding van ziekten en plagen is om te kunnen telen zonder chemische middelen. Hiervoor zijn de nieuwste kennis en inzichten continu direct toegepast, waarbij bestaande natuurlijke vijanden zijn ingezet.

In snijanthurium komen twee soorten trips voor, Californische trips *Frankliniella occidentalis* en anthuriumtrips *Chaetanaphothrips orchidii*. Daarnaast zijn er regelmatig bladluizen aanwezig en zelden spint door de hoge relatieve luchtvochtigheid maar in de zomer is het mogelijk.

Er is gestart met een basis van roofmijten *A. swirskii* (300 zakjes, preventief tegen trips) - opgehangen in het gewas, 300 zakjes *N. californicus* (Spical) preventief tegen spint (hoewel de rode spintmijt - *Tetranychus urticae* - nauwelijks een probleem is in Anthurium), 2 flessen *N. cucumeris* (Thripex) preventief tegen trips - gestrooid over het gewas - en 2 flesjes *Aphidius* sluipwespen tegen bladluizen.

Voor het eerst op deze schaal zijn spinnen bewust ingezet als insectenbestrijders; dit is gedaan twee weken na de start in een hoek van de kas.

Het verloop van de plagen en de natuurlijke vijanden is gemonitord door middel van vangplaten en gewasbeoordelingen (Figuur 7). Wanneer deze tellingen en beoordelingen daartoe aanleiding gaven, zijn er aanvullende natuurlijke vijanden uitgezet, zoals *Aphidoletes aphidimyza* galmuggen en larven van groene gaasvlieg *Chrysoperla carnea* tegen bladluizen. Slechts enkele keren, als de plaagontwikkeling zo sterk toenam dat het tot gewasschade zou leiden, zijn er plaatselijk (pleksgewijs) chemische interventies uitgevoerd. Het verloop van deze waarnemingen is toegelicht in hoofdstuk 3.4. Een overzicht van de gebruikte middelen en natuurlijke vijanden is weergegeven in Bijlage 2.

2.9 Kasklimaat

Bij de start van de teelt is een praktijkconform klimaat ingesteld, maar naarmate de teelt vorderde zijn aanpassingen doorgevoerd, gericht op het minimaliseren van de warmtevraag, het maximaliseren van de warmteopslag of omwille van de gewaskwaliteit.

2.9.1 Lichtintensiteit en lichtsommen.

Gestreefd werd naar een momentane PAR niveau van maximaal 400 micromol/m²s op de planten; dit gaat namelijk meestal ook gepaard met (te) hoge bladtemperaturen: steven was om onder 27 – 28°C bladtemperatuur te blijven. Hoewel uit eerder onderzoek is gebleken dat er zonder schade geteeld kon worden, mits het licht diffuus, tot 700 μmol/m²s PAR, dient té hoge instraling, zeker bij jonge planten van lichtgevoelige rassen (zoals in onze proef Eterno), te worden vermeden. De lichtsom was in de eerste teeltweek 7.4 tot 8 Mol/m² per dag, maar werd al snel 11 tot 14 Mol/m² per dag. Het sturen van de lichtsom met de verschillende doeken, waaronder een donkerdoek dat tot maximaal 80% kon sluiten, bleek het bij wisselend zonnig/bewolkt weer lastig om de lichtintensiteit op de planten laag te houden, zeker omdat veel van het licht via de gevels kwam. Een van de effectieve maatregelen die genomen zijn om de lichtintensiteit op plantniveau te verlagen was het aanbrengen van een dubbele laag dunne vliesdoek aan de gevels, wat al twee maanden na de start is gedaan.



Figuur 7 Het beoordelen van het gewas op plagen en natuurlijke vijanden.



Figuur 8 Zakjes roofmijten in het gewas.

2.9.2 Kastemperatuur

De buitentemperatuur was bij de start 6 °C; in de kas streven we naar een etmaaltemperatuur van tussen de 20.6 en de 22.3°C afhankelijk van de daglichtsom; hiertoe werd er in overeenstemming met de teeltwijze van Het Nieuwe Telen (Geelen et al., 2015) gewerkt met een RTR (ratio Temperature to Radiation (Figuur 9 en Tabel 2)). De resulterende vergelijking luidt

$$\text{etmaaltemperatuur} = 0.52 * (\text{lichtsom}) + 17.36.$$

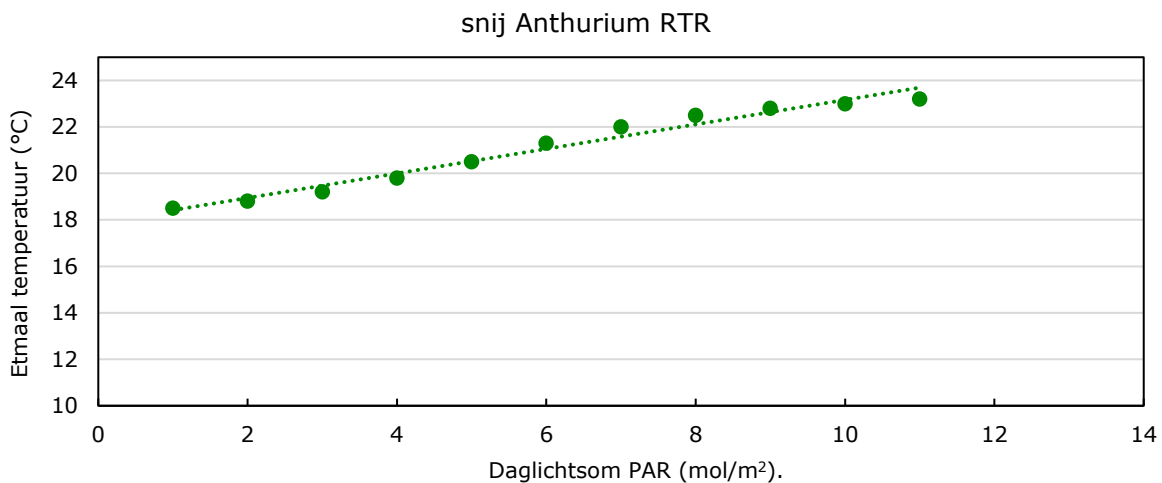
De waardes hiervoor zijn empirisch verzameld en gevalideerd door Gert Benders. Overdag onder hoge instraling en isolatie kon gemakkelijk 28 °C worden en werd er gestreefd naar een minimum nachttemperatuur van 19 °C.

Van deze RTR waardes is in het tweede jaar op twee punten afgeweken: 1- op de maximum dagtemperatuur: In relatie tot het hoog aantal bloemen met vervormingen na de eerste winter (zie 3.2.2.4 zijn maatregelen genomen om overdag veel minder hoge temperaturen toe te staan, met een streven voor de dagtemperatuur van maximaal 24 °C.

Dit had consequenties voor de RTR: wanneer de daglichtsom de waarde van 12 mol/m² overschreed, werd niet langer evenredig de temperatuur verhoogd, maar werd deze boven de 12 mol/m² afgevlakt. 2- op de minimumtemperatuur bij lage instraling: hoewel het bekend is dat de uitgroei duur van de bloemen strek vertraagt onder lage lichtsommen en etmaaltemperaturen onder 20 °C (Warmenhoven et al., 2004), vooral de cultivar Midori staat daarom bekend (die mag niet onder de 22 °C etmaal), is, om de warmtevraag in de tweede winter te minimaliseren, met een lagere etmaaltemperatuur geteeld; het argument hiervoor was dat door de hoge mate van isolatie en uniforme verwarming in combinatie met lucht inblaas, een lagere setpoint verwarming en kasttemperatuur kon worden aangehouden zonder gevaar voor koude plekken. De minimum nachttemperatuur is dan naar 18 °C verlaagd (elke graad temperatuurverlaging leidt tot ca. 10% energie besparing). In Bijlage 4 is de gerealiseerde RTR te zien.

Tabel 2 Gehanteerde RTR (Ratio Temperature to Radiation), naar Benders, G. (Adviesbureau van der Ende).

| Lichtsom per dag (mol/m ²) | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Etmaal temperatuur (°C) | 18.5 | 18.8 | 19.2 | 19.8 | 20.5 | 21.3 | 22.0 | 22.5 | 22.8 | 23.0 | 23.2 |



Figuur 9 De aangehouden verhouding tussen etmaaltemperatuur en daglichtsom. Naar Benders, G. (Adviesbureau van der Ende).

2.9.3 Vernevelen en ontvochtigen

De verneveling ging aan bij $VD > 6 \text{ g/m}^3$ en een kas $T > 26 \text{ °C}$. Ontvochtigd werd bij de start als de $RV > 90\%$ kwam. Later, naar aanleiding van de houdbaarheidsresultaten (zie 3.2.3.2) is het setpoint verlaagd: overdag werd er ontvochtigd als de VD lager werd dan 2.5 g/m^3 en 's nachts als het lager werd dan 3 g/m^3 ; de RV werd vanaf dat moment (als de warmtepomp niet in storing ging, wat in het eerste jaar regelmatig gebeurde) niet hoger dan 85%.

2.9.4 CO₂ dosering

Er werd CO₂ gedoseerd om een concentratie van 600 ppm in de kas te hanteren, met een maximale doseersnelheid van 100 kg/ha/uur, vanaf 1 uur na zon op tot 2 uur voor zon onder.

In Bijlage 4 is de realisatie van de concentratie CO₂ en het cumulatief gedoseerde CO₂ getoond.

3 Resultaten

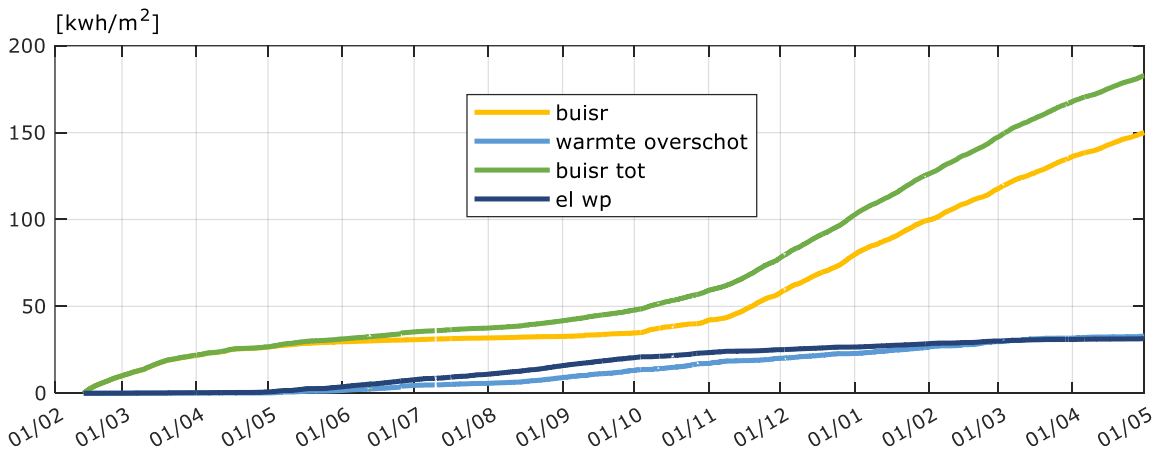
3.1 Energiestromen

3.1.1 Eerste jaar

Door veelvuldige storingen met de warmtepomp is de eerste zomer niet optimaal warmte geogst. Het tweede jaar is er 's nachts nog wel eens gekierd op vocht met alle gevolgen voor het energiegebruik van dien. Daarnaast is een raam motor kapot geweest waardoor een raam dag en nacht open bleef staan. Onbekend is hoelang dat het geval is geweest.

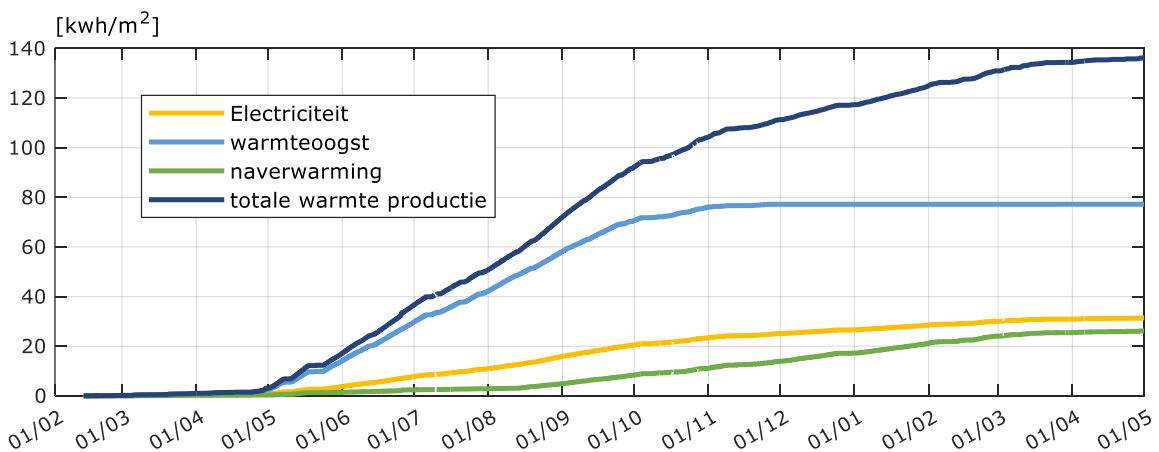
De WP is pas zorgeloos gaan functioneren sinds eind juni 2020. De leverancier heeft de regeling aangepast waardoor deze niet meer in de fout gaat terwijl er niets aan de hand is.

Figuur 10 en Figuur 11 laten de warmtebalans zien voor de kas van de start tot begin juni, eigenlijk de periode dat de warmtepomp wat minder heeft gefunctioneerd.



Figuur 10 Energiehuishouding van de kas van start (februari 2019) tot juni 2020; warmtevraag.

Van start tot begin juni is 154 kWh/m² warmte in de buisrail gegaan (groene lijn in Figuur 10).



Figuur 11 Energiehuishouding van de kas van start (februari 2019) tot juni 2020; warmteproductie.

Vanaf start tot einde is met de warmtepomp 32 kWh/m² aan elektriciteit gebruikt. Daarmee is in totaal 137 kWh/m² aan warmte met de WP geproduceerd. Het meeste in de zomer tijdens het oogsten (77 kWh/m²), welke fictief in de aquifer is gestopt. Er is 26 kWh/m² van alle geproduceerde warmte gebruikt om de ontvochtigd lucht na te verwarmen. Van de warmtepomp is dus eigenlijk 137-26 = 111 kWh/m² aan warmte over om de kas te verwarmen.

Naar schatting was er zonder storingen ca. 113 kWh/m² warmte geoogst en dan was er 111+(113-77) = 147 kWh/m² aan warmte voor de buisrail geproduceerd kunnen worden, een deel weliswaar via de opslag in de aquifer.

Als er ontvochtigd wordt, is er warmte over (blauwe warmteoverschot lijn in Figuur 10) die altijd in de buisrail is gestopt (33 kWh/m²). Een deel (van die 33) was niet nodig geweest en had opgeslagen kunnen worden om later te gebruiken. Keuzes in de systeem opzet liggen hieraan ten grondslag dat deze warmte net opgeslagen kan worden. Dit is niet exact te bepalen zonder zware modelberekeningen maar als aangenomen wordt dat de helft nuttig is geweest, zou in totaal 154+0.5 x 33=170 kWh/m² in de buisrail zijn gestopt. Dat is net wat meer dan de 147 kWh/m² die met de warmtepomp over bleef om de kas te verwarmen.

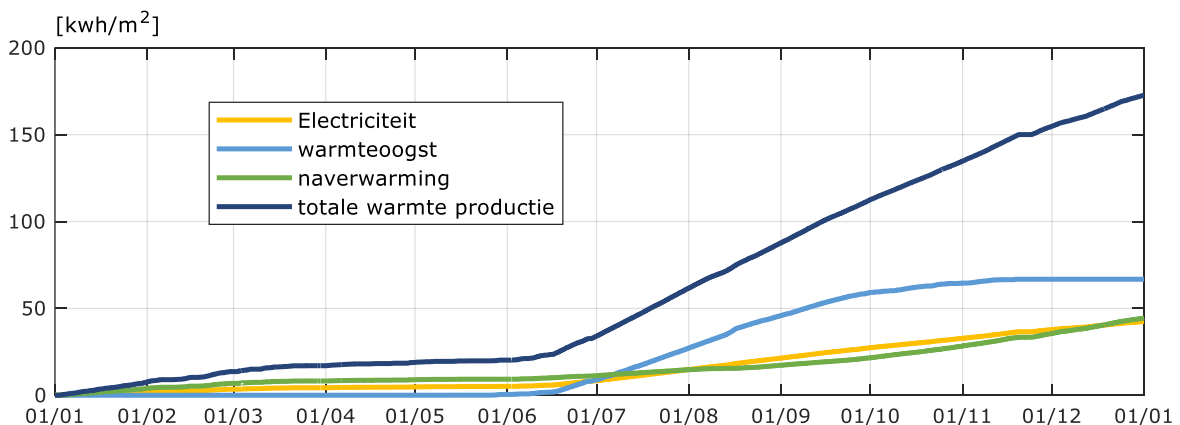
Als de balans op 1 maart 2020 opgemaakt was zou de warmtebalans net in evenwicht zijn geweest.

3.1.2 Tweede jaar

Voor het volledige jaar 2020 wordt het kalenderjaar aangehouden om het een en ander duidelijk te maken.

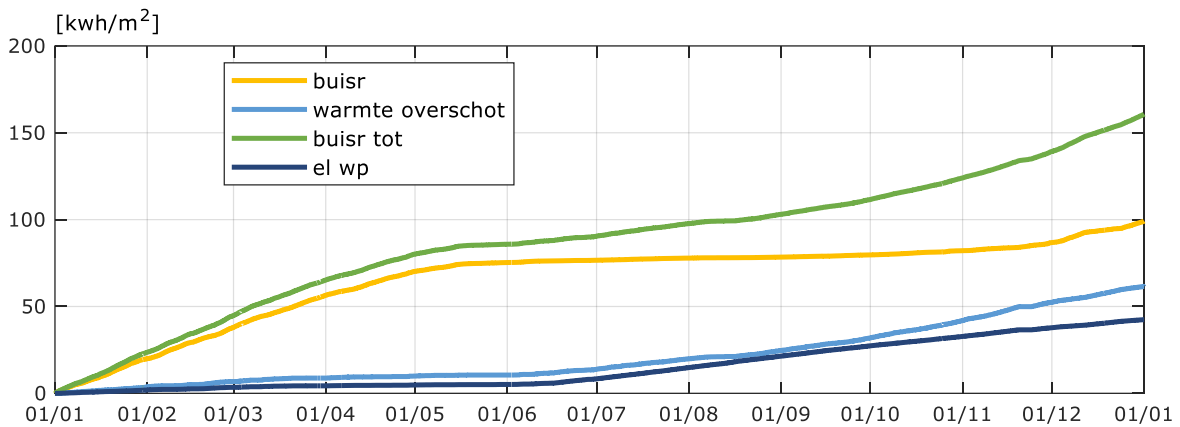
In Figuur 12 het functioneren van de WP. Vanaf medio juni komt de warmteoogst op gang en eigenlijk vanaf 1 juli werkt deze naar behoren. Van Januari tot juni heeft de WP alleen op ontvochtigingvraag gedraaid. De na- verwarming (groen) is de energie die in de afgekoelde lucht moet worden gestopt (afgekoeld tot onder het dauwpunt om te kunnen condenseren) om deze weer terug tot 1 graad boven de kasluchttemperatuur te brengen als er ontvochtigd wordt. In die periode (januari – juni) is het verschil tussen totale warmteproductie en na-verwarming als "warmteoverschot" in de buisrail gestopt. Na juni wordt er overdag warmte geoogst en 's nachts soms ook nog een deel ontvochtigd.

De warmtepomp heeft 3600 uur gedraaid waarvan 1300 uur warmte geoogst (= koelen); 2300 uur is er ontvochtigd; er was potentieel 2360 uur warmte te oogsten (gelet op de kastemperatuur).



Figuur 12 Energiehuishouding van de kas gerealiseerd 2020; warmteproductie warmtepomp.

De kas zelf kent uiteraard ook een warmtevraag. Deze warmtestromen van de kas zijn in Figuur 13 getoond. De buisrail warmte (geel) is in de buisrail gestopt op basis van de warmtevraag van de kas. De blauwe lijn, warmte overschot, is het verschil tussen totale warmte productie en na-verwarming in Figuur 12 op de momenten dat er ontvochtigd is. Zoals vermeld wordt deze warmte met of zonder warmtevraag van de kas altijd in de buisrail gestopt. Dan ontstaat de groene lijn als de warmte die totaal in de buisrail is gestopt.



Figuur 13 Energiehuishouding van de kas gerealiseerd 2020; warmte vraag.

De gerealiseerde energiestromen in 2020 zijn in Tabel 3 weergegeven.

Tabel 3 Gerealiseerde warmtestromen (Jaar 2020).

| | | | |
|-----------------------------------|-----|--------------------|--|
| Totale warmteproductie | 172 | kWh/m ² | |
| Warmte geoogst | 66 | kWh/m ² | 120 kWh potentieel (mrt –jun storingen in de regeling van de warmtepomp) |
| Na-verwarming | 44 | kWh/m ² | |
| Elektriciteit | 43 | kWh/m ² | 56 kWh potentieel |
| Warmteoverschot naar buisrail | 61 | kWh/m ² | (172-66-44) deel is echt als verwarming gebruikt en deel is "minimumbuis" |
| Elektriciteit | 42 | kWh/m ² | |
| Warmte in buisrail op warmtevraag | 98 | kWh/m ² | Komt overeen met 11.1 m ³ /m ² Hierin wordt voorzien door warmteoogst* |
| | 120 | kWh/m ² | (potentieel) |
| Warmte in buisrail totaal | 158 | kWh/m ² | 98+61 |

* dit is veel omdat i.v.m. de proef (kwaliteit van product) erg veel is ontvochtigd. In werkelijkheid kan dit via dag buffer op basis van warmtevraag gebruikt worden.

Had de WP die 2360 uren ingezet kunnen worden, dan was de oogst rond de 103 kWh/m² uitgekomen.

3.1.3 CO₂ input

In Bijlage 4 is de realisatie van de concentratie CO₂, de wekelijkse dosering (in kg/m²) en het cumulatief gedoseerde CO₂ getoond. Hieruit blijkt dat in de winterweken met zeer weinig ventilatie, er weken waren waar minder dan 10 gram per m² nodig waren om de gewenste concentratie te bereiken. In zomerweken kon dit oplopen tot iets meer dan 600 gram per m² per week.

Bij het einde van 2019, was er totaal 8.6 kg CO₂ gebruikt; over de volledige looptijd zijn 20 kg OCAP CO₂ per m² ingegaan. Omdat bij een fossielvrije teelt dit allemaal moet worden ingekocht, zijn vraagtekens over nut en noodzaak van deze input gerechtvaardigd. Bij het hoofdstuk conclusies en aanbevelingen komen we op deze vraag terug.

3.1.4 Samenvatting energiestromen

Met de warmteogst van een ontvochtiging installatie en een kleine 30 kWh/m² aan elektriciteit voor een warmtepomp, was er bijna voldoende warmte beschikbaar om de teelt te verwarmen, er was 20 kWh/m te kort, dat is nog geen 2.5 m³/m² aan aardgasequivalenten.

Had de WP vanaf het begin goed gefunctioneerd en alle 2360 uren ingezet kunnen worden die voldeden aan de criteria voor warmteogst, dan was de oogst tot rond de 121 kWh/m² uitgekomen en was een Fossielvrije anthurium teelt gerealiseerd.

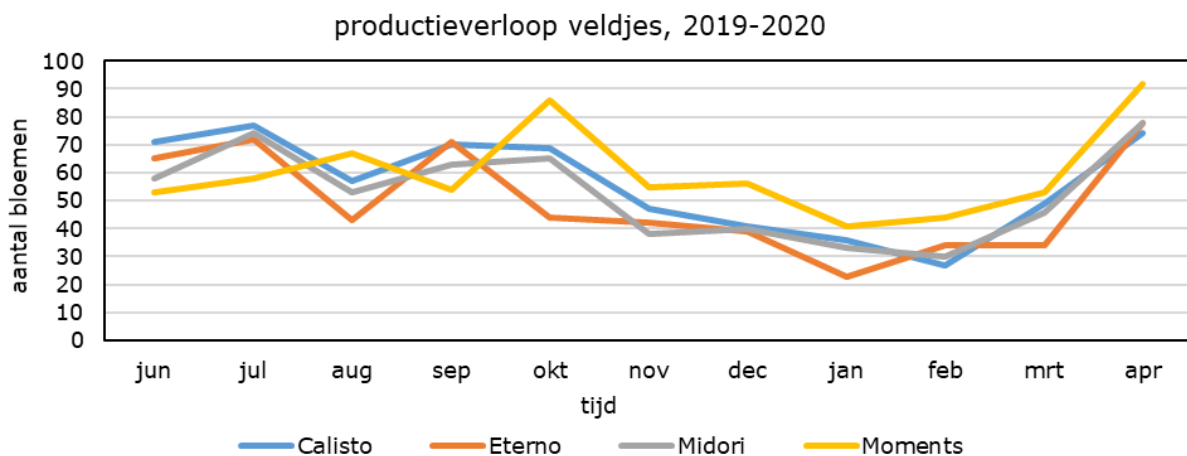
3.2 Bloemproductie en kwaliteit

De productie en kwaliteit van de uit de meetvelden geoogste bloemen worden getoond en besproken.

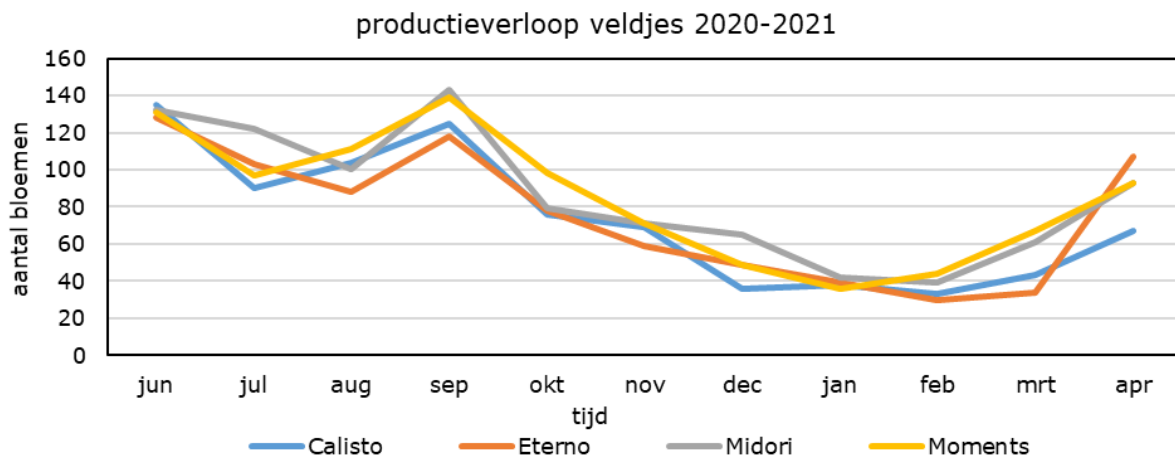
3.2.1 Aantal bloemen

Figuur 14 geeft het verloop van de productie (opgeteld voor de 3 veldjes samen) in het aanloopjaar per ras weer; Figuur 15 in het volproductief jaar (opgeteld voor de 4 veldjes samen, dus van een groter oppervlak).

Gemiddeld per maand was in het aanloop jaar 15 bloemen/ netto m² geoogst, dat is in het volproductief jaar 17 bloemen/ netto m². Omgerekend naar de totale (bruto) kasoppervlak is dit respectievelijk 7.5 en 9 bloemen. Het mag worden geconcludeerd dat deze productie in ieder geval niet onder doet voor de productie wat behaald wordt in de praktijk (KWIN 2019 = 7 stuks per maand/m² bruto, 80 stuks per m² per jaar, geen onderscheid naar cultivar- voor een gemiddeld jaar) maar zelfs voor de laag producerende rassen wel hoger ligt dan de praktijk.



Figuur 14 Verloop productie in het aanloopjaar 2019-2020, per maand opgeteld (geteld op 3 veldjes per ras van 1.2 m² netto (totaal 3.6 m² netto) en 2.3 m² bruto (totaal 6.9 m² bruto inclusief pad).



Figuur 15 Verloop productie in het vol productief jaar 2020-2021, per maand vanaf juni (geteld op 4 veldjes per ras van 1.2 m² netto (totaal 4.8 m² netto).

In beide grafieken is af te lezen dat de hoogste productie gehaald wordt in de lichtrijke maanden van het jaar en een duidelijk dieptepunt in productie te zien is in de maand januari (Eterno, Moments) en in februari (Midori, Calisto). De productiedip was groter (minder bloemen) in januari-februari 2021 dan in het jaar ervoor. Dit had zeer waarschijnlijk te maken met het bewust aanhouden van een lager etmaaltemperatuur om de absolute warmtevraag van de kas te verlagen (Zie gerealiseerde temperatuurverloop in Bijlage 4). De "gemiste" productie komt alsnog versneld vanaf maart in beide winters, als de gemiste graaddagen werden ingehaald; dit is bekend in de praktijk en uit temperatuurintegratie onderzoek (Warmenhoven et al., 2004). Het aantal bloemen dat geproduceerd is per periode en per ras per m² is weergegeven in Tabel 4. Dit komt gemiddeld over alle rassen vanaf de eerste oogst (19-04-19) tot de laatste (26-04-21) op 204 stelen per m² die zijn geproduceerd.

Tabel 4 Productie in aantal bloemen per ras en per jaar weergegeven per m² (eerste getal per netto m² /tweede getal per bruto m²).

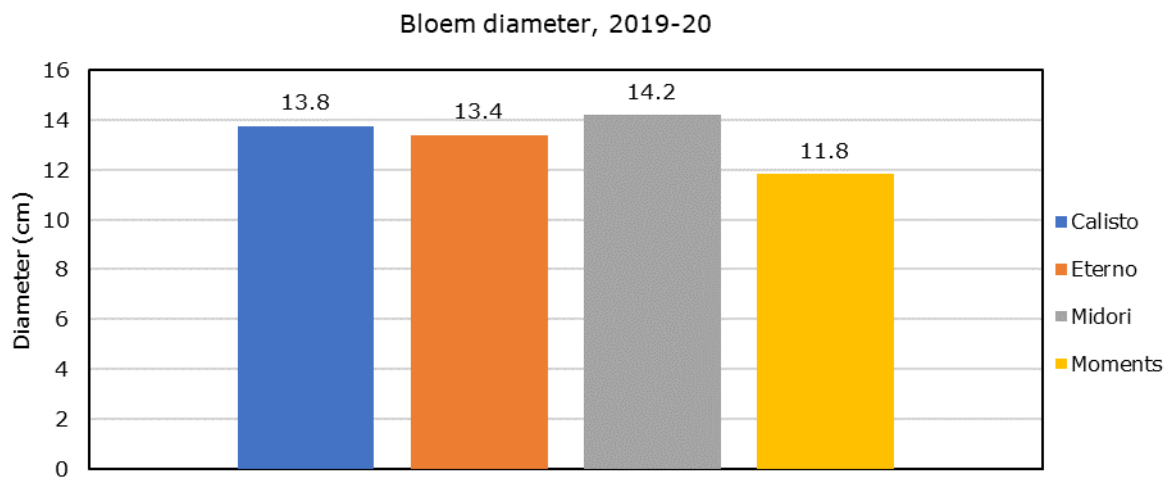
| Periode | Calisto | Eterno | Midori | Moments |
|----------------------------|---------|--------|---------|---------|
| 19-04-19 t/m 19-05-20 (13) | 201/103 | 179/91 | 185/93 | 224/114 |
| 26-05-20 t/m 26-04-21 (11) | 195/99 | 190/97 | 215/110 | 212/108 |

3.2.2 Kwaliteit

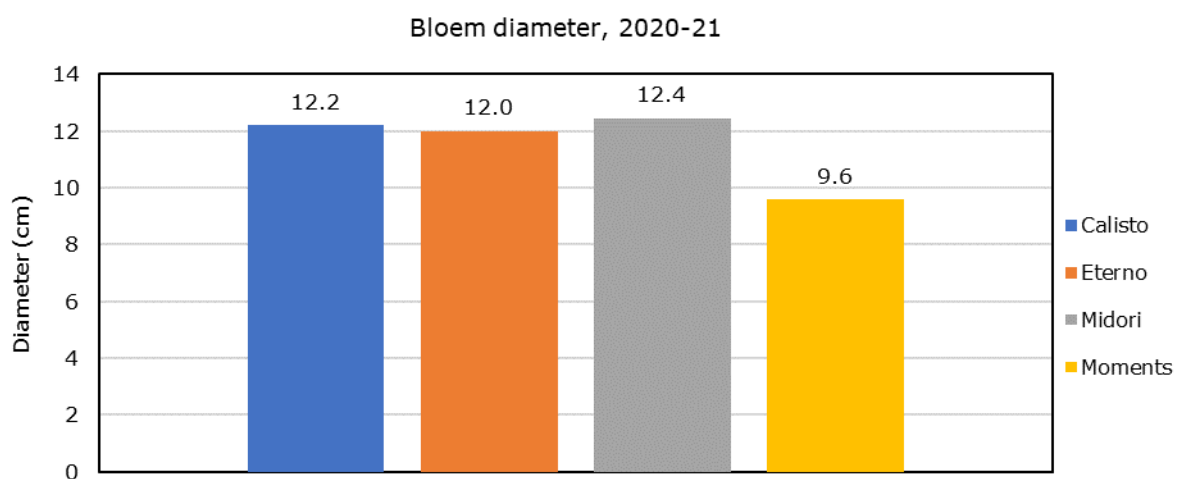
De kwaliteit van de bloemen wordt bepaald door enerzijds de bloemdiameter (van grotere bloemen gaan er minder in een doos en dienen ze een hoger kwaliteitssegment, dus zijn ze duurder) en anderzijds het gewicht van de gehele bloem (inclusief de steel). De steel moet ook voldoende stevig zijn om de bloem te dragen, moet niet gaan buigen. De steel moet verder recht zijn, en de bloem moet geen afwijkingen vertonen. Daarom zijn deze kwaliteitseigenschappen gemeten en worden deze hieronder getoond en toegelicht.

3.2.2.1 Bloem diameter

De gemiddelde diameter van alle uit deze velden geoogste bloemen is 12.4 cm. Het is getoond per ras per jaar in de grafieken hieronder, Figuur 16 voor het aanloopjaar 2019-20 en Figuur 17 voor het volproductief jaar 2020-21. Het witte ras Moments heeft de kleinste bloemen, die omdat het relatief veel kleine bloemen maakt uit stek, die het gemiddelde wat omlaag brengen. In het volproductief jaar is de diameter van de bloemen met 1- 2 cm afgenomen in vergelijking met 2019. Dit is grotendeels het gevolg van meer bloemen en een veel voller gewas; de leden van de BCO noemen de bloemen over het algemeen "vrij grof", men vindt deze afname in diameter niet groot.



Figuur 16 Gemiddelde bloemdiameter in het aanloopjaar 2019-2020 per ras.

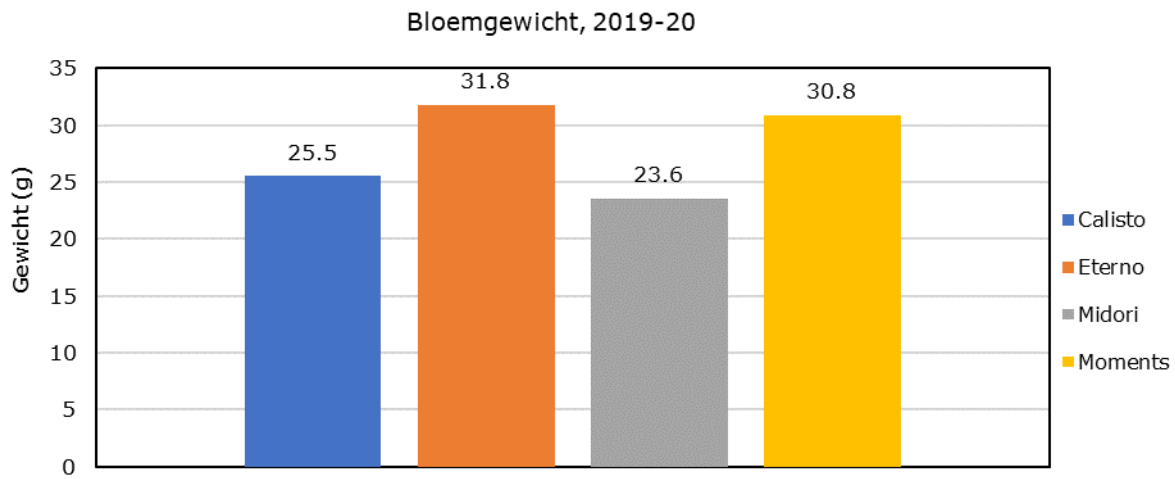


Figuur 17 Gemiddelde bloemdiameter in het volproductief jaar 2020-2021 per ras.

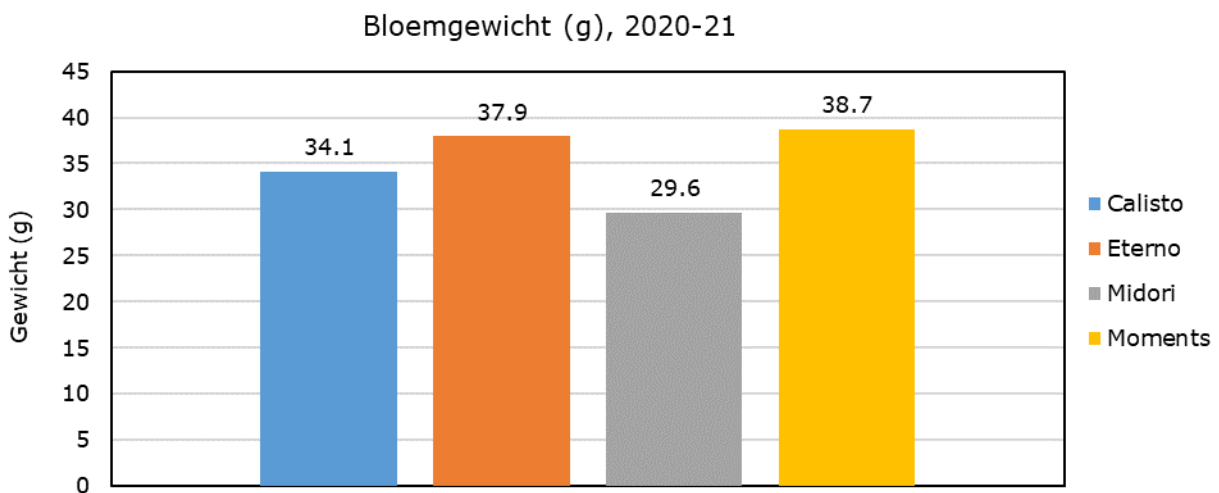
3.2.2.2 Bloem gewicht

Het gemiddeld gewicht per bloem varieert per ras; daarbij zijn Moments en Eterno zwaarder dan Calisto en Midori; deze laatste heeft in beide teeltjaren gemiddeld de laagste bloemgewichten.

Het bloemgewicht is toegenomen van gemiddeld 28 in het aanloop jaar naar gemiddeld 35 gram/bloem in het volproductief jaar; de grafieken laten achtereenvolgens zien de bloemgewichten (per ras) in 2019-20 (eerste grafiek, Figuur 18) en in 2020-21 (tweede grafiek, Figuur 19). Zoals in de volgende paragraaf wordt gepresenteerd, is een deel van de gewichtstoename te wijten aan een toename van de steellengte in de tijd.



Figuur 18 Gemiddelde bloemgewicht in het aanloopjaar 2019-2020 per ras.



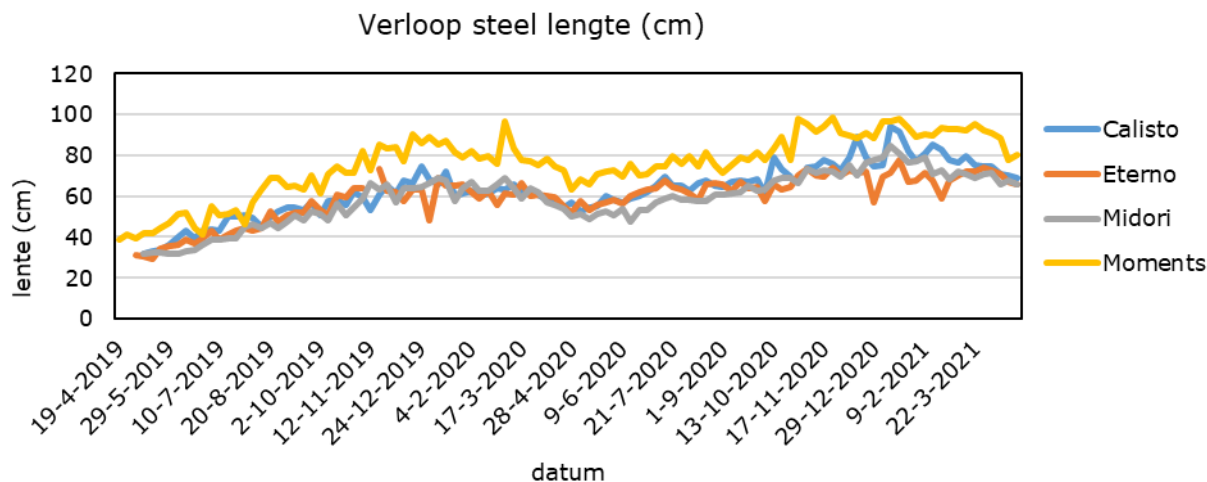
Figuur 19 Gemiddelde bloemgewicht in het volproductief jaar 2020-2021 per ras.

3.2.2.3 Bloemlengte

Met gemiddeld 75 cm lengte, geeft Moments de langste bloemen.

Onderstaande grafiek (Figuur 20) laat het verloop in de steellengte zien in de tijd.

Afgezien van het feit dat de eerste bloemen gemiddeld wat korter zijn (de gemiddelde lengte neemt toe van 30 cm bij de eerste geogste bloemen in april 2019 tot 60 cm in oktober van hetzelfde jaar), is er een seizoen effect te onderscheiden in de steellengtes, met kortere bloemen in het voorjaar en zomer, en langere bloemen in de wintermaanden. Dit is bij veel andere siergewassen (gerbera, roos, Alstroemeria) ook het geval.



Figuur 20 Verloop in de tijd van de gemiddelde steellengte per ras.

3.2.2.4 Afwijkende bladeren en bloemen

In de winter van 2019 tot het voorjaar van 2020, troffen we veel gewasdelen (bladeren, schutbladeren -spathe, wat we als "bloem" beschouwen, en spadix of kolf, de eigenlijke bloem) met afwijkende vorm en kleur. Dat zijn bladeren die op bloemen lijken en bloemen die sterk op een blad lijken in vorm en kleur. Telers noemen dat bloemen "met groene oren" en "lange tongen". Het lijkt een vegetatieve reactie binnen in de schacht bij de aanleg van een bloem. In extreme gevallen is de spadix (de "kolf") los gaan strekken gescheiden van het schutblad (spathe) of is er een spadix aan een groen blad gegroeid. Hoewel we de eerste afwijkende bloemen al in november van 2019 geconstateerd hebben, leek het er steeds op dat het minder werd, en daarom zijn we de aantallen pas gaan bijhouden vanaf 22 januari 2020 (zie Figuur 23, waarin het verloop is getoond als % van de totale productie uit de kas -dus niet van de telvelden alleen-). Enkele voorbeelden van deze blad en bloem afwijkingen, "groene oren" en "lange tongen" zijn verzameld in Figuur 21.

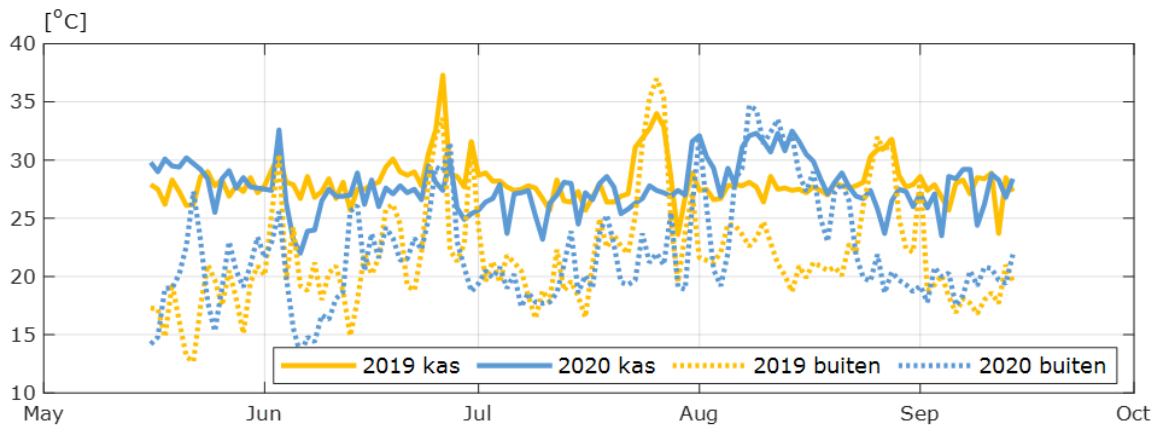


Figuur 21 Verschillende voorbeelden van afwijkende bladeren en bloemen tussen het gewas.

Uit gesprekken met telers en voorlichters blijkt dit vaker voor te komen; omdat anthurium een zeer trage ontwikkeling kent, is het bij telers vaker waargenomen dat deze afwijkingen in de bloemen wat vaak in het najaar en winter volgen na hoge temperaturen in de zomer. Hoe hoog de temperatuur moet zijn om dit te veroorzaken, is niet bekend. Hoge temperaturen worden bij verschillende gewassen als bewust “vegetatieve” acties toegepast om het gewas uit de bloei te houden. Als voorbeelden *Spathiphyllum*, een andere plant uit de anthurium familie (een Araceae of Aronskelkfamilie) waarbij temperaturen boven 28°C gebruikt kunnen worden om de vegetatieve groei te stimuleren (ze “uit de bloei” te houden).

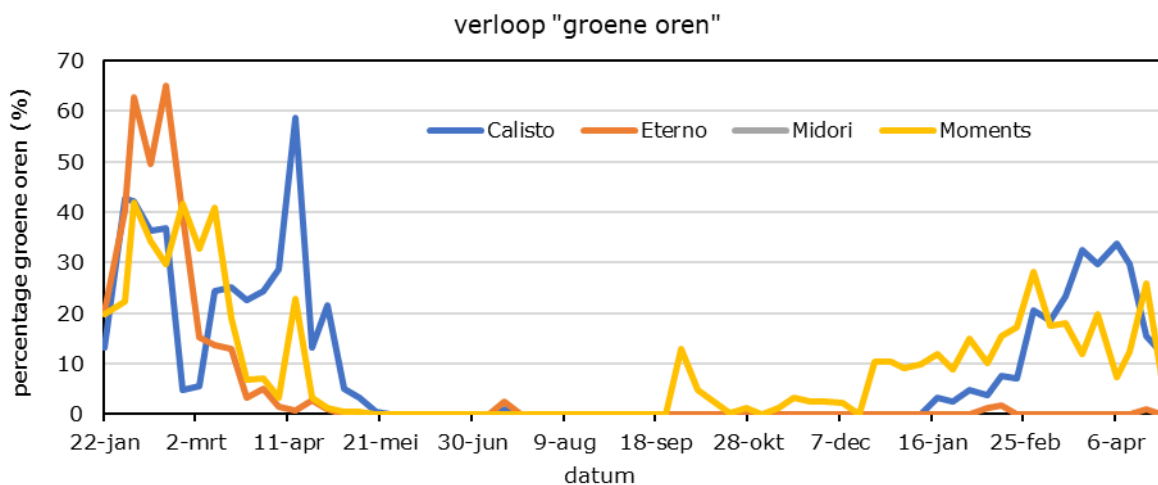
Met deze hypothese, dat de afwijkingen veroorzaakt werden door hoge temperatuurpieken, zijn we in de tweede zomer aan de slag gegaan, en is bewust gestreefd naar lagere etmaaltemperaturen dan in de eerste zomer en vooral dag maxima af te vlakken naar onder de 30 °C. Hiermee beperkten we iets de hoeveelheid warmte dat we kunnen oogsten, maar als het aan de kwaliteit ten goede komt, dan is het natuurlijk wel goed.

De gemiddelde zomertemperatuur in 2020 was 0.7 °C lager dan in 2019 bij een gemiddeld 0.3 °C hogere buitentemperatuur. De dag maxima voor de kas- en de buitentemperaturen in de periode 15 mei tot 15 september voor beide jaren is afgebeeld in Figuur 22. Hierin is te zien dat in 2019 er een dag in juni was waarbij de maximum kastemperatuur ruim 37 °C werd. Twee hittegolven volgden eind juli en eind augustus. Bij deze zijn temperaturen van ruim 30 °C gedurende meerdere dagen gehaald. In 2020 was de eerste helft van augustus temperaturen van net over de 30 °C ook gedurende meerdere dagen geweest; dus ondanks maatregelen is het toch niet helemaal gelukt om de maximum temperatuur voldoende laag te houden.



Figuur 22 Maximum dagtemperatuur in beide zomers 2019 en 2020 (15 mei tot 15 september) in de kas en buiten.

Desondanks blijkt het uit de registraties van aantal bloemen met afwijkingen (Figuur 23) dat in de winter 2020-2021 en erop volgend voorjaar er een lagere incidentie is van bloemen met afwijkingen dan de winter en voorjaar ervoor. Bij Eterno zijn ze in 2021 nog maar zeer sporadisch bij een enkele bloem aanwezig en de mate waarin is vele malen minder. Bij Calisto en Moments is de mate waarin ook minder spectaculair, maar de aantallen zijn, hoewel aanzienlijk verlaagd (van 60% in april 2019 naar 30% in april 2020 voor Calisto, en van 40 naar 32% bij Moments), nog altijd hoog. De verbetering bij Eterno geeft aan dat de hypothese waarschijnlijk wel klopt, maar waarschijnlijk moet de etmaal temperatuur of de maximum dag temperatuur verder omlaag in de zomer (niet bekend hoe veel lager) om deze afwijkingen te voorkomen.



Figuur 23 Het verloop van het aantal bloemen met "groene oren of lange tongen" in de tijd per oogstdatum, als percentage van het totaal aantal geoogste bloemen uit de volledige kas (dus niet van alleen de meetveldjes).

3.2.3 Houdbaarheid

Een selectie van 30 bloemen per ras per behandeling is in najaar, winter en voorjaar maandelijks uit de afdeling gehaald en op de vaas gezet (in schoon water) in de uitbloeirimte. Per vaas 5 bloemen.

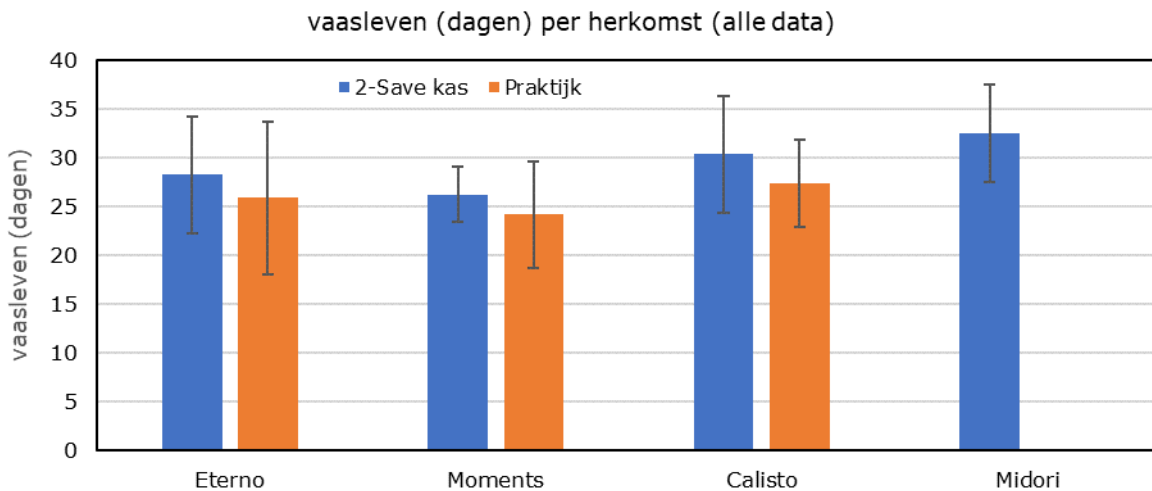
Iets minder frequent zijn als vergelijking 20-30 bloemen per ras van een praktijkbedrijf gehaald. Deze bloemen zijn op dezelfde manier op de vaas gezet. De gewassen (Calisto, Eterno en Moments) waren ongeveer even oud als die in de test afdeling. Voor Midori was er geen vergelijk.

Gekeken is naar vaasleven en blauwverkleuring / glazigheid.

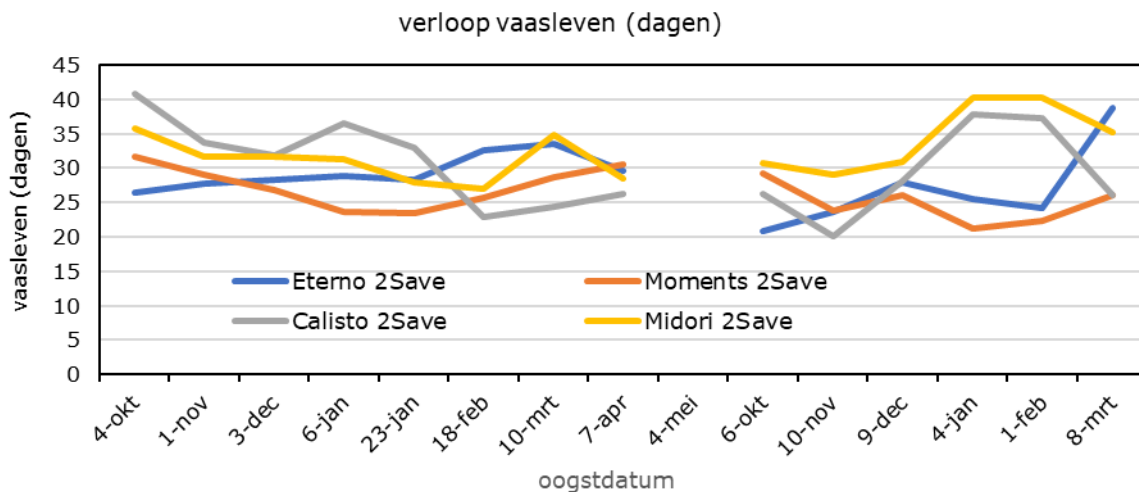
3.2.3.1 Vaasleven

In totaal is 14 keer het vaasleven van de bloemen uit deze demonstratie afdeling getest. Gemiddeld over alle rassen en de hele proefperiode heen waren de bloemen uit de 2SaveEnergy kas 29.1 dagen houdbaar. Het jaarverloop is te zien in Figuur 25.

De bloemen uit de praktijk zijn 9 van de 14 proeven mee getest. Deze waren gemiddeld 26 dagen houdbaar. In Figuur 24 is het gemiddelde per ras per herkomst getoond. Het verschil tussen de rassen ongeacht herkomst is statistisch significant (ANOVA 1%), waarbij Midori de langst houdbare ras is (32.7 dagen), en Moments de kortst houdbare (25.6 dagen). De trend naar iets kortere houdbaarheid voor de bloemen uit de praktijk kan verklaard worden uit het feit dat deze wel verpakt en getransporteerd waren, en soms wat extra rijp geoogst. Dit verschil tussen herkomst is niet significant (ANOVA, 5%).



Figuur 24 Gemiddeld vaasleven (dagen) per ras voor de bloemen uit de twee herkomsten, de 2SaveEnergy kas (14 meetmomenten) en bloemen uit een praktijkbedrijf (9 meetmomenten).



Figuur 25 Verloop van het vaasleven in dagen van de bloemen geoogst uit de 2-SaveEnergy kas.

3.2.3.2 Blauwverkleuring en glazigheid

Uit eerder onderzoek (Warmenhoven en García Victoria, 2009) bleek er een sterke relatie te zijn tussen hoge RV tijdens de teelt en het optreden van blauwverkleuring (bij rode cultivars) en glazigheid (bij niet rode cultivars) tijdens het vaasleven. Door het ontvochtigen was de verwachting dat het niet tot nauwelijks zou voorkomen en daarom is het tijdens het vaasleven bijgehouden.

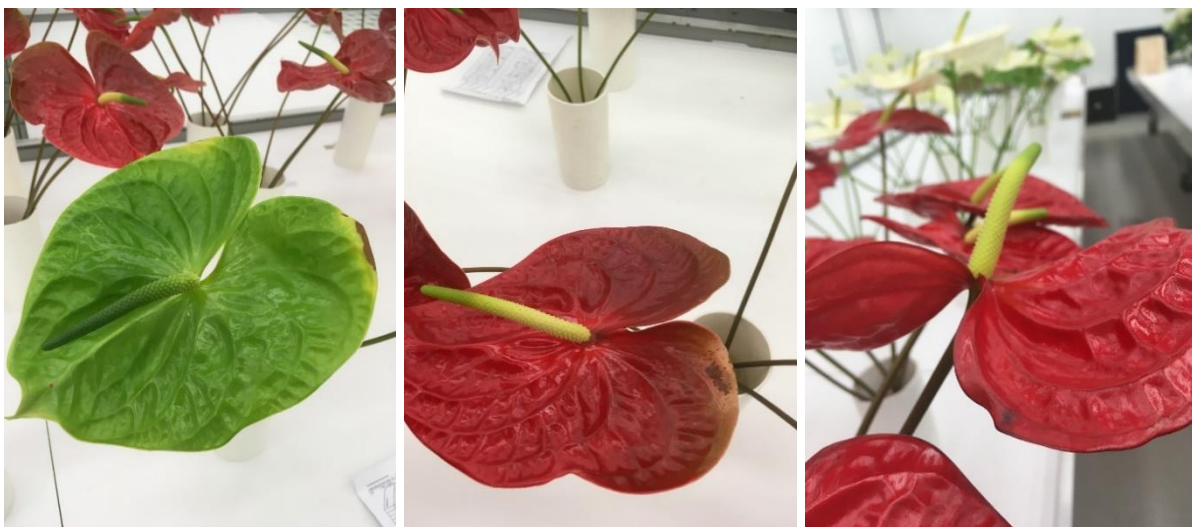
Het blijkt sterk cultivar afhankelijk: Bij Moments en Eterno komt het beperkt voor, en meestal pas aan het einde van het vaasleven. Bij Calisto komt het veel voor (zowel praktijk als 2SaveEnergy kas). Bij Midori (alleen bloemen uit de 2SaveEnergy) komt het het meeste in voor.

Samengevat over alle oogstdata en rassen, waren er in de 2SaveEnergy kas, in vergelijking met de bloemen uit het praktijkbedrijf die regelmatig gehaald werden, een lager aandeel bloemen met blauwverkleuring of glazigheid binnen 7 dagen, en een vergelijkbaar aandeel binnen 14 dagen na het op de vaas zetten (Tabel 5). Wanneer we het gemiddelde uit de 2SaveEnergy kas berekenen zonder de gevoelige cultivar Midori, die niet geteeld werd in het praktijkbedrijf, dan is het percentage aangetaste bloemen binnen 14 dagen iets lager dan in de praktijk, maar niet in de mate waarin we verwachten dit probleem te kunnen tegengaan met de ontvochtiging van de kas.

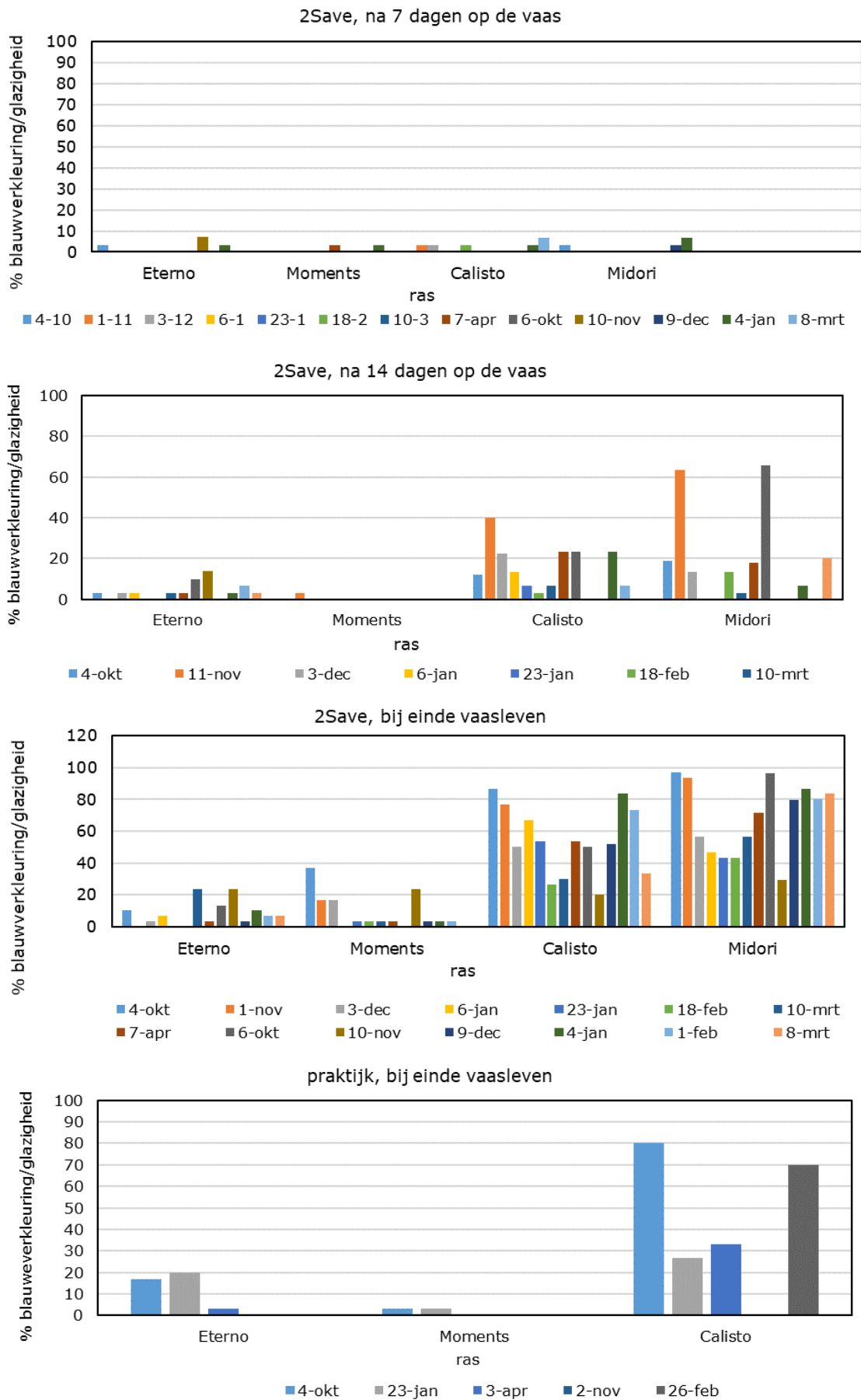
Tabel 5 Percentage bloemen met blauwverkleuring en glazigheid, gemiddeld over alle oogstdata en cultivars heen, per herkomst (praktijk of 2SaveEnergy kas).

| | Herkomst van de bloemen | | |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| | praktijk | 2-Save (incl. Midori) | 2-Save (exc. Midori) |
| Waarneming | | | |
| blauw/ glazig binnen 7 dagen | 11.7 | 3.8 | 3.6 |
| blauw/ glazig binnen 14 dagen | 12.9 | 14.9 | 10.7 |

In Figuur 25 is het % aangetaste bloemen getoond voor de verschillende oogstdata zoals geregistreerd na 7 dagen op de vaas, na 14 dagen op de vaas en bij het einde van het vaasleven. Hier is te zien dat wanneer het criterium "blauw verkleurd binnen 7 dagen" wordt gehanteerd, dat dit zelfs bij de zeer gevoelige Calisto en Midori zeer laag blijft. Naarmate de bloemen langer op de vaas staan, neemt het % bloemen met deze aantasting toe, dat is na 14 dagen (Midori geoogst in november-19 en oktober-20 opgelopen tot boven de 60%). Tegen het einde van het vaasleven is op verschillende momenten in het jaar bij ruim 80% van de Midori en Calisto bloemen uit de 2SaveEnergy kas wel een blauwe of necrotische plek te zien; hierbij moet opgemerkt worden dat bij de rode rassen, veroudering ook tot een blauwige verkleuring leidt). Bij de bloemen uit de praktijk kan dit ook flink oplopen tot over de 60%. Een seizoen patroon is te bespeuren: bloemen geoogst in februari en maart laten relatief minder vaak blauwverkleuring en glazigheid zien dan in december, oktober, november of januari. Extreem veel bloemen zijn genoteerd binnen 14 dagen van de oogst van 4 oktober en 1 november. Hierna is het setpoint ontvochtiging aangepast (zie 0). Uit eerder bedrijfsvergelijkend onderzoek (Warmenhoven en García, 2009) bleek er een duidelijke relatie tussen het optreden van blauwverkleuring en glazigheid en een hoge teelt RV van boven 75% gedurende ¾ van de tijd. In de periodes met de meeste incidentie van dit fenomeen is niet altijd gelukt om een goed verschil in RV te creëren op verschillende momenten van de dag met de ontvochtiging (zie klimaatrealisatie in Bijlage 4).



Figuur 26 Glazigheid bij Midori (links) en bij Calisto (midden) leidend tot necrotische plekken in het schutblad gedurende het vaasleven. Rechts een "blauwe" plek bij Eterno.



Figuur 27 Het % bloemen geoogst uit de 2SaveEnergy kas die na 7, 14 dagen op de vaas of bij het einde van het vaasleven blauwverkleuring en/ glazigheid vertonen per oogstdatum. De laatste grafiek laat tevens op oogstdatum het % bloemen geoogst uit het praktijkbedrijf die bij het einde van het vaasleven blauwverkleuring en/ glazigheid vertoonden.

3.2.4 Conclusie bloemproductie en kwaliteit

De productie in deze demonstratie afdeling heeft niet ondergedaan voor de productie die behaald wordt in de praktijk. De verlaging van de etmaaltemperatuur om de warmtevraag van de kas te verlagen in de tweede winter zorgde vermoedelijk voor een dip in productie in januari en in februari, dit is een vertraging van de productie maar geen derving.

Kwalitatief waren de bloemen met gemiddeld 12.4 cm, goed van diameter, eerder aan de grote kant, en de stelen waren voldoende lang (variërend per ras en per seizoen) en stevig (35 gram per bloem). Er zijn wel vrij veel (tot 60% van de geoogste bloemen in april 2019) afwijkende bloemen geoogst (bloemen met "groene oren" en/ of "lange tongen"). De hypothese dat dit het gevolg is van (té) hoge temperaturen in de zomer (maar zich pas uit 4-6 maanden later) is zeer aannemelijk, daar een verlaging van de maximum dag temperatuur in de tweede zomer tot een verlaging van het % afwijkende bloemen heeft geleid. Niet bekend is hoeveel lager de maximumtemperatuur moet zijn om dit verder te verlagen.

De houdbaarheid was met 29 dagen goed, even goed als die van bloemen uit een praktijkbedrijf met dezelfde cultivars en ongeveer dezelfde gewasleeftijd. Het aandeel bloemen met "blauwverkleuring" en / of "glazigheid" binnen 7 dagen vaasleven was lager dan in de praktijk, maar met de veroudering neemt het % bloemen met deze symptomen toe, in bepaalde oogstdata kon dit ook bij vrij veel bloemen worden waargenomen, en is binnen 14 dagen al niet echt minder dan bij de bloemen uit de praktijk; de verwachting gebaseerd op eerder onderzoek was dat het ontvochtigen van de kaslucht een positief effect zou hebben op het optreden van blauwverkleuring en glazigheid, maar deze is in deze demonstratieproef niet in de gewenste mate waargemaakt.

3.3 Gewas

Over het algemeen werd het gewas door de BCO bijzonder goed beoordeeld. Met uitdrukkingen als "een plaatje van een gewas", of "staat er fantastisch bij", was er onmiskenbaar waardering voor de stand van het gewas.

3.3.1 Wortelkwaliteit

Op verschillende momenten in het jaar zijn (door leden van de Begeleidingscommissie) van enkele random planten de wortels visueel beoordeeld (door de pot eronder vandaan te verwijderen), vooral de cultivar Midori, waarvan het bekend is dat het gevoelig kan zijn voor wortelrot. Uit deze beoordelingen bleek dat de wortels heel goed waren in kleur, jonge wortelpunten en dikte en geen tekens van wortelrot lieten zien. Uitzonderingen was een enkele wortel of worteldeel op momenten kort na een rondje gewasonderhoud zoals het verwijderen van stek of het snijden van oud blad (zie 2.8.1 en Figuur 28).



Figuur 28 Staat van de wortels na een rondje gewasonderhoud, van links naar rechts, 1 en 2, twee planten Midori in september 2019, 3 Midori in juli 2020 en 4, Moments in juli 2020.

3.3.2 Lengte van de internodia

Een opvallend kenmerk die telers steeds verbaasde van het Anthurium gewas geteeld in de 2SaveEnergy Kas was de lengte van de internodia; naar hun mening, was het gewas bijzonder compact in vergelijking met een praktisch gewas.

Een compact gewas levert een arbeidsvoordeel op, en ook de mogelijkheid om een langere teeltduur aan te houden. De reden is dat naarmate planten ouder worden de planten steeds hoger komen te staan, tot er een moment komt dat de plant omvalt. Omgevallen planten moeten of rechtgezet worden of omgeduwd worden zodat ze allemaal dezelfde kant omvallen, en de productie kan afnemen, tot een moment komt dat het gewas moet worden vervangen.

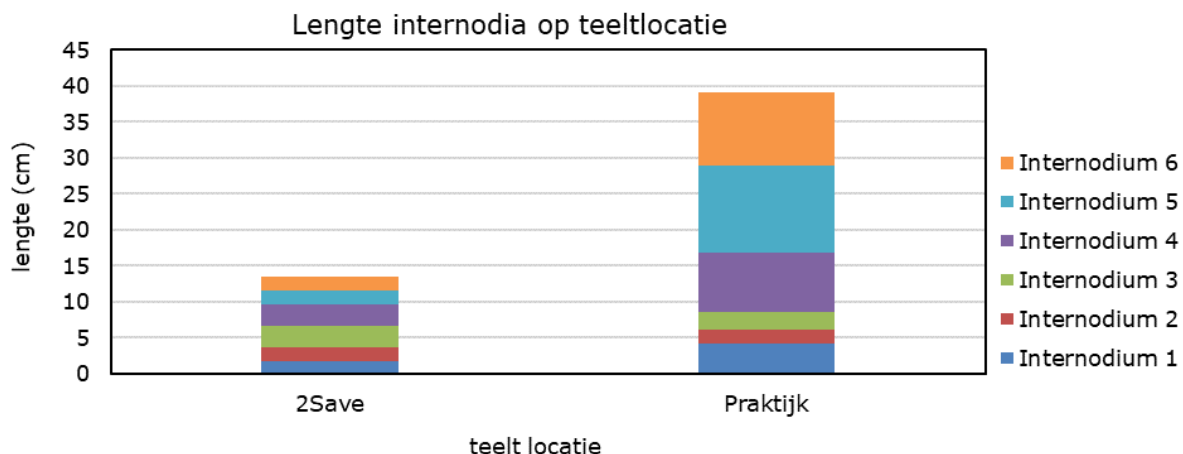
De "gevoeligheid" voor strekking van de plant vanuit de internodia is, zo laten de kenners weten, een ras afhankelijk kenmerk. Van de vier rassen die geteeld werden, is één ras, Eterno, weinig gevoelig voor rek van de internodiën. Moments is de meest gevoelige. Dit blijkt ook uit de metingen (Bijlage 3).

De compactheid van het gewas in de 2SaveEnergy kas leek te danken aan kortere internodia. Het leek de moeite waard om deze indruk te ondersteunen met getallen.

In mei 2020 zijn daarom metingen uitgevoerd. Gemeten is de lengte van de individuele internodia gemeten bij het ras Moments.

- Een gewas uit een praktisch bedrijf bij twee gewassen wat ongeveer in dezelfde periode is geplant
- Het gewas uit de 2SaveEnergy Kas.

De resultaten zijn grafisch uitgebeeld in Figuur 29. Het beeld wat de telers hebben gezien wordt hiermee met cijfers bekrachtigd: de plant is veel compacter in de 2SaveEnergy kas dan in de praktijk: gemiddeld was de totale hoogte van de plantstam van planten met 6 internodia samen in de praktijk op dat moment bijna drie keer (39 cm) zo hoog als in de 2SaveEnergy kas (13.5 cm). Alleen al internodium 5 was in de praktijk bijna even lang als de gehele stam met alle internodia in de 2SaveEnergy kas.



Figuur 29 Lengte (in cm) van de internodia bij het ras Moments (vergelijkbaar gewas leeftijd) uit twee verschillende herkomsten: de 2SaveEnergy kas en een praktisch bedrijf.

Er zijn hier verschillende verklaringen voor geopperd:

- a. Het licht niveau dat is toegelaten in de 2SaveEnergy aan het begin van de teelt is hoger dan normaal bij een praktijkbedrijf.
- b. De relatief koude lucht die onder de planten geblazen wordt met de ontvochtiging slurven verlaagt de strekking.
- c. De combinatie van extra licht en koude lucht onder de pot (de wortels).

Om de rol van licht en koelere wortels in de strekking dan wel compactheid van de internodiën te begrijpen is een verkennende proef opgezet met onder andere lichtafscherming en zijn aanvullende metingen gedaan aan de pottemperaturen onder bedden waar koude lucht onder werd geblazen, en onder een bed waar de luchttoevoer via de slurf was afgesloten. De opzet en resultaten zijn in Bijlage 3 toegelicht.

De invloed van het lichtniveau als gevolg van plantopbouw en plantdichtheid wordt besproken hieronder.

3.3.2.1 Invloed van licht in relatie tot plantopbouw en dichtheid

Het gebruikte teeltsysteem bestond uit verhoogde bedden in een vier rijen systeem met potten om en om gestoken in een rooster van ijzerdraad. De pottenrij aan weerszijden van het bed grensde aan het pad; twee rijen zaten aan de binnenkant van het bed.

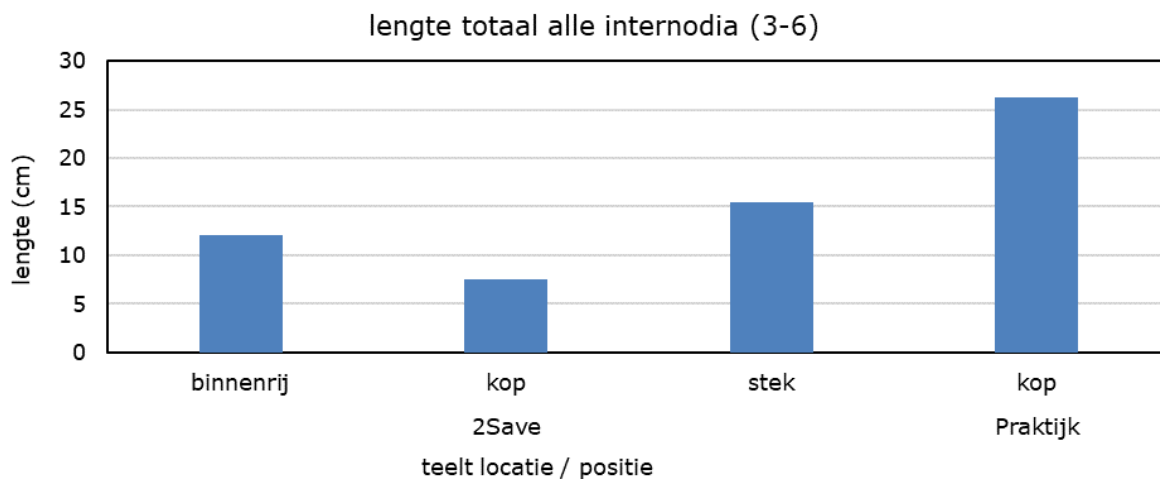
Bij de uitvoering van de lengtemeting van de planten uit de 2SaveEnergy kas is opgevallen dat er verschillen leken te zijn in de lengte van de internodia afhankelijk van de positie van de plant in het bed. Daarom zijn de metingen apart bijgehouden van planten in 2 verschillende posities.

In de loop van de teelt ontwikkelt er vrij veel stek onder aan de planten. Normaal wordt stek verwijderd, maar binnen het eerste jaar is toegestaan dat een of meer stekken per plant zich zouden ontwikkelen tot "productieve koppen". Uiteindelijk stonden aan het einde van de teelt gemiddeld 3.2 koppen per pot. Het viel op dat de internodia van "stek" koppen, langer waren dan die van de oorspronkelijke koppen. Deze lengtes zijn ook apart bijgehouden.

Zodanig kon de lengte van de internodiën van drie plantposities worden vergeleken:

1. Van de koppen (een van de oorspronkelijke planten van de 2 die per pot waren geplant bij de planten opkweek) aan een pot in de buitenrij van elk bed = BUITENRIJ of KOP.
2. Van de koppen (een van de oorspronkelijke planten van de 2 die per pot waren geplant bij de planten opkweek) aan een pot in de binnenrij van elk bed = BINNENRIJ.
3. Van een kop die ontstaan is uit een stek van een van de oorspronkelijke planten = STEK.

De figuur hieronder laat het verschil zien in de lengte van de internodia nummers 3-6.



Figuur 30 Lengte van 3 internodia opgesomd afhankelijk van positie plant in het bed.

Het lijkt er dus op dat binnen dezelfde bed, planten die meer licht ontvangen vanwege hun positie in het bed, kortere internodiën hebben dan planten die minder licht ontvangen omdat ze bijvoorbeeld in de binnenrij van het bed zitten. Ook stekken, die zich in het begin onderaan de plant een weg naar het licht moeten maken, lijken verder te strekken dan de oorspronkelijke koppen, en meer ook dan de koppen aan de binnenkant van de rij.

3.3.3 Conclusie gewaskwaliteit

Het gewas werd door de betrokken Begeleidingscommissie zeer positief beoordeeld. Opvallende zaken waren de goede wortelkwaliteit en de compactheid van het gewas, vooral van de internodia. Deze laatste zijn vergeleken met een bedrijf in de praktijk met een gewas wat geplant is in dezelfde periode. Uit deze vergelijking blijkt dat het gewas in de 2SaveEnergy kas inderdaad veel compacter was. Er zijn aanwijzingen gevonden dat de oorzaak mogelijk ligt in de hoeveelheid licht dat onderin het gewas komt, onder meer via gewasonderhoud, maar met deze proefopzet is geen hard bewijs verzameld.

3.4 Gewasgezondheid

Twee weken na de start zijn 20 minuscule spinnen (*Erygone* spp., familie Lynphidae, Figuur 31) geïntroduceerd in een hoek van de kas. Dit experiment was het eerste waar op deze schaal deze spinnen zijn gebruikt als plaagbestrijders in kasgewassen.



Figuur 31 De geïntroduceerde dwergspinnetjes (*Erygone* spp., *Lymphidae*) zoals ingebracht in het gewas (*ras Moments*).

In week 20 hadden de ingezette spinnen zich goed gevestigd. Zo goed dat in week 25 de gehele kas goed bedekt was met het web (Figuur 34). Vanaf de start van de teelt werden standaard preventief natuurlijke vijanden ingezet. Beide genomen maatregelen hebben geleid tot sporadische waarnemingen van trips op de vangkaarten en een zeer rustig verloop van de teelt. Vanaf week 33 begon de spinnenpopulatie af te nemen door gebrek aan voedsel en trad kannibalisme op (ze voedden zich voornamelijk met de aanwezige *Sciara*'s). Vanaf week 35 (met een lage spinnenpopulatie) begonnen de eerste bladluishaarden te verschijnen. Deze zijn pleksgewijs chemisch bestreden met Tepekki (Zie ook Bijlage 2). Ze bleven moeilijk te bestrijden tot het einde van de teelt. In het tweede teeltjaar werden de spinnen in week 12 opnieuw uitgezet en gevoed met *Sciara*'s. De populatie van spinnen bleef stabiel tot het einde van de teelt.

In het laatste teeltjaar werd voor het eerst anthuriumtrips waargenomen, hoogst waarschijnlijk door kruisbesmetting vanuit een potanthurium teelt uit een andere afdeling. Tegen het einde van de teelt, in april 2021, begon de druk van anthuriumtrips echter toe te nemen in vooral *Moments* en *Midori*, dit werd waargenomen als een toename van beschadigde kolfjes bij *Moments* en van vervormde bloemen, verkurkte, bruine plekken in blad- en bloemstelen, en bruine streepjes in de schachten bij *Midori* (Figuur 32). In de schachten van een *Midori* plant met deze laatstgenoemde symptomen bleken daar 15 larven verscholen te zitten. Bij de volgende gewascontrole zijn 4 volwassenen anthuriumtrips gevonden en onvoldoende roofmijten in de buurt, en dit naam toe naar 8 adulten (Figuur 33, midden) een week later. In overleg met de BCO is besloten in een deel van de kas een bespuiting uit te voeren met Conserve, maar in de linkerkant de biologie een kans te geven; hiervoor is extra *A. swirskii* uitgezet rondom de plantbasis van *Midori* en *Moments* in de linker helft van de kas.



Figuur 32 Schadebeeld van anthuriumtrips, links en midden, schade aan de bloemstelen; rechts zichtbaar schade aan de schachten.

Een andere plaag wat twee keer in de teelt zeer lokaal (kleine plek) is waargenomen (September 2020 en einde teelt in april 2021) is spint (Figuur 33, rechts). Anders dan de gebruikelijke "rode" spint mijt *Tetranychus urticae*, is deze donker rood/ paars en met dikke doornachtige haren op de rug; het blijkt *Panonychus citri*, de rode spint mijt van de citrusvruchten te zijn. Zit op de bovenkant van het blad, terwijl normaal de rode spintmijt *T. urticae* aan de onderkant leeft.



Figuur 33 Links, een beschadigd kolfje bij Moments; midden: anthuriumtrips, larven en volwassenen; rechts, tekening van de citrusspintmijt (uit: cabidigitallibrary.org).

Uit onderzoek (Yingfang en Henry, 2010; Ebrahim et al., 2016) blijkt dat het effectief met de roofmijten *A. persimilis* en vooral met *N. californicus* kan worden bestreden; in de eerste uitbraak is alleen *N. californicus* uitgezet en effectief ermee gecontroleerd; in de tweede zijn beide roofmijten uitgezet. Ook hiermee was het snel onder controle.



Figuur 34 *Het hele gewas bedekt met spinnenwebben van de uitgezette spinnetjes.*

3.4.1 Conclusie gewasgezondheid

Het gewas is gedurende de volledige teeltduur (ruim 2 jaar) zeer gezond gebleven. Luis was de lastigste plaag om te bestrijden. Dankzij de toegepaste gewasbeschermingsstrategie, met onder andere een mogelijke rol voor spinnen als bestrijders van plagen, konden de chemische bespuitingen sterk beperkt blijven tot: geen chemie in het eerste jaar, drie pleksgewijze behandelingen tegen luis in het tweede jaar. Tegen het einde van de teelt kwam er anthuriumtrips in het gewas. Dat bleek moeilijk te bestrijden met de kennis van toen, en zowel de chemische (eenmalig een halve kas en eenmalig volvelds) als de biologische aanpak waren daar onvoldoende effectief voor. Dit, samen met de problemen in de praktijk heeft aanleiding gegeven voor een onderzoek naar het beheersen van exotische trips soorten.

4 Conclusies en aanbevelingen

De demonstratie teelt van snij Anthurium in de 2SaveEnergy kas heeft de verwachtingen die vooral waren gesteld grotendeels waargemaakt. Hieronder worden ze nogmaals op onderdelen samengevat met aanbevelingen voor implementatie of voor vervolgonderzoek.

Over het energiegebruik

Met de warmteogst van een ontvochtiging installatie (potentieel 121 kWh/m² aan warmte) en een kleine 30 kWh aan elektriciteit voor een warmtepomp was er door de extreem goede isolatie van de kas voldoende warmte te oogsten om de teelt te kunnen verwarmen. Het elektriciteitsgebruik van de ventilatoren ook meegerekend, kan er naar schatting met inbreng van 55 kWh/m² elektriciteit deze kas jaarrond verwarmd en ontvochtigd worden. Als de elektra voor de warmtepomp groen kan worden opgewekt, dan kunnen wij stellen dat een fossielvrije anthuriumteelt binnen handbereik ligt, en zo kunnen we concluderen dat de onbelichte snijanthuriumteelt succesvol op weg naar klimaatneutraal kan.

Over het gebruik van CO₂

Bij het einde van 2019, was er totaal 8.6 kg OCAP CO₂ gebruikt; over de volledige looptijd zijn 20 kg OCAP CO₂ per m² ingegaan; in de winterweken met zeer weinig ventilatie was het weekgebruik soms lager dan 10 gram per m² om de gewenste concentratie te bereiken; in zomerweken kon dit oplopen tot iets meer dan 600 gram per m² per week. Bij een fossielvrije teelt moet dit allemaal worden ingekocht. Gezien de grofheid van het gewas is de vraag, of het ook met minder had gekund, gerechtvaardigd, en de moeite van het onderzoeken waard. Temeer omdat uit eerder onderzoek is gebleken dat niet alleen hoge RV, maar ook hoge CO₂ concentratie een negatieve invloed heeft op het optreden van blauwverkleuring en glazigheid.

Over de gewaskwaliteit, productie en bloemkwaliteit

Gewaskundig is de snijanthuriumteelt in de 2SaveEnergy kas een redelijk succes: de betrokken telers waren van begin tot einde positief over wat ze beoordeelden als een compact en gezond gewas, een mooie zware kwaliteit bloemen en met zeer goede wortels. De compactheid van het gewas was te danken aan veel kortere internodia dan die van een even oud gewas in de praktijk. De oorzaak van deze compactheid is met oriënterende proeven niet achterhaald; licht bij de internodia lijkt een aannemelijke factor, waarvoor gezien het belang van een compact gewas in de praktijk voor productie, kwaliteit en arbeid gericht onderzoek gerechtvaardigd zou zijn.

De productie in aantal bloemen deed niet onder voor de productie in de praktijk (in vergelijking met de productie die in de KWIN wordt vermeld was het zelfs een verbetering van 12 bloemen per m² per jaar, een verbetering van 15%. De kwaliteit van de bloemen (gemiddelde steel lengte 64 cm, gemiddelde bloem diameter 13 cm, takgewicht gemiddeld 32 g) was ruim voldoende.

Een kanttekening is hier op zijn plaats omdat er in de winter bloemafwijkingen (in vorm en kleur) plaats vonden. Deze werden toegeschreven (ervaringen vanuit de BCO-deelnemers) aan de hoge zomer temperaturen tijdens hittegolven en kwamen dankzij wat begrenzingen aan de maximale temperatuur die niet op alle dagen even goed lukten, in de tweede winter minder vaak voor. Dit is een gewaskundig aspect wat aandacht zou verdienen in een verder implementatietraject. Door bijvoorbeeld iets meer te koelen op zeer warme dagen (zoals tijdens een hittegolf) zouden het aantal "rejects" kunnen worden verlaagd.

Over de naogstkwiteit van de bloemen

De houdbaarheid van de bloemen op de vaas zoals bepaald in het winterseizoen (de meest kritische periode) was met 29 dagen niet significant verschillend met die van de bloemen uit een praktijkbedrijf.

Door het ontvochtigen hadden wij een sterke vermindering verwacht van het aantal bloemen die tijdens (de eerste dagen van) het vaasleven, blauwverkleuring en glazigheid ontwikkelen, wat de sierwaarde snel verlaagt. Deze verwachting is heel beperkt waargemaakt: alleen als we het vergelijken binnen de eerste 7 dagen vaasleven met de praktijk zien we een verbetering. Binnen 14 dagen vaasleven is het verschil met de praktijk bijna verdwenen.

Op dit punt is ook een optimalisatieslag te maken bij de implementatie, daar in deze demonstratie werd ontvochtigd met als doel latente warmteogst; een positief effect op de sierwaarde tijdens het vaasleven werd gezien als bonus, maar was geen doel op zich.

Over de gewasgezondheid en emissie van gewasgezondheidsmiddelen

Het gewas is gedurende de volledige teeltduur zeer gezond gebleven. De toegepaste strategie (met spinnen, roofmijten tegen trips en spint en galmuggen tegen luis), maakte mogelijk om te telen met een minimum aan chemische toepassingen (geen in het eerste jaar, en drie pleksgewijze behandelingen in het tweede jaar). Tegen het einde van de teelt kwam er anthuriumtrips in het gewas; dit bleek moeilijk te bestrijden en een knelpunt voor emissievrije teelt in meerdere gewassen, en is in een apart onderzoek opgepakt. Uit deze demonstratie blijkt dat een onbelichte anthuriumteelt ook goed op weg is naar een emissievrije teelt, niet alleen van CO₂ uit fossiele bronnen maar ook van gewasgezondheidsmiddelen.

Uit de discussies met de telers van de begeleidingscommissie blijkt dat om het systeem bij telers geïmplementeerd te krijgen er meer financiële dan technische of gewaskundige belemmeringen zijn.

Literatuur

Anonymous. CABI digital library.

<https://www.cabidigitallibrary.org/cms/10.1079/cabicompendium.33682/asset/d1267084-de98-44be-9360-21cda74413e8/assets/graphic/mettci.jpg>

Dai, J., & Paull, R. E. (1990). Leaf Development and Anthurium Flower Growth. *HortScience HortSci*, 25(9), 1138e-1138, doi.org/10.21273/HORTSCI.25.9.1138e

De Kreij, C., Voogt, W., van den Bos, A.L., Baas, R., 1999. Bemestingsadviesbasis substraten. Rapport / Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; No. 169. ISSN 1387-2427. <https://edepot.wur.nl/218455>

Durieux, A., Nijssen, H. M. C., & van Mourik, N. M. (1997). *Invloed van klimaatfactoren op productie en fotosynthese bij snij-anthurium*. Rapport / Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente; No. 82. <https://edepot.wur.nl/281898>

Ebrahim, A., Abdallah, A., Halawa, A., 2014. Potential of Neoseiulus californicus (Mc-Gregor) as a Biocontrol Agent af Panonychus citri (Mc-Gregor) (Phytoseiidae-Tetranychidae). *Acarines: Journal of the Egyptian Society of Acarology* – 8 DOI 10.21608/ajesa.2014.4903

García Victoria, N., Feije de Zwart en Caroline Labrie, 2010. Het Nieuwe Telen Anthurium, Ontwerpen en doorrekenen van een energiezuinig teeltconcept. Rapport GTB-1056.

Garcia Victoria, N., 2011. Kwantificeren effecten CO₂ doseren bij Anthurium. Rapport GTB 1080

García Victoria, N. (2022). Rekken en strekken in de schaduw: Optimaliseren LED Spectrum bij schaduwplanten, met potanthurium als modelgewas. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw; No. WPR-1084). Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/568145>

Geelen, P.A.M., Voogt, J.O., van Weel, P.A., 2015. De basisprincipes van Het Nieuwe Telen. Boek uitgave door LTO Glaskracht en Kas als Energiebron.

Kempkes, F.L.K.; Swinkels, G.L.A.M.; Hemming, S.; Sapounas, A.; Noort, F.R. van; Janse, J., 2014. Haalbaarheidsstudie Glas-Film Kasconcept. (Rapporten GTB 1307) - 58 p.

Kempkes, F.L.K.; Janse, J., 2013. Praktijkervaringen met de Venlow energy kas 2010-2012. (Rapporten GTB 1279) - 88 p.

Kempkes, F.L.K.; Janse, J., 2016. Teelt en energie 2SaveEnergy kas. Rapport GTB 1402 - 42 p.

Kempkes, F.L.K., Janse, J. en Tsafaras, I. 2018. Een sterk gewas met weinig gas. Richting 10m³ in de 2SaveEnergy kas met een jaarrondteelt tomaat. edepot.wur.nl/452797

Kempkes, F.L.K., De Gelder, A. en Raaphorst, M., 2020. Pieken zonder pieken. Paprikateelt in de 2SaveEnergy kas. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw, WPR-1007

Noort, Filip van, Wanne Kromwijk, Jan Snel, Mary Warmenhoven, Esther Meinen, Tao Li, Frank Kempkes en Leo Marcelis, 2013. 'Grip op licht' bij potanthurium en bromelia Meer energie besparing bij Het Nieuwe Telen Potplanten met meer natuurlijk, diffuus licht en verbeterde monitoring. Rapport GTB-1287.

Noort, Filip van, Frank Kempkes en Feije de Zwart, 2010. Het Nieuwe Telen Potplanten, Meer licht toelaten bij wijdere temperatuurgrenzen bij een hogere luchtvochtigheid. Rapport GTB-1093

Poot, E.H.; Zwart, F. de; Bakker, J.C.; Bot, G.P.A.; Dieleman, J.A.; Gelder, A. de; Marcelis, L.F.M.; Kuiper, D., 2008. Richtinggevende beelden voor energiezuinig telen in semigesloten kassen. (Rapport Wageningen UR Glastuinbouw, Nota 568) – 64 p.

Poot, E.H.; Garcia Victoria, N.; Gelder, A. de; Kempkes, F.L.K.; Marcelis, L.F.M.; Raaphorst, M.G.M.; Weel, P.A. van; Zwart, H.F. de, 2015. Richtinggevende beelden voor klimaat neutrale glastuinbouw. (Rapporten GTB-rapport 1365) - 50 p.

Radek M., Stano P., Entling, M., 2019. An updated perspective on spiders as generalist predators in biological control. *Oecologia* (2019) 189:21–36. <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4313-1>

Reid, M.S. and Kofranek, A.M. (1981). Recommendations for standardized vase life evaluations, 1981. *Acta Hortic.* 113, 171-174. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1981.113.25>

Warmenhoven, M., García, N., van Mourik, N., 2004. Temperatuurintegratie bij Anthurium andreanum. PPO rapport 41704339

-
- Warmenhoven, M.G.; Garcia Victoria, N., 2009. Onderzoek naar de oorzaak van blauwverkleuring en glazigheid bij Anthurium. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., Nota 639.
- Weel, P. de, Zwart, F. de, Voogt, J.A., 2016. Vochtbeheersing in kassen en terugwinning van latente energie. Rapport GTB-1421
- Yingfang X., Henry Y. F., 2010. Functional responses and prey-stage preferences of three species of predacious mites (Acari: Phytoseiidae) on citrus red mite, Panonychus citri (Acari: Tetranychidae), *Biological Control*, Volume 53, Issue 3, Pages 345-352, ISSN 1049-9644, <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.03.001>.
- Zwart, H.F. de; Janse, J.; Kempkes, F.L.K., 2015. Tomatenteelt in de hooggeïsoleerde VenLow Energy Kas. (Rapporten GTB-rapport 1366) - 34 p.
- Zwart, H.F. de; Speetjens, S.L., 2013. De Next Generation Semigesloten Kas: Perspectief van een ontvochtigingssysteem op basis van een koeloppervlak en op basis van hygroscopisch zout. (Rapport / Wageningen UR Glastuinbouw 1292) - 52 p.

Bijlage 1 Kennisoverdracht activiteiten

Gedurende de looptijd van het demonstratieproject zijn naast de reguliere telersbezoeken (BCO's), verschillende momenten geweest waarin aandacht aan de proef is besteed via korte updates naar de BCO, vakbladen, korte artikelen in websites, rondleidingen bij evenementen (zoals Energiek Event) en presentaties aan telers(groepen). Dit overzicht is niet volledig maar geeft een beeld van wat er aan kennisoverdracht heeft plaatsgevonden.

- Kempkes, F., april 2019. Anthurium onbelicht naar Klimaatneutraal, Webartikel, Onderglas.
- Kempkes, F., García Victoria, N., juni 2019. Anthurium onbelicht naar Klimaatneutraal, start bijeenkomst Snijanthurium telers. Powerpoint presentatie, Bleiswijk.
- García Victoria, N., juni 2019. Snijanthurium onbelicht naar klimaatneutraal. Webartikel Kas als Energiebron.
- Kempkes, F., García Victoria, N., november 2019. Anthurium onbelicht naar Klimaatneutraal, verloop eerste teeltmaanden, Grote BCO. Powerpoint presentatie, Bleiswijk.
- Roger Abbenhuijs. Mei 2020. Flinke energiebesparing en goede kwaliteit snij-anthurium in 2SaveEnergyKas. Interview met Gert Benders. Webartikel Kas als Energiebron.
- Kempkes, F., García Victoria, N., Mei-2020. Korte update bedoeld voor BCO. E-mail verspreiding.
- Pieternel Van Velden, juni 2020. Eerste resultaten snijanthurium in de 2SaveEnergy kas zijn goed. Webartikel in OnderGlas, en reposted in 2SaveEnergy Greenhouse systems.
- Kempkes, F., García Victoria, N., Juli-2020. Stand van zaken anthurium proef, bedoeld voor BCO. E-mail verspreiding.
- Anoniem, September 2020. Snijanthurium bespaart fors in 2SaveEnergyKas, Webartikel in 2SaveEnergy Greenhouse systems, naar Abbenhuijs in KaE website.
- Kempkes, F., García Victoria, N., Januari-2021. Stand van zaken anthurium proef, bedoeld voor BCO. E-mail verspreiding.
- Kempkes, F., García Victoria, N., februari-2021. Koude-warmteopslag maakt teelt snijanthurium duurzamer. Kort artikel in Onder Glas
- Kempkes, F., García Victoria, N., februari-2021. Koude-warmteopslag maakt teelt snijanthurium duurzamer. Webartikel
- Marleen Arkesteijn, April 2021. Energiebalans is in evenwicht: Onbelichte snij-anthuriums zijn goed klimaatneutraal te telen in 2SaveEnergy kas. Artikel in Onder Glas.
- Kempkes, F., García Victoria, N., Leman, A., Mei 2021. Anthurium onbelicht naar Klimaatneutraal, bijna eindstand, Grote BCO. Powerpoint presentatie, Bleiswijk.

Bijlage 2 Overzicht gewasgezondheid

Tabel B2.1 Overzicht van de gebruikte natuurlijke vijanden.

| Weeknr. | Plaag | Natuurlijke vijand | Product |
|---------|--|--|-------------------------------|
| 10 | Californische trips Anthurium trips | <i>A. swirskii</i> | 300 zakjes |
| | Spint | <i>N. californicus</i> | 300 zakjes |
| | Californische trips Anthurium trips | <i>N. cucumeris</i> | 2 flessen |
| | Bladluis | <i>Aphidius</i> | 2 flessen |
| 12 | Alle | <i>Erigone sp.</i> | 20 |
| 16 | Californische trips | <i>M. robustulus</i> | 1 koker |
| 19 | Californische trips Anthurium trips | <i>N. cucumeris</i> | 300 zakjes |
| 23 | Californische trips Anthurium trips | <i>A. swirskii</i> | 150 zakjes |
| 31 | Californische trips Anthurium trips | <i>A. swirskii</i> | 150 zakjes |
| 36 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>C. carnea</i> | 1 fles 1 fles |
| 40 | Californische trips Anthurium trips | <i>A. swirskii</i> | 300 zakjes |
| | Californische trips | <i>M. robustulus</i> | 1 koker |
| 47 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>A. colemani</i> Aphiscout mix | 3x 1 fles |
| 49 | Bladluis | <i>A. matricariae</i> | 1 fles |
| 50 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>A. colemani</i> | 2x 1 fles |
| 1 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> | enkele |
| 5 | Bladluis | <i>S. rueppellii</i> | enkele |
| 9 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>A. ervi</i> <i>A.c olemani</i> | 5 flessen 1 fles 1 fles |
| 12 | Alle | <i>Erigone sp.</i> Spin onbekend | 15 10 |
| 13 | Bladluis | <i>A. colemani</i> | 1 fles |
| | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> | 1 fles |
| 18 | Bladluis, trips | <i>C. carnea</i> | 1 fles |
| 21 | Californische trips Anthurium trips | <i>A. montdorensis</i> | 200 zakjes |
| 24 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>A. abdominalis</i> | 1 fles 1 fles |
| 27 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>A. abdominalis</i> | 1 fles 1 fles |
| 36 | Spint | <i>N. californicus</i> <i>A. aphidimyza</i> | 350 zakjes 2 flessen |
| 37 | Bladluis, spint | <i>C. carnea</i> | 1 fles |
| 39 | Spint Bladluis | <i>N. californicus</i> <i>C. carnea</i> | 1 fles 2 flessen |
| 44 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>C. carnea</i> | 2 flessen 1 fles |
| 45 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> <i>C. carnea</i> | 2 flessen 1 fles |
| 46 | Bladluis Trips | <i>A. aphidimyza</i> <i>A. swirskii</i> | 1 fles 200 zakjes |
| 47 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> | 1 fles |

| Weeknr. | Plaag | Natuurlijke vijand | Product |
|---------|-------------------|--|-------------------------|
| 2 | Spint | <i>N. californicus</i> | 200 zakjes |
| 6 | Bladluis | <i>A. aphidimyza</i> | 1 fles |
| 9 | Trips Bladluis | <i>A. swirskii</i> <i>A. aphidimyza</i> | 200 zakjes 1 fles |
| 13 | Trips Bladluis | <i>A. swirskii</i> <i>A. aphidimyza</i> | 2 flessen 1 fles |
| 19 | Spint | <i>N. californicus</i> <i>P. persimilis</i> | 200 zakjes 2 flessen |

Tabel B2.2 Overzicht van de gebruikte chemische middelen

| Weeknummer (jaar) | Plaag | Werkzame stof (middel) | Toepassing |
|-------------------|----------------|------------------------|------------------|
| 2 (2020) | Bladluis | Flonicamid (Teppeki) | Pleksgewijs |
| 7 (2020) | Bladluis | Flonicamid (Teppeki) | Pleksgewijs |
| 8 (2020) | Bladluis | Flonicamid (Teppeki) | Pleksgewijs |
| 2 (2021) | Anthuriumtrips | Spinosad (Conserve) | Rechter kashelft |
| 16 (2021) | Anthuriumtrips | Formetanaat (Winner) | LVM, volvelds |

Bijlage 3 Verkennende proef: factoren van invloed op lengte vd internodia

Inleiding

Anthurium is een meerjarig gewas. De groeiwijze kenmerkt zich door eenheden (fytomeren) bestaande uit een blad en een bloem die elkaar in de hoogte en in de tijd opvolgen. De bloemen worden geoogst, de bladeren niet, of niet direct na de oogst van een bloem. Naarmate planten ouder worden komen ze steeds hoger te staan op de voet tot er een moment komt dat de plant omvalt; omgevallen planten geven veel herstel werk aan de teler: deze moeten of rechtgezet of omgeduwd worden zodat ze allemaal dezelfde kant omvallen, en de productie kan afnemen, tot een moment komt dat het gewas moet worden vervangen. Een compact gewas levert daarom een arbeidsvoordeel op, en ook de mogelijkheid om een langere teeltduur aan te houden.

Een opvallende kenmerk die telers steeds verbaasde van het Anthurium gewas geteeld in de 2SaveEnergy Kas was de extreem korte lengte van de internodia; de metingen die in deze Demonstratieproject zijn uitgevoerd in vergelijking met die uit een gewas uit een praktijk met dezelfde leeftijd bevestigen deze indruk (zie 3.3.2) en Figuur 29, waarbij het even oude gewas in de praktijk zeer lange internodia had (maar liefst 192% langer dan die uit de 2SaveEnergy kas).

In gesprekken met telers en adviseurs zijn hier verschillende mogelijke verklaringen voor geopperd:

- Het licht niveau dat is toegelaten in de 2Save aan het begin van de teelt is hoger dan normaal bij een praktijkbedrijf en dat heeft ervoor gezorgd dat het groeipunt minder in de schaduw staat waardoor die niet hoeft te strekken op zoek naar licht.
- de relatief koude lucht onder de planten die geblazen wordt met de ontvochtiging slurven maakt de wortels en de groeipunt kouder, en daardoor vermindert de strekking.
- De combinatie van extra licht en koude lucht onder de planten.

Om deze "hypotheses" te toetsen binnen de beperkte mogelijkheden die een demonstratie afdeling biedt, is deze verkennende proef opgezet.

Doel

Iets meer begrijpen over de rol van licht (afscherming) en koelere wortels in de strekking dan wel compactheid van de internodia bij Anthurium.

Opzet van de proef

Behandelingen

Vanaf 26 mei 2020 zijn een aantal proefveldjes uitgezet binnen de afdeling met lichtafscherming. Deze zijn gescheiden met frames over een deel van het gewas in het bed waar de rest van het gewas stond.

Onder alle bedden werd via de slurven koelere lucht onder geblazen, maar onder twee bedden is de luchttoevoer via de slurf afgesloten, zodat deze planten minder koude wortels zouden krijgen.

De aldus verkregen behandelingen (Figuur B3.1 links) zijn:

- Normaal of referentie:** De normale teeltwijze in deze kas, dat wil zeggen: gekoeld en met de normale lichtsturing van de kas.
- Minder licht:** er is een frame geplaatst over een stuk bed van 1.48 lang (dezelfde grootte als een telveldje) waarover een vlies van kaasdoek is gespannen. Een veldje per ras is aldus afgedekt. Het laagje kaasdoek verlaagt het natuurlijk lichtniveau op gewashoogte met 21-26% afhankelijk van positie veld (hand metingen 15-06-20).
- Minder koude lucht onder de pot:** Hiertoe zijn twee uitblaasleidingen van relatief koude lucht (ca. 2 graden onder de kastemperatuur) uit de ontvochtiger ontkoppeld, waardoor er onder de goot geen koude lucht werd geblazen. De vier rassen waren geplant boven deze twee uitblaasleidingen.

- *Minder licht en minder koude lucht onder de pot:* Een combinatie van de bovenstaande twee behandelingen: een frame met kaasdoek eroverheen, en een ontkoppelde uitblaas slurf onder de pot.

Nadat gedurende 5 maanden de behandelingen waren toegepast, is het kaasdoek (lichtafscherming) van de veldjes verwijderd, en de lengte van de internodia van de planten in alle veldjes in drie verschillende posities gemeten: een plant aan de buitenrij -pad kant- van het bed (oorspronkelijke kop), een plant aan de binnenkant van het bed, en een kop die uit een stek is ontwikkeld.

Plant temperatuurmetingen

Om te kwantificeren hoe groot is de impact van de lucht uitblaas op de plant temperatuur is, zijn gedurende de proef gedurende 40 dagen aanvullende metingen gedaan aan de pottemperaturen en aan verschillende plantdelen (wortels en groeipunt). Hiertoe zijn op 19 juni 6 thermokoppels, nadat ze gedurende een aantal weken waren naast elkaar gehouden (om de meetgelijkheid te vergelijken) in paren van 2 in de potten geplaatst, zie Figuur B3.1 midden, één op ca. 2 cm van de bodem en één rond het midden (in hoogte) van de pot. Het meetpunt stak ca. 4 cm in de pot. Deze opstelling is tot 29 juli intact gebleven.

Op 29 juli is een 4^e setje thermokoppels gemonteerd. Deze zijn in een niet gekoelde rij geplaatst ter hoogte van meetveld N. Daarbij zijn de thermokoppels 2, 3, 6 en 8 in het groeipunt geplaatst. Figuur B3.1 rechts geeft daar een voorbeeld van. Deze opstelling heeft gemeten van 30 juli tot 24 augustus. De positie en meetperiode van de thermokoppels is weergegeven in Tabel B3.1.



Figuur B3.1 Links, de wijze waarop de lichtafschermingsbehandelingen zijn ingericht; midden, positionering thermokoppels in de wortels, rechts thermokoppels in de groeipunten.

Tabel B3.1 Posities van de thermokoppels per meetperiode.

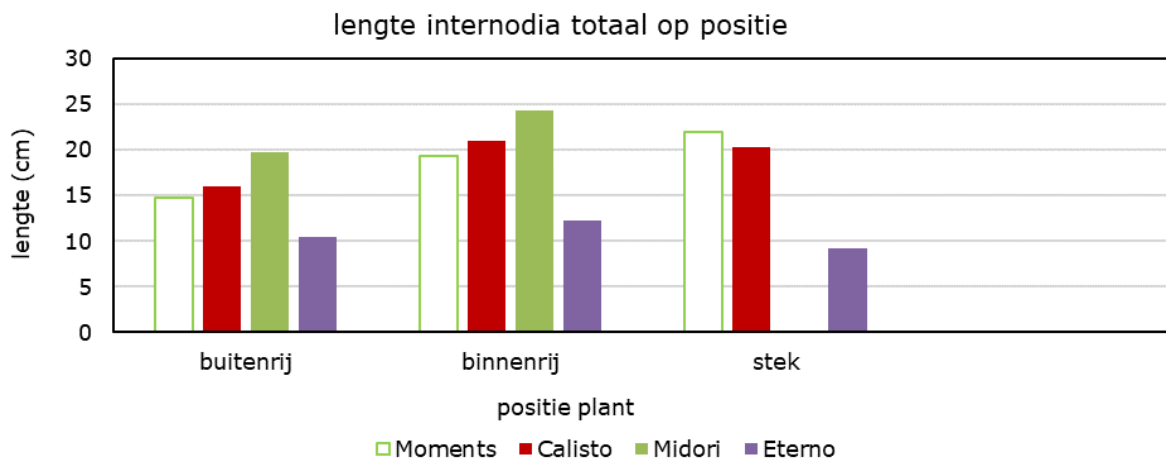
| Periode | Thermokoppel nr. | positie | behandeling |
|-----------------|------------------|---------------|--------------------------------|
| 19-06 tot 29-07 | 1 | Wortel onder | "gekoelde" rij bij veld G |
| | 2 | Wortel midden | "gekoelde" rij bij veld G |
| | 3 | Wortel onder | "niet gekoelde" rij bij veld E |
| | 4 | midden | "niet gekoelde" rij bij veld E |
| | 5 | onder | "gekoelde" rij bij veld C |
| | 6 | midden | "gekoelde" rij bij veld C |
| 30-07 tot 24-08 | 7 | Wortel midden | "niet gekoelde" rij bij veld N |
| | 8 | groeipunt | "niet gekoelde" rij bij veld N |
| | 2 | groeipunt | "gekoelde" rij bij veld G |
| | 3 | groeipunt | "niet gekoelde" rij bij veld E |
| | 6 | groeipunt | "gekoelde" rij bij veld C |

Resultaten

Lengte van de internodia.

De meting is moeilijker en variabelere dan in de meting eerder dat jaar: enerzijds is er verschil in plantontwikkeling: sommige hoofdkoppen zijn afgestorven en de groei is door een sterke stek (een nieuwe kop) overgenomen. Ook blijken enkele planten af te wijken; door verkeerd onderhoud (al het blad geogst b.v.) zijn sommige koppen sterk in zijn groei geremd. Bij Midori zijn sommige planten (vooral aan de binnen gevel) door strekking van de internodia omgevallen. Anderzijds is het lastiger om de verschillende internodia te onderscheiden. In sommige planten is het makkelijk om tot 10 internodia te onderscheiden; bij een andere plant zijn er slechts 4.

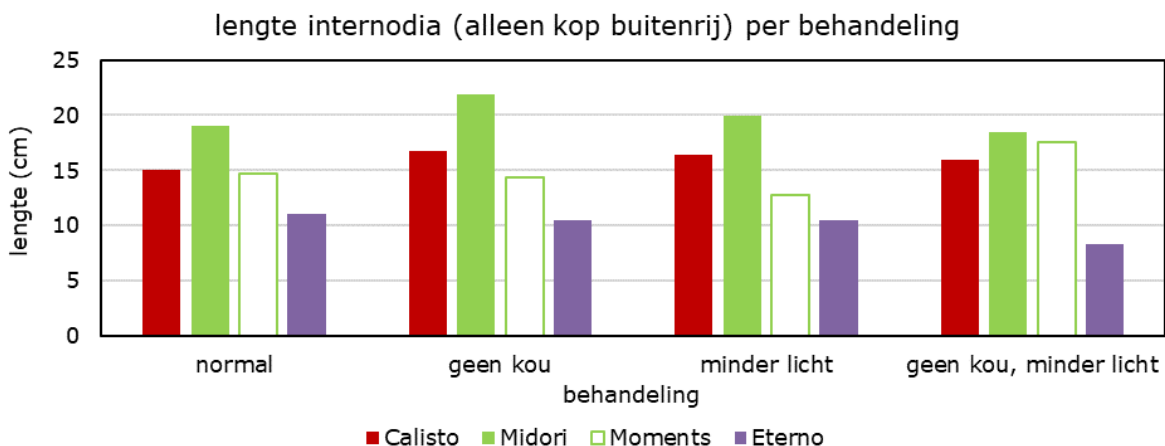
Het aldus zeer variabel beeld dat ontstaat, bevestigt wel de eerdere indruk dat de positie van de plant in de rij zeer bepalend is voor de lengte van de internodia (trends; Eterno blijft compact, stek Eterno is ook compacter dan kop aan de buitenrij).



Figuur B3.2 Lengte internodia per ras en per positie in het bed.

De totale lengte is in vergelijking met de meting in mei 2020 flink toegenomen.

De resultaten van de afscherming behandelingen zijn niet zo heel duidelijk en worden vertroebeld door de meetposities. De figuur toont de resultaten voor alleen de buitenrij planten. Er is een trend naar langere planten als de koude lucht slang onder het bed is afgesloten bij Calisto en Midori. Bij Moments alleen in combinatie met minder licht.



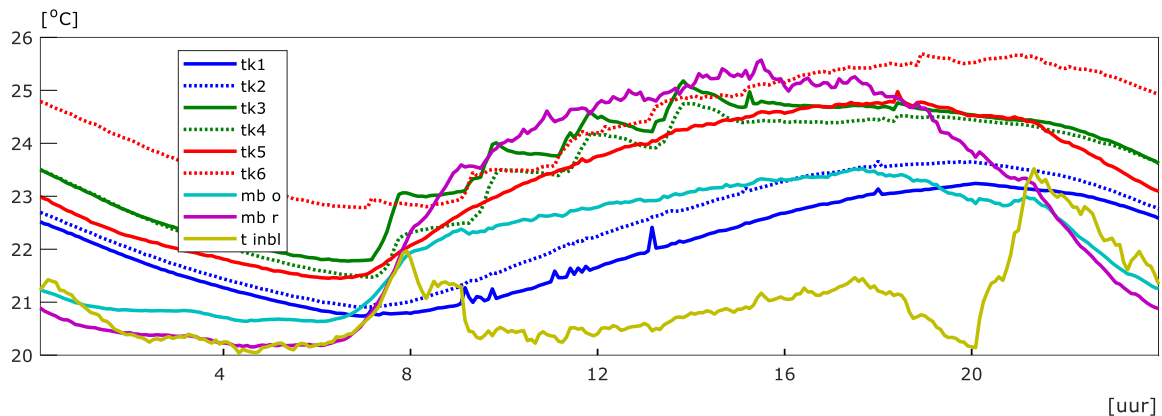
Figuur B3.3 Lengte van de internodia (in cm) per ras per behandeling (alleen de lengte van de kop aan de buitenrij van het bed wordt getoond).

De verschillen in lengte van de internodia per behandeling zijn kleiner dan de rasverschillen en ook kleiner dan de verschillen als gevolg van de positie in het bed.

De trends bevestigen noch ontkrachten de hypothesen van licht of lagere worteltemperatuur bijdragen aan de compactheid van het gewas via de lengte van de internoden.

Wortel temperaturen

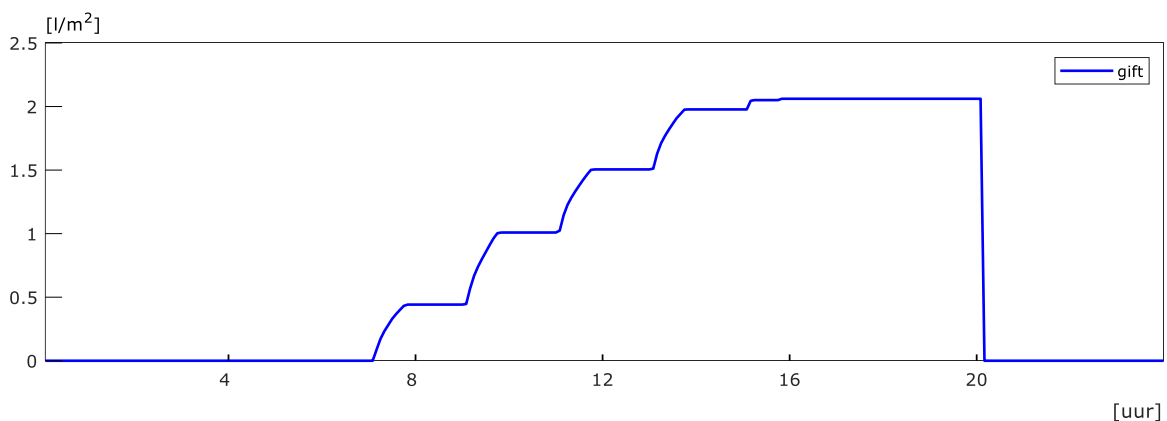
In Figuur B3.4 zijn de cyclisch gemiddelde temperaturen van deze metingen over de periode 19 juni – 29 juli getoond, inclusief de kasluchttemperatuur in het gewas (mb r) onder de teeltgoten (mb o) en de temperatuur van de ingeblazen lucht na de LBK gemeten (t inbl).



Figuur B3.4 Cyclisch gemiddelde temperaturen van 6 thermokoppels, de regel meetbox (mb r) en meetbox onder de teeltgoten (mb o) en de ingeblazen luchttemperatuur in de periode 19 juni – 29 juli.

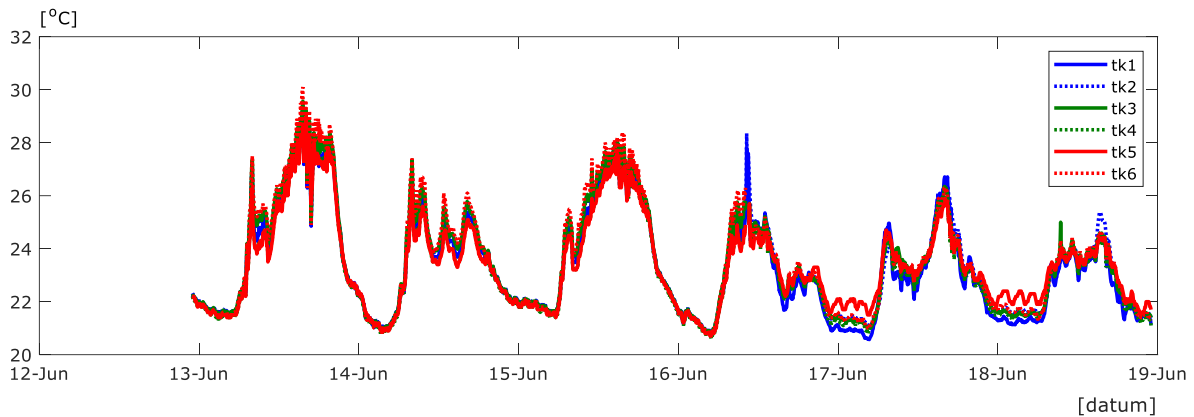
Terwijl het verloop van de Tk 1 en 2 (gekoelde bed) laat zien dat de wortels gemiddeld 1 graad koeler dan de ongekoelde Tk 3 en 4 zijn, brengen Tk. 4 en 5, ook gekoeld, ons in complete verwarring omdat deze juist warmer lijken dan die in Tk 1 en 2.

Opvallend in de figuur zijn de temperatuursprongen die in de pot gemeten zijn met thermokoppels 3, 4 en in mindere mate 6. Deze zijn direct te koppelen aan de momenten van watergift en plaats in het kraanvak van de pottemperatuur meting. In Figuur B3.5 is de cyclisch gemiddelde watergift in dezelfde periode. Op een beperkt aantal dagen is om 15:15 nog een beurt gegeven zodat deze matig herkenbaar terugkomt in de figuur. Deze sprongen hebben niets te maken met wel/niet onder de teeltgoot "koelen" maar met het irrigatiewater welke opgewarmd kan zijn. Daarbij kan de positie van het thermokoppel ten opzichte van de druppelaar of de preferente waterstroom van het gedruppelde water in de pot nog een grote rol spelen. Hier is geen zicht op.



Figuur B3.5 Cyclisch gemiddelde watergift in de periode 19 juni – 29 juli.

Wel is het zo dat de temperatuurgradiënt in de pot bij de gekoelde rijen onderin kouder is dan in het midden van de pot. Figuur B3.4 laat ook behoorlijke verschillen in de temperatuur zien in absolute termen tussen de potten. Hier is anders dan positie in de kas en meetfouten door storing, waar thermokoppels gevoelig voor kunnen zijn, geen verklaring voor. Voor aanvang van de metingen hebben de thermokoppels bij elkaar gelegen. Die data is in Figuur B3.6 getoond. Vanaf de middag van 16 juni zijn er soms verschillen te zien, dat is de invloed van de inblaasttemperatuur van uit de LBK waar de thermokoppels op gelegd waren. Vooral tk6 laat exact zien wanneer de LBK t.b.v. ontvochtiging in de nacht actief was. De onderlinge afwijking van de thermokoppels was niet meer dan 0.3 °C. Op 10 juli is sensor 7 en 8 op de datalogger aangesloten. Tot moment van montage in groeipunt en pot zijn deze 2 temperaturen exact gelijk.



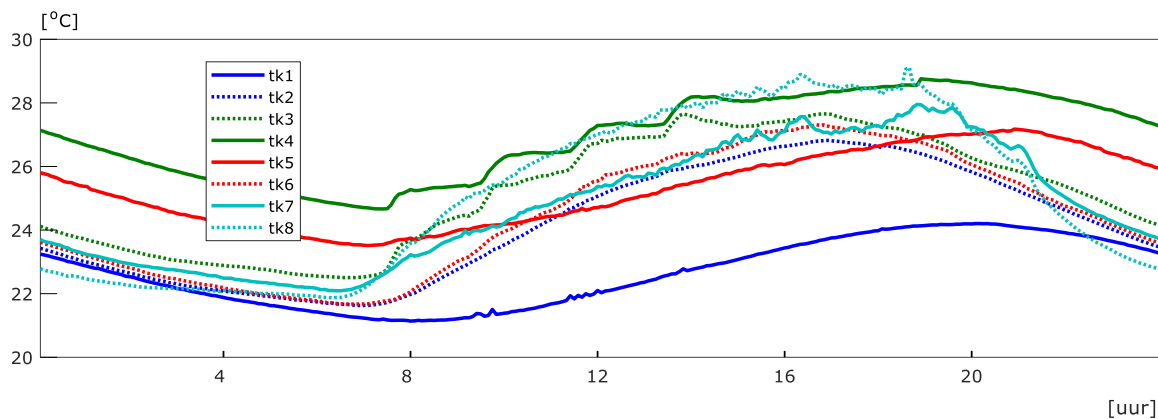
Figuur B3.6 Vergelijkingscontrole voor installatie in de potten van de thermokoppels.

Groeipunt temperaturen

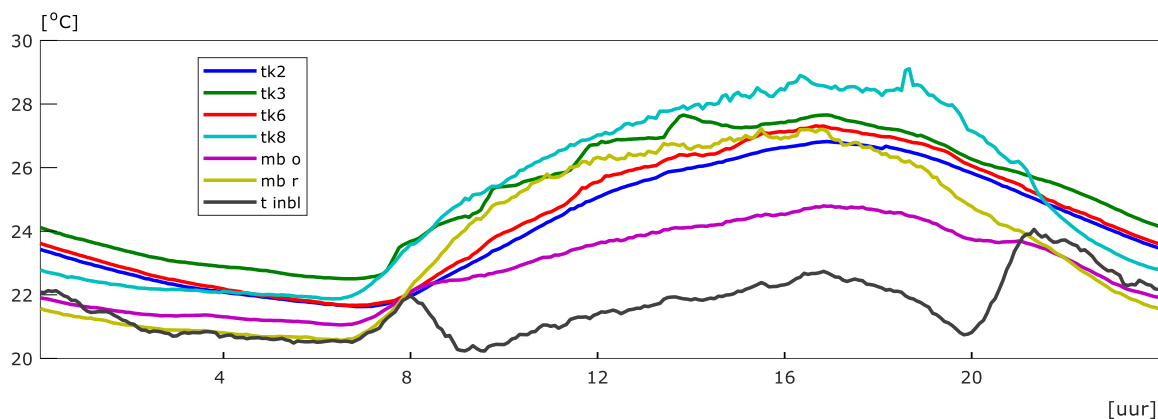
In Figuur B3.7 zijn de cyclisch gemiddelde temperaturen van de temperatuur in het groeipunt gemeten over de periode 30 juli tot 24 augustus getoond (stippellijnen) in vergelijking met de temperatuur van de wortels als gemeten bij deze planten (dichte lijn). Hierin is te zien dat het verschil in temperatuur in het groeipunt minder groot is tussen behandelingen dan het verschil in temperatuur in de wortels, mogelijk vanwege de invloed van de watergift zoals hierboven genoemd.

In Figuur B3.8 zijn de worteltemperaturen weggelaten, voor een duidelijker beeld, maar zijn toegevoegd de lijnen van de kasluchttemperatuur in het gewas (mb r) onder de teeltgoten (mb o) en de temperatuur van de ingeblazen lucht na de LBK gemeten (t inbl). Hierin is te zien dat de twee Tk in het groeipunt van de gekoelde bedden midden op de dag een iets lagere temperatuur dan de twee uit de niet gekoelde bedden.

De invloed van de koude lucht die ingeblazen wordt onder de bedden (tussen 20 en 22 graden) lijkt wel heel weinig invloed te hebben op de temperatuur van de kas gemeten onder de bedden (24 graden) en op het groeipunt overdag, die varieert tussen 26 en 28 graden overdag in de periode dat er gemeten is. In de nacht worden de verschillen veel kleiner, de lijnen van 2 gekoelde en een ongekoelde planten liggen exact op elkaar. Of deze verschillen van maximaal 2 graden overdag op de groeipunt groot genoeg zijn om enig verschil in strekking tussen planten te beïnvloeden is niet bekend, maar het lijkt niet heel waarschijnlijk.



Figuur B3.7 Cyclisch gemiddelde temperaturen van 8 thermokoppels in de periode 30 juli – 24 augustus. 2,3,6 en 8 zijn in groeipunt geplaatst, 2 en 6 gekoeld, 3 en 8 niet gekoeld.



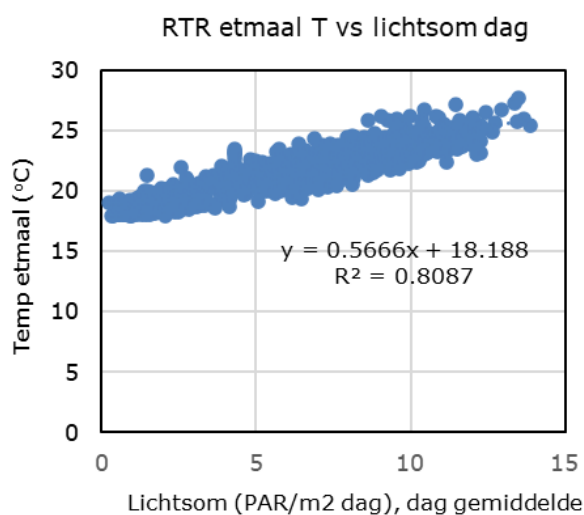
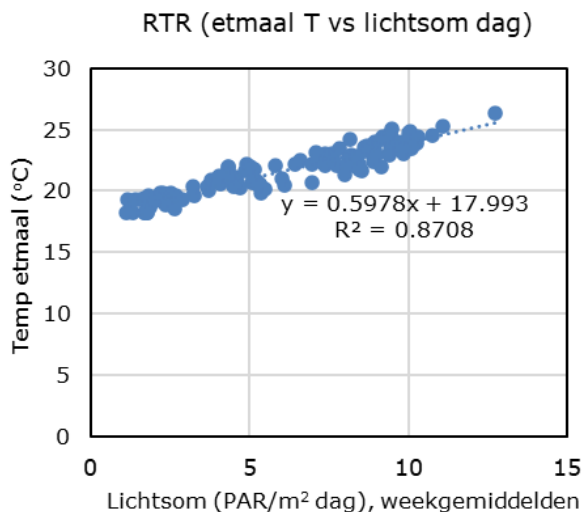
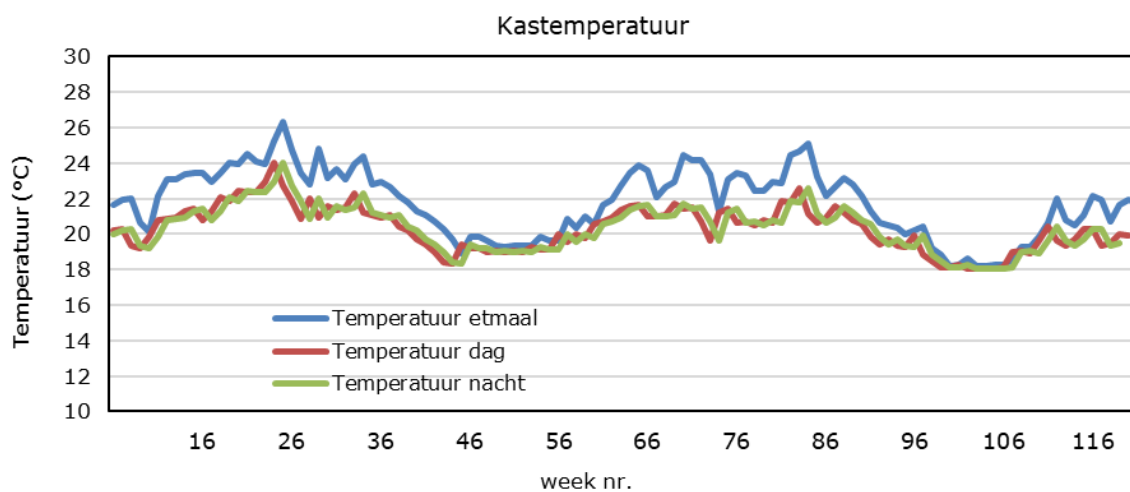
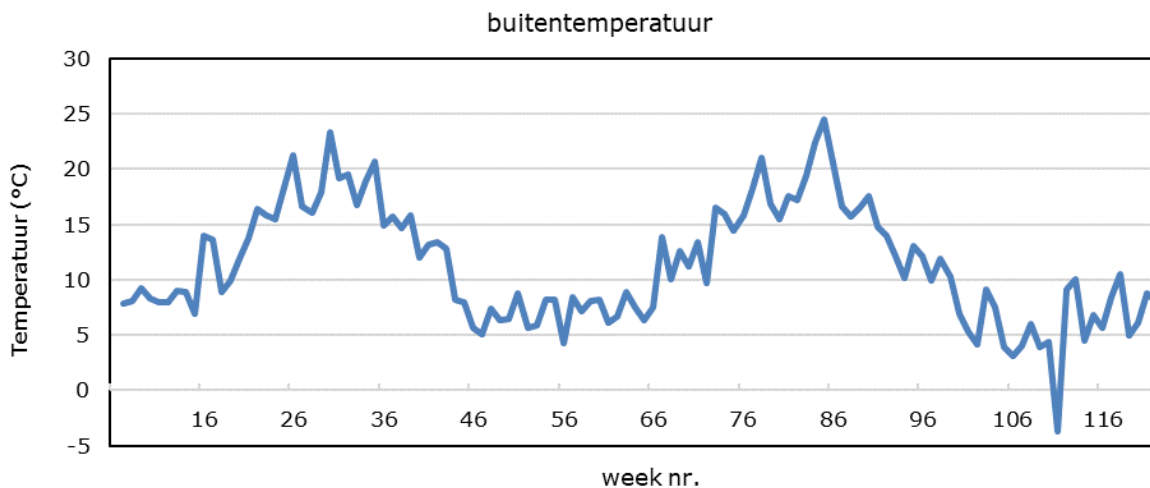
Figuur B3.8 Cyclisch gemiddelde temperaturen van 4 thermokoppels in de groeipunten, de regel meetbox, een meetbox onder de teeltgoten en de ingeblazen luchttemperatuur in de periode 30 juli – 24 augustus. 2 en 6 gekoeld, 3 en 8 niet gekoeld.

Conclusies

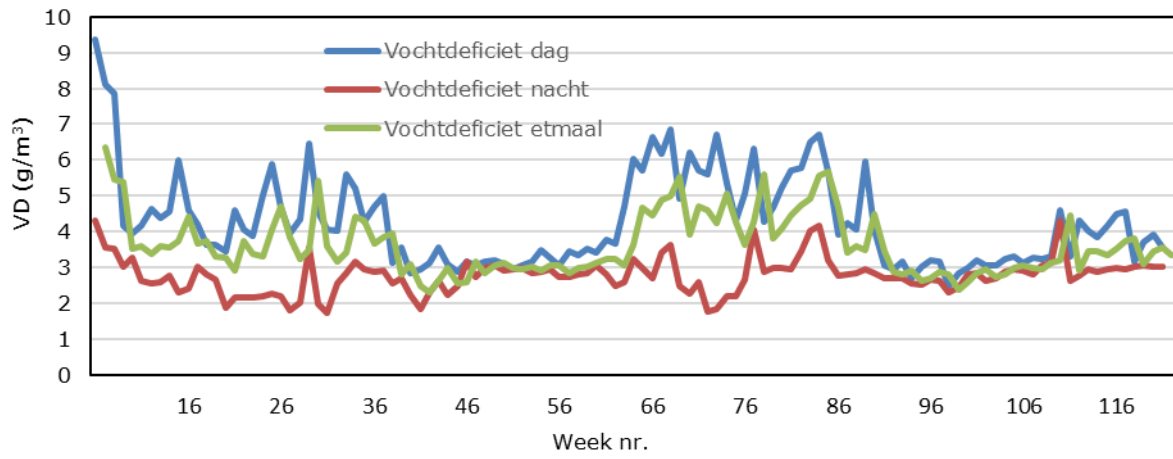
Uit deze proeven is geen duidelijkheid ontstaan over de oorzaak van de waargenomen compactheid in deze teelt. Er zijn slechts kleine verschillen gevonden in de strekking van de internodia als gevolg van de verschillende behandelingen die zijn toegepast. Het afschermen van 21-25% van het licht lijkt een kleinere invloed op de strekking te hebben dan de positie in het bed waar de planten of de plantdelen staan. Het al dan niet uitzetten van de inblaas van "koude lucht" onder de wortels heeft een beperkt effect op de daadwerkelijke worteltemperatuur en op het groeipunt. Het is daarom niet te verwachten dat de verschillen in internodia lengte tussen behandelingen het gevolg zijn van de geringe verschillen in wortel of groeipunt temperatuur.

Bijlage 4 Klimaat realisatie

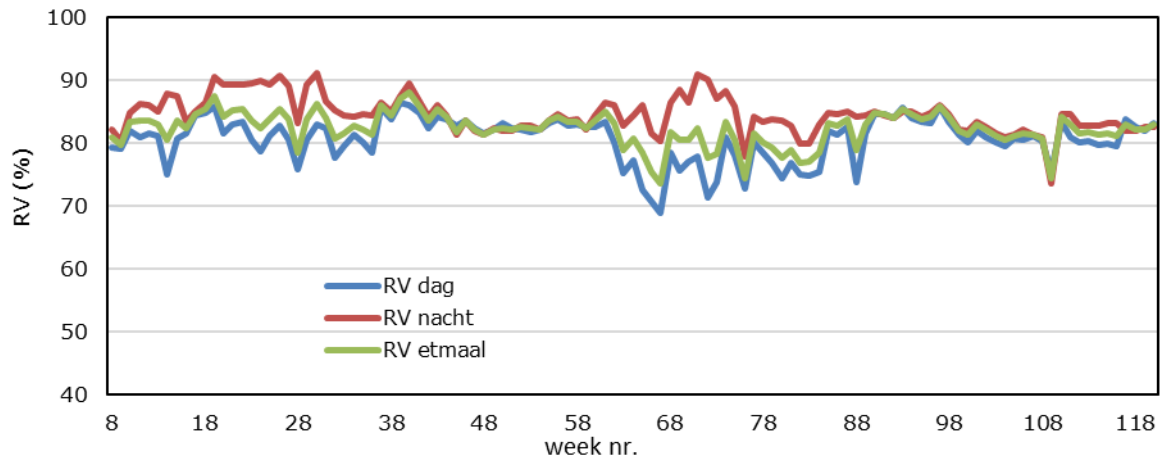
De onderstaande grafieken tonen het verloop van de buitentemperatuur en het gerealiseerd klimaat in de kas. De getoonde waarden zijn weekgemiddelden (x-as Week nr.). Voor enkele grafieken is er gekozen voor ook een weergave als "dag gemiddelde" (x-as dag (datum)).



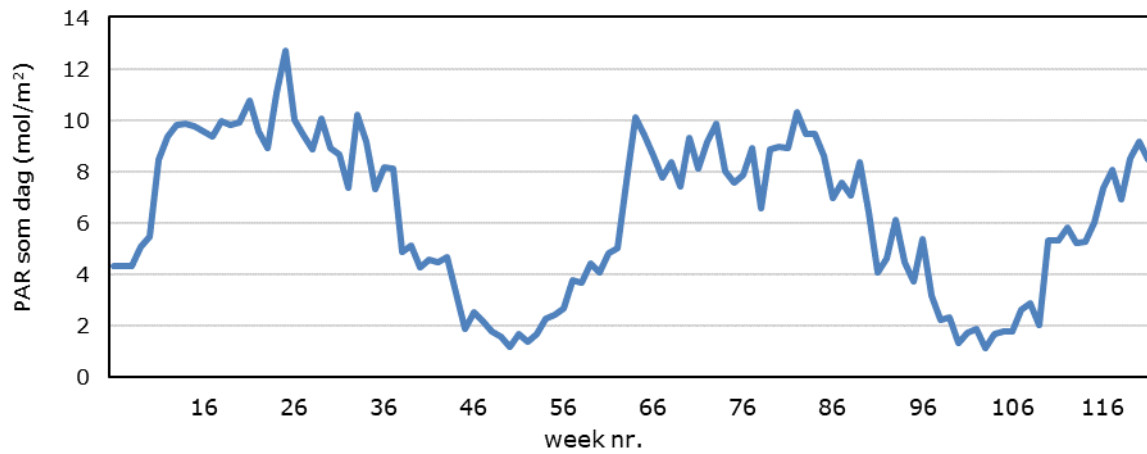
Vocht Deficiet



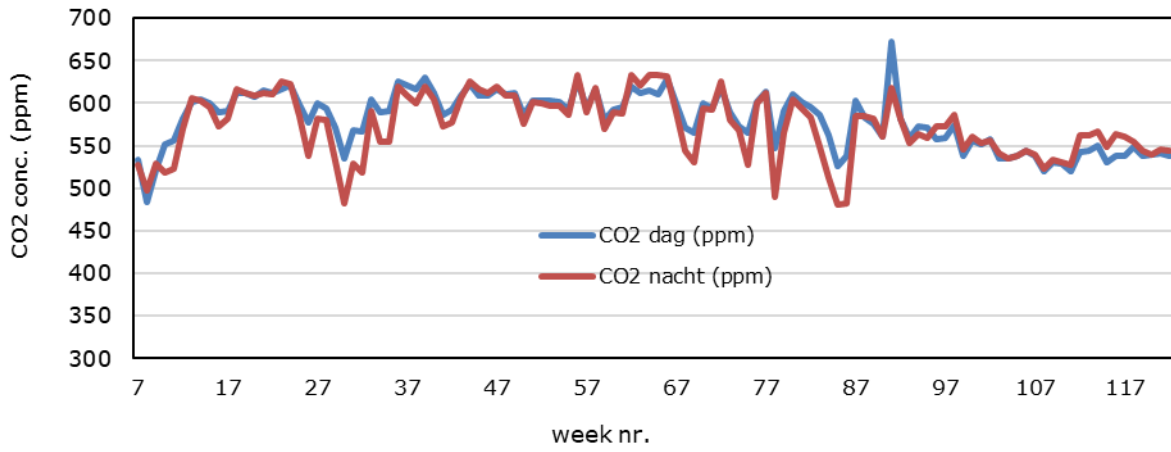
RV



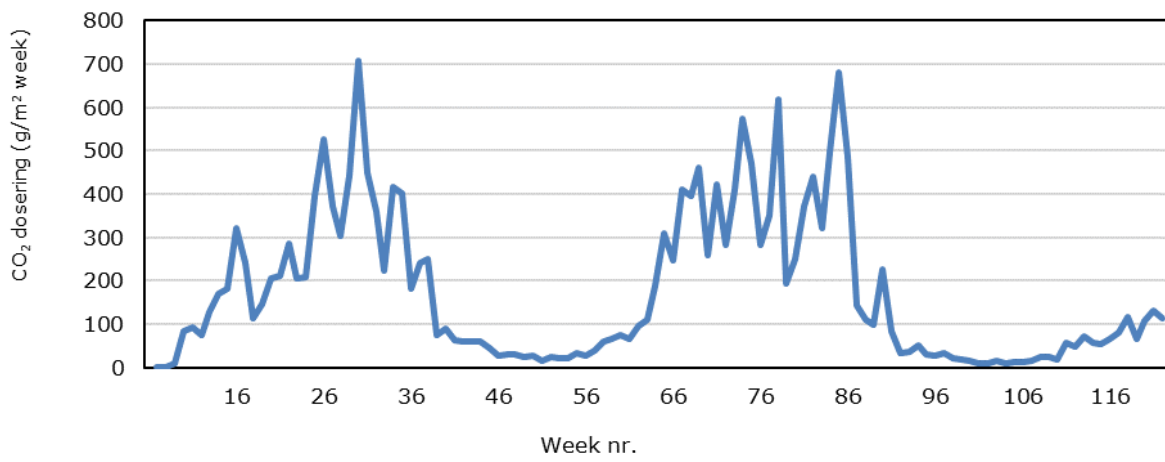
parsom in kas /dag gemeten



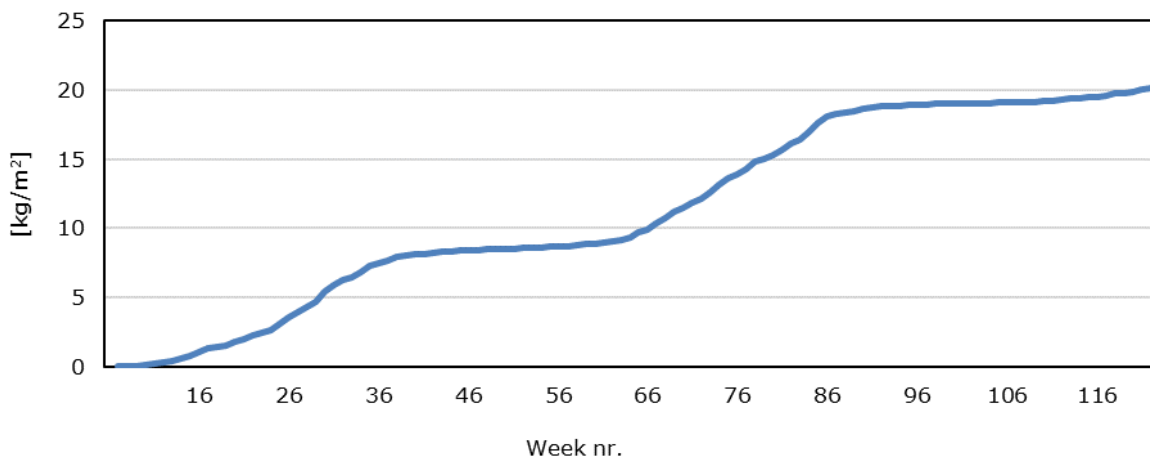
CO₂ gehalte in kas



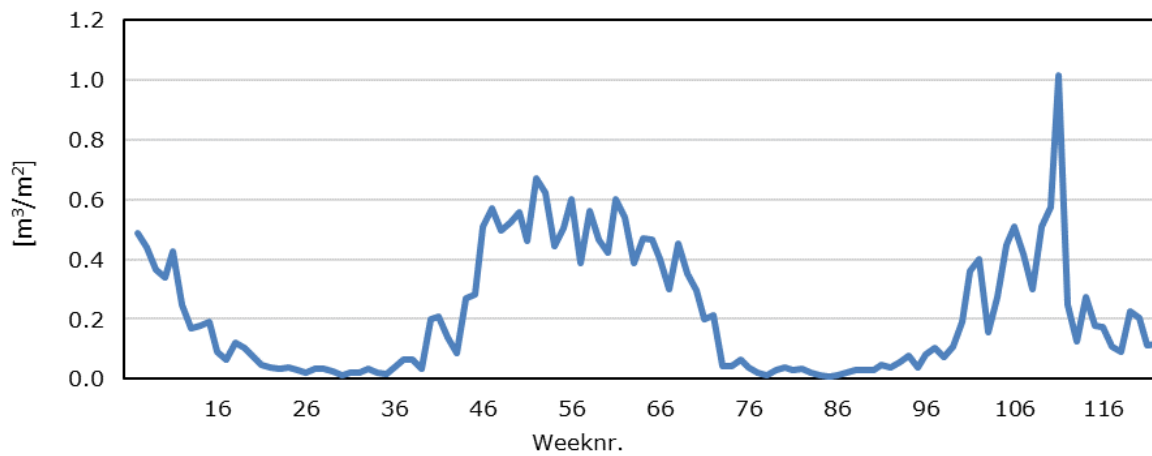
CO₂ dosering per week



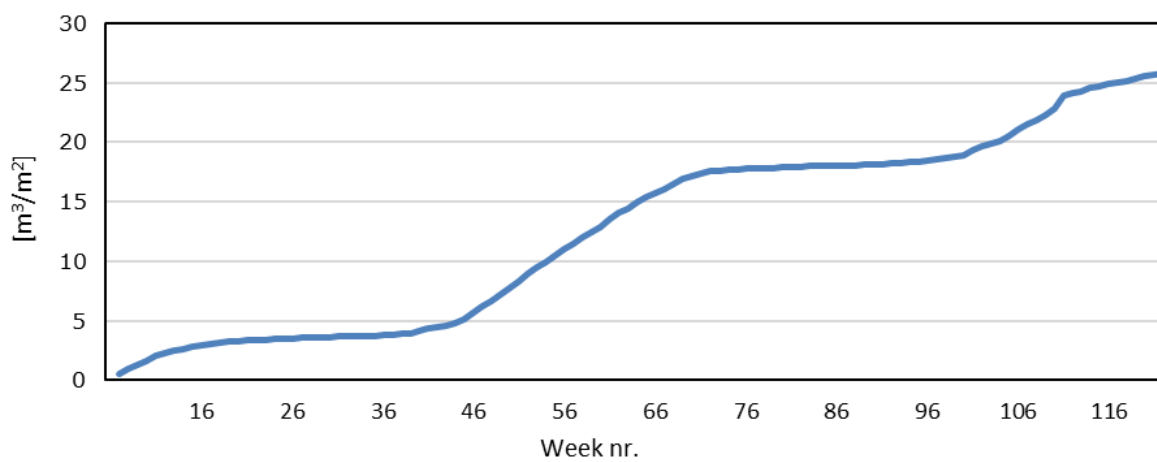
cumulatief CO₂ dosering



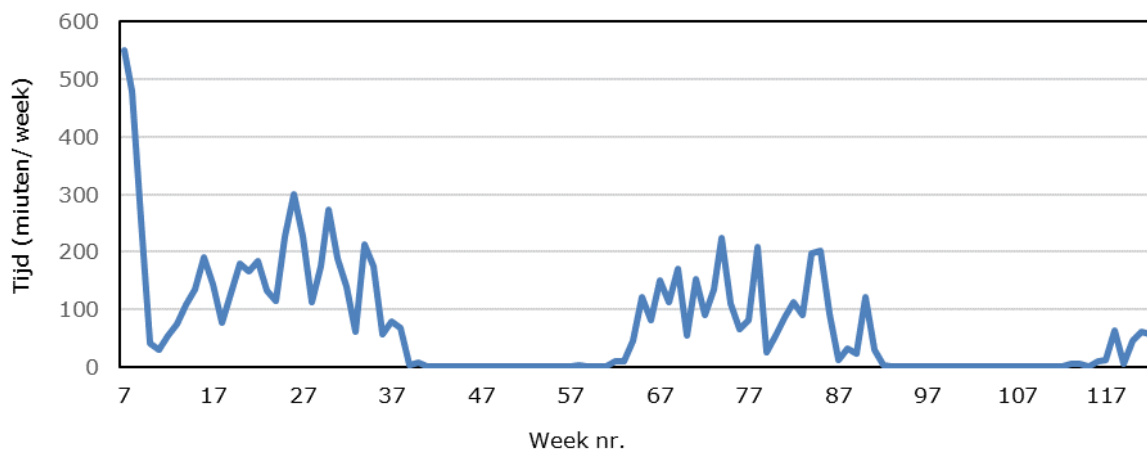
warmteverbruik (a.e.) per week



Cumulatief warmteverbruik (a.e.)



minuten verneveld



Bijlage 5 Wortelkwaliteit en lengte internodia bij einde teelt

Aan het einde van de teelt bij het ruimen van de kas zijn nog 27 planten (wisselend aantal per ras, van 3 tot 10) uit de pot gehaald om de wortels te beoordelen.

Het viel bij deze beoordeling op dat de lengte van de internodia spectaculair was toegenomen sinds de laatste meting in februari. Daarom is van deze planten de totale lengte van de plantbasis tot de aanzet van het nieuwe blad (dus de lengte van alle internodia samen), ervan bepaald.

De kwaliteit van de wortels is visueel beoordeeld aan de buitenkant van de kluit na het verwijderen van de pot, zonder de wortel kluit open te breken. Hiertoe is gebruik gemaakt van een 0-5 schaal die gedefinieerd is in termen van "mate van wortelafsterving" als volgt:

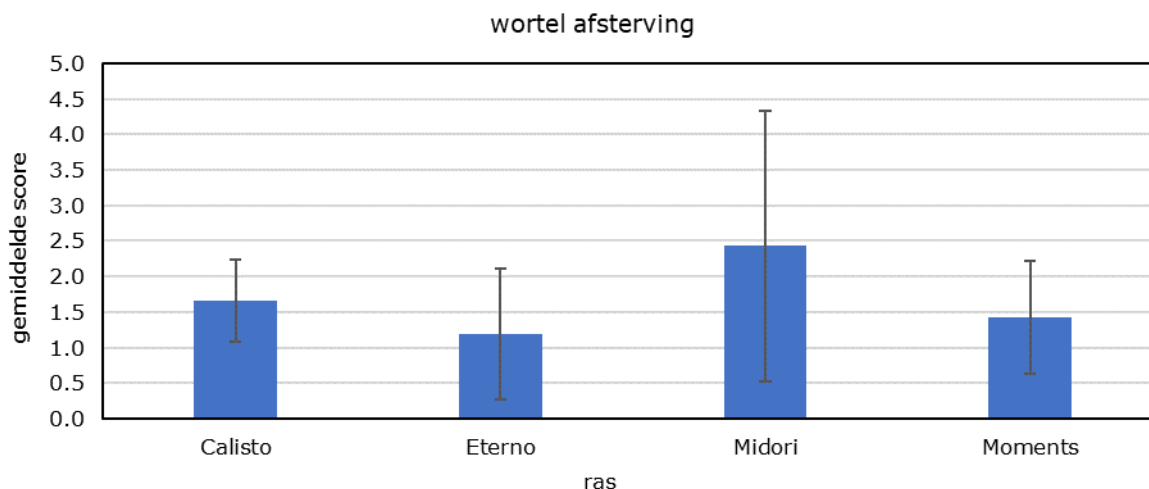
| | | |
|------------------------|---|--|
| wortel kwaliteit score | 0 | geen schade |
| | 1 | een klein plekje met dode wortels in pot (vers of oud) |
| | 2 | Een à twee grotere dode wortels in pot |
| | 3 | een grotere plek / meerdere 3-5 dode wortels in pot |
| | 4 | aan beide kanten kluit stukken met dode wortels |
| | 5 | veel dode wortels rondom de pot |

Door deze schaaldefinitie correleert een lagere score met een betere wortelkwaliteit.

Enkele voorbeelden zijn te zien in Figuur B5.2.

Resultaat wortel kwaliteit

Het gemiddeld resultaat van deze beoordeling is getoond in Figuur B5.1. Het laat zien dat de planten over het algemeen zeer gezonde wortels hadden, met soms één of twee dode worteltjes in de pot, veelal het gevolg van activiteiten zoals stek verwijderen. Bij Midori is een plant met een 4 en een met een 5 beoordeeld; opvallend was dat bij deze planten ook de bladkwaliteit was slecht (vergeelde randen, zie ook Figuur B5.3), maar ook waren er planten met zeer goede wortels in deze partij; Midori staat als ras bekend als gevoelig op de wortels. Dat zien we terug in de gemiddelde scores en de standaard deviatie.



Figuur B5.1 Score van wortel afsterving na het ruimen van de proef. Hoe lager de score, hoe beter de kwaliteit van de planten. Gemiddelde van verschillend aantal planten per ras uit de hele kas (3 Calisto, 7 Moments en Midori, 10 Eterno).



Figuur B5.2 Wortelkwaliteit einde van de teelt. Van links naar rechts: Eterno, score 0, Eterno, score 2, Moments, score 2, Moments score 0, Midori, score 5, Midori, score 4, Calisto, score 2, Calisto, score 1.



Figuur B5.3 Kwaliteit einde van de teelt van het blad van Midori planten waarvan veel rotte wortels in de kluit waren.

Resultaat lengte van de internodia aan het einde van de teelt

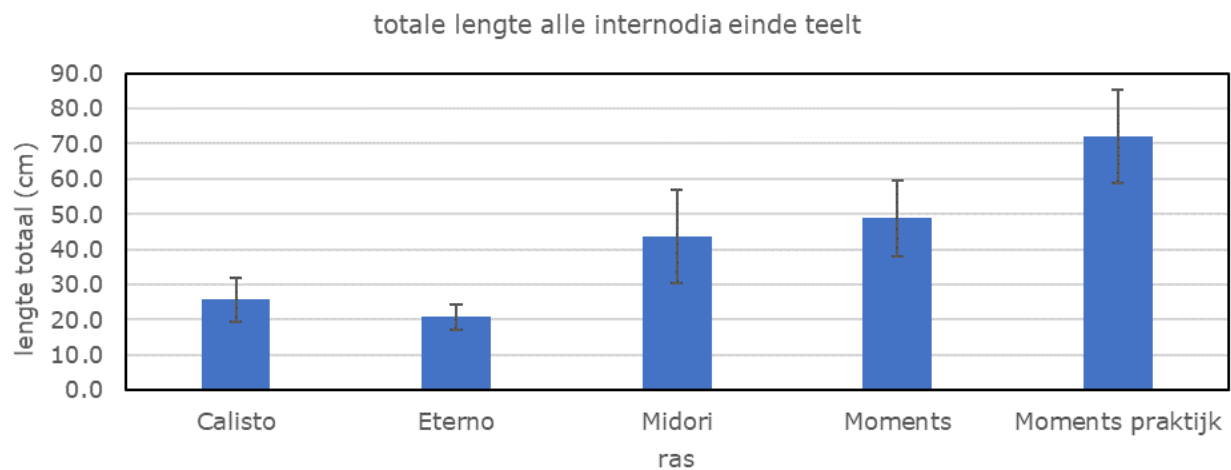
De gemiddelde lengte zoals gemeten op 21 juni is getoond in Figuur B5.4. In vergelijking met de meting die eerder in hetzelfde jaar is uitgevoerd (3.3.2, Figuur 29 en Bijlage 3), is dat in enkele maanden bijna verdubbeld! Er is hier ook een sterke ras effect, waarbij Eterno het minste rek bij de internodia laat zien gevolgd door Calisto, en Midori en Moments het meest.

De lengte van alle internodia samen varieerde in deze meting tussen 16 en 67 cm!

De foto's in Figuur B5.5 laten zien hoe een plant waarbij alle internodia samen zo gerekt zijn, eruitziet, en dat verklaart waarom compactheid gewaardeerd wordt.

Wat opvalt is dat de strekking over de volledige lengte van de steel zit, en niet alleen in de bovenste internodia, met andere woorden, de rek zit onder in de steel.

Is deze strekking zo ook doorgezet in de praktijk, waar men door is gegaan met gewasonderhoud? Om deze vraag te beantwoorden zijn in September 2021 nog eens 30 planten Moments (zelfde leeftijd als ons gewas, zelfde teler als de metingen in 2020) gemeten, van het substraat tot aan het groeipunt. Uit deze meting blijkt dat de planten in de praktijk een NOG langere stam hebben: de lengte van alle internodia samen varieerde tussen 43 cm en 97!! cm, en bedroeg gemiddeld over 30 planten 72 cm.



Figuur B5.4 Lengte van de internodia per ras bij het ruimen van de planten (juni 21). De planten uit de praktijk zijn later gemeten (begin september 2021).



Figuur B5.5 Voorbeelden van internodia, van kort naar lang, bij het ruimen van de planten.

Wat heeft deze extreme strekking kunnen veroorzaken? De planten in de 2SaveEnergywaren tot kort voor het einde van deze teelt, bijzonder compact! De enige verklaring die we kunnen bedenken, is de aanpassing van de strategie voor gewasonderhoud (zie 2.8.1): de laatste maanden van de proef is in overleg met de teeltvoorzitter en de BCO besloten geen extra onderhoud aan het gewas te verrichten, d.w.z.: doorgaan met het halveren (iets kleiner dan een halve blad) van de bladeren, maar er is geen extra oud blad weggehaald, wat normaal wel gedurende de hele teelt gebeurde. Het gewas werd ook heel erg "vol", zo werd het ook beoordeeld door de telers uit de Begeleiding Commissie. Als er veel gewas staat (een groot bladpakket), wordt relatief donker onder het bladpakket, wat de regulatie van de strekking zou kunnen beïnvloeden. In onderzoek naar beheersing van de steelstrekking bij potanthurium met het spectrum van (LED)licht (García Victoria et al., 2022, 2024) is vastgesteld dat strekking gestimuleerd wordt in afwezigheid van FR licht. Ondanks dat uit de proef in Bijlage 3 niet een duidelijk effect op de strekking is gezien met het verlagen van het lichtniveau, kunnen we ons niet aan de indruk onttrekken dat licht een belangrijke rol speelt in de regulatie van de internodia strekking. Het is verleidelijk om in het (gebrek aan) gewasonderhoud de oorzaak aan te wijzen, echter, het gewas in de praktijk stond ook vol, maar er was wel degelijk onderhoud gepleegd (bladsnoei), en toch was er ook daar extreem veel internodiastrekking te meten. Licht als beïnvloed door gewasonderhoud, blijft dus verdacht, maar helaas hebben wij onvoldoende bewijs voor kunnen verzamelen in deze demonstratieteelt.

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



Wageningen University & Research
BU Glastuinbouw
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
E glastuinbouw@wur.nl
wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1367



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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.
