



Alstroemeria: Teelt van de Toekomst, dichtbij

Ontwerp en beproeving fossielvrije en emissievrije teeltconcept voor Alstroemeria

Nieves García Victoria¹, Kees Weerheim¹, Feije de Zwart¹, Chantal Bloemhard¹,
Aat van Winkel¹, Adilson Filho^{1,2}, Jona de Wei^{1,3}, Johanna Bac-Molenaar¹, Peter Lagas¹,
Bram van Haaster¹ en Trudy van Twist¹, m.m.v. Marco de Groot⁴

Rapport WPR-1082

1. Wageningen University & Research, 2. ESALQ, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo, Brazil,
3. InHolland Rotterdam, 4. FloriConsult Group

Referaat

De Alstroemeria teelt bereid zich voor op een toekomst zonder gas. Bij WUR Glastuinbouw is van november 2018 tot maart 2021 een klimaatneutraal teeltconcept voor Alstroemeria ontworpen en succesvol beproefd in vergelijking met een referentieteelt. Elementen van het teeltconcept zijn: een diffuus kasdek, hoge intensiteit LED belichting, dubbel scherm voor isolatie, hoge druk nevel, ontvochtiging voor latente warmte terugwinning, substraatbakken met koeling en schone paden voor het verlagen van de plaagdruk. Het blijkt mogelijk om de teelt geheel Fossielvrij te maken met de inkoop van groene stroom en extern aangeleverde CO₂ dankzij de warmte van de lampen, de goede kas isolatie, en de warmte uit de substraatkoeling. Een seizoensbuffer is daarbij noodzakelijk: het is de in de zomer verzamelde warmte die de laagwaardige warmte voor de warmtepomp kan leveren. De doelstelling Emissievrij blijkt ook haalbaar: het gewas is gezond gebleven zonder inzet van chemie, door een combinatie van pad hygiëne, frequent scouten en inzet van bodemroofmijten, bladroofmijten, galmuggen en sluipwespen. Tenslotte heeft het Teeltconcept Alstroemeria van de Toekomst geleid tot een ruim 57% hogere productie dan de Referentieteelt bij gelijke kwaliteit. De meerproductie is meer dan een lichtsom effect: het gewas had een hogere fotosynthese capaciteit en meer licht onderschepping door de positieve effecten van het diffuse glas en de verneveling in de zomer.

Abstract

Alstroemeria growing is preparing for a future without gas. At WUR Greenhouse Horticulture, a climate-neutral cultivation concept for Alstroemeria was designed and successfully tested from November 2018 to March 2021 compared to a reference cultivation. Elements of the cultivation concept are: a diffuse greenhouse cover, high-intensity LED lighting, double screen for insulation, high pressure mist, dehumidification for latent heat recovery, substrate trays with cooling, and clean paths to reduce pest pressure. Results showed that it is possible to make the cultivation completely fossil-free with green electricity and externally supplied CO₂ thanks to the heat from the lamps, the good greenhouse insulation, and the heat from the substrate cooling. A seasonal buffer is necessary as it is the heat collected in the summer that feeds the heat pump. The emission-free goals have shown feasible too: the crop remained healthy without the use of chemicals by a strategy combining path hygiene, frequent scouting and the release of soil and leaf predatory mites, gall midges and parasitic wasps. Moreover, the Alstroemeria of the Future cultivation concept has led to a production over 57% higher than the Reference cultivation of comparable quality. The increased production is more than a light sum effect: the crop had a higher photosynthesis capacity and more light interception due to the positive effects of the diffuse glass and the misting in the summer.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1082

Projectnummer: 3742259900

DOI: <https://doi.org/10.18174/571396>

Thema: Kasklimaat en energie



Dit onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Kas als Energiebron, het innovatie en actie programma van het Ministerie van LNV en Glastuinbouw Nederland. Met bijdragen van de Gewascoöperatie Alstroemeria, Philips, Svensson, Royal van Zanten en Hilverda Florist.

Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.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, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Dankwoord	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	11
1.1	Doel	11
1.1.1	Energiedoelstellingen	11
1.1.2	Nevendoelstellingen	11
1.1.3	Verwacht resultaat (prognose)	11
1.2	Samenwerkingsstructuur en communicatie	12
2	Kasinrichting, materiaal en methoden	15
2.1	Teeltsysteem	15
2.2	Referentieteelt	16
2.3	Teeltconcept, Teelt van de Toekomst	17
2.4	Belichting	18
2.5	Plantmateriaal	19
2.6	Watergift, voeding en bemesting	20
2.7	Kasklimaat	20
2.7.1	Kas temperatuur	20
2.7.2	CO ₂ en verneveling	20
2.7.3	Substraat temperatuur	21
2.7.4	Licht afscherming	21
2.8	Gewasgezondheid	21
2.8.1	Opgestelde plaagbeheersingstrategie	21
2.8.2	Aangepaste plaagbeheersing strategie	22
2.9	Metingen en waarnemingen	22
2.9.1	Kasklimaat	22
2.9.2	Energiestromen	22
2.9.3	Productie, kwaliteit en loos	22
2.9.4	Uitgroeiduur	23
2.9.5	Detail metingen gewas	23
2.9.6	Fotosynthese	23
2.9.7	Lichtonderschepping.	24
2.9.8	Houdbaarheid	24
2.9.9	Verkenning weerbaarheid	25
2.9.9.1	Biotoetsen trips	25
2.9.9.2	Fenolen gehalten	26

3.1	Doel Fossielvrije teelt: Energiestromen	27
3.1.1	Elektra voor belichting	27
3.1.2	Warmtevraag	28
3.1.3	Warmte-oogst	29
3.1.3.1	Warmte oogst uit de substraatkoeling	30
3.1.3.2	Latente warmte oogst (ontvochtiging)	30
3.1.4	Balans warmtevraag en warmte oogst	31
3.1.5	CO ₂ verbruik	32
3.1.6	Conclusies Energie component van het teeltconcept	32
3.2	Doel Emissievrije teelt: gewasgezondheid	33
3.2.1	Gewasgezondheid eerste teeltjaar (eind 2018-2019)	33
3.2.1.1	Ontwikkeling Trips	33
3.2.1.2	Aanpassingen aan de trips bestrijding strategie	34
3.2.1.3	Ontwikkeling bladluis	36
3.2.1.4	Aanpassingen van de bladluis bestrijding strategie	37
3.2.2	Gewasgezondheid tweede teeltjaar (2020 –2021)	38
3.2.2.1	Ontwikkeling Trips	38
3.2.2.2	Ontwikkeling bladluis	39
3.2.2.3	Ontwikkeling en beheersing andere plagen	40
3.2.3	Conclusies component Emissie vrije teelt (van gewasgezondheidsmiddelen) van het teeltconcept	44
3.2.3.1	Conclusies trips aanwezigheid en bestrijding	44
3.2.3.2	Conclusies luis aanwezigheid en bestrijding	45
3.2.3.3	Conclusies aanwezigheid en bestrijding andere plagen	45
3.3	Doel Emissievrije teelt: Water en bemesting	46
3.3.1	Referentieteelt	46
3.3.2	Teelt van de Toekomst	46
3.3.3	Minerale opname door het gewas	46
3.3.3.1	Opname EC	47
3.3.3.2	Opname Kalium en Calcium	48
3.3.3.3	Opname P, NH ₄ en NO ₃	48
3.3.4	Conclusies component Emissie vrije teelt (van mineralen) van het teeltconcept	48
3.4	Doel verhoging productie	49
3.4.1	Productie	49
3.4.1.1	In aantal bloemen (bloemtakken) per ras en afdeling	49
3.4.1.2	In kg per ras en afdeling	51
3.4.2	Niet verkoopbare biomassa	51
3.4.2.1	Loos	52
3.4.2.2	Rejects (onverkoopbaar)	54
3.4.3	Conclusies productie van het teeltconcept	55
3.4.4	Verklarende factoren voor het productie voordeel Teelt van de Toekomst	55
3.4.4.1	Lichtsom	55
3.4.4.2	Diffuus licht	57
3.4.4.3	Fotosynthese	57
3.4.4.4	Lichtonderschepping	61
3.4.4.5	Conclusies fotosynthese en lichtonderschepping	63
3.4.4.6	Uitgroeiduur	63
3.4.4.7	Schade door slakken in referentieteelt in winter 2020-2021	64
3.4.5	Conclusies verklarende factoren voor de productie verhoging van het teeltconcept	65

3.5	Doel verbetering (blad)kwaliteit in de winter	65
3.5.1	Gewaskwaliteit	65
3.5.2	Bladkwaliteit	67
3.5.2.1	Witte spikkels of streepjes	67
3.5.2.2	Paars verkleuring bladpunten	68
3.5.3	Conclusies gewas- en bladkwaliteit	69
3.6	Doel verkenning weerbaarheid	70
3.6.1	Conclusies weerbaarheid	72
4	Conclusies en leerpunten	73
4.1	Fossielvrije teelt	73
4.2	Emissievrije teelt	73
4.3	Hoog productieve teelt	74
5	Aanbevelingen	75
	Literatuur	77
	Bijlage 1 Flori Consult Tabel (licht vs T)	81
	Bijlage 2 Fotosynthese zomer 2019	83
	Bijlage 3 Fotosynthese november 2019	85
	Bijlage 4 Fotosynthese maart 2021	89
	Bijlage 5 Verloop takkwaliteit in de tijd	91
	Bijlage 6 Protocol fenolbepaling	95
	Bijlage 7 Verloop Trips op vangplaten per ras	97
	Bijlage 8 Overzicht analyses (mmol/l)	99

Dankwoord

Zonder de inzet van een actieve gewas coöperatie en de uitdagende coördinatoren van het programma Kas als Energiebron was dit onderzoek niet uitgevoerd. Graag bedanken wij daarom alle leden van de Gewas coöperatie Alstroemeria, die bij de allereerste ontwerpssessie in de kantine van de voorzitter meegedacht hebben hoe de teelt van Alstroemeria in de toekomst eruit zou kunnen zien. Dank aan de Begeleiding Commissie Onderzoek (BCO) voor hun trouwe tweewekelijkse bezoeken, hun verbazing en verwondering, de goede discussies en het teeltadvies. Aan de gewascoördinator van Glastuinbouw voor het faciliteren van de zeswekelijkse update bijeenkomsten. Aan Marco de Groot van de Flori Consult Group voor de teeltbegeleiding. Aan Hilverda Florist en Royal Van Zanten voor het plantmateriaal. Aan Signify voor het ter beschikking stellen van de lampen in het gewenste spectrum en aan Svensson voor de schermdoeken.

Dank ook aan onze collega's die niet als auteurs te boek staan maar op momenten advies gaven of werkzaamheden hebben verricht: Myrthe Mahakena, Hanjo Lekkerkerk, Denise Huyskes, Ben Kaashoek, Rob Pret, Jim van Ruyven. Dank ook aan de studenten, Adilson Filho en Jona de Wei, die in het kader van hun afstuderen een bijdrage geleverd hebben aan de resultaten.

Dank aan Kas als Energiebron voor het vertrouwen en de financiering, en dan vooral aan de coördinatoren van dit programma Leo Oprel, Aat Dijkshoorn, Robert Solleveld en Dennis Medema. Zij hebben onderzoekers en telers geprikkeld en uitgedaagd om de ambitie hoog te leggen en zo grote stappen te kunnen zetten.

Nieves Garcia Victoria

Samenvatting

De glastuinbouwsector heeft de klimaat ambities hoog gelegd en streeft er naar om al in 2040 klimaatneutraal te telen. De Alstroemeria teelt is een relatief licht belichte en koude teelt dat zich voorbereid op een toekomst zonder gas. Al enkele jaren wordt er ervaring opgedaan met energiebesparende teelttechnieken. In dit onderzoek, wat tot stand is gekomen in nauw overleg, in het kader van het programma Kas als Energiebron, met de Landelijke Gewas Commissie Alstroemeria van Glastuinbouw Nederland en de Gewascoöperatie Alstroemeria, zijn deze verschillende systemen gecombineerd in het teeltconcept "Alstroemeria van de Toekomst" om grote stappen te kunnen zetten naar een fossiel vrije, emissievrije, hoog productieve en duurzame teelt. Het Teeltconcept is ontworpen, doorgerekend, en op kleine schaal uitgevoerd en vergeleken met een referentieteelt. Elementen van het teeltconcept zijn: een kasdek van diffuus glas, LED belichting in hoge intensiteit ($200 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$), spectrum 8% Blauw, 13% Wit, 67% Rood, 12 % verrood (FR), twee schermdoeken om de isolatiegraad van de kas te verhogen, een hoge druk nevel installatie, ontvochtiging middels een kaskoeler met een koelvermogen van 6 kW, een substraatteelt in bakken met bodemkoeling, drainwater recirculatie en een lage druk Ultra Violet ontsmetter. Loze takken en ander plantafval werden afgevoerd om het pad schoon te houden.

Gedurende 28 maanden zijn twee Alstroemeria rassen, Noize en Virginia geteeld in kokos substraat in bakken met bodemkoeling in twee afdelingen: een kas waar het bovenvermelde Teeltconcept werd toegepast, en een kas waar een referentieteelt werd uitgevoerd. Deze referentie kas bestond uit een kasdek van helder glas, SON-T belichting in een intensiteit van $70 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ en een enkel schermdoek. Conform praktijk gebruik, werden de inferieure en loze takken en ander plantafval op het pad achtergelaten.

Uit de teeltproef blijkt dat de "Alstroemeria teelt van de Toekomst" inderdaad dichtbij is. De teelt van de toekomst kan Fossielvrij, Emissievrij en met zeer hoge producties.

Het is goed mogelijk gebleken om de teelt **geheel Fossielvrij**, op grond van de inkoop van groene stroom en extern aangeleverde groene CO_2 , te laten plaatsvinden. Dit is te danken aan het benutten van de warmte van de lampen, de goede kas isolatie, en de warmte uit de substraat koeling. Een seizoensbuffer is daarbij echter wel noodzakelijk, want het is vooral de in de zomer verzamelde warmte uit de substraatkoeling die de laagwaardige warmte voor de warmtepomp kan leveren.

Tevens is het mogelijk gebleken om het Teeltconcept Alstroemeria Teelt van de Toekomst, gedurende de ruim twee volledige teeltjaren van het onderzoek, uit te voeren **volledig vrij van Emissie van gewasgezondheidsmiddelen**, dat wil zeggen zonder enig inzet van chemie. De hiertoe geleidelijk aangepaste strategie gaat uit van een combinatie van hygiëne, plaag monitoring, de voortdurende aanwezigheid van geschikte natuurlijke vijanden voor de belangrijkste plagen, en curatieve doseringen van effectieve bestrijders in momenten dat de plaagdruk dreigt toe te nemen. Er zijn geen aanwijzingen gevonden in het onderzoek voor een verhoogde plant weerbaarheid als gevolg van de toepassing van het Teeltconcept. Uit het onderzoek blijkt de dreiging van minder voorkomende plagen, zoals cicaden en slakken, die in de praktijk tot knelpunten kunnen leiden om het emissievrije doel te bereiken.

Haalbaar blijkt ook om de teelt **vrij van emissie van meststoffen** te houden; in de proef was dit het geval in het tweede teeltjaar. In de praktijk is hier al geruime en zeer positieve ervaring mee opgedaan. Een lekvrij systeem en een goed werkende, goed gedimensioneerd recirculatie systeem zijn een vereiste. Lekkages en de hoogte van het grondwater kunnen tot knelpunten leiden.

De haalbaarheid van het Teeltconcept is geborgd door **de hoge behaalde producties**: Het Teeltconcept Alstroemeria van de Toekomst heeft geresulteerd in een 57% (Noize) of 65% (Virginia) hogere productie dan de Referentieteelt. Hiermee overtreft het concept de verwachting van 30%, in lijn met de verwachte extra hoeveelheid licht (30%). De meerproductie is meer dan een lichtsom effect (wat vooral in de winter tot uitdrukking komt), en is te verklaren uit het stress verlagend effect van het diffuus licht in combinatie met de verneveling in de zomer; hierdoor was er een 37% hogere huidmondjes geleidbaarheid in het Teeltconcept dan in de Referentieteelt en een hogere fotosynthese capaciteit. Bovendien had het gewas in de Teelt van de Toekomst meer bladoppervlakte per oppervlakte eenheid (LAI), en kon daardoor 4-9% meer licht onderscheppen in zomer en winter. In de winter groeide het gewas enkele dagen sneller uit in de in de Teelt van de Toekomst. De meer productie ging niet ten koste van de kwaliteit. De bladkwaliteit uitgedrukt als de incidentie van witte streepjes en andere bladvlekken, echter, zij het voor maar een klein percentage van de totale oogst, is niet verbeterd ten opzichte van de bladkwaliteit van het gewas uit de Referentieteelt. Er zijn aanwijzingen dat dit met klimaat maatregelen kan worden verbeterd.

Onderdelen van dit Teeltconcept worden al in de praktijk geïmplementeerd. Aanbevolen wordt deze ingeslagen weg voort te zetten met speciale aandacht voor de maatregelen die een snelle energiewinst opleveren. Aanbevolen wordt om vervolgonderzoek te doen naar biologische bestrijders van cicaden, aan een cicade feromoon, aan het ontrafelen van de oorzaken van de toename van loos bij Noize en de beschikbaarheid van goede kwaliteit CO₂ in de nabije toekomst zonder fossiele brandstoffen.

De Alstroemeria van de Toekomst, is, zo is het uit deze proef gebleken, dichtbij.

1 Inleiding

In de klimaatdoelstelling is vastgesteld dat Nederland in 2050 klimaatneutraal moet zijn, wat onder andere inhoudt dat het gasverbruik in de tuinbouw zal worden uitgefaseerd. De glastuinbouwsector heeft de ambitie nog hoger gelegd en streeft er naar om al in 2040 klimaatneutraal te telen.

Ondanks dat de Alstroemeria teelt een relatief licht belichte en koude teelt is (160 kWh/m²/jaar elektra en 15 m³/jaar gas voor warmte) is er nog een stap nodig om de Alstroemeria teelt voor te bereiden op een toekomst zonder gas. Daarbij speelt de wens om met de vernieuwing en verduurzaming ook een verhoging van productie en verbetering van bladkwaliteit in de winter te realiseren.

In de afgelopen jaren zijn bij dit gewas diverse energiebesparende teelttechnieken doorgerekend (Labrie *et al.* 2010) en getest op o.a. het gebied van schermen (Garcia Victoria *et al.* 2017), belichting (Garcia Victoria *et al.* 2015; Kempkes *et al.* 2012; Garcia Victoria *et al.* 2018) bodemisolatie (Garcia Victoria *et al.* 2017), glastype (Garcia Victoria *et al.* 2012; ipv. Li *et al.* 2014; Hemming *et al.* 2008; Trouwborst *et al.* 2017) en ontvochtiging (Van der Helm *et al.* 2012; Garcia Victoria *et al.* 2017).

In dit onderzoek worden verschillende van deze systemen gecombineerd om zo grote stappen te zetten in energiebesparing met als uiteindelijke doelstelling een fossiel vrije en duurzame teelt van Alstroemeria.

1.1 Doel

Dit onderzoek is uitgevoerd met als doel het ontwerpen en doorrekenen van een klimaatneutraal en duurzaam teeltconcept voor Alstroemeria, en dit teeltconcept te beproeven op kleine schaal. De resultaten worden daarbij vergeleken met een referentieteelt die eveneens op kleine schaal wordt uitgevoerd.

1.1.1 Energiedoelstellingen

- Fossielvrij (telen zonder gas).
- All-electric met groene stroom.
- Warmtevraag verlagen (isolatie); voor de restvraag warmte van de belichting en van de bodemkoeling zoveel mogelijk gebruiken; eventuele tekorten invullen uit duurzame bronnen; bij de Alstroemeria teelt lijkt, zo is het gebleken uit een desk studie (KaE onderzoek "Tuinbouw zonder fossiele energie" (De Zwart *et al.* 2019)) het hergebruik van latente warmte bij de ontvochtiging hiervoor de meest geschikte optie.
- CO₂ wordt verondersteld aangeleverd te kunnen worden uit externe fossiele bronnen.

1.1.2 Nevendoelstellingen

- Emissievrij (vrij van emissie van gewasbeschermingsmiddelen en vrij van emissie van meststoffen).
- Verhoging van de productie om de economische haalbaarheid te kunnen borgen.
- Verbetering van de bladkwaliteit in de winter.
- Meer inzicht verkrijgen in de effecten van bodemkoeling, verneveling, diffuus licht en Full LED belichting op de vestiging van biologische bestrijders in Alstroemeria.
- Verkennen afweerstoffenprofiel in Alstroemeria en de invloed van bovengenoemde klimaatfactoren, op de concentraties afweerstoffen.

1.1.3 Verwacht resultaat (prognose)

Tabel 1 vat de verwachte resultaten samen, zoals berekend bij de start van het project. De berekening is gedaan op basis van de met de telers in de ontwerpessie gedefinieerde uitgangspunten voor het teeltconcept.

Tabel 1

Berekende resultaten bij de start van het project.

	Referentieteel	Telconcept (prognose)
Electra lampen (kWh)	150	200
Electra warmtepomp (kWh)	0	35
Warmte uit ontvochtiging (MJ)	0	300
Electra overig (kWh)	10	10
Gasverbruik (m ³ /jaar)	15	0
CO ₂ verbruik (kg/jaar)	40	25
Productie	100%	130%

1.2 Samenwerkingsstructuur en communicatie

Dit onderzoek is tot stand gekomen in het kader van het programma Kas als Energiebron in nauw overleg met de Coördinatoren van het programma en leden van de Landelijke Gewas Commissie Alstroemeria van Glastuinbouw Nederland en de Gewascoöperatie Alstroemeria. De eerste brainstorm of ontwerpessie met aanwezigheid van alle bedrijven vond plaats op 6 februari 2018, waarna de eerste projectvoorstellen werden ingediend. Vanuit Glastuinbouw Nederland heeft een begeleidingscommissie de proef gevolgd. De "intensieve BCO" bestaande uit een vertegenwoordiger van de bedrijven Fa. Vreugdenhil, en Knol Alstroemeria (Figuur 1) bezocht de proef met een hoge frequentie (om de week, behalve tussen April en September 2020 i.v.m. met de COVID-19 lock-down). De teeltstrategie is samen met Marco de Groot van de Flori Consult Group opgesteld, welke voor begeleiding zorgde in zowel de proef- als referentie afdeling. Ook tijdens de lock-down bezocht hij om de 2-4 weken -onder hygiëne voorwaarden en alleen- de proef.



Figuur 1 De Intensieve Begeleiding Commissie Onderzoek (BCO) tijdens een bezoek.

Resultaten van dit onderzoek zijn elk kwartaal met de opdrachtgever gecommuniceerd in tussenrapportages voor Kas als Energiebron. Tussentijds werden resultaten ook besproken in bijeenkomsten van de zogenaamde "extensieve BCO", waar andere leden van de Gewascoöperatie maar ook de betrokken leveranciers en soms vertegenwoordigers van Kas als Energiebron aanwezig waren. Zij werden dan bijgepraat over de ontwikkelingen en de tussentijdse resultaten. Ook zijn er resultaten gedeeld tijdens de landelijke bijeenkomsten voor Alstroemeria telers. In totaal is 18 keer een update gehouden voor BCO of ALV, op de volgende data

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| • 06-02-2018. | • 02-07-2019. | • 16-06-2020. |
| • 15-11-2018. | • 20-08-2019. | • 20-09-2020. |
| • 07-03-2019. | • 01-10-2019. | • 19-11-2020. |
| • 15-03-2019. | • 12-11-2019. | • 02-02-2021. |
| • 09-04-2019. | • 21-11-2019. | • 20-04-2021. |
| • 21-05-2019. | • 14-01-2020. | • 15-03-2022. |

Het algemene vak publiek is geïnformeerd d.m.v. nieuwsberichten via de sites van Kas als Energiebron, Glastuinbouw Nederland, de WUR Glastuinbouw site en het vakblad OnderGlas. Het wetenschappelijk publiek middels een poster contributie en een artikel op Lightsymp 2021. Hieronder een overzicht van communicatie uitingen over dit project.

García Victoria et al. mei. 2019.

Alstroemeria: Flink hogere productie in van de Teelt van de Toekomst. Kas als Energiebron.

García Victoria et al. juni. 2019.

Goede eerste resultaten in Alstroemeria Teelt van de Toekomst, dichtbij. Kas als Energiebron.

García Victoria, et al. juli. 2019.

Alstroemeria van de toekomst te telen bijna zonder warmtevraag: Kas als Energiebron.

García Victoria, et al. dec. 2019.

Alstroemeria van de toekomst. Kas als Energiebron *García Victoria et al. okt. 2019.*

García Victoria et al. okt. 2019.

Hoge fotosynthese efficiëntie in Alstroemeria van de Toekomst. Kas als Energiebron.

García Victoria et al. jan 2020.

Productiestijging zet door in Alstroemeria van de Toekomst, dichtbij. Kas als Energiebron.

García Victoria et al. mei. 2020.

Alstroemeria van de Toekomst maakt de ambities nog steeds waar. Kas als Energiebron.

García Victoria et al. december 2019.

Onderzoek naar Klimaatneutraal telen: Belichting geeft bij Alstroemeria meerproductie van ruim 30%. OnderGlas.

García Victoria et al. mei 2019.

Alstroemeria wordt onderworpen aan fossielvrij en emissieloos teeltsysteem. Telers en onderzoekers op weg naar de teelt van de toekomst. OnderGlas.

García Victoria, N., Weerheim, C., da Silva Filho, A. A., & de Zwart, H. F. (2021).

High intensity LED light, diffuse glass and improved climate increased Alstroemeria photosynthesis and production. Poster session presented at Light symp ISHS 2021. <https://edepot.wur.nl/551136>.

García Victoria, N. (Author). (2020).

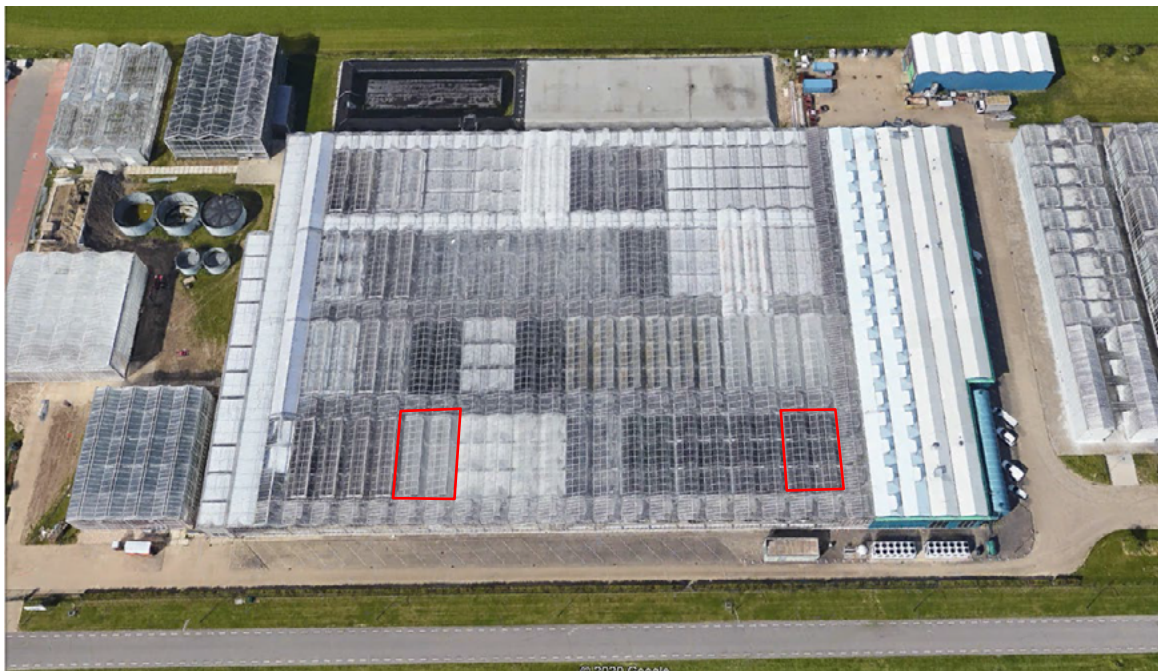
Alstroemeria of the Future: a successful cultivation method today (short version). *Digital or Visual Products, Wageningen University & Research, BU Greenhouse Horticulture.*
<https://www.youtube.com/watch?v=0DoJhG3LV6o>.

Vliet, M. Februari 2020.

Meer licht leidt tot hogere productie van Alstroemeria. *Wageningen UR Glastuinbouw.*

2 Kasinrichting, materiaal en methoden

Van Oktober 2018 tot April 2021 is bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk een fossielvrije teeltconcept voor *Alstroemeria* getest in vergelijking met een referentieteel. Het onderzoek is uitgevoerd in 2 afdelingen uit het kassencomplex (8.01 en 8.08, zie rood omlijnde vakken in Figuur 2) van 144 m² met een Venlo-dek van 4.8 meter kapbreedte op een tralieligger van 9.6 meter breed met doorlopende nokluchting. De afdelingen zijn 15 meter lang en de poothoogte is 5.50 meter.



Figuur 2 Luchtfoto van het Kassencomplex van Wageningen UR Glastuinbouw. De rood omlijnde afdelingen zijn de proefafdelingen, links 8.08 (Teelt van de Toekomst), rechts 8.01 (Referentie).

Een afdeling (8.01) werd gebruikt voor een referentieteel. In de andere (8.08) werd het teeltconcept “Teelt van de Toekomst” getest (Figuur 4). De verschillen in kasuitrusting en uitvoering tussen een referentieteel als gedefinieerd, en het teeltconcept als ontworpen, zijn weergegeven in Tabel 2. Elementen die kenmerkend zijn van de huidige referentieteel in de praktijk, zoals teelt in de grond en daardoor stomen bij teeltwisseling en bredere bedden, zijn in overleg met de Gewas-coöperatie niet bij de beproeving toegepast (hoewel slechts enkele bedrijven telen op substraat, was men van mening dat het vergelijk met een grondteelt vanwege de snelle weggroei op kokos een oneerlijk startverschil zou geven).

Voor beide teelten werd daarom hetzelfde teeltsysteem gebruikt van bakken met kokos als substraat (Zie § 2.1). De bodemkoeling van beide systemen werd gerealiseerd vanuit de koud watervoorziening van de proeflocatie. De minimale aanvoertemperatuur was daarmee 8°C, wat ruimschoots laag genoeg is om de benodigde koeling te realiseren. De herkomst van de CO₂ was voor beide de bestaande OCAP aansluiting van WUR Glastuinbouw.

De specifieke componenten van de referentieteel en de Teelt van de toekomst worden in § 2.2 en 2.3 toegelicht.

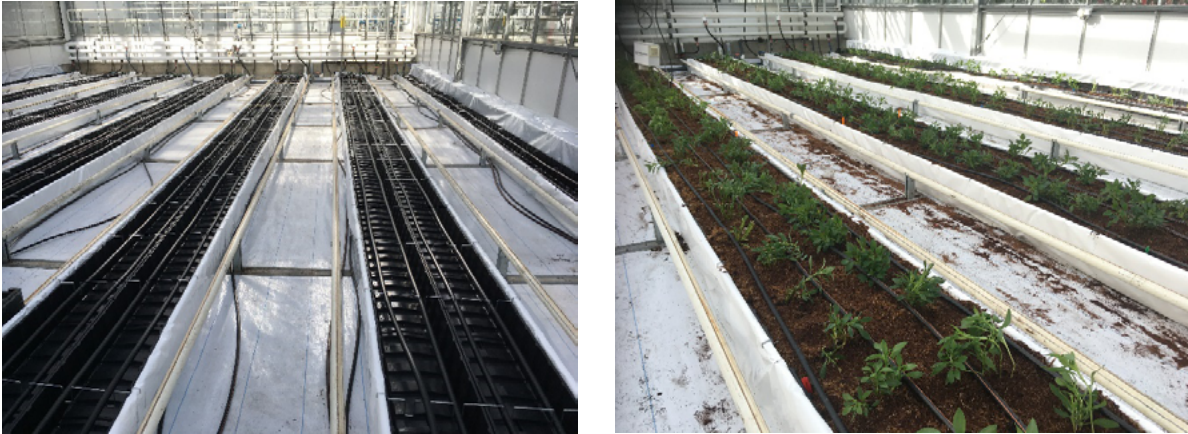
2.1 Teeltsysteem

Een praktijkconforme substraatteelt in bakken voor *Alstroemeria* is ingericht.

De teeltbakken zijn gevuld met kokos substraat met daarin twee slangen per bak voor de bodemkoeling (Figuur 3). Elke bed bestond uit twee bakken van 35 cm breed in een bak van piepschuim voor isolatie. Een

folie laag was aangebracht tussen de isolatiebak en de teeltbak. Twee weken na het planten is een laagje styromull granulaat boven het substraat gelegd voor meer isolatie. Tussen de bedden is er een buisrail systeem voor verwarming en intern transport. In totaal zijn 5 dubbele en 2 halve (aan de randen) teeltbedden per kas geplaatst.

De twee randrijen zijn niet meegenomen als meetvak in de proef.



Figuur 3 Links: Bakkensysteem met hierin twee slangen voor de bodemkoeling. Rechts: De bakken gevuld met kokos substraat, met de jonge aanplant erin.

2.2 Referentieteelt

In de referentiekas is er geteeld volgens een vooraf gedefinieerde praktijkteelt (Tabel 2), met de eerder opgemerkte wijzigingen.

Deze teelt kenmerkte zich door:

- Een kasdek van (normaal) "float" glas.
- Het gebruik van SON-T verlichting in lage intensiteit ($70 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$), zie ook 2.4.
- Een enkel scherm (een in de praktijk veelgebruikt licht uitstootdoek, HARMONY 7247 FR).
- Een nevel installatie, geactiveerd als de VD in de kas opliep tot 10, (hiermee werd de praktijk van de inzet met sprinklers of lage druk nevel installaties bij hoge instraling of warmte in de zomer gesimuleerd).
- Geen recirculatie van drain.
- De ontvochtiging vond plaats door middel van ventileren en kieren.

Gewasresten (loze en niet verkoopbare takken) werden conform praktijkgebruik in het pad achtergelaten.



Figuur 4 Links de kasafdeling met de referentieteelt, rechts de Teelt van de Toekomst.

2.3 Teeltconcept, Teelt van de Toekomst

De "kas van de toekomst" maakte ten opzichte van de referentieteelt gebruik van meer geavanceerde teelttechnieken.

- Een kasdek van diffuus glas (70% haze, dubbel AR gecoat).
- LED belichting in hoge intensiteit ($200 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$), spectrum 8%B, 13%W, 67%R, 12 %FR. Zie 2.4.
- Twee schermdoeken:
 1. Boven een lichttuitstoot doek als in de referentie, een HARMONY 7247 FR
 2. Onder een transparant helder energiedoek LUXOUS 1147 FR. Hiermee kan er in de winter in de nacht én overdag veel geschermd worden en daardoor veel energie bespaard worden: 47% in gesloten positie; loodrechte lichtdoorlatendheid van 89%, en 82% voor diffuus licht
- Als zowel de LUXOUS 1147 FR en de HARMONY 7247 FR gesloten zijn is de energiebesparing volgens opgave van de fabrikant 63%.
- Verneveld werd met de bestaande nevel installatie, geactiveerd als de VD in de kas opliep tot 7, dus eerder dan in de referentieteelt.
- De ontvochtiging vond plaats middels een kaskoeler met een koelvermogen van 6 kW; de afgekoelde gedroogde lucht wordt de kas ingebracht via een hoog in de kas geplaatste slurf (geplaatst onder de schermdoeken en de belichting) met een diameter van 360 mm. De met de ontvochtiger verzamelde water werd door een literteller geleid en opgevangen. De warmte terugwinning werd op basis van dit verzamelde water berekend.
- Er was volledige drainwater recirculatie; hiertoe was een drainbak buiten de kas geplaatst. De verzamelde drain werd door een ontsmetter (LDUV -lage druk Ultra Violet- ontsmetter, "NoVira LDUV Disinfector", Elektravon-Haket) geleid, waarna het in een mengbak viel waar bijmenging met verse voeding tot de gewenste EC plaatsvond.

Loze takken en ander plantafval werden afgevoerd om het pad schoon te houden.

Tabel 2

Elementen van de referentieteelt in de praktijk en het teeltconcept "Teelt van de Toekomst" als ontworpen.

Element	Referentieteelt	Teelt van de Toekomst
Kasdek	Enkel, float glas	Enkel, diffuus, 70% haze, dubbel AR gecoat
Belichting	Son-T, 70 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	LED (efficiëntie) 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ spectrum (8%B,13%W, 67%R, 12 %FR)
Verwarming	Ondernet (gas verwarmd)	Warmtepomp met slurven boven het gewas (zonder aquifer) Ondernet verwarmd met opgevangen latente warmte en bodemkoelingswarmte
Schermen	Enkel scherm HARMONY 7247 FR	Dubbel scherm Boven HARMONY 7247 FR Onder LUXOUS 1147 FR
Luchtbevochtiging	Met sprinklers	Verneveling met 150 g/m ² uur
Grondkoeling	Met koelmachine en 4-6 slangen per 1.20	Met warmtepomp, 4 slangen per 70 cm.
Substraat	Grondteelt met gedeeltelijke recirculatie en zonder isolatie	Substraat (koko's) met volledige recirculatie en bodem isolatie
CO ₂	Uit ketel of WKK, capaciteit 100 kg/ha	Uit OCAP of biogas, capaciteit 100 kg/ha
latente warmte	Afvoeren door ventilatie; hierdoor veel CO ₂ verloren	Opvangen en hergebruiken via warmtepomp
teeltsysteem	Brede bedden 1.20 cm	70 cm bakken dicht bij de grond om de koelbehoefte laag te houden.
ontsmetting	Stomen bij teeltwisseling	Niet stomen
watergift	Via druppelleiding en regenleiding, soms ook een bovenleiding	Via druppelleiding (4 per bed).
gewasbescherming	Stomen Gewasresten in het pad Zoveel mogelijk biologische bestrijding	Gebruik van substraat, niet stomen Hygiënisch werken: geen gewasresten in het pad. Zoveel mogelijk biologische bestrijding

2.4 Belichting

De teelt is in beide kassen (Referentie en Teelt van de Toekomst) gestart (in november 2018) met SON-T belichting in een lage intensiteit (70 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$). Gewacht werd op de resultaten van het project "LED licht bij Zonlicht bij Alstroemeria" (Dieleman *et al.* 2018, Dieleman *et al.* 2022) om een goede spectrum keuze te kunnen maken. Gekozen is een spectrum waarmee in de genoemde korte proef (11 weken) een goede bladkwaliteit en goede productie werd gerealiseerd. Om dit spectrum te kunnen realiseren zijn twee bestaande typen LED modules van Signify om en om gecombineerd.

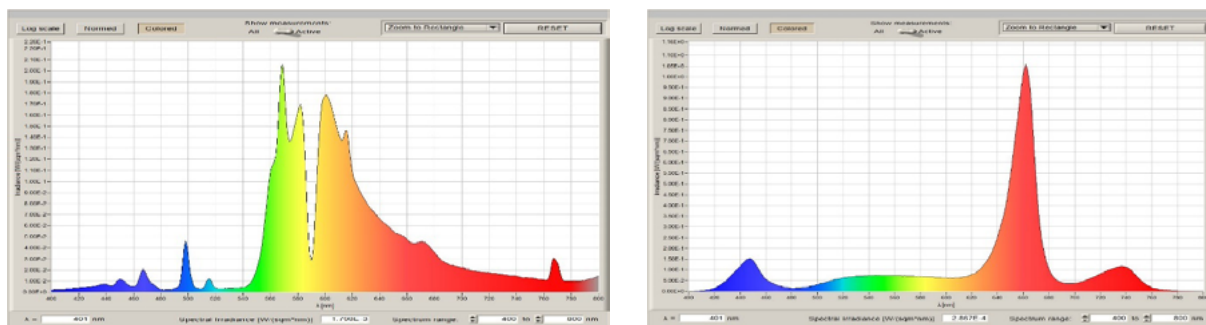
De LED lampen zijn in week 5 gaan branden in de Teelt van de Toekomst. Dit kwam overeen met de start van de productie (eerste snee).

De gemeten verhouding tussen golflengtes in het spectrum van de gebruikte lampen, zowel SON-T als LED is weergegeven in Tabel 3 en Figuur 5.

Tabel 3

Verhoudingen tussen golflengtes in gebruikte spectra (gemeten).

	Blauw	Groen	Rood	Verrood	PAR	PFD
	400-500 nm	500-600 nm	600-700 nm	700-800nm	400-700 nm	400-800 nm
8.01 Referentie SON-T	4%	38%	47%	11%	89%	100%
8.08 Teelt vd Toekomst LED	8%	13%	67%	12%	88%	100%



Figuur 5 Het spectrum van de gebruikte lampen, links SON-T (in Referentie afdeling 8.01), rechts LED (in Teelt van de Toekomst, afdeling 8.08).

Belicht werd vanaf 16 uur voor zononder. Na zon onder werd niet belicht. Bij een buitenstraling van 250 tot 350 W/m² afhankelijk van het moment van het jaar werd de belichting overdag uitgeschakeld, en onder 250 tot 150 W/m² (ook afhankelijk van het moment van het jaar) weer aangeschakeld.

In de eerste zomer is in de maanden juni, juli en augustus niet belicht om de effecten van het diffuus kasdek beter te kunnen bestuderen. De tweede zomer is conform praktijk in donkere dagen met een verwachte instraling van minder dan 15 Mol PAR in de kas gedurende de eerste uren van de dag aanvullend bijbelicht. Bij een straling boven 200 W/m² gingen de lampen uit. Vanaf 8 september werd overdag de belichting ingeschakeld als het buitenlicht onder de 150 W/m² kwam.

2.5 Plantmateriaal

Jonge Alstroemeria planten zijn op 26 november geplant op een dichtheid van 3.6 planten per m² bruto (paden meegeteld); en 5.2 planten per m² netto (zonder paden). De afstand tussen planten per enkel bed (in de lengte) was 30 cm. De planten zijn in het midden van de bak, tussen de twee koelleidingen diep (maar niet tegen de bodem) ingestoken, zodat de rand van de kluit goed onder de kokos komt. Twee weken na planten is steunmateriaal (drie lagen 17x17 ijzerdraad gaas) aangebracht

In beide kassen zijn alle dubbele bedden met twee rassen gevuld: (Alstroemeria x hybrida) – “Noize” (Hilverda-Kooij) en “Virginia” (Royal van Zanten). Noize is een Butterfly type, Virginia een hybride. De rassen waren als volgt verdeeld over de ruimte: Noize in de eerste kashelft (van de ingang van de afdeling tot de helft van de bed lengte; Virginia in de tweede kashelft (van de helft van de kas tot de achtergevel).

Buiten de meting zijn 8 extra rassen geplant van Hilverda-Kooij. Hieraan zijn geen metingen gedaan maar werden visueel beoordeeld door de veredelaar en telers tijdens de BCO bezoeken.

2.6 Watergift, voeding en bemesting

De planten kregen water met voeding via druppelleidingen (4 leidingen per dubbele bed, zie ook Figuur 1 rechts) die geplaatst waren boven op de teeltbakken. De druppelleidingen realiseren 10.4 druppelaars/m² (per m² bed zijn er 12 druppelpunten), samen geven ze met 4 beurten ca. 1.5 l/m² dag. Bij vijf beurten ca. 1.9 l/m² dag. De watergiften worden verder naar behoefte aangepast. D.w.z., uitgaande van praktijkervaringen en op basis van straling, gewasdichtheid, drain percentage (streef 50%) en streven naar drain pas vanaf de tweede beurt van de dag. Een vuistregel uit de praktijk geeft aan dat dit streefpercentage van 50% wordt gerealiseerd door 1 liter water per 5 Mol PAR te geven. In de Alstroemeria van de Toekomst bleken we meestal 1 liter per 4 Mol PAR te moeten geven om de 50% drain te bereiken, wat verklaard is door het steeds veel voller gewas.

Tabel 4 geeft de samenstelling van de voedingsoplossing waarmee de proef is gestart. Er zijn elke twee weken gift en drain monsters genomen voor analyse; op basis van de resultaten werd de voedingsoplossing aangepast, daar een goede voeding en watergift van belang is voor een goede teelt. In de watergift is gestreefd naar een net iets hogere EC-drain dan de EC-gift. EC en pH werden eens per week gemeten in de mengbak. Eens per twee weken zijn er gift- en drainmonsters genomen voor de analyse van hoofd- en sporenelementen. Op basis van de analyses werd de voedingsoplossing aangepast. In de loop van de tijd hield dit in dat het aanbod aan elementen (EC-gift) geleidelijk moest worden verhoogd (gestart is met 2.7- 2.8, dit is geleidelijk verhoogd tot een gift met een EC 4.0 in april 2020. Ook werd de Kalium aanbod geleidelijk verhoogd (door uitputting) en de Calcium aanbod verlaagd (door accumulatie).

Tabel 4

Samenstelling start voedingsoplossing.

mS/ cm		Hoofdelementen (mmol/l)								Spoorelementen (µmol/l)					
EC	pH	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	P	Cl	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
2.8	5.5	1.8	5.5	7.6	1.4	16.5	2.6	1.5	2.0	60	30	7	3	1	0.7

Voor het goed kunnen managen van een recirculerend systeem is het belangrijk de opname EC van het gewas te kennen. Met deze cijfers wordt de EC van het aan te vullen water berekend. Een stabiel systeem zonder grote fluctuaties zal minder problemen gaan geven. De opname EC wordt verkregen door het verschil te bepalen tussen de EC gift maal het aantal liters en de EC drain maal het aantal liters. Op dezelfde manier is de opname aan Kalium, Calcium, Fosfaat, Nitraat en Ammonium berekend.

2.7 Kasklimaat

Gedurende de loop van de proef zijn de instellingen op advies van of in overleg met de BCO naar behoefte aangepast.

2.7.1 Kas temperatuur

De kastemperatuur werd op basis van de daglichtsom bepaald conform een door de Flori Consult Group veel gebruikte verhouding waarbij $T = 0.34(\text{PAR som dag}) + 14.34$ (Bijlage 1). In de eerste zomer werd deze verhouding aangehouden ook bij hoge lichtsommen. In de tweede zomer is op advies van de BCO deze lijn aangehouden tot een etmaal van 21°C (een lichtsom van ca. 20 Mol PAR dag); daarboven had de daglichtsom geen invloed meer op de gewenste etmaaltemperatuur.

2.7.2 CO₂ en verneveling

CO₂ wordt gedoseerd tot 800 ppm zodra de lampen aan gingen.

Verneveld werd bij VD 10 in de referentie afdeling en bij VD 7 in de Teelt van de Toekomst.

2.7.3 Substraat temperatuur

De temperatuur van het substraat was bij de start 15.5°C; BCO gaf al 15 januari (twee maanden na de start) het advies om te verlagen naar 15°C. Na 23 april 2020 is het met een halve graad extra verlaagd, naar 14.5°C (advies van de BCO vanwege een grote hoeveelheid loos in het gewas (de temperatuur van het substraat bepaalt in grote mate de generativiteit van het gewas)). Het effect van deze maatregel wordt uitgebreid besproken in 3.4.2.1.

2.7.4 Licht afscherming

Er werd gedurende de volledige duur van het onderzoek **niet tegen licht geschermd**.

Gedurende twee dagen half juni 2019 is bij wijze van proef licht afgeschermd in beide afdelingen met als doel de temperatuur te verlagen; de BCO vreesde knopverbranding door de hoge temperaturen; het resultaat was echter een stijging van de kasttemperatuur van 5 graden tijdens afscherming. De schermen zijn daarna niet meer als schaduw scherm gebruikt, wat in de eerste zomer leidde tot lichtpieken van 1700 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$. Dit heeft evenwel niet tot knopverbranding geleid bij de Teelt van de Toekomst. Mogelijk speelde de bevochtiging van de kaslucht een belangrijke rol hierin: tijdens de hittegolven in juli 2020 en augustus 2020 zijn wel enkele knoppen verbrand bij Virginia in de referentieteelt. Dat was ook zo in de praktijk ondanks dat ze wel schermden en soms ook krijten.

2.8 Gewasgezondheid

Het streven was om in beide kasafdelingen zoveel mogelijk biologische gewasbescherming toe te passen en zo min mogelijk chemische correcties, conform de allernieuwste inzichten.

Bij de start van de teelt werd een bestrijdingsstrategie opgesteld voor de meest voorkomende plagen in een teelt van Alstroemeria. Het ging in eerste instantie om trips, bladluis, rupsen en slakken.

Door wekelijks vangplaten te vervangen en te tellen, frequente scouting en detail gewaswaarnemingen werd de ontwikkeling van de populatie aan plagen en bestrijders in kaart gebracht en bijgehouden. Aan de hand van het verloop van beide populaties werd de strategie aangepast.

2.8.1 Opgestelde plaagbeheersingstrategie

- De strategie tegen trips *Frankliniella occidentalis* werd opgesteld naar aanleiding van goede onderzoeksresultaten en praktijk ervaring in andere gewassen (o.a. Chrysant) en bestond uit:
- Uitzetting van Bodemroofmijten, *Stratiolaelasp scimitus* (voorheen *Hypoaspis miles*) + experimenteel bijvoeren met het micro-aaltje *Panagrellus redivivus*.
- Uitzetting van bladroofmijten, *Transeius montdorensis* + bijvoeren met hoge kwaliteit *Artemiacysten* (BioArtfeed).
- Uitzetting van Roofwantsen *Orius laevigatus* + bijvoeren met hoge kwaliteit *Artemiacysten*.

De strategie tegen bladluis bestond uit:

- Uitzetting van de galmug *Aphidoletes aphidimyza* preventief.
- Uitzetting van de Sluipwespen *Aphidius colemani* of *Aphidius ervi*, zodra er bladluizen worden waargenomen.

A. colemani is een soort die voornamelijk op kleinere bladluizen, zoals perzikluis en katoenluis, parasiteert. *A. ervi* parasiteert voornamelijk op grotere bladluissoorten, zoals boterbloemluis en aardappeltopluis. Afhankelijk van de waarnemingen werd bepaald welke sluipwespen uitgezet zouden worden.

2.8.2 Aangepaste plaagbeheersing strategie

Gebaseerd op de ervaringen van het eerste teeltjaar is er voor de tweede teeltjaar de volgende strategie gekozen om trips te beheersen met:

- Uitzetting van bladroofmijt *Neoseiulus cucumeris* (strooien of zakjes).
- Uitzetting van Bodemroofmijten, *Stratiolaelasp scimitus* (voorheen *Hypoaspis miles*).

2.9 Metingen en waarnemingen

Er zijn metingen verricht aan het kasklimaat, de energiestromen en aan het gewas.

2.9.1 Kasklimaat

Klimaatdata zijn per 5 minuten voor elke kasafdeling opgeslagen: Kastemperatuur, RV, VD, PAR, netto straling, doekstand, raamstand, buisgebruik, watergift, drain en substraattemperatuur. De teeltvoorlichter en de BCO leden hadden inzagerechten om de klimaatgegevens in real time en de opgeslagen klimaatgegevens via het Let's Grow platform te kunnen zien en zonodig advies geven over wenselijke aanpassingen.

2.9.2 Energiestromen

Het energiegebruik van de lampen wordt berekend op basis van vermogen en aantal branduren.

De warmtevraag en verbruik aan warmte wordt berekend op basis van wat we meten aan buistemperatuur, grondkoeling en ontvochtiging.

Om het gebruik van de kleine proefafdelingen in een kassencomplex te vertalen naar een getal wat relevant is voor de praktijk is een zogenaamde "Digital Twin" van de kas gemaakt. In een "digital twin" wordt het gerealiseerde kasklimaat in de proefafdelingen als uitgangspunt genomen en wordt vervolgens berekend wat er in een praktijkkas nodig zou zijn om dit klimaat met verwarming, ventilatie, bodemkoeling en belichting te realiseren. Op deze manier worden de storende invloeden van buur-compartmenten zo goed mogelijk ondervangen.

De digital twin wordt opgesteld aan de hand van het kasklimaatssimulatiemodel Kaspro. Dit model is opgebouwd rond de fysische wetten die de relatie kunnen leggen tussen de benodigde energie, water en CO₂ input en het verkregen kasklimaat. Met dat model kunnen we dus bepalen wat er aan inputs nodig is om het klimaat in beide afdelingen te realiseren.

2.9.3 Productie, kwaliteit en loos

Vanaf week 5 begon de productie op gang te komen. Bloemen in een veilingrijp stadium werden geoogst door te trekken (bij het op gang komen van de productie, als de rizomen nog niet voldoende zijn verankerd in het substraat, is Virginia laag bij de grond geknipt). Geoogst werd twee keer per week (het eerste half jaar drie keer per week).

Per ras en kasafdeling waren drie representatieve oogstvelden van 1.2 m² netto gemarkeerd als oogst-waarnemingsveldjes. Totaal per ras per kas besloeg de steekproef voor de productie 3.6 m² netto en 5.2 m² bruto.

Vanaf de start van de productie zijn alle uit deze oogstveldjes afkomstige takken geteld, gemeten, gewogen, op commerciële lengte teruggebracht (80 cm) en opnieuw gewogen. Het aantal bloemen per bloeiend tak is bepaald.

Per proefveldje werd ook het aantal loze takken en hun takgewicht genoteerd.

Takken van inferieure kwaliteit (kromme, geaborteerd, een- en tweepitters, te korte, vergeelde of vervormde), werden als "rejects" of onverkoopbaar beschouwd. Deze werden apart geregistreerd (aantal, reden van afwijzing en gewicht).

2.9.4 Uitgroeiduur

De uitgroeiduur werd bijgehouden door het labelen van jonge scheuten van ca 5 cm per proefveldje eens per 2 weken (Figuur 6). Bij het oogsten werd de oogst- en ophang datum genoteerd. Het verschil tussen beide is de uitgroeiduur, of de "tijd vanaf het moment dat een bloemscheut 5 cm boven het substraat uitsteekt, tot dat deze oogstrijp is".



Figuur 6 Labels om scheuten om de uitgroeiduur (5 cm--> oogst) te bepalen.

2.9.5 Detail metingen gewas

Om iets meer gegevens te hebben van de kwaliteit van de productie, zijn maandelijks van 15 takken per ras per kasafdeling detail metingen uitgevoerd (destructief). Deze metingen zijn:

- Aantal bladeren en bloemen.
- Gewicht van de verschillende organen (blad, bloem, steel).
- Bladoppervlak (met een Li-COR 3100 bladoppervlaktemeter (Li-Cor Biosciences, Inc., Lincoln, NE, USA).
- Taklengte en takgewicht.
- Het drooggewicht (na drogen bij 80°C gedurende 48 uur).
- Het % drogestof.

2.9.6 Fotosynthese

Op drie momenten in de proef (in zomer 2019, onbelicht; november 2019, maximaal belicht; maart 2021, gemiddeld belicht) zijn fotosynthese metingen uitgevoerd simultaan in beide afdelingen bij beide cultivars. Hiertoe is gebruik gemaakt van twee Li-Cor Li-6800 fotosynthesemeters (Li-Cor Biosciences, Inc., Lincoln, NE, USA, Figuur 7). Er zijn licht-response curves en CO₂-response curves gemaakt met gesloten kamer (een 2 cm² kamer, Figuur 7), d.w.z. dat het blad belicht werd met de lichtbron van de Li-Cor, bestaande uit 90% rood en 5% blauw. Gemeten is op drie gewashoogtes (onder, midden en boven). De condities in de meetkamer werden gekozen op basis van de op dat moment heersende omstandigheden in de kasafdeling. Totaal werd per meetperiode gemeten aan 72 monsters (6 bladeren per laag, per ras en per kasafdeling).



Figuur 7 Metingen fotosynthese. Links de Li-Cor tijdens de meting. Rechts boven, detail gesloten kop; rechts onder, detail display.

2.9.7 Lichtonderschepping.

Een keer in de zomer en een keer in de winter is lichtonderschepping gemeten met een lijn sensor (SS1 SunScan, Delta-T, Cambridge, UK). Voor de metingen is het gewas in drie (Noize 0, 35 en 70 cm) of 4 hoogtes (Virginia, 0, 35, 70 en 105 cm) verdeeld. Gemeten werd in 6 plekken per afdeling en ras. Hiermee is het mogelijk om te bepalen hoeveel licht elke gewas laag bereikt voor de fotosynthese.

2.9.8 Houdbaarheid

Gedurende de looptijd van het onderzoek zijn er 14 keer in totaal 10 takken per kasafdeling per ras geoogst om het vaasleven te bepalen.

De vers geoogste takken zijn direct na de oogst (zonder transportsimulatie) op de vaas gezet in de houdbaarheid ruimte van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. Per vaas één bloem (Figuur 8). De heersende condities in de onderzoeksruijnte zijn volgens internationale voorschriften ingesteld: 20°C, 60% RV, 12h licht per dag bij 14 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ (Reid en Kofranek, 1981).

De houdbaarheid is gedefinieerd als "het aantal dagen vanaf het moment van op de vaas zetten in de uitbloeiruijnte (dag 0) totdat de bloem is afgeschreven". De bloem wordt afgeschreven op het moment dat ze zodanig slap, verwelkt of uitgebloeid zijn, of andere afwijkingen vertonen (b.v., krimp, bloemrui, Botrytis-rot, knikkende stelen) dat de gemiddelde consument ze niet langer in de vaas zou laten staan. Als ondersteuning voor de beoordeling wordt gebruik gemaakt van door de VBN opgestelde criteria. www.vbn.nl/site/wp-content/uploads/2017/05/Alstroemeria-evaluation-card.pdf.



Figuur 8 De bloemen op individuele vazen voor het houdbaarheidsonderzoek. Links Noize, rechts Virginia.

2.9.9 Verkenning weerbaarheid

Onder weerbaarheid verstaan we het vermogen van de planten om zichzelf te “weren” tegen ziekten en plagen. We kunnen onderscheid maken tussen:

- Constitutieve weerbaarheid, dat is het vermogen dat de planten van nature hebben voor hun verdedigingsmechanismes, en dat heeft veelal een genetische component. (Alstroemeria is een gewas die relatief zeer weinig gevoelig is voor ziekten en plagen, de constitutieve weerbaarheid is daarom waarschijnlijk grotendeels genetisch bepaald, maar bekend is ook dat verschillende rassen andere gevoeligheden hebben).
- Verkregen weerbaarheid (Acquired of geïnduceerd), dat wordt veelal aangezet door de plant onder invloed van verschillende biotische en abiotische prikkels, zoals een ziekte of plaag, licht of de zogenaamde “elicitors” (stofjes die de verdedigingsmechanismes van de planten stimuleren). Ook induceerde weerbaarheid kan een genetische component hebben: sommige rassen zijn beter te induceren dan andere.

Binnen dit project zijn we verkennend op zoek geweest naar sleutels voor de constitutieve en door klimaatfactoren (Lichtkwaliteit, lichtintensiteit, luchtvochtigheid) geïnduceerde weerbaarheid bij Alstroemeria. Deze “verkenning” bestond uit bladtoetsen met trips en bepalingen van het gehalte aan fenolen en flavonoïden in de bladeren.

Er zijn regelmatig gewasmonsters (beide rassen, beide afdelingen) genomen voor de fenolen analyses. Op 7 momenten zijn in dezelfde week de plantweerbaarheid tegen trips, het totaalfenolgehalte en de flavonoïden in de planten bepaald.

2.9.9.1 Biottoetsen trips

Door middel van biottoetsen kan worden vastgesteld of er verschil is in de mate waarop een gewas gevoelig is voor insectschade, of een insect schade aan de plant toebrengt.

In dit project zijn op verschillende momenten gedurende het jaar biotoetsen uitgevoerd. Hiertoe is een enkel plantdeel -blad, bloem, steel- in een afsluitbaar bakje op een water agar gelegd tegen uitdroging. Op het plantdeel in het bakje worden 10 Californische trips losgelaten. Na 7 dagen wordt de schade gescoord en het aantal nog levende trips (verschillende stadia) geteld.

Per meetmoment zijn er van 6 planten per ras en per kas een blad genomen om de plantweerbaarheid tegen trips te bepalen.



Figuur 9 Biotoets trips. Links en midden, gewasdelen op water agar in afsluitbare bakjes met trips gaas, rechts trips schade op blad.

2.9.9.2 Fenolen gehalten

Veel van de stoffen waarmee de planten zich verdedigen tegen ziektes en plagen zijn fenolen. Het gehalte aan fenolen in het gewas kan daarom een indicatie geven van de mate waarin een gewas weerbaar is tegen ziekten en plagen.

Niet destructieve metingen van het gehalte aan chlorofyl en flavonolen zijn maandelijks uitgevoerd (februari 2020 tot juni 2020) met behulp van een hand-held apparaat, de Dualex®, (Cervic *et al.* 2012) die aan het blad geclipt wordt. Dit apparaat geeft een maat voor het gehalte aan deze twee verschillende bladpigmenten door het meten van lichtabsorptie en -reflectie bij verschillende golflengtes. Telkens werd het eerste blad onder de bloemkroon gemeten bij tenminste 25 planten per ras per kas.

Daarnaast zijn in het laboratorium destructieve metingen gedaan van het totaalgehalte aan fenolen in het blad. Hiertoe is een protocol opgesteld door een groep studenten van InHolland Rotterdam, gebaseerd op het Folin Ciocalteu Assay met gevriesdroogde bladmonsters (zie Bijlage 6). In elke week dat de plantweerbaarheid tegen trips is bepaald, is ook het totaalphenolgehalte in de bladeren bepaald.

3 Resultaten en discussie

De resultaten worden besproken in relatie tot de gestelde doelen en nevensdoelen.

3.1 Doel Fossielvrije teelt: Energiestromen

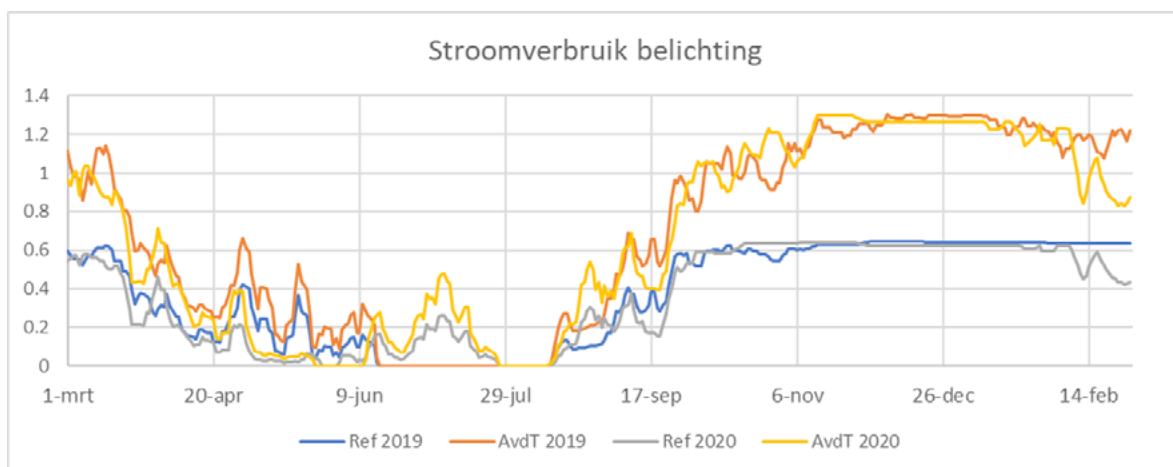
Voor het bespreken van energiegebruik in dit hoofdstuk is gekozen voor een weergave per teeltjaar (2019-20 en 2020-21), van 1 maart tot 1 maart. Dus zonder de aanloopmaanden (planten in november, LED lampen installatie begin februari en eerste oogst Virginia eind februari) en zonder de laatste teeltmaand (maart 2021).

3.1.1 Elektra voor belichting

In de Referentie-teelt is gemiddeld over de twee teeltjaren 133 kWh/(m² jaar) nodig geweest om de kas te belichten met de SON-T lampen in lage intensiteit. In de Teelt van de Toekomst gemiddeld 247 kWh/(m² jaar). De grafiek in Figuur 10 laat het verloop zien per teeltjaar en kasafdeling.

Gemeten in mol PAR per m² wordt er in de Teelt van de Toekomst 3x zoveel kunstlicht toegediend als in de referentieteelt.

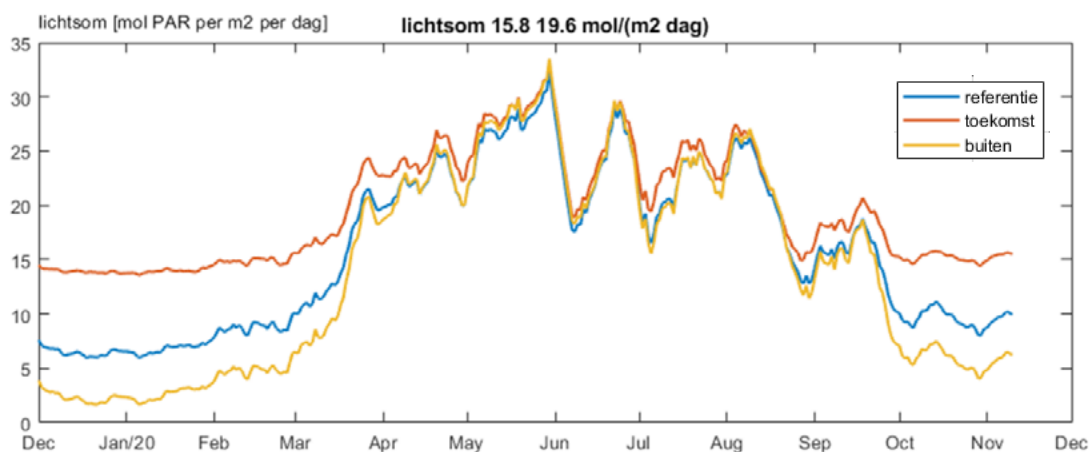
Echter, omdat de conversie-efficiëntie van LED's veel hoger is dan die van de SON-T die in de referentieteelt worden gebruikt, neemt het stroomverbruik van de belichting met slechts een factor 1.7 toe. De LED's zijn dus bijna 2 keer zo efficiënt met stroom als de SON-T.



Figuur 10 Jaarverloop van het stroomverbruik voor de belichting in beide Kasafdelingen / Teeltconcepten per teeltjaar. Ref= Referentieteelt; AvdT= Teeltconcept Alstroemeria van de Toekomst.

In de eerste zomer, zoals eerder aangegeven, is er niet belicht; in de tweede zomer op donkere dagen wel, wat vooral in juni en juli 2020 is te zien in de grafiek.

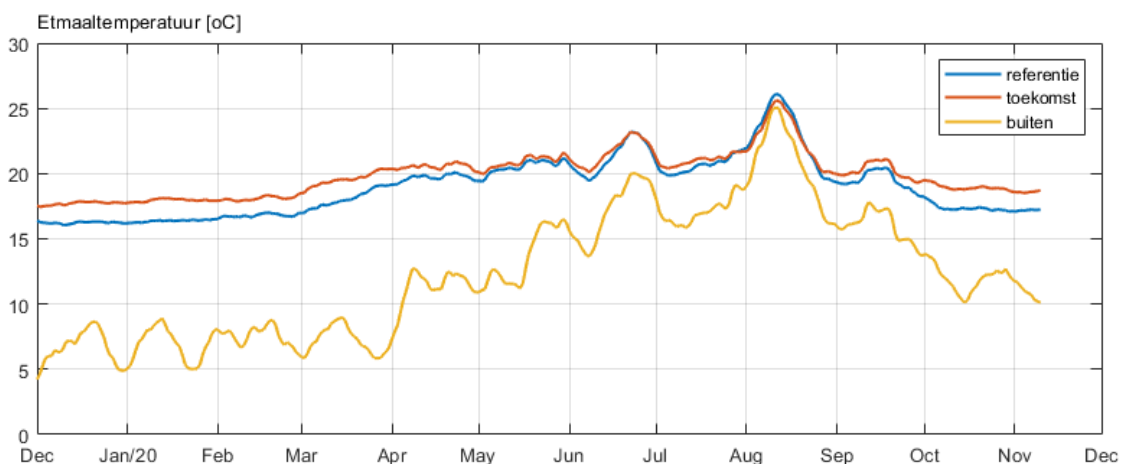
Gemiddeld was er een daglichtsom van 15.8 Mol PAR/(m² dag) in de Referentie teelt, en 19.6 Mol PAR/(m² dag). Een analyse van de behaalde lichtsommen (jaar 2020, Figuur 11) in beide kasafdelingen laat het effect van de belichting over het jaar zien. Totaal in 2020 was er in de Referentie 5770 mol PAR/(m² jaar) en in de Teelt van de Toekomst 7150 mol PAR/(m² jaar). Hiervan kwam in beide kassen 4880 mol PAR/(m² jaar) zonlicht. Op de aller donkerste dag in juli 2020 leverde de zon al 15 Mol PAR/(m² dag), dat is evenveel als in een winterdag met de volledige belichting aan, en wordt al snel "gecompenseerd" met lichte dagen in de weken erna. Het is de vraag in hoeverre de met de lampen toegevoegde belichting hartje zomer aan de productie nog bijdraagt. Als in de tweede zomer niet belicht was van 1 juni tot 30 augustus, was er in de referentie-afdeling 182 uur minder belicht en bij de Teelt van de Toekomst afdeling 152 uur. Dit zou respectievelijk 7.2 kWh/(m² jaar) en 12.2 kWh/(m² jaar) aan elektra hebben uitgespaard.



Figuur 11 Verloop van de behaalde lichtsommen (jaar 2020) in beide Kasafdelingen / Teeltconcepten. Gele lijn= zonlicht; Blauwe lijn= Referentie; Rode lijn = Teelt van de Toekomst.

3.1.2 Warmtevraag

De temperaturen die we in de kas nodig hebben liggen in de winter fors boven de buitentemperatuur (Figuur 12). In de Teelt van de Toekomst liggen die zelfs nog hoger dan in de Referentieteelt, omdat er geteeld wordt conform een lichtsom/etmaaltemperatuur verhouding (Bijlage 1), en de lichtsom is hoger in de Teelt van de Toekomst (Figuur 11).

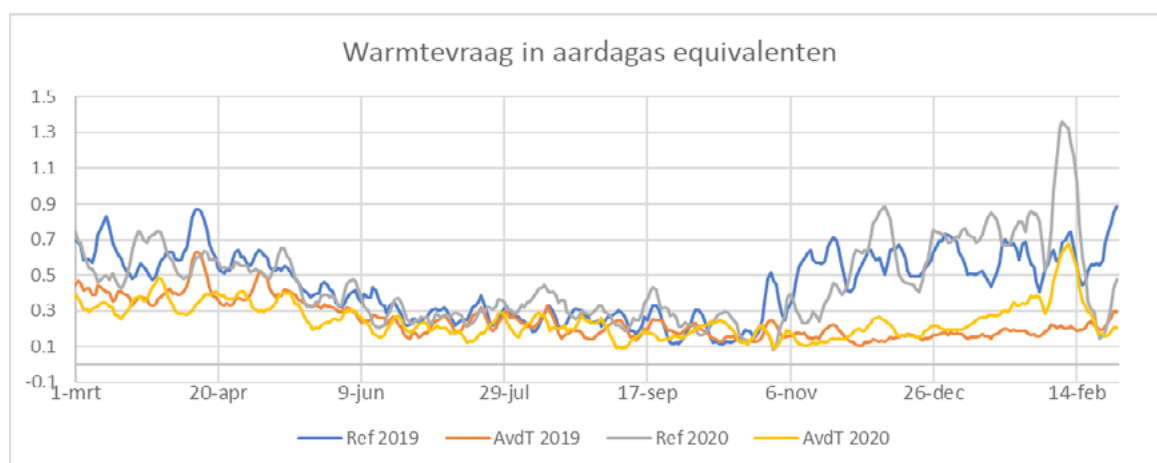


Figuur 12 Verloop van de etmaaltemperaturen (jaar 2020) in beide Kasafdelingen / Teeltconcepten. Gele lijn= buitentemperatuur; Blauwe lijn= Referentie; Rode lijn = Teelt van de Toekomst.

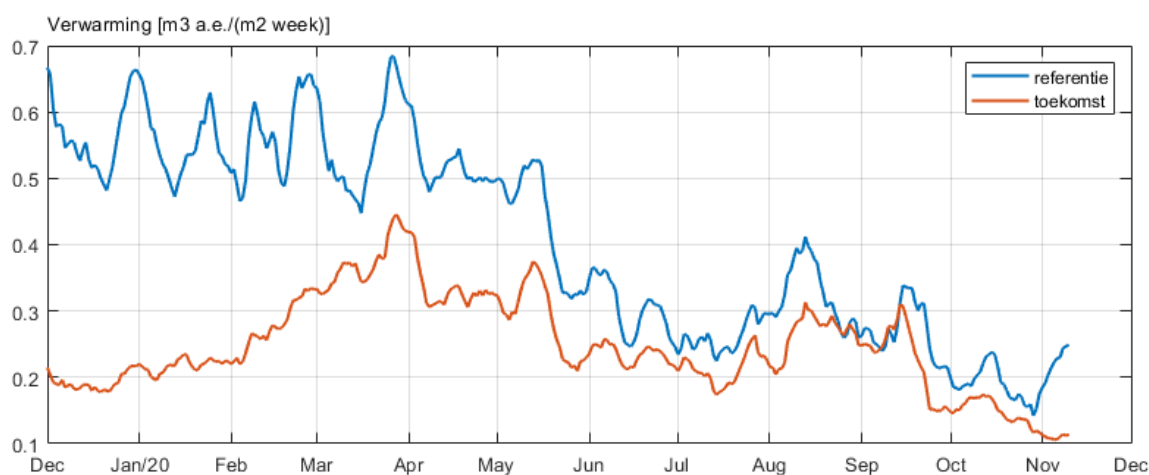
Er is dus een warmtevraag, maar ondanks de hogere teelttemperatuur is de warmtevraag in de Teelt van de Toekomst flink lager dan in de Referentieteelt (Figuur 13 en Figuur 14). Omgerekend naar aardgas equivalenten gemiddeld over de twee teeltjaren in Teelt van de Toekomst $13 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ en in Referentie $23 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$.

Die forse verlaging van de warmtevraag in de Alstroemeria Teelt van de Toekomst komt door twee van de elementen in het teeltconcept:

1. Het extra scherm. Zonder dat tweede (transparante) doek zou de Teelt van de Toekomst een warmtevraag van $20 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ hebben. Het tweede scherm bespaart $> 7 \text{ m}^3 \text{ a.e.}/(\text{m}^2 \text{ jaar})$. Het effect van het 2^e scherm is ook goed te zien in de veel lagere piek in de warmtevraag in de koude februariweek in het tweede teeltjaar.
2. De hogere belichtingsintensiteit die wordt toegepast. De armaturen gebruiken stroom en geven warmte af, ook al is het LED, en dat verlaagt de stookbehoefte. Een verlaging van de belichtingsintensiteit zodanig dat het elektriciteitsverbruik van de Alstroemeria Teelt van de Toekomst gelijk is aan dat van de Referentie, zou de warmtevraag met 4 m^3 per m^2 per jaar laten stijgen.



Figuur 13 Jaarverloop van de warmtevraag voor de gewenste etmaaltemperatuur in beide Kasafdelingen / Teeltconcepten per teeltjaar (maart tot maart). Ref= Referentieteelt; AvdT= Alstroemeria van de Toekomst.



Figuur 14 Verloop van de warmtevraag voor verwarming (jaar 2020) in beide Kasafdelingen / Teeltconcepten. Blauwe lijn= Referentie; Rode lijn = Teelt van de Toekomst.

3.1.3 Warmte-oogst

In de Alstroemeria Teelt van de Toekomst wordt uitgegaan van verwarming met een warmtepomp met twee bronnen van laagwaardige warmte: warmte uit de substraatkoeling en latente warmte die vrijkomt bij de ontvochtiging. Figuur 17 toont het jaarverloop van de warmte-oogst.

3.1.3.1 Warmte oogst uit de substraatkoeling

In de teelt van Alstroemeria wordt gebruik gemaakt van grondkoeling, waarmee de substraat-temperatuur op 14-15°C wordt gehouden. Dit is een lagere temperatuur dan de etmaaltemperatuur zodat de bodem zomer en winter gekoeld moet worden, hoewel de koeling in de winter natuurlijk veel minder is dan in de zomer. Figuur 15 toont de hoeveelheid warmte, uitgedrukt in m³ aardgas equivalenten per week die aan het substraat onttrokken moet worden.

Op jaarbasis wordt er langs deze weg in de referentieteel gemiddeld 9.5 m³ aardgas equivalenten aan de bodem onttrokken en in de Teelt van de Toekomst, 11.3 m³ aardgas equivalenten. Dat de bodemkoeling is in de Teelt van de Toekomst hoger dan in de Referentieteel komt door de hogere etmaaltemperaturen die in de winter worden aangehouden en ook omdat er door de hogere lichtintensiteit iets meer stralingsenergie op het substraat onderin het gewas zal vallen. Zelfs een volledig gesloten gewas absorbeert immers niet al het licht.

In het standaard bodemkoelingssystemen wordt de koeling geleverd door een koelinstallatie die daarvoor elektriciteit gebruikt. Uitgaande van een COP van 3, wat betekent dat met 1 eenheid elektriciteit 3 eenheden koeling kunnen worden gerealiseerd, gebruikt de referentieteel hiervoor gemiddeld 17.5 kWh elektriciteit en de Alstroemeria van de Toekomst 20.5 kWh/(m² jaar). De gangbare praktijk is dat de warmte die aan de bodem wordt onttrokken via de koelmachine aan de buitenlucht wordt afgegeven.

In de fossielvrije teelt kan er echter dankbaar gebruik worden gemaakt van de warmte die aan het substraat wordt onttrokken door deze warmte middels een warmtepomp in het verwarmingssysteem in te brengen. Van mei t/m september is de dagelijks vrijkomende hoeveelheid warmte immers meer dan de dagelijks benodigde hoeveelheid warmte. Het zal echter duidelijk zijn dat de ongeveer 0.1 m³ a.e./(m² week) die in de winter uit de substraatkoeling beschikbaar komt niet voldoende zal zijn om in de warmtevraag te voorzien. De warmtevraag is in de winter immers gemiddeld tussen de 0.2 en 0.4 m³ a.e./m² week.

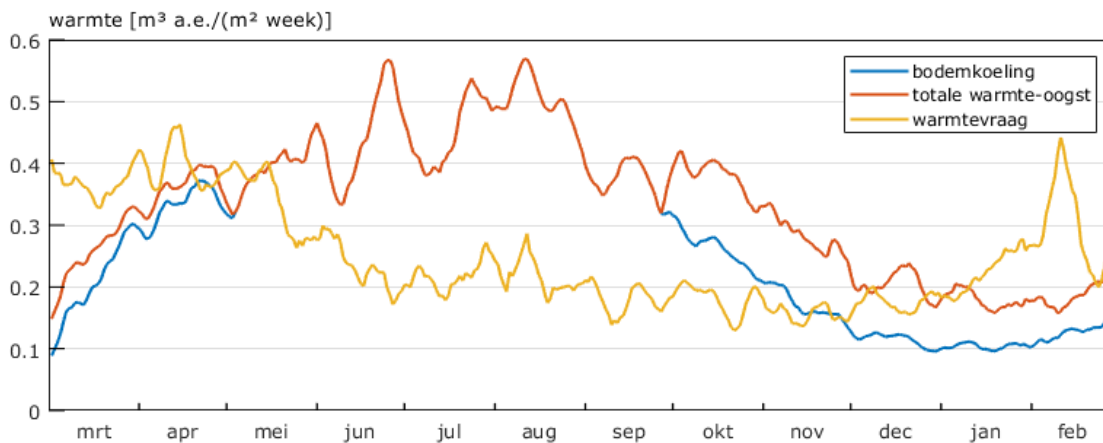
Bij aanvang van het project was de verwachting dat het gat tussen de warmtevraag van de kas en de warmte die bij de substraatkoeling vrijkomt grotendeels ingevuld zou kunnen worden door de latente warmte die met een ontvochtigingssysteem zou kunnen worden teruggewonnen.

3.1.3.2 Latente warmte oogst (ontvochtiging)

Met een ontvochtigingssysteem hoeven de ramen minder vaak geopend te worden en kan de latente warmte die bij de ontvochtiging vanuit de kaslucht wordt afgevoerd worden teruggewonnen voor de verwarming.

In het praktijk-experiment is zo'n ontvochtigingssysteem opgenomen met een capaciteit van 4 m³/(m² uur). Omdat het vooral de winter is waarin ontvochtiging met gesloten ramen toegepast wordt, kan de warmte die zo'n ontvochtigingsunit verzamelt meestal direct, of in ieder geval binnen het etmaal, gebruikt worden voor de verwarming. Hierbij wordt uiteraard gebruik gemaakt van een warmtepomp.

Figuur 16 laat echter zien dat uit het experiment is gebleken dat de warmte oogst uit ontvochtiging slechts een bescheiden aanvulling geeft op de warmte die al uit de substraatkoeling beschikbaar was. In januari, februari, maart en april is de dagelijkse warmtevraag meestal fors groter dan de warmte die een warmtepomp vanuit bodemkoeling en ontvochtiging kan leveren. De overige maanden van het jaar kan de Alstroemeria Teelt van de Toekomst wel bijna altijd met de dagelijks vrijkomende warmte worden verwarmd. Maar ook in die andere maanden is bijdrage van warmte uit de ontvochtigingsinstallatie nauwelijks relevant. In oktober en november zorgt het vooral voor een verdere toename van het warmte-overschot. In december t/m april levert het ontvochtigingssysteem al met al een vermindering van 1 m³ op het energieverbruik door de terugwinning van latente warmte.



Figuur 16 Verloop van de warmtevraag voor verwarming en het warmte aanbod uit substraatkoeling en ontvochtiging (bij de geïnstalleerde luchtbehandeling capaciteit van $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ uur})$) in de Teelt van de Toekomst. De twee proefjaren zijn hier gemiddeld.

Als de capaciteit van de ontvochtigingsinstallatie wordt verdubbeld (van $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ uur})$ naar $8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ uur})$) groeit de bijdrage van het ontvochtigingssysteem aan de warmtelevering van $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ naar $1.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$. Kennelijk is de verdamping van de Alstroemeria veel te klein om de latente warmte die bij de ontvochtiging kan worden teruggewonnen een substantiële bijdrage te laten leveren in de duurzame warmtevoorziening.

De actieve ontvochtiging heeft niet opgeleverd wat daar in eerste instantie van verwacht werd. Alstroemeria staat bekend als een matige verdamper; veel van het vocht dat in commerciële kassen (veelal grondteelten) in de lucht komt, verdamt uit de bodem en uit de gewasresten die in het pad worden achtergelaten (Garcia Victoria *et al.* 2017). De gewasresten werden in deze proef steeds verwijderd en de bodem was met worteldoek afgedekt zodat er tijdens de teelt maar een heel beperkte ontvochtigingsvraag was. Desondanks heeft de warmtepomp gemiddeld $2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ a.e. geoogst. Ontvochtiging met warmteterugwinning vraagt ongeveer $2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ jaar})$.

3.1.4 Balans warmtevraag en warmte oogst

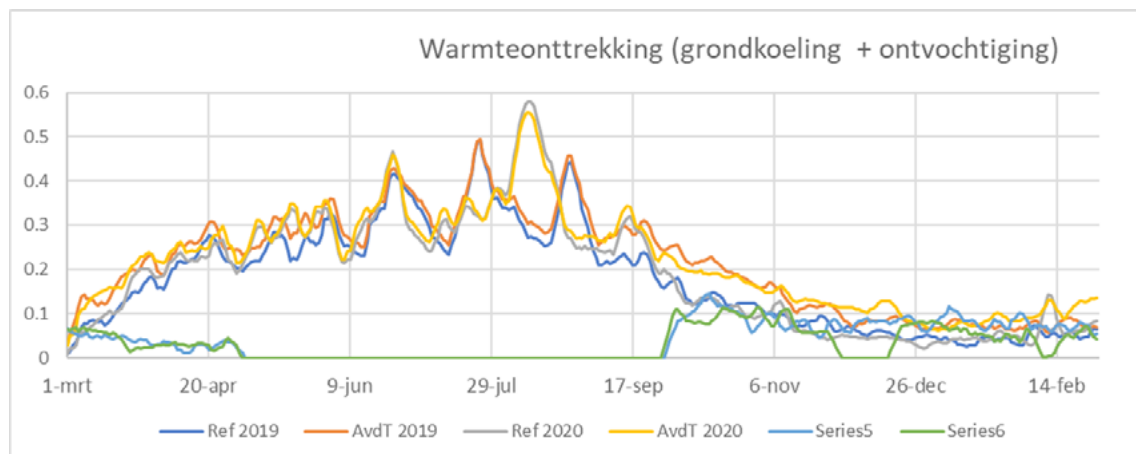
Met de $11 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ uit de substraatkoeling is dat genoeg om aan de $13 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ a.e. aan warmtevraag van de Teelt van de Toekomst te voldoen. Immers, het opwerken van de laagwaardige warmte uit de seizoensopslag naar een temperatuurniveau waarmee de kas verwarmd kan worden vergt elektriciteit voor de warmtepomp, die in de vorm van bruikbare warmte aan de laagwaardige warmte wordt toegevoegd. Hiervoor is wel het gebruik van een seizoensopslag-systeem nodig, om het tekort in het voorjaar op te lossen. Met seizoensopslag is de warmteverzameling in de Teelt van de Toekomst voldoende om de warmtepomp van laagwaardige warmte te voorzien.

Dit blijkt ook uit Figuur 16: de warmte uit de substraatkoeling kan gedurende een groot deel van het jaar op dag basis een groot deel van de warmtevraag invullen. Uit de figuur is ook te concluderen dat bij gebruik van een seizoensbuffer voor de opslag van laagwaardige warmte de verwarming van de Alstroemeria Teelt van de Toekomst geheel uit de substraatkoeling kan worden gerealiseerd. Het oppervlak tussen de rode en gele lijn in de zomer is het zomerse warmte-overschot en dat is vrijwel gelijk aan het warmtetekort (het oppervlak tussen de rode en gele lijn) in de winter.

Zonder seizoensopslag-systeem zullen er dus of enige concessies moeten worden gedaan aan de teelttemperatuur, of een wat groter beroep moeten worden gedaan uit een additionele warmtebron (een bio-olie gestookte ketel bijvoorbeeld).

Het jaarlijkse stroomverbruik van de warmtepomp is dan ongeveer $35 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ jaar})$ en voldoet daarmee aan de prognose die vooraf gesteld was. Het energieverbruik in de vorm van gas kan inderdaad naar 0 worden teruggebracht.

Deze 35 kWh voor de verwarming en substraatkoeling staat naast de 247 kWh/(m² jaar) die in de Teelt van de Toekomst is gebruikt voor de belichting.



Figuur 17 Jaarverloop van de warmteonttrekking uit substraatkoeling (beide kasafdelingen) en ontvochtiging (Lichtblauwe en groene lijn). Ref= Referentieteelt; AvdT= Teeltconcept Alstroemeria van de Toekomst.

3.1.5 CO₂ verbruik

Het CO₂ verbruik was in beide afdelingen gelijk, 30 kg/m² per jaar.

In het experiment of teeltproef is niet gezocht naar de grens van de CO₂-dosering. Op het moment dat CO₂-dosering een duidelijke kostenpost gaat vormen kan gezocht worden naar de juiste balans in de toediening van CO₂ (die in een fossiel-vrije teelt uit externe bron zal moeten worden geleverd) en de toegevoegde waarde die die CO₂ oplevert. In de optimale doseringsstrategie kost de laatste kilo CO₂ die wordt toegediend evenveel als de waarde van de meerproductie die door die kilo wordt gerealiseerd.

In de Teelt van de Toekomst is door de intensievere belichting wel veel meer productie met de gedoseerde 30 kg/m² gerealiseerd.

3.1.6 Conclusies Energie component van het teeltconcept

De hoofdconclusie van de bestudering van de energie-component van het Teelt concept Alstroemeria Teelt van de Toekomst is dat het vanuit technisch oogpunt heel goed mogelijk is om de teelt geheel Fossielvrij, op grond van de inkoop van groene stroom en extern aangeleverde CO₂, te kunnen laten plaatsvinden. Een seizoensbuffer is daarbij echter wel nodig, want het is vooral de in de zomer verzamelde warmte uit de substraatkoeling die de laagwaardige warmte voor de warmtepomp kan leveren. Vanwege de beperkte verdampingscapaciteit van de Alstroemeria kan de terugwinning van latente warmte wel een stukje van de in de winter benodigde warmte invullen, maar onvoldoende om volledige dekking van de warmtevraag te realiseren. Natuurlijk kunnen er nog weer andere duurzame bronnen worden ingezet om de ontbrekende warmtevoorziening in te vullen maar gezien het feit dat het aanbod aan warmte uit de substraatkoeling op jaarbasis voldoende is ligt het gebruik van warmte uit substraatkoeling met seizoensopslag meer voor de hand. Uiteraard is de toepassing van zo'n seizoensbuffer alleen mogelijk in gebieden waar de ondergrond daarvoor geschikt is.

Andere relevante deelconclusies en leerpunten zijn:

- Er is veel groene stroom nodig voor een Fossielvrije teelt: dit is vooral stroom voor de belichting (247 kWh/m²) en in mindere mate voor de verwarming en substraatkoeling (35 kWh/m²).
- De LED-techniek is nog volop in ontwikkeling dus in de komende jaren zal het stroomverbruik voor belichting (uitgaande van gelijk lichtintensiteit) zeker nog kunnen dalen.
- De hogere isolatiegraad van de kas door dubbel scherm is goed voor ruim 30% verlaging van de warmtevraag (7 m³ aardgas equivalenten per m² per jaar)
- Het verbruik van de belichting was aanzienlijk meer dan waarvan in de prognose was uitgegaan (247 kWh/m² i.p.v. de berekende 200 kWh/m²) wat verklaard wordt door het grotere aantal belichtingsuren wat is aangehouden.
- De intensievere belichting (200 µmol/(m² s) LED in plaats van 70 µmol/(m² s) Son-T) verlaagt de warmtevraag met 4 m³ aardgas equivalenten per m² per jaar.
- De actieve ontvochtiging heeft niet opgeleverd wat daar in eerste instantie van verwacht werd omdat Alstroemeria een matige verdamer is, waardoor er is weinig ontvochtigingsvraag.
- Een seizoensopslag is nodig om het volledige potentieel van de warmte-overschotten uit de grondkoeling als bron van duurzame warmte te kunnen benutten. Maar ook zonder een seizoensopslag-systeem kan vanuit de substraatkoeling het overgrote deel van de warmtevraag (zo'n 10 m³ a.e.) op duurzame wijze worden ingevuld. Een ontvochtigingssysteem kan hier dan nog 1 tot 1.5 m³ extra aan duurzame energie aan toevoegen, afhankelijk van de capaciteit. In dat geval resteert er in een gemiddeld jaar nog ongeveer 2 m³ a.e. per m² per jaar aan warmtevraag wat uit een andere, duurzame of fossiele, energiebron moet worden gehaald, of wat verlaagd moet worden door concessies te doen aan de gewenste etmalen in het voorjaar.
- Bij gebruik van een seizoensopslag-systeem is de warmteverzameling (uit bodemkoeling en het beetje ontvochtiging) in de Alstroemeria van de Toekomst voldoende om de warmtepomp van laagwaardige warmte te voorzien zonder concessies te hoeven doen in het voorjaar.

3.2 Doel Emissievrije teelt: gewasgezondheid

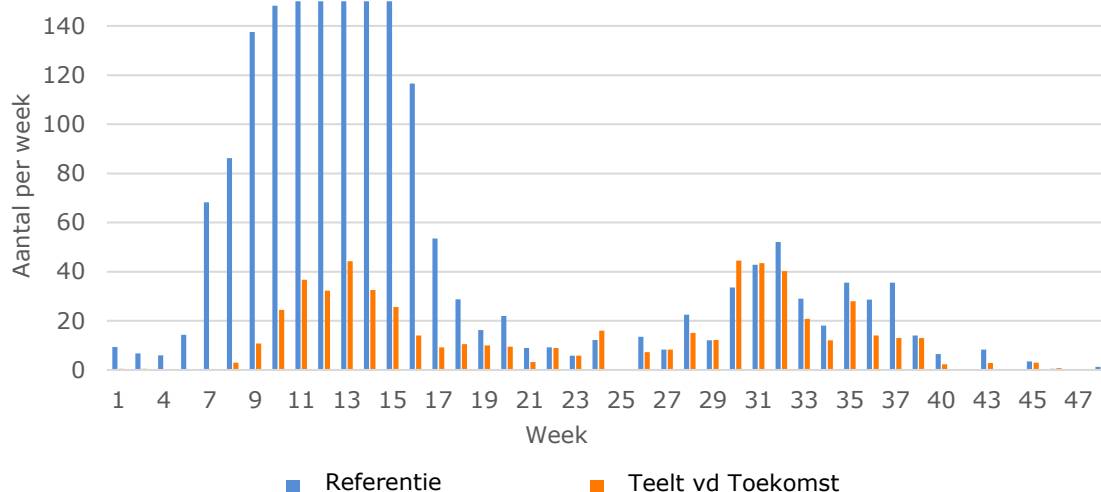
Voor het bespreken van de resultaten van de gewasgezondheid is het verloop in twee teeltjaren verdeeld: start van de teelt eind 2018 tot heel 2019 en heel 2020 tot einde proef begin 2021. In het eerst jaar is de aanvang strategie meerdere keren aangepast, reagerend op de situatie tot de plaagdruk (trips en luis) en de aanwezigheid van bestrijders een stabiele situatie bereikte. In het tweede jaar werd de aangepaste strategie voor trips en luis beheersing geconsolideerd. Andere plagen (vooral cicaden in de Teelt van de Toekomst en slakken in de Referentie Teelt) werden voor het eerst gesignaleerd in het eerste teeltjaar (eind 2019) en werden problematisch in het tweede jaar. Ze worden daarom besproken onder het tweede teeltjaar (3.2.2).

3.2.1 Gewasgezondheid eerste teeltjaar (eind 2018-2019)

3.2.1.1 Ontwikkeling Trips

De ontwikkeling van de trips populatie op de vangplaat (4 vangplaten per kasafdeling, 2 per ras) in beide afdelingen Referentiekas en Teelt van de toekomst kas in 2019 is getoond in Figuur 18.

Bij de start van de teelt werd preventief *Orius laevigatus* uitgezet (5 adulten/m²) en is *T. montdorensis* uitgestrooid (250 adult+nimf/m²). Wekelijks werden deze bijgevoerd met Artemia (BioArtFeed, 3 kg/ha) door de cysten over het gewas te verblazen. Na 6 weken werd een toename van trips in de Referentie afdeling waargenomen. De eerste tripsen op de vangplaat werden later in de Teelt van de Toekomst afdeling gesignaleerd, in week 8, en de aantallen bleven lager (een ruime factor 10 lager!) dan in de Referentie afdeling, mogelijk doordat in de Referentie afdeling de gewasresten op het pad lagen en in de Teelt van de Toekomst werden deze direct afgevoerd.



Figuur 18 Ontwikkeling aantal trips op de vangplaat in de Referentie teelt en de Teelt van de toekomst in het eerste teeltjaar (2019).

De aantallen trips op de vangplaat waren consequent, gedurende de gehele teelt en in beide kassen, hoger in de buurt van het ras Virginia dan op de vangplaten in de buurt van het ras Noize (Bijlage 4).

Hoewel de aantallen trips op de vangplaten toenamen werden er in het gewas (de bloemen) slechts enkele tripsen terug gevonden. Daarentegen werd er makkelijk trips in de bloemen gevonden die in het pad lagen, mogelijk doordat deze bloemen verder opengaan dan die in het teeltgewas voordat ze verdrogen of verteren. Op de vangplaten werd niet alleen *Frankliniella occidentalis* aangetroffen (de Californische trips), maar ook andere soorten, waaronder echinotrips en anderen die niet zijn gedetermineerd.

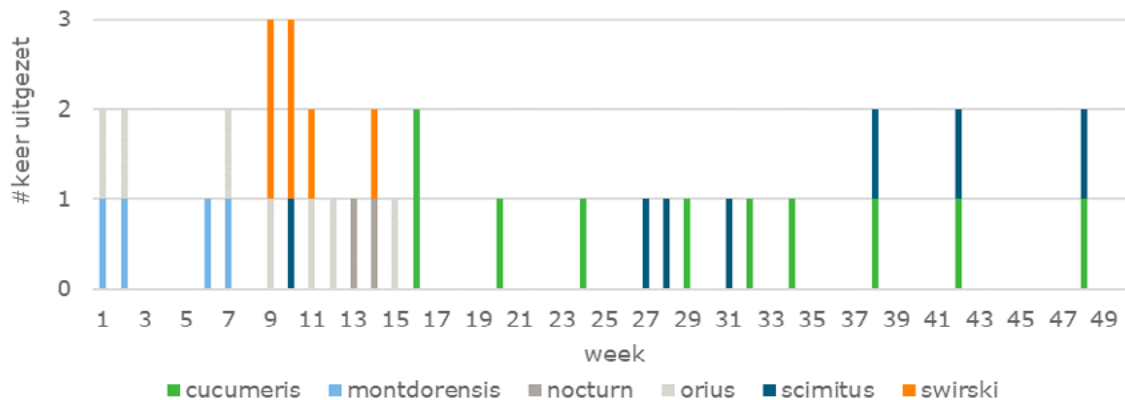
Aanvankelijk werd op de trips toename gereageerd met een extra uitzet van bestrijders en het verhogen van de dosering Artemia naar 5 kg/ha.

In de weken die op deze verhoging volgend loopt de trips populatie in de Referentie kasafdeling zodanig hoog op, dat er een chemische correctiebespuiting nodig was. Deze vond plaats met Nocturn (werkzame stof pyridalyl) in week 13 en is in week 14 herhaald, waarna de trips druk snel daalde tot ongeveer het niveau van de Teelt van de Toekomst.

3.2.1.2 Aanpassingen aan de trips bestrijding strategie

Reagerend op de trips ontwikkelingen is de vooraf opgestelde strategie geleidelijk gewijzigd.

In Figuur 19 is voor de Referentie kasafdeling aangegeven welke bestrijders tegen trips en wanneer deze zijn ingezet. Hierin wordt getoond welke aanpassingen er in de bestrijding zijn geweest tijdens de teelt. De aanpassingen, inzet momenten en hoeveelheden zijn gelijk geweest voor de Teelt van de Toekomst, behalve dat er in de afdeling met de Teelt van de Toekomst er niet nodig is geweest om chemisch in te grijpen.



Figuur 19 Referentie afdeling: Inzet verschillende bestrijders van trips en de inzetmomenten, evenals het moment van chemisch ingrijpen met Nocturn.

De reden voor de aanpassingen worden hieronder toegelicht:

In eerste instantie werden de bestrijders *Orius L.* of *T. Montdorensis* niet in het teeltgewas teruggevonden. Omdat werd waargenomen dat trips zich eveneens voedde met de Artemia, en gezien de hoge plaagdruk, is in week 12 het bijvoeren gestopt. Voor Orius waren er sowieso voldoende andere voedingsbronnen. Na 3 maanden stond de totale *Orius L.* introductie op 20/m². Er werd geen volwassen *Orius* waargenomen in het teeltgewas, maar wel in de bloemen die op het pad lagen in de Referentieteel. In de bloemknoppen in het gewas waren zowel eieren als nimfen te vinden (Figuur 20). Dat verklaart wel waarom er geen populatie opgebouwd kan worden, daar de bloemen telkens worden geoogst en uit de kas verwijderd.

Na twee maanden bijvoeren met Artemia hadden *Orius laevigatus* en *Transeius montdorensis* zich niet gevestigd in het Alstroemeria gewas. Dit in tegenstelling tot resultaten met Chrysant, waar een goede populatie opbouw van deze bestrijders verkregen wordt door het bijvoeren met kwaliteit Artemia, en daarmee een goede bestrijding van trips. Het lijkt erop dat zowel *Orius L.* als *T. Montdorensis* zich beter thuis voelen in een gewas als Chrysant dan in Alstroemeria, of dat door de kenmerken van de teelt, het minder geschikt is, daar de eieren van Orius te vroeg afgevoerd worden tijdens de oogst van de Alstroemeria.

In week 9 werd er gestopt met de inzet van *Transeius montdorensis* en werd in eerst overgegaan op de bladroofmijt *Amblyseius Swirskii* (gestrooid en zakjes 2/m²). In week 14 wordt een dalende lijn ingezet en in de Teelt van de Toekomst lijkt de trips populatie onder controle te komen.

In week 16 wordt definitief overgestapt op de bladroofmijt *Neoseiulus cucumeris* (1-2,5 zakje /m²). De zakjes werden elke 4 weken uitgezet. Deze roofmijt wordt al veelvuldig als trips bestrijder in de Alstroemeria teelt uitgezet. Met het uitzetten van *Orius L.* werd na week 15 gestopt.



Figuur 20 Eitjes van *Orius* gelegd op de voet van een bloemknop.

In week 10 is de bodemroofmijt *Stratiolaelaps scimitus* (voorheen *Hypoaspis miles*) voor het eerst uitgezet als ondersteuning van de trips bestrijding ($350/\text{m}^2$ = curatief). *S. scimitus* bestrijdt poppen van trips in de bodem. Een overzicht van aantal uitzettingen en de dosering is te vinden in Tabel 5.

Vanaf week 27 zien we de populatie trips toenemen en zijn er meerdere uitzettingen geweest. Een maand na de eerste uitzet van de bodemroofmijten zijn per kas 4 substraatmonsters (500 ml) genomen uit de bovenlaag (Tabel 5). Dit is in de tijd meerdere keren herhaald.

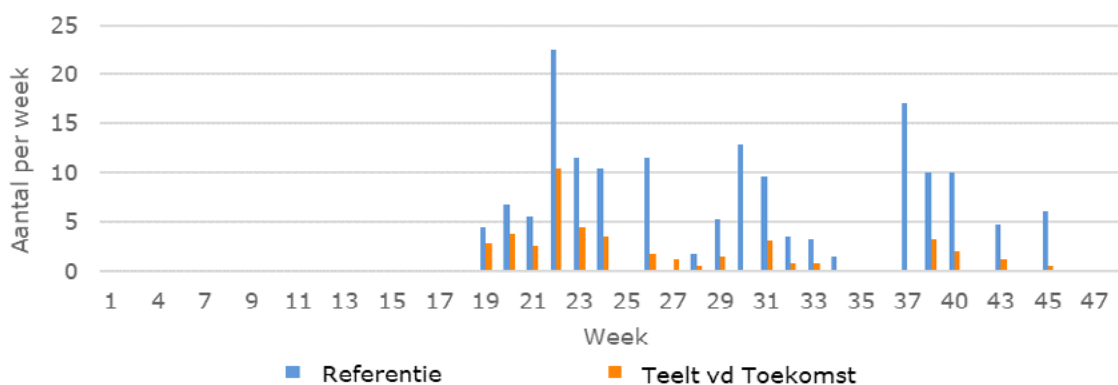
Tabel 5

*Uitzet (links) een aanwezigheid in substraatmonsters (gemiddeld van 4 monsters van 500 ml substraat per afdeling) van de bodemroofmijt *Stratiolaelaps scimitus*.*

Week uitzetting	Uitgezet $\#/\text{m}^2$	Week telling	Referentiekas	Teelt vd Toekomst
10	350	#adulten in 500 ml substraat		
27	70	14	14	14
28	70	18	9.5	14.5
31	350	24	2.25	6.25
38	350			
48	70			

3.2.1.3 Ontwikkeling bladluis

De ontwikkeling van bladluis is gevolgd in de tijd zowel op de vangplaten (ge vleugelde luizen, Figuur 21) als op het gewas, waar haarden kunnen voorkomen.

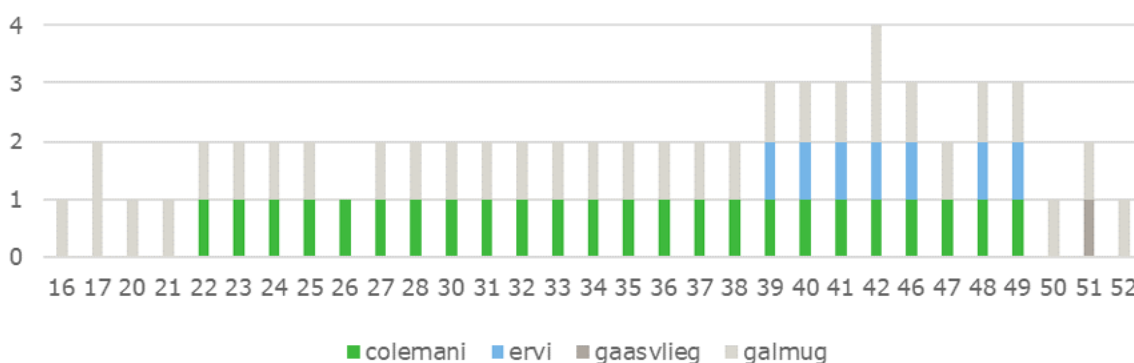


Figuur 21 Verloop van het aantal gevleugelde bladluizen op de vangplaat (gemiddeld per week).

Uit de grafiek is te zien dat ook de luis druk op de vangplaten lager was gedurende de hele teelt in de afdeling met de Teelt van de Toekomst teeltconcept dan in de afdeling met de referentie. Ook in het gewas neemt de bladluis druk toe in de Referentiekas. In de Teelt van de Toekomst bleef de aantasting op een laag niveau. Het is onwaarschijnlijk dat het wel of niet afvoeren van gewasresten hier een rol bij hebben gespeeld: Anders dan bij trips ontwikkeld de populatie bladluis zich volledig op het gewas.

3.2.1.4 Aanpassingen van de bladluis bestrijding strategie

De preventieve inzet van de bladluisbestrijder *Aphidoletes aphidimyza* (galmug, 2,5/m²) was gestart in week 16, voor dat de eerste gevleugelde bladluizen (aardappeltopluis) in week 19 op de vangplaten werden gesignaleerd. In het gewas werden geen bladluishaarden gevonden. Omdat de luisdruk van buitenaf toenam werd besloten om ook de sluipwesp *Aphidius colemani* (2,5/m²) preventief uit te gaan zetten. Figuur 22 geeft aan wanneer en hoe vaak een bestrijder is uitgezet (getoond is de Referentiekas, maar uitzet was gelijk voor beide afdelingen).



Figuur 22 Uitzet week en aantal keren uitzet van een bestrijder tegen bladluis.

In week 39 werd de sluipwesp *Aphidius ervi* (1,5/m²) toegevoegd aan het rijtje preventieve bestrijders omdat in de Referentiekas onder in het gewas de eerste boterbloemluizen werden gevonden op de jonge groeipunten. In de kolonies zaten veel galmugeieren en larven (Figuur 23), en ook leeggezogen galmug eieren en enkele bladroofmijten. zagen we ook Het is mogelijk dat een klein deel van de eieren verloren gaat door bladroofmijten, maar de galmug bleef in deze periode van het jaar de meest effectieve bestrijder van bladluis. Er worden echter geen door de sluipwespen geparasiteerde bladluizen (mummies) gevonden; daarom werd er vanaf week 50 gestopt met het uitzetten van sluipwespen.

In week 48 werden in de referentiekas kleine motjes op de vangplaat gevonden. Het bleek hier te gaan om de spontaan ingevlogen bruine gaasvlieg, waarvan de adulten een goede bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van bladluizen. Het is aannemelijk dat de bruine gaasvlieg al in de zomer de kas in binnen gevlogen. Ook in periodes zonder bladluis is er een kleine populatie in stand gebleven. Als de hoeveelheid bladluis toenam zagen we ook het aantal gaasvliegen toenemen. Bij de groene gaasvlieg zijn het de larven die bladluizen prederen. Groene gaasvlieglarven ($7/m^2$) werden in de Referentie kas eenmalig uitgezet in week 51.



Figuur 23 Linksboven: ei van galmug onder een bladluis gelegd; linksonder: galmug larven in een luiskolonie in de bloemknoppen; rechts: galmug larven op het blad.

3.2.2 Gewasgezondheid tweede teeltjaar (2020 –2021)

3.2.2.1 Ontwikkeling Trips

Ook in dit tweede teeltjaar was de trips druk hoger in de Referentie afdeling dan in de afdeling met de Teelt van de Toekomst. Het verloop van de ontwikkeling van de trips populatie op de vangplaat is te zien in Figuur 24. Bij de start van 2020 was er in zowel de afdeling met de Referentieteel als de afdeling met de Teelt van de Toekomst een zeer lage trips druk. Deze bleef tot week 17 in beide kasafdelingen laag. Bevorderd door de extreem hoge buiten temperaturen, naam de druk toe tot een piek in week 34, maar met de ingezette strategie lukte het om zonder chemisch in te grijpen de druk weer laag te krijgen in beide afdelingen. Rond week 42 zijn de paden ook in de Referentie teelt schoongemaakt; de druk bleef hiermee in beide afdelingen tot het einde van de proef zeer laag.

Vanaf week 9 werd er elke twee weken *N. cucumeris* uitgezet. Aanvankelijk door te strooien ($125/m^2$ in de twee weken). Vanaf week 18 zijn er elke twee week zakjes opgehangen ($0.3 \text{ zakje}/m^2$). Op het moment dat de trips toenam in week 22 is dit verhoogd naar $0.6 \text{ zakje}/m^2$ per twee weken.

In week 4 werd echinotrips op de vangplaat waargenomen van de kasafdeling met de Teelt van de Toekomst. Normaal gesproken vinden we de echinotrips niet op de vangplaat. Ze zitten meestal onder in het gewas op de bladeren. Het is waarschijnlijk dat tijdens oogstwerkzaamheden deze trips gaat vliegen en op de platen komt. *N. cucumeris* bestrijdt voornamelijk *Frankliniella occidentalis* en *Thrips tabaci*. In week 50 werd daarom eenmalig de bladroofmijt *Transeius montdorensis* gestrooid, waarna voortaan zakjes *T. montdorensis* zijn uitgezet. Het aantal echinotrips op de vangplaten bleef gedurende het teeltseizoen op ca. 10% van de totaal aantal tripsen. Tussen de donkere tripsen bleek het in een aantal gevallen te gaan om *Aeolothrips*. Dit is een rooftrips; wat zijn bijdrage aan de bestrijding van trips was, is onduidelijk.

De bodemroofmijt *Stratiolaelaps scimitus* werd dit teeltseizoen eenmalig uitgezet in week 11 (70/m²); meerdere uitzettingen werden niet nodig geacht aangezien het steeds teruggevonden werd in de substraatmonsters (Tabel 6). Ongeveer even veel nimfen als adulten werden gevonden.

Om de vestiging van de bodemroofmijten te bevorderen is bij wijze van proef in de referentiekas vanaf week 34 het micro-aaltje *Panagrellis redivivus* driemaal meegegeven met de regenleiding. Hiermee was bij een eerder uitgevoerde proef in bakken een enorme populatie groei van deze bodemroofmijt waargenomen. Dat lijkt in deze proef niet anders dan in de Teelt van de Toekomst, waar het micro-aaltje niet was toegevoegd.

Tabel 6

Aanwezigheid in de tijd van de bodemroofmijt Stratiolaelaps scimitus in substraatmonsters (gemiddeld van 4 monsters van 500 ml substraat per afdeling).

Jaar	Week telling	Referentiekas	Teelt vd Toekomst
#adulten in 500 ml substraat			
2020	10	4.75	13
	24	8.5	4
	32	10.5	5.5
	45	5.5	7
2021	7	6	5
	14	4.5	5.75

Tot slot opmerken dat veel trips en trips schade werd waargenomen in de onkruiden die in de substraatbedden groeiden; regelmatig onkruid verwijderen kan bijdragen aan het verlagen van de trips druk. Ook zijn muizen actief in de afdelingen geweest, die voor leeg vraat zorgden van de opgehangen zakjes met bladroofmijten; dit kan de effectiviteit van de roofmijten tijdelijk hebben verlaagd (dan is er door ons gestrooid).

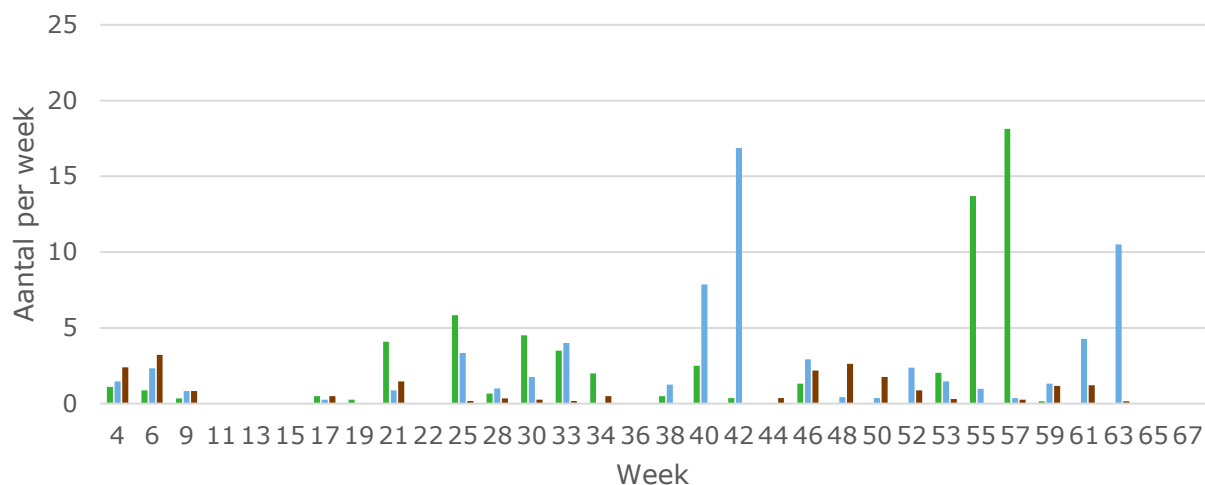
3.2.2.2 Ontwikkeling bladluis

Het verloop van het aantal gevleugelde bladluizen op de vangplaten is weergegeven in Figuur 25.

De bestrijding vond eerst alleen preventief plaats door wekelijks inzet van galmuggen (1.7/m²). Deze hoeveelheid is verdubbeld vanaf week 24. Naar aanleiding van de spontane vondst in een andere Alstroemeria proef van parasitering van de grotere luizen soorten door de sluipwesp *A. ervi*, is deze ook vanaf week 11 opnieuw wekelijks uitgezet (1.7/m²).

In de kasafdeling met de Teelt van de Toekomst vond er in het gewas een flinke toename van boterbloemluis plaats in week 42. Omdat de galmuggen goed gevestigd waren en gedurende de gehele teelt goed aansloegen is er in week 43 in deze kas een overkill aan galmuggen ingezet (7/m²). Hiermee is de aantasting wederom onder controle gekomen.

In de referentiekas werd in week 46 voor het eerst onder in het gewas een goede parasitering van boterbloemluis waargenomen. Er zaten veel mummies van de sluipwesp *A. ervi*.



Figuur 25 Verloop van het aantal gevleugelde bladluizen op de vangplaat in beide afdelingen en het aantal bruine gaasvliegen (alleen in de Referentie teelt aanwezig).

De bruine gaasvlieg (Figuur 26) was spontaan opgekomen (niet uitgezet) in de Referentieafdeling; door de hoge bladluisdruk kon het een populatie opbouwen. Zodra de bladluis afnam, was er ook een afname in het aantal bruine gaasvliegen te zien.

In week 55 was er een explosieve toename van aardappeltopluis in het gewas in de Referentie teelt. De bruine gaasvlieg slaagde hierdoor een grote populatie op te bouwen. De populatie was zo groot dat er eieren van deze gaasvlieg op de bladeren van *Alstroemeria* werden terug gevonden; echter noch deze gaasvliegen noch de galmug konden deze bladluisontwikkeling tegengaan. Daarom werd er eenmalig ingegrepen met een chemische bespuiting met Teppeki (werkzame stof flonicamid). Het is niet bekend wat het effect van de chemische bespuiting op de gaasvliegpopulatie is, maar ook na deze bespuiting werden er nog gaasvliegen terug gevonden.



Figuur 26 Links, de bruine gaasvlieg; rechts: ei van de bruine gaasvlieg op een *Alstroemeria* blad.

3.2.2.3 Ontwikkeling en beheersing andere plagen

Naast Trips en Bladluis, kwamen aan het einde van het eerste teeltjaar en vooral in het tweede teeltjaar andere plagen voor. Het verloop en de toegepaste strategieën voor beheersing worden hieronder besproken.

Dopluis

In de Referentiekas werd in week 41 (2020) dopluis waargenomen. Deze was vooral onderin te vinden op oude takken (eerder getopt of geaborteerd, b.v.). Dopluis zal eerder op het oude gewas gaan zitten omdat de plant op die takken minder weerbaar is. Tegen dopluis werd eenmalig de sluipwesp *Microterys nietneri* (Product Coccin, Entocare) uitgezet (0.7/m²). In combinatie met het in plastic zakken afvoeren van de aangetaste takken is de aantasting onder controle gebleven.

Spint

In de afdeling met de Teelt van de Toekomst werden in week 42 op het oude gewas spintkolonies waargenomen. Dit was het gevolg van een kortstondig lagere luchtvochtigheid in de kaslucht door geadviseerde aanpassingen aan de luchtbevochtiging (hoger setpoint VD voor start verneveling).

De spint is bestreden door tweemaal de roofmijt *Phytoseiulus persimilis* te introduceren (per keer 14/m²). Tevens is de verneveling terug gezet op het oude setpoint (VD 7).

Hierna zijn er geen problemen meer met spint geweest.

Cicaden

De eerste tekens van cicaden schade op het gewas (witte strepen op het blad met een zaagtand patroon) zijn in week 39 (2019) waargenomen. Dit is in beide afdelingen opgemerkt. Een week later werden de eerste exemplaren (enkele adulte cicaden) op de vangplaat gevonden. Het verloop in de tijd van de exemplaren op de vangplaten van beide afdelingen is weergegeven in Figuur 28. Tot week 33 nam het aantal cicaden op de vangplaten toe en de druk was hoger in de Referentieteelt.

Biologische bestrijding van cicaden is moeilijk tot niet mogelijk. Omdat *Orius laevigatus* een omnivore roofwants is, predator van het eerste en mogelijk ook het tweede nimfen stadium, kan het mogelijk een bijdrage leveren aan het onderdrukken van de populatie. Om deze reden is gestart met de herintroductie van *Orius laevigatus* in beide afdelingen, maar niet meer als potentiële bestrijder van trips, maar als bestrijder van cicaden. Dit betekende frequente introducties (wekelijkse inzet van 1,7 adults /m²) zonder de intentie een populatie *Orius* op te bouwen in het gewas.

Er zijn diverse pogingen ondernomen om de signalering en het wegvangen van cicaden te verbeteren (Figuur 27).

- Rode vangplaten, die speciaal ontwikkeld lijken te zijn voor het signaleren van cicaden, trokken geen cicade aan.
- Idem voor de blauwe vangplaten (speciaal voor trip signalering)
- Het signaleren en wegvangen was effectief met gele vangplaten; vijf groot format (40*60 cm) plagen zijn opgehangen in de afdeling met de Teelt van de Toekomst in week 54. Deze gele vangplaten zaten vol met cicaden; dit bracht een reductie op de overige vangplaten teweeg.
- In beide kassen zijn in week 55 "wantsen" vallen geplaatst (een pot met open bodem met een gaaspiramide geplaatst boven een gele plastic standaard, waar de cicaden in gaan maar niet meer weg kunnen vliegen). De vallen bleken aantrekkelijk voor de cicaden, maar minder grote hoeveelheden werden ermee gevangen dan met de plakkerige vangplaten.
- De vallen en vangplaten zouden effectiever kunnen worden als er een cicaden feromoon bestond; dit is echter nog niet beschikbaar.

Waardoor er de waargenomen schommelingen zijn in de cicadepopulatie, is niet bekend, ook niet in hoeverre de geteste wegvang strategieën (met gele vangplaten en met de wantsen vallen) effect sorteerden. Aan de hand van het populatie verloop op de vangplaten lijkt er niet een duidelijke bijdrage van *Orius* te zijn geweest aan het onderdrukken van de populatieopbouw van cicaden.

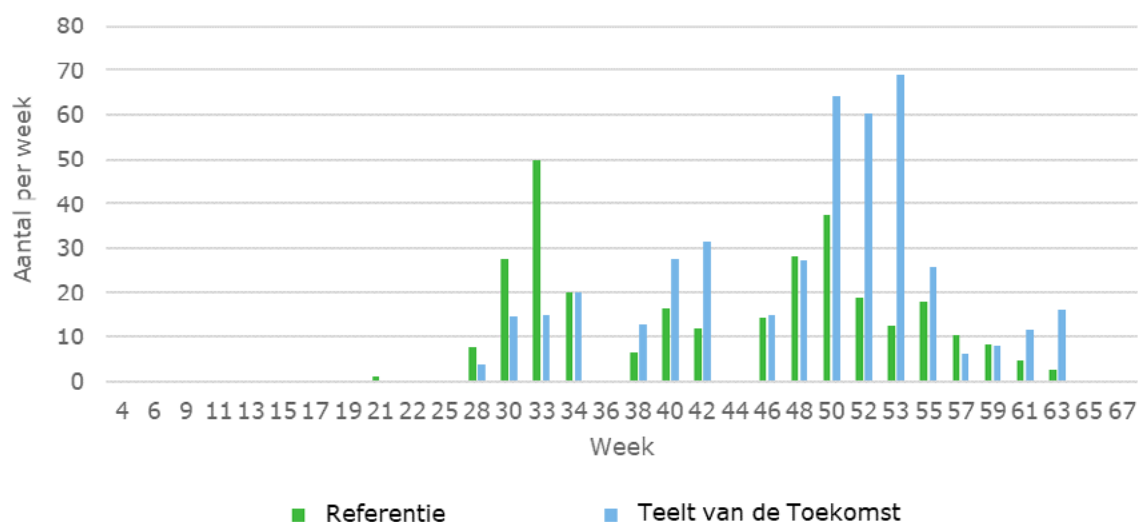
Er is niet chemisch ingegrepen omdat de schade aan het gewas op een aanvaardbaar niveau bleef, ook naar de mening van de BCO. Wel duidelijk lijkt dat Cicaden op termijn een knelpunten kunnen gaan vormen; daar heeft de praktijk soms ook last van. Meer onderzoek is wenselijk.



Figuur 27 Verschillende geteste methodes om cicaden te signaleren en te vangen: van links naar rechts rode vangplaten, blauwe vangplaten, groot format gele vangplaten en wantsen val.

Turkse mot

In de Teelt van de Toekomst werden in het najaar van 2020 rupsen van Turkse mot gevonden. Met een vanglamp is geprobeerd motten weg te vangen zonder succes. De rupsen werden tijdens het scouten handmatig verwijderd door blad weg te halen met vraatschade, uitwerpselen en eieren. Er is uiteindelijk geen uitbraak geweest aan rupsen. Het leek zelfs dat de rupsen zich slecht ontwikkelden op het blad van Alstroemeria en er uiteindelijk weinig rupsen tot verpopping kwamen. Er hoefde niet ingegrepen te worden met bijvoorbeeld Turex WP een middel op basis van een *Bacillus thuringiensis*.



Figuur 28 Verloop van het aantal cicaden per week op de vangplaten in de kasafdeling met de Referentieteelt en kasafdeling met de Teelt van de Toekomst.

Slakken

Naaktslakken (de Spaanse aardslak *Lehmannia valentiana*, eerder waargenomen bij Cymbidium -en niet bij Alstroemeria) werden een groeiend probleem **alleen** in de Referentieteelt. In week 39 (2019) werden tijdens het scouten voor het eerst vraatschade en slijmsporen op jonge bloemscheuten opgemerkt.

Er werd direct begonnen met het lokken en vangen van slakken in slakkenvallen in het substraat, met als lok bron kippenvoer (gemalen granen). De vallen bestonden uit twee in elkaar geschoven Cymbidium/ Anthurium transport flesjes (Figuur 29).

Het vangen leek de plaag te helpen beheersen maar het aantal takken met vraatschade en slijmsporen nam vanaf begin 2020 weer toe. Mogelijk kon de populatie zich sterk opbouwen in de referentiekas doordat een pak gewasresten in de paden achter waren gelaten.

In week 6 en 16 zijn slakkenkorrels gestrooid voor de bestrijding van naaktslakken (Sluxx HP met werkzame stof ijzer(III)fosfaat). Respectievelijk 0.7 en 0.4 gram/m².

Na half april zijn we begonnen met het 2x weeks te besproeien van het gewas met een oplossing van Saponine. Uit eerder onderzoek (García Victoria en Bac-Molenaar, 2019) bleek dit goed te werken bij *Cymbidium* als afweermiddel om vraat door slakken te voorkomen. Gezien de grote hoeveelheid takken met slakkenvraat heeft deze toepassing onvoldoende gewerkt.

In overleg met de grote BCO zijn de paden ook in de referentieteeelt schoongemaakt na de bijeenkomst van 22-09-2020. Hierna zijn geen gewasresten meer op de paden gegooid maar steeds opgeruimd.

Parasitaire aaltjes *Phasmarhabditis hermaphrodita* zijn in week 43 en 44 (2020) en wekelijks vanaf week 50 tot het einde van de proef elke week via de laag liggende regenleiding toegediend. Het tijdstip van bestrijden werd zo laat mogelijk in de dag gedaan, bij het moment dat de slakken weer actief werden.

In week 44 zijn opnieuw slakkenkorrels Sluxx-HP gebruikt, (0.9 gram/m²).

Desondanks nam het aantal takken met schade toe, tot ernstige proporties richting het einde van het jaar.

Het vangen is vanaf week 49 van 2020 geïntensiveerd in bakjes met bier. Hieraan werd wat zeep toegevoegd om de oppervlaktespanning te verlagen). Bij toediening aan het einde van de dag zagen we de slakken massaal richting het bier trekken. Hierbij bleek dat veel slakken onder de teeltbakken en langs de gevelvoet bij leidingen weg kruipen. Vanaf dat moment werd de slakkenvangst gewogen om een indicatie over de effectiviteit van de maatregelen te verkrijgen (grafiek 9). In week 50 en 51 werden er bijna 800 gram slakken gevangen. In de 3 weken erop was de vangst gehalveerd, naar onder de 400 gram per week. In week 1 zijn opnieuw Sluxx-HP korrels gebruikt in bakjes met kippenvoer; bij de hierna gevangen slakken waren de korrels zichtbaar in de darmen, maar de slakken levenden nog. Tot en met week 8 (2021) varieerde de wekelijkse vangst tussen 50 en 125 gram slakken per week.

In week 8 (2021) werd de korrel Metarex inov (0,7 gram/m²) met werkzame stof metaldehyde gestrooid. Hierna daalde eindelijk de weekvangst naar 15 gram slakken per week en de schade aan het gewas nam eindelijk af. De proef is, naar de mening van de BCO, goed geëindigd.

In de kas van de Toekomst is in januari 2020 zeer lokaal slakken sporen en vraat bij enkele takken geconstateerd; na plaatsen van enkele vallen is er nog nauwelijks schade noch sporen opgemerkt. Dat de paden vanaf het begin vrij gehouden werden van gewasresten kan een rol gespeeld hebben in het voorkomen van een grote uitbraak. Vanwaar de slakken zijn gekomen naar de Referentie afdeling blijft een raadsel; collega's opperden dat het wellicht in relatie stond tot de naburige afdeling waar bramen geteeld zijn.

Doordat ze moeilijk te bestrijden zijn, en wegvangen zeer arbeidsintensief is en onmogelijk is om ze allemaal te vangen, kunnen slakken een serieus knelpunt worden voor een gezond gewas.



Figuur 29 Slakken vallen: links, lokken met bier en zeep; midden en rechts, lokken met kippenvoer in vallen.

3.2.3 Conclusies component Emissie vrije teelt (van gewasgezondheidsmiddelen) van het teeltconcept

De hoofd conclusie van het component “Emissievrije teelt” van het Teelt concept Alstroemeria Teelt van de Toekomst, voor wat gewasgezondheidsmiddelen betreft is: Gedurende de ruim twee volledige teeltjaren van het onderzoek **is mogelijk gebleken om de teelt geheel Chemievrij te houden.**

In de referentieteelt, mogelijk doordat van november 2018 tot september 2020, conform praktijkgebruik alle loze, afgebroken en dunne takken in het pad werden achtergelaten, was er steeds een hogere plaagdruk, en desondanks zijn slechts twee chemische correcties nodig geweest tegen trips, een pleksgewijze chemische correctie tegen luis, en meerdere toepassingen van slakkenkorrels tegen slakken.

Dit betekent niet automatisch dat dit in elke teelt mogelijk kan zijn, omdat andere plagen, zoals in het onderzoek bij voorbeeld de cicaden en de slakken kunnen voor knelpunten zorgen.

3.2.3.1 Conclusies trips aanwezigheid en bestrijding

- Gedurende de hele proef was er een cultivar effect voor het aantrekken van trips (steeds hogere aantallen op de vangplaat bij Virginia dan bij Noize).
- Het is aannemelijk dat pad hygiëne een positief effect heeft gehad in het beheersen van de trips druk in de afdeling met de Teelt van de Toekomst.
- Anders dan bij chrysant, hadden *Orius Laevigatus* en *Transeius montdorensis* zich niet gevestigd in het Alstroemeria gewas zelfs na twee maanden bijvoeren met Artemia. Omdat er wel Orius eieren en nimfen in de bloemen en gewasresten in het pad werden gevonden is de conclusie dat Orius geen populatie kan opbouwen omdat de eieren telkens met de oogst worden afgevoerd.
- De bladroofmijt *Transeius montdorensis* en *Amblyseius Swirskii* hadden geen meerwaarde in vergelijking tot de bladroofmijt *Neoseiulus cucumeris*. Regelmatige uitzet van zakjes *N. cucumeris* (0.3 zakje per m² per week en een verdubbeling van de dosering naar 0,6 zakjes per m² bij toename op de vangplaat) heeft de hoeveelheid trips op een aanvaardbaar niveau gehouden.
- Veertien weken na uitzet van de bodemroofmijt *Stratiolaelaps scimitus* werden nog altijd mijten teruggevonden in de bodemonsters. Bijvoeren van de bodemroofmijt met *Papangrellus redivivus* heeft na driemaal toedienen geen noemenswaardige bijdrage geleverd aan een betere vestiging van de bodemroofmijt *S. scimitus*.

3.2.3.2 Conclusies luis aanwezigheid en bestrijding

- Boterbloemluis (onder in het gewas) en aardappeltopluis (boven in het gewas) kwamen regelmatig voor in deze teelt. Scouten dient te gebeuren in het gewas; de vangplaten geven een beeld van de bladluisdruk van buitenaf.
- Het was een feit dat de luisdruk hoger was in de Referentie teelt dan in de Teelt van de Toekomst. Anders dan voor de trips druk is het niet aannemelijk dat pad hygiëne hier een rol in heeft gespeeld.
- In de bladluiskolonies van zowel boterbloemluis als in de kolonies met aardappeltopluis werden in alle seizoenen eieren en larven van galmug gevonden; er was dus een goede vestiging van de galmug in de Teelt van de Toekomst, maar om onbekende redenen veel minder in de Referentieteel.
- Er was beperkt door sluipwespen geparasiteerde bladluizen (mummies); daar waar parasitering door sluipwespen gezien wordt is het vooral door *A. ervi*. Geconcludeerd wordt dat de luisbestrijding heeft voornamelijk plaats gevonden door de galmug *A. aphidimyza*. In de afdeling met de Teelt van de Toekomst werd een bladluisexplosie zelfs opgeruimd door eenmalig een overkill aan galmuggen uit te zetten van 7/m².
- De bruine gaasvlieg is spontaan ingevlogen in de referentiekas waar hij zich al in het eerste teeltjaar heeft gevestigd en zichzelf in stand heeft gehouden: de adulten trokken niet de kas uit, wat meestal gezien wordt bij gaasvliegen. Het kan een goede bijdrage leveren aan de bladluisbestrijding. Met name de adulten zijn predatoren van bladluis. Na de bespuiting met Teppeki waren er nog steeds bruine gaasvliegen in de Referentiekas aanwezig.

3.2.3.3 Conclusies aanwezigheid en bestrijding andere plagen

Andere plagen waar minder goede mogelijkheden zijn om ze biologisch te bestrijden, kunnen op termijn een knelpunt worden en een emissievrije teelt bedreigen.

In deze teelt zijn vooral slakken en cicaden geweest die een knelpunt dreigden te worden; meer onderzoek is nodig om beheersing strategieën voor deze plagen te ontwikkelen.

Spint en Turkse mot

- De luchtvochtigheid lijkt een belangrijke rol te spelen bij het ontstaan van een aantasting door spint.
- Het Alstroemeria gewas lijkt niet zo aantrekkelijk te zijn voor Turkse mot. Hoewel er motten in de kas waren werd er geen bespuiting uitgevoerd en bleef een uitbrak uit.

Slakken

- Met kippenvoer en met bier worden slakken goed gelokt naar de val, maar het is te arbeidsintensief en onvoldoende effectief om op deze manier de slakken weg te vangen.
- De bijdrage van het insect parasitaire aaltje *Phasmarhabditis hermaphrodita* aan de slakken bestrijding kon niet worden gemeten. Waarschijnlijk worden de slakken in het substraat geraakt, maar de grote populatie op andere schuilplekken wordt niet bereikt.
- Deze slakkensoort (*Lehmania*) lijkt niet of veel minder vatbaar te zijn voor Sluix-HP met werkzame stof ijzer(III)fosfaat. Ze werden er wel door aangetrokken en namen de korrels in.
- Het chemische middel Metarex inov met werkzame stof metaldehyde is effectief, maar geeft kans op resistentieontwikkeling.
- Gezien de plekken waar slakken weg kruipen is het aannemelijk dat pad hygiëne een rol speelt bij de opbouw van de slakken populatie. Het geeft veel vochtige schuilplekken.

Cicaden

- Rode vangplaten, die speciaal ontwikkeld zijn voor het signaleren van cicaden en blauwe vangplaten, trokken geen cicaden aan. Gele vangplaten in groot format trekken ze wel aan en kunnen een grote reductie van de plaag teweeg brengen.
- De vallen en vangplaten zouden effectiever kunnen worden als er een cicaden feromoon bestond; dit is echter nog niet beschikbaar.
- Er was niet een duidelijke bijdrage van *Orius* aan het onderdrukken van de cicadenpopulatie.

3.3 Doel Emissievrije teelt: Water en bemesting

Het teeltsysteem voor *Alstroemeria* op substraat voorziet in de mogelijkheid om het van irrigatie overtollige drainwater te verzamelen, en zo de emissie van mineralen naar het milieu te beperken. In beide afdelingen gingen we op dit punt conform projectplan verschillend mee om.

3.3.1 Referentieteelt

Hoewel recirculatie van drainwater een normale praktijk is in teelten, is in de Referentieteelt het drainwater niet hergebruikt. Het werd wel in een 1000 liter bak buiten de kas verzameld t.b.v. een andere proef. Het bakkensysteem moet ergens lek zijn geweest, omdat in de herfst van 2019 plassen water ontstonden in de paden aan de linker achterkant van de kas. Halverwege de zomer van 2020, was er ineens geen drain werd verzameld in de bak buiten de kas. Gedacht werd in eerste instantie aan vraat aan de bakken of leidingen door muizen (er waren meerdere tekens hiervan in de kas, zoals de vraat aan de zakjes met de roofof mijten *N. cucumeris*). Bij het opruimen van de kas zijn de bakken echter zorgvuldig gecontroleerd en met water gevuld om eventuele lekkages op te sporen, maar er waren geen gaten of plekken te ontdekken waar het water door kon ontsnappen. Ook alle leidingen leken goed te werken. Waar het overtollige irrigatiewater naartoe ging, is een raadsel. Geopperd werd dat grondwater mogelijk te hoog stond; dat zou de plassen hebben verklaard, maar niet het verdwijnen van de drain.

Uit dit voorbeeld wordt het duidelijk dat een lekdicht teeltsysteem een vereiste is voor een emissievrije teelt. De lekdichtheid van de drainopvang kan eveneens tot knelpunten leiden.

3.3.2 Teelt van de Toekomst

In de Teelt van de Toekomst werd het water opgevangen in een buiten de kas geplaatste bak van 1000 liter, geleid over een bandfilter en daarna door de Lage Druk UV ontsmetter, waarna na toevoeging van vers water, opnieuw gebruikt kon worden als voeding. Direct na de start van de teelt is het recirculeren gestart. In het systeem was gerekend met een hogere EC van de drainoplossing dan van de gift, zoals het bij veel gewassen gebeurt.

Al snel na de start bleek dat de drain oplossing veelal een lagere EC (opgeloste meststoffen) dan de gift, doordat het sterk groeiend gewas een hoge opname van de aangeboden nutriënten had, wat duidde op een hoge behoefte aan meststoffen. Door het oorspronkelijk ontwerp van het recirculeren systeem leidde dit in de eerste teeltmaanden tot lichte elementen tekorten, blijkend uit de analyses, en een "lichter" gewas (van kleur, d.w.z., minder donker groen). Geleidelijk is de EC in de voedingsoplossing verhoogd, met als doel een hoge drain EC. Ook zijn de verhoudingen van bepaalde elementen geleidelijk gewijzigd, omdat er elementen waren die in de drainoplossing neigden naar uitputting (K, B), terwijl andere dreigden te gaan accumuleren (Ca). Tot dit evenwicht in meststoffen in het drainwater was bereikt en het recirculerend systeem was aangepast zodat behalve het bijmengen met schoonwater, ook bijgemengd kon worden met verse, soms geconcentreerdere voeding, kon niet al het drain goed worden benut.

In het tweede teeltjaar (vanaf februari 2020) was het systeem aangepast en was recirculatie van drainwater in de Teelt van de Toekomst voor 100% mogelijk, zonder emissie van mineralen via het drainwater naar het milieu.

3.3.3 Minerale opname door het gewas

Voor het goed kunnen managen van een recirculerend systeem is het belangrijk de minerale opname van het gewas te kennen. Met deze cijfers wordt de benodigde EC van het aan te vullen water berekend, zodat er een stabiel systeem ontstaat. Een stabiel systeem zonder grote fluctuaties zal minder problemen gaan geven in de recirculatie en de noodzaak tot lozing verminderen.

Omdat de voeding (gift en drainoplossing) elke twee-drie weken werd geanalyseerd, en het aantal liters irrigatiewater en de drain bijgehouden werden (tot het moment dat de drain in de Referentieteel deze 0 werd; hierna werd het gerekend met een aangenomen gemiddelde drain), is de opname concentratie door de gewassen berekend. Een overzicht van deze berekeningen is opgenomen in Bijlage 2.

3.3.3.1 Opname EC

De opname EC wordt verkregen door het verschil te bepalen tussen de EC gift maal het aantal liters en de EC drain maal het aantal liters. Gedurende de periode 17-01-2019 tot en met 01-04-2021 is de opname EC gevolgd in de 2 afdelingen. Voor de samenvatting hieronder is het jaar in 2 perioden verdeeld:

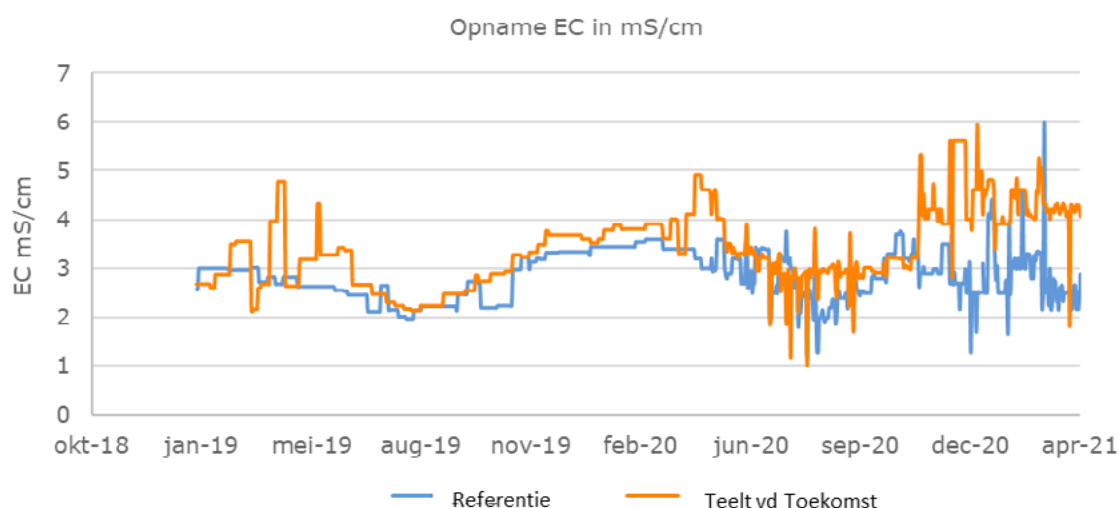
- Van 21 september tot en met 20 maart, de "winter" of "donkere periode" met minder natuurlijk licht en relatief veel belichting (periode 1).
- Van 21 maart tot en met 20 september, de "zomer" of "lichte periode", waar natuurlijk licht de overhand heeft en belichting geen of een kleinere rol speelt (periode 2).

Het verloop van de opgenomen EC is getoond in Figuur 30, en samengevat in Tabel 7. Te zien is dat het gewas relatief meer meststoffen opneemt in de "donkere periode" dan in de "lichte periode", waarin er relatief meer water door de gewassen wordt opgenomen onder ander voor koeling door verdamping. Dus ook al is de opname concentratie lager, kan de totale opname van mineralen hoger zijn, simpelweg omdat er meer liters water met voeding worden opgenomen en verdampt.

In de afdeling 8.01 met de Referentieteel was de berekende opname EC in de donkere periode gemiddeld 3.0 en in de lichte periode 2.6. Voor de afdeling 8.08 met de Teelt van de Toekomst (met meer gewas) was dit respectievelijk 3.6 en 3.0.

De gemiddelde EC gift in de Referentieteel was in periode 1, 3.0 tegenover 3.2 in de Teelt van de Toekomst. In periode 2 was dit respectievelijk 2.8 tegenover 3.1. De gift EC was aanzienlijk hoger dan de advies EC (1.6) uit de Bemestingsadvies Basis Alstroemeria (de Kreij *et al.* 1997), en gelijk als of hoger dan de hoge EC (3.0) uit het bemestingsonderzoek van Van der Helm *et al.* in 2013.

De gemiddelde EC drain was in periode 1 in de Referentieteel 2.9, tegenover 2.6 in de Teelt van de Toekomst, voor periode 2 was dit respectievelijk 2.9 en 3.0.



Figuur 30 Verloop van de opname EC door het gewas in de tijd in beide afdelingen.

3.3.3.2 Opname Kalium en Calcium

Volgens het bovenstaande principe is ook de opname concentratie van de elementen Kalium (K) en Calcium (Ca) gevolgd. Hierbij valt op dat er in periode 1 een hogere concentratie K is opgenomen in beide afdelingen, en in beide periodes meer K is opgenomen in de Teelt van Toekomst dan in de referentie, zie Tabel 7. Bekend is (van o.a. tomaat) dat K actief en preferent kan worden opgenomen in generatieve fase (pers. comm. Van Winkel), en heel belangrijk is voor de bloem uitgroei. Dit komt overeen met het beeld van een voller gewas en meer bloentakken in afdeling 8.08 met de Teelt van de Toekomst (zie 3.4).

Wat betreft de opname concentratie van het element Calcium (Ca) zien we (Tabel 7) toch een wat ander beeld: Calcium wordt met de transpiratiestroom opgenomen. Uit onderzoek (Voogt, 2016) is bekend dat de transpiratie van Alstroemeria heel goed correleert met de buitenstraling/ de lichtsom. Hieruit zouden we kunnen verwachten dat de opname van Calcium hoger is in Periode 2, met hogere lichtsommen. We zien echter wel een verschil tussen de behandelingen (wel 2.0 mmol/l), maar geen verschil tussen de twee periodes. M.a.w., de opnameconcentratie van Calcium is heel constant over het jaar.

Tabel 7

Gemiddelde opname concentratie EC, K en Ca door het gewas in beide afdelingen per periode.

		opname EC (ms/cm)	opname [K] (mmol/l)	opname [Ca] (mmol/l)
Referentieteelt	periode 1 (winter)	3.6	9.8	5.2
	periode 2 (zomer)	3.1	9.0	5.0
Teelt v d Toekomst	periode 1 (winter)	3.0	11.8	7.0
	periode 2 (zomer)	2.6	9.3	7.0

3.3.3.3 Opname P, NH₄ en NO₃

Te zien is dat er, net als voor Kalium, er in beide afdelingen een hogere opname concentratie is van Fosfor (P), Ammonium (NH₄), en Nitraat (NO₃) in het "donkere periode", periode 1 dan in het "lichtere periode", periode 2 (Tabel 8). Tussen de afdelingen zien we ook verschillen: er is een hogere opname concentratie van beide aangeboden vormen van Stikstof (N) in de Teelt van de Toekomst, waar meer productie en een dichter gewas staat, maar een lagere opname concentratie van Fosfor (P) dan in de referentieteelt.

Tabel 8

Gemiddelde opname concentratie P, NH₄ en NO₃ door het gewas in beide afdelingen per periode.

		opname [P] (mmol/l)	opname [NH ₄] (mol/l)	opname [NO ₃] mmol/l
Referentieteelt	periode 1 (winter)	3.1	1.8	19.2
	periode 2 (zomer)	2.1	1.5	17.3
Teelt v d Toekomst	periode 1 (winter)	2.7	2.4	22.1
	periode 2 (zomer)	2.0	1.7	19.7

3.3.4 Conclusies component Emissie vrije teelt (van mineralen) van het teeltconcept

De hoofd conclusie van het bestuderen van het component "Emissievrije teelt" van het Teelt concept Alstroemeria Teelt van de Toekomst, voor wat mineralen betreft is dat, bij een lekvrije, goed werkende, goed gedimensioneerd recirculatie systeem die bijmenging mogelijk maakt van de drain met zowel vers water als met een geconcentreerde meststoffen oplossing, het **is mogelijk gebleken om de teelt geheel emissievrij te houden** (in het tweede teeltjaar).

Andere relevante deelconclusies of leerpunten:

- Er was een hogere mineralen vraag (EC opname, opname van Kalium, Calcium, Ammonium en Nitraat) in de Teelt van de Toekomst dan in de Referentieteelt. Dit komt overeen met de hogere productie (zie 3.4).
- De vraag naar mineralen in de Teelt van de Toekomst was hoger dan het advies uit de Bemestingsadviesbasis Alstroemeria en ook hoger dan in eerder bemestingsonderzoek.
- Er was een lagere mineralenvraag in de "lichtere periode" dan in de "donkere periode", maar de opname van Calcium verschilde niet tussen de twee periodes.
- Er was een lagere opname van Fosfaat (P) in de Teelt van de Toekomst dan in de Referentieteelt, vooral in de "winter periode" of Periode 1.
- Knelpunten voor emissievrije teelt kunnen ontstaan door lekkages in het teeltsysteem of fluctuaties in de hoogte van het grondwater.

3.4 Doel verhoging productie

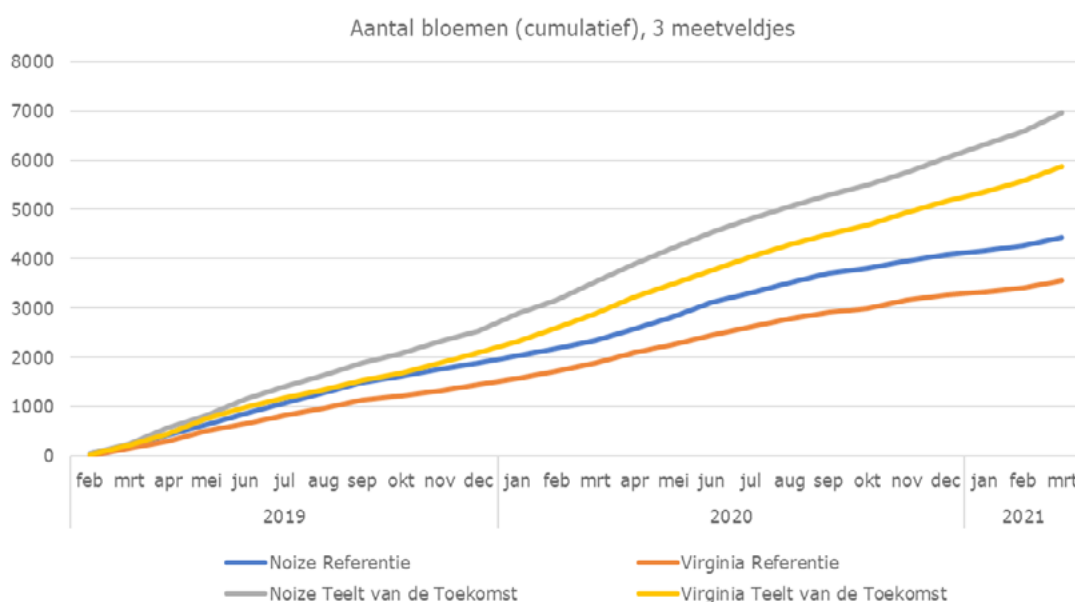
Geoogst is van 4 februari 2019 (eerste takken Noize) of 25 februari 2019 (eerste takken Virginia) tot 31 maart 2021 in drie meetvelden samen 5.7 m² (bruto) per ras en per kasafdeling.

In totaal zijn 20.812 bloemtakken geoogst uit de 12 meetveldjes samen, met een totaal biomassa gewicht van 1779 kg. Dat komt neer op een oogstgewicht van gemiddeld 78 kg/m². In orde van grootte komt dit overeen met gewicht producties behaald in andere teeltproeven (bij vergelijkbare lichtintensiteit en teeltduur).

3.4.1 Productie

3.4.1.1 In aantal bloemen (bloemtakken) per ras en afdeling (teeltmethode)

Al heel snel na de start was de meerwaarde van de productie voor het teeltconcept zichtbaar in de vorm van meerproductie. Figuur 31 toont de cumulatieve productie (in aantal bloemtakken opgeteld voor de 3 meetveldjes) per ras en teeltmethode.



Figuur 31 Productie in aantal bloemtakken (cumulatief) in de tijd voor de 3 meetveldjes samen (5.7 m²) per kasafdeling en ras.

De meerproductie in de Teelt van de Toekomst was duidelijk ten opzichte van de referentie, en deze nam gestaagd toe. In Tabel 9 is de meerproductie per ras uitgedrukt in % boven de Referentieteelt op verschillende momenten waarop er een tussenstand getoond is aan de grote BCO. Hieruit blijkt dat de verschillen in de loop van het experiment alleen maar zijn toegenomen. Het experiment is geëindigd met een meerproductie in het teeltconcept "Teelt van de Toekomst" van +57% Noize, +65% Virginia.

Tabel 9

Meerproductie (in aantal stuks) in Teelt van de Toekomst ten opzichte van de Referentie teelt op verschillende tussenstand momenten.

Update moment	Noize	Virginia
Begin April 2019	+ 23 %	+ 35 %
Eind september 2019	+ 31 %	+ 34 %
Half november 2019	+ 34 %	+ 37 %
Januari 2020	+ 41 %	+ 45 %
Juni 2020	+ 52 %	+ 54 %
November 2020	+ 44 %	+ 56 %
Half januari 2021	+ 50 %	+ 60 %
Eind maart 2021 (einde proef)	+ 57 %	+ 65 %

In Tabel 10 zijn de productie resultaten omgerekend naar aantal stuks per m² per teeltjaar, zodat het beter gerelateerd kan worden aan de teeltpraktijk. Uit zowel de eerdere weergave als deze blijkt duidelijk dat Noize productiever is dan Virginia, en ook dat Virginia meer voordeel lijkt te halen uit de omstandigheden die het gevolg zijn van het Teeltconcept "Alstroemeria van de Toekomst" dan Noize. In de praktijk (pers. med. De Groot, 2022) is Virginia een productief gewas, maar wel "een slow starter", en wordt het productiever naarmate het gewas ouder is en meer is gesplitst.

Onze ervaring was dat, vooral in de winter maanden, het lastig was om Virginia te oogsten door "trekken" zonder schade aan het rizoom en zonder jonge scheuten mee te nemen tijdens de oogst. Hierom is in bepaalde periodes, altijd wel in beide kassen, geoogst door laag bij de grond de bloemtakken en lozen takken te knippen in plaats van te trekken. Voor de productie van bloemtakken hoeft dit niet negatief te zijn (Bakken, 2000), het vergt alleen wat meer arbeid en is de taklengte bij de oogst lager, doordat een stukje steel aan het rizoom achterblijft.

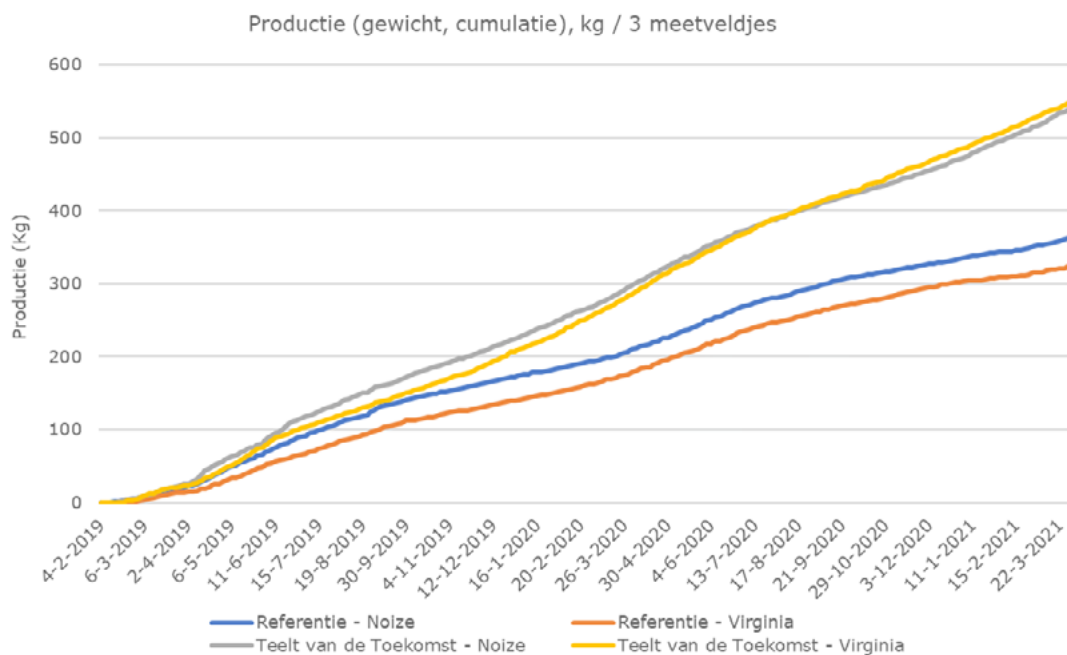
Tabel 10

Productie in aantal bloemtakken /m² per teeltjaar, ras en afdeling. (Plantdatum nov.2018). De meerproductie in de Teelt van de Toekomst ten opzichte van de Referentieteelt is over de twee rassen heen per teeltjaar berekend (meest rechtse kolom).

periode	jaar	Referentieteelt		Teelt van de Toekomst		% TvT > ref
		Noize	Virginia	Noize	Virginia	Beide rassen
feb-dec	2019	336	256	453	375	40%
jan-dec	2020	380	317	605	532	63%
jan-maart	2021	61	51	161	123	153%
Totaal	25 md	776	624	1219	1030	61%

3.4.1.2 In kg per ras en afdeling

De geoogste takken zijn allemaal gewogen, en zo kan ook de productie in kg worden uitgedrukt. Het cumulatief verloop ervan is hieronder getoond in Figuur 32.



Figuur 32 Productie in bloemtakgewicht (cumulatief) in de tijd voor de 3 meetveldjes samen (5.7 m²) per kasafdeling en ras.

De oogst van Virginia in de Teelt van de Toekomst had in totaal 67% meer versgewicht dan de Virginia oogst uit de Referentieteelt. Bij Noize was de meerproductie in versgewicht van de Teelt van de Toekomst 49% boven dat van de referentieteelt. Uit de grafiek blijkt dat het verschil in totaal gewicht tussen Noize en Virginia constant blijft in de tijd in de Referentie teelt. Daarentegen is er maar weinig verschil tussen de rassen in totaal gewicht in de Teelt van de Toekomst, ondanks een aanzienlijk verschil in aantal takken (Figuur 31 en Tabel 10). Sterker nog: er was een verschil in het eerste jaar, maar dit verschil is na de zomer van het tweede jaar afgenomen en zelfs omgedraaid na de tweede zomer.

Enerzijds is er een verschil in totaal gewicht tussen de rassen door het onderlinge verschil in lengte (Tabel 13), waarbij meer lengte van de steel is in het algemeen meer totaal gewicht. Anderzijds, en die komt aan bod als we de kwaliteit bespreken in 3.5.1, nam het gemiddeld gewicht van Noize in de Teelt van de Toekomst in de tijd af, mogelijk door de zeer hoge producties, terwijl die van Virginia redelijk constant bleef.

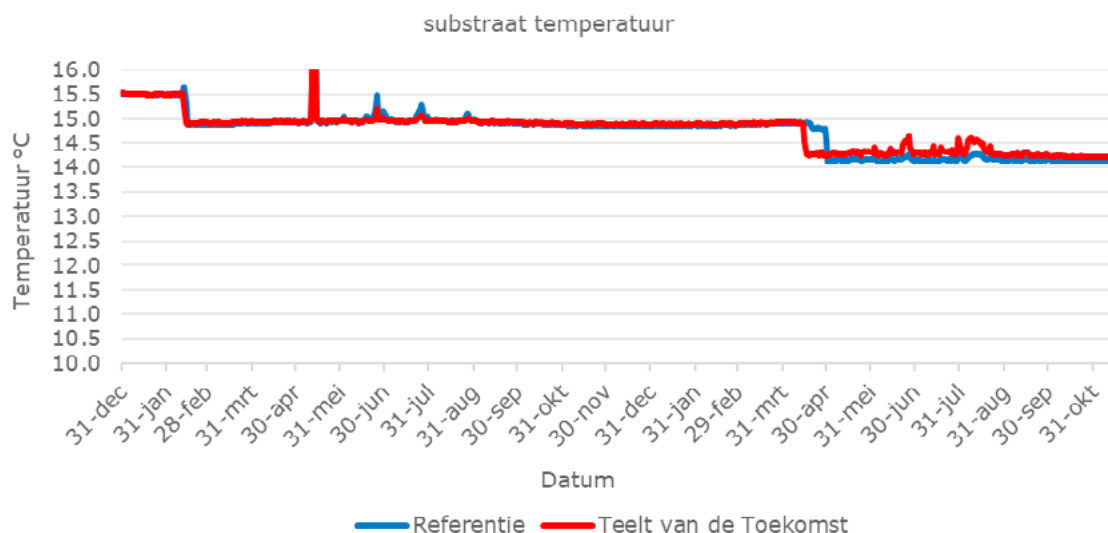
3.4.2 Niet verkoopbare biomassa

Bij elke oogst (en soms tussen oogsten) worden naast de generatieve bloemtakken met commerciële waarde, ook vegetatieve takken (zonder bloem = loos) en bloeiende takken van inferieure kwaliteit, (niet verkoopbaar = rejects). Voorbeelden van beide zijn in Figuur 35 getoond.

De aantallen loze takken en rejects zijn apart bijgehouden, geteld en gewogen; het is geproduceerde biomassa, die echter niet verkoopbaar is, dus eigenlijk "verspilde" energie van de plant in biomassa die wellicht voor een deel in productie had kunnen worden omgezet. Hieronder worden ze apart besproken.

3.4.2.1 Loos

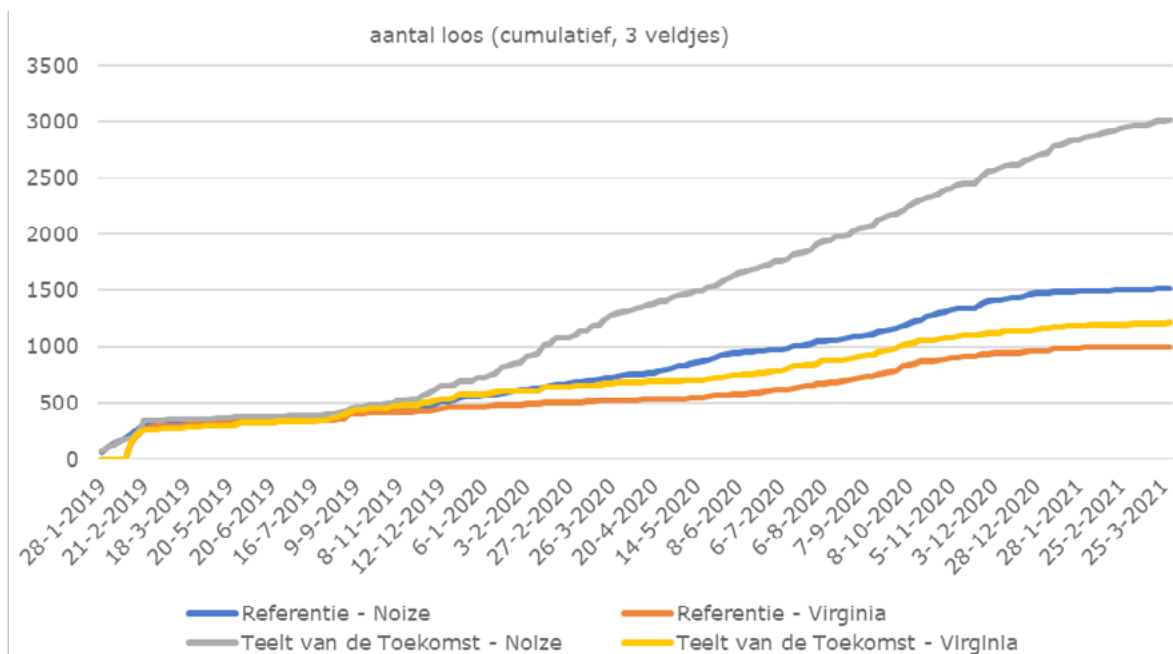
Een bekend gegeven bij Alstroemeria is dat de generativiteit van het gewas beïnvloed wordt door de bodemtemperatuur. In de loop van de proef is de temperatuur van het substraat in drie stappen naar beneden aangepast: bij de start 15.5°C (jonge planten); 15 januari 2019 naar 15°C, en 23 april 2020 naar 14.2°C aangepast.



Figuur 33 Verloop van de substraattemperatuur in de tijd voor beide afdelingen.

De tweede temperatuurverlaging werd ingezet naar aanleiding van de waargenomen toename in loze takken in de Teelt van de Toekomst. In de praktijk wordt ook op een lagere temperatuur gekoeld naarmate bestaande gewassen ouder worden om de generativiteit van het gewas te behouden en de loosvorming niet toe te laten nemen. De sterkere splitsing van rizomen onder hogere lichtniveaus maakt dat er een groeiende massa ondergronds is dat moet worden gekoeld. Ook komen relatief meer rizomen verder van de koelslang af te liggen waardoor het effect van koeling vermindert.

Ondanks veel koelen, is er in de twee afdelingen en rassen loos geproduceerd, maar bij Noize was er de Alstroemeria van de Toekomst aanzienlijk meer loos geproduceerd. Zelfs gezien in relatie tot de hoge productie van generatieve takken, was er 1 loze tak op 2.3 generatief goede takken, terwijl er in de Referentieteel 1 loze tak op 2.9 goede takken waren. Voor Virginia was er in de Teelt van de Toekomst juist relatief minder loos (1 op de 4.9 generatieve taken) dan in de Referentieteel (1 op de 3.6 generatieve takken).



Figuur 34 Productie vegetatieve takken (loos, cumulatief) in de tijd voor de 3 meetveldjes samen (5.7 m²) per kasafdeling en ras.

Geconcludeerd zou kunnen worden dat de bodemtemperatuur voor Noize lager had moeten zijn in de Teelt van de Toekomst, en dat het voor Virginia de juiste temperatuur was. Uit de literatuur (Leonardos *et al.* 1994, Leonardos *et al.* 1996) blijkt echter ook dat de luchttemperatuur een belangrijke rol speelt in de assimilaten aanmaak en verdeling: Oplopende luchttemperaturen in het traject 15-30°C verlagen de assimilatie bij *Alstroemeria* i.p.v. verhogen; dit gebeurt zowel bij hoge als bij lage lichtniveaus. In de experimenten van Leonardos neemt de donker respiratie wel toe met het verhogen van de temperatuur. Tevens neemt de export van assimilaten uit het blad af bij een bladtemperatuur boven 20°C; bij hogere temperaturen nam ook de foto respiratie toe, en die verhinderde zowel fotosynthese als export van assimilaten; bij 35°C was er zelfs helemaal geen export van koolstof naar andere plantendelen. Dit veranderde niet als de wortels gekoeld werden.

In deze proef gebruikten we een van de lichtsom afhankelijke temperatuurgradiënt (Bijlage 1), wat inhield dat de Teelt van de Toekomst, doordat er meer licht werd gegeven, meestal een iets hogere temperatuur werd aangehouden (zie ook de gerealiseerde kasluchttemperaturen in Figuur 12). Alleen tussen april en oktober zijn temperaturen van boven de 20°C gehaald.

Een andere mogelijke verklaring ligt in de dichtheid van het gewas, die de doordringing van licht naar de jonge scheuten belemmerde: Noize stond in de Teelt van de Toekomst "heel vol"; dit kwam door de grote hoeveelheid takken (zowel generatief als vegetatief) dat tegelijk stonden te ontwikkelen. In de eerste zomer werd de LAI berekend (Filho, 2022), en bleek voor de weken 23 tot 28 te variëren in de Teelt van de Toekomst tussen 2.7 en 4.4 (m² bladoppervlak per m² kasoppervlak). In dezelfde periode was de LAI in de Referentieteelt 2.3 tot 2.9. Bij Virginia was de LAI in dezelfde periode in de Teelt van de Toekomst 1.9 tot 2.8 en in de referentieteelt 1.7 tot 1.8. De in het voorjaar van 2019 gemeten lichtonderschepping bedroeg voor Noize op substraathoogte 85% in de Teelt van de Toekomst en 77% in de Referentieteelt.

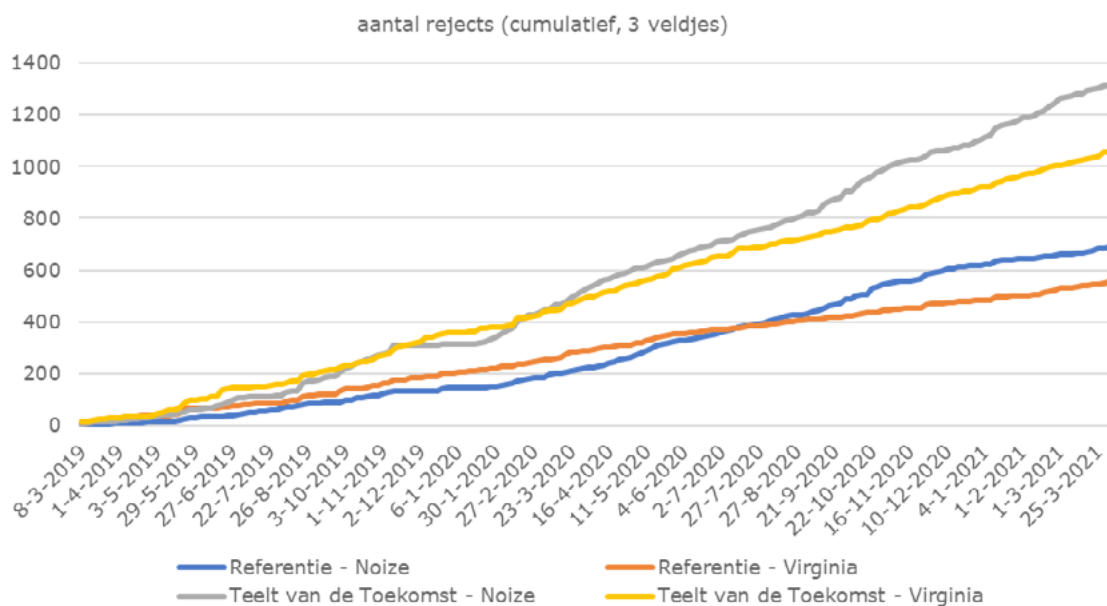
Beide verklaringen (luchttemperatuur en LAI) lijken plausibel en een interactie tussen beide zou ook mogelijk zijn, maar met deze opzet kunnen we niet beantwoorden waarom precies er zoveel loos was in de teelt van de Toekomst. Daarnaast is de ervaring bij meerdere Butterfly rassen (pers. comm. M. de Groot), dat overmatige splitsing van de rizomen in de bodem uiteindelijk leidt tot tot verlies van kwaliteit en generativiteit. Potentieel was er wellicht nog meer productie haalbaar door een andere temperatuur of en andere regiem voor het beheersen van de LAI aan te houden.

3.4.2.2 Rejects (onverkoopbaar)

Rejects zijn alle bloemen die wel een bloem hebben gevormd maar niet voldoen aan de minimale kwaliteitseisen. Hieronder vallen generatieve takken met opmerkingen als: bloem abortie, kromme stelen, één- en tweepitters (een bloeiwijze met maar één of twee bloemstelen), zeer dunnen stelen, stelen met sterk vergeeld blad (door bv per ongeluk uit het rizoom getrokken worden met de oogst van een tak in de buurt), "afgroeiers" (takken die spontaan breken in de kas of bij lichte aanraking omdat ze op spanning staan), takken met een samengestelde steel (of stelen die naast elkaar groeien en aan elkaar verbonden blijven).... Bladafwijkingen hebben niet geleid tot het afschrijven van een bloemtak, maar zijn apart bijgehouden (zie hoofdstuk "bladkwaliteit", 3.5.2). Het aantal rejects was van 1 Noize op de 5.3 goede takken in de Teelt van de Toekomst, en 1 per 6.5 in de Referentieteel. Voor Virginia lagen de verhoudingen op respectievelijk 1 reject per 5.5 en 1 per 6.4 goede takken. De aard van de afwijkingen is erg wisselend en het is niet eenvoudig om daar een verklaring voor te vinden.



Figuur 35 Voorbeelden van loos (A) en rejects: (B) afgroeier, (C) gele tak, (D) bloem abortie, (E) eenpitter met bladstreepjes, (F) samengestelde steel.



Figuur 36 Productie onverkoopbare generatieve takken (cumulatief) in de tijd voor de 3 meetveldjes samen (5.7 m²) per kasafdeling en ras.

3.4.3 Conclusies productie van het teeltconcept

De hoofdconclusie van het bestuderen van de productie uit het Teeltconcept Alstroemeria van de Toekomst in vergelijking met een Referentieteelt is dat deze leidt tot zeer hoge producties bij beide rassen, en veel hoger dan de berekende prognose bij het ontwerp van het Teeltconcept. Het experiment is geëindigd met een meerproductie in aantal verkoopbare takken in het teeltconcept "Teelt van de Toekomst" van +57% Noize, +65% Virginia. In Teelt van de Toekomst had in totaal 67% meer versgewicht dan de Virginia oogst uit de Referentieteelt. Bij Noize was de meerproductie in versgewicht van de Teelt van de Toekomst 49% boven dat van de referentieteelt.

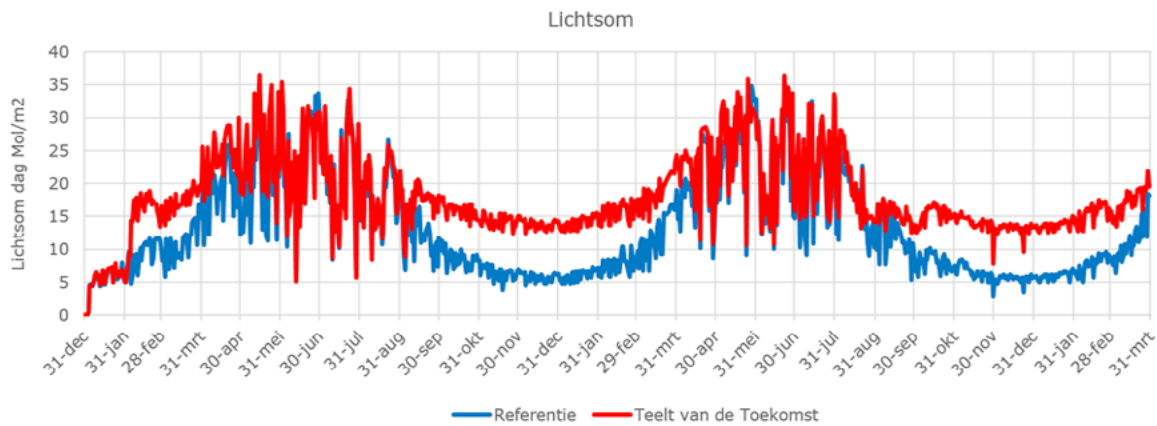
Andere leerpunten uit het bestuderen van de productie:

- In het Teeltconcept is er bij de cultivar Virginia minder loze (vegetatieve) takken geproduceerd per generatieve tak dan in de referentieteelt. Dat is een extra positief effect van het Teeltconcept wat zich vertaalt in extra productie en relatief minder arbeid.
- Bij het ras Noize daarentegen is naast veel meer generatieve productie, ook veel biomassa geproduceerd dat niet tot productie ontwikkelt: relatief meer loze en onverkoopbare takken geweest dan in de Referentie teelt.
- Het is belangrijk om achter de oorzaak te komen omdat als dit in bloeiende takken is om te zetten, dan is er potentieel nog veel meer productie te halen. Mogelijke verbeteringen liggen in de bodemtemperatuur, luchttemperatuur en LAI maar dit zijn vragen voor eventueel vervolg onderzoek.

3.4.4 Verklarende factoren voor het productie voordeel Teelt van de Toekomst

3.4.4.1 Lichtsom

Door het verschil in lichtintensiteit van de lampen (200 $\mu\text{mol/m}^2 \text{ s}$ PAR in de afdeling met teelt van de Toekomst versus 70 $\mu\text{mol/m}^2 \text{ s}$ PAR in de afdeling met de Referentieteelt), is er een groot verschil in lichtsom te verwachten in de wintermaanden. In de eerste zomer werd er niet belicht; in het tweede zomer is nog wel wat belicht. Doordat in de zomer het aandeel natuurlijk licht (zonlicht) zo hoog is en praktisch gelijk in beide afdelingen heft het een groot deel van de productieverschillen op. Aan het einde van de proef hadden de planten in de afdeling met de Teelt van de Toekomst 30% meer licht ontvangen dan de planten in de afdeling met de Referentieteelt. Figuur 37 toont het verloop van de daglichtsom in de tijd voor beide afdelingen.



Figuur 37 Verloop van de lichtsom (Mol PAR/m² per dag) in beide afdelingen.

Licht is een van de belangrijkste productiefactoren, en zo is het verschil in lichtsom een belangrijke verklaring voor het verschil in productie.

Als vuistregel wordt in de tuinbouw veelal de lichtregel van 1% aangehouden (1% meer licht geeft 1% meer productie). Uit een literatuur onderzoek met meerdere gewassen blijkt de meerproductie per extra % licht in vele gevallen zelfs lager (Marcelis *et al.* 2006): met 1% meer licht, een productie toename van 0.5% tot 1%.

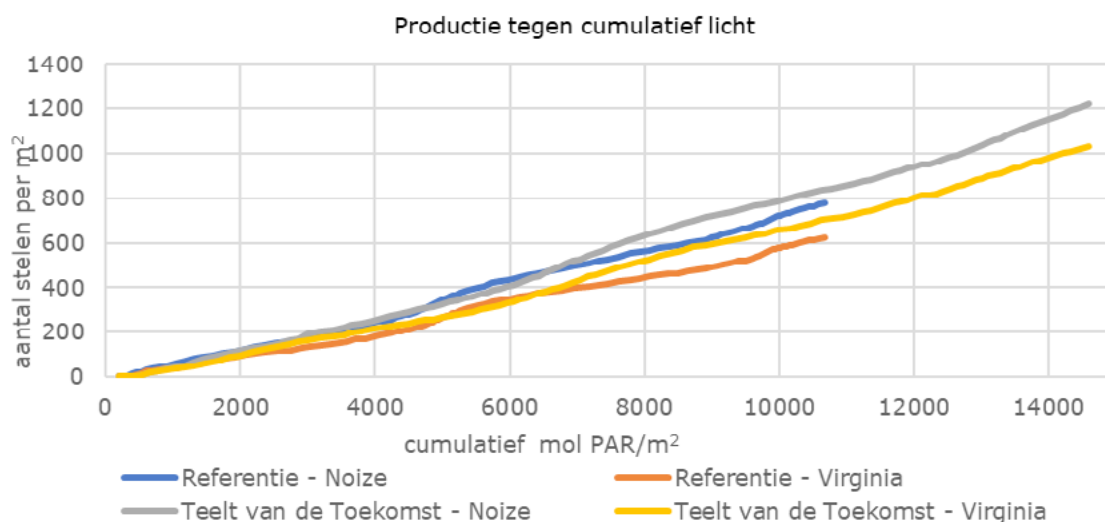
Maar het verschil in productie (in aantal takken) is veel groter dan op grond van deze lichtregel met de gerealiseerde lichtverschillen te verwachten valt: zo is er in het teeltconcept "Teelt van de Toekomst", met 40% meer licht, een meerproductie behaald van +57% Noize en +65% Virginia.

Geconcludeerd mag worden dan de verbeterde productie meer is dan een lichteffect. Dat blijkt ook uit het uitzetten van de cumulatieve productie tegen de cumulatieve lichtsom (Figuur 38). Met behulp van de Trendlijnen, kunnen wij dit uitdrukken in tak per mol (Tabel 11). Hieruit is te lezen dat de productie per mol licht is in afdeling 808, met de Teelt van de Toekomst, gemiddeld hoger. Daarbij is er in de 1e zomer, doordat er niet is belicht, een hogere productie per mol licht gehaald.

Tabel 11

Productie in relatie tot de lichtsom.

	Aantal tak per mol licht			
	Referentie		Teelt van de Toekomst	
	Noize	Virginia	Noize	Virginia
1 ^e jaar	0.067	0.052	0.077	0.071
2 ^e jaar	0.066	0.052	0.079	0.062



Figuur 38 Productie beide teeltafdelingen in aantal stelen per m² cumulatief, uitgezet tegen de cumulatieve lichtsom.

Hieronder lopen we de mogelijke factoren die naast de lichtsom, de meerproductie zouden kunnen verklaren:

- Het diffuse licht (door het kasdek van diffuus glas).
- De fotosynthese capaciteit.
- De onderschepping van het licht.
- De uitgroeiduur.

3.4.4.2 Diffuus licht

Zoals eerder opgemerkt, in de eerste zomer, juni tot augustus, is niet belicht. Tijdens deze periode waren nauwelijks verschillen in lichtsom tussen de twee afdelingen (er is slechts een verwaarloosbaar verschil in transmissie tussen de afdelingen: 56% in de kasafdeling met de Referentieteel en 57% in de kasafdeling met de Teelt van de Toekomst). Er was wel een verschil in de kwaliteit van het natuurlijke licht die de planten bereikte, vanwege het kasdek: het kasdek in de afdeling met de Teelt van de Toekomst was van diffuus glas, terwijl in de afdeling met de Referentieteel er een kasdek was van normaal float glas. Dit omdat uit eerder onderzoek met verschillende gewassen (tomaat, roos, komkommer, Chrysant) is gebleken dat met diffuus glas kunnen productie verbeteringen worden behaald van tussen de 6 en de 11%.

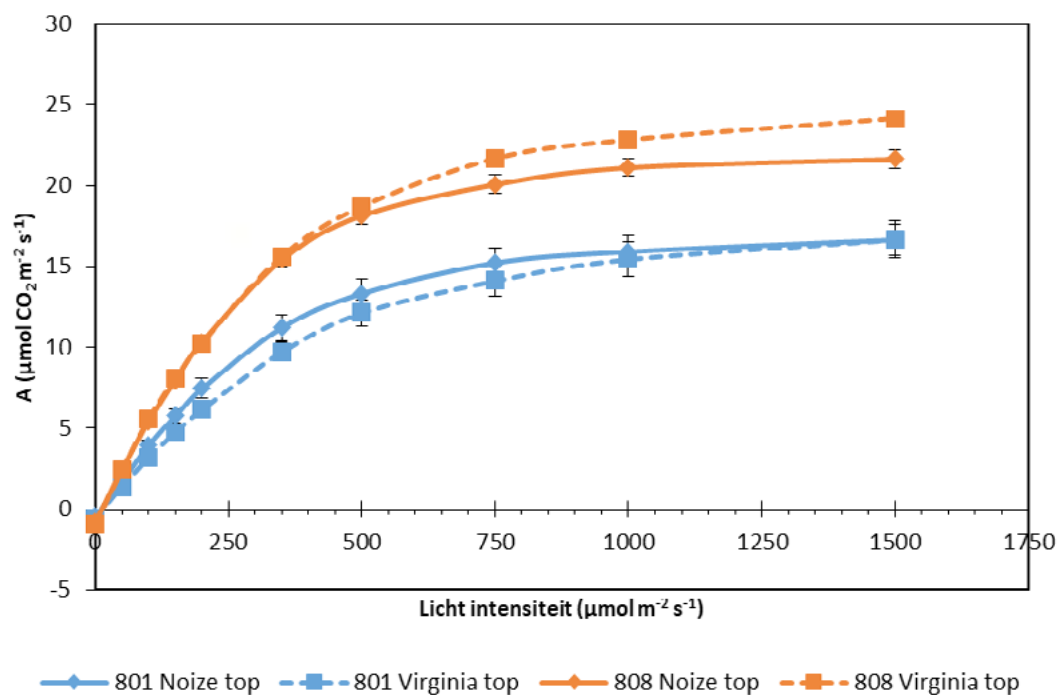
Er waren in dit onderzoek veel variabelen om zuiver te kunnen kwantificeren wat de bijdrage aan de productietoename in de Teelt van de Toekomst, maar het heeft ongetwijfeld een positieve rol in gehad, in combinatie met de verneveling (leidend tot een lagere VD in de kas) in de fotosynthese en het verminderen van stress reacties door het gewas.

Dit blijkt onder meer uit fotosynthese (zie onder) en chlorofyl fluorescentiemetingen uitgevoerd in de zomer van 2019 (Filho *et al.* 2022); deze laatste data worden hier niet getoond maar verwijzen wij naar het aparte rapport.

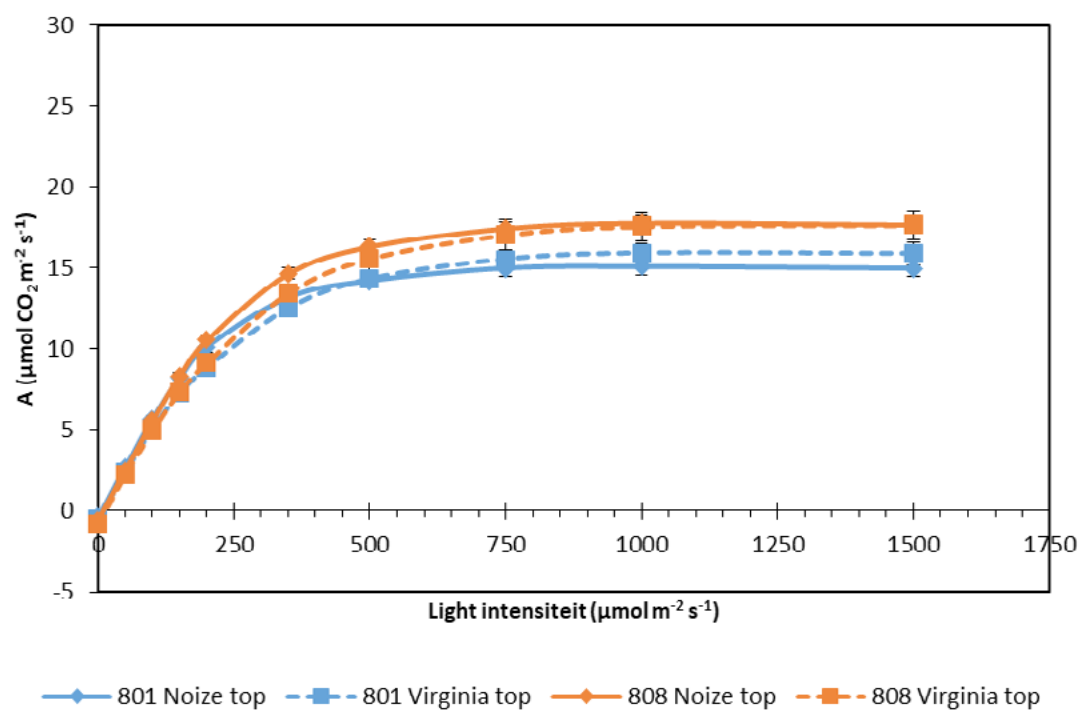
3.4.4.3 Fotosynthese

De grafieken hieronder laten de licht response curves zien voor de top bladeren bij de twee rassen in de twee behandelingen. Per grafiek, een van de drie achtereenvolgende periodes dat er gemeten is: zomer 2019, winter (november) 2019, en voorjaar 2021. De fotosynthese Licht Response curves en CO₂ response curves per blad laag zijn per meetperiode in Bijlage 2, Bijlage 3 en Bijlage 4, getoond.

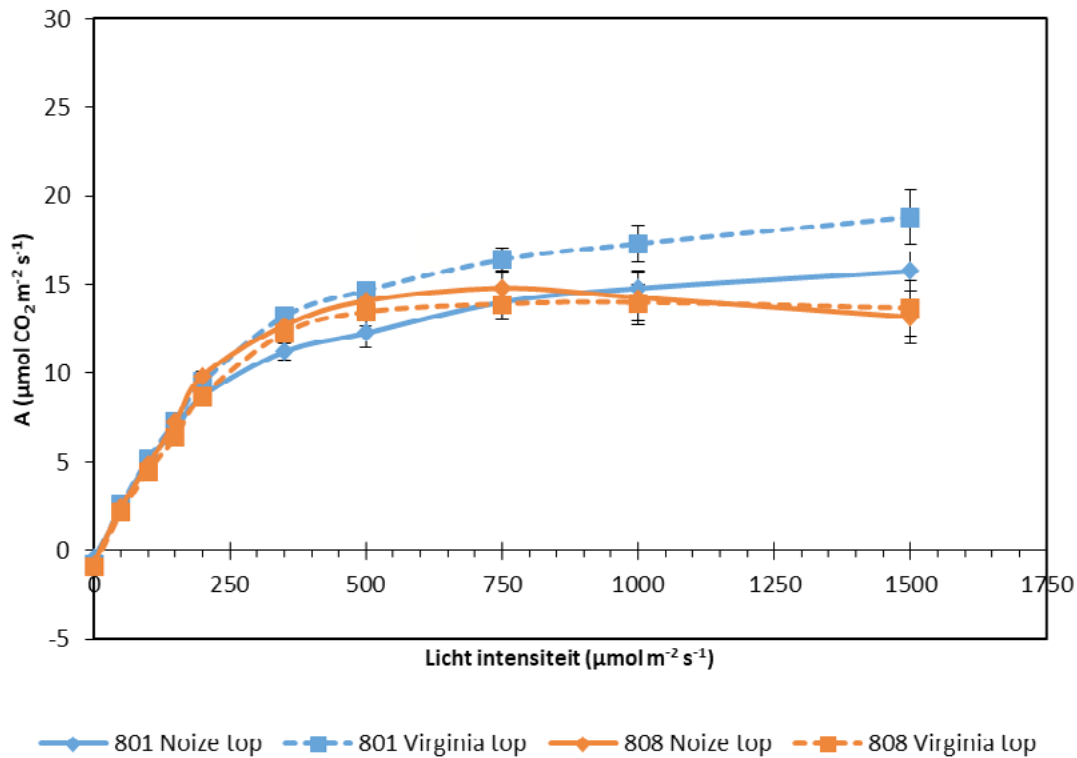
Lichtresponse zomer 2019



Lichtresponse winter 2019



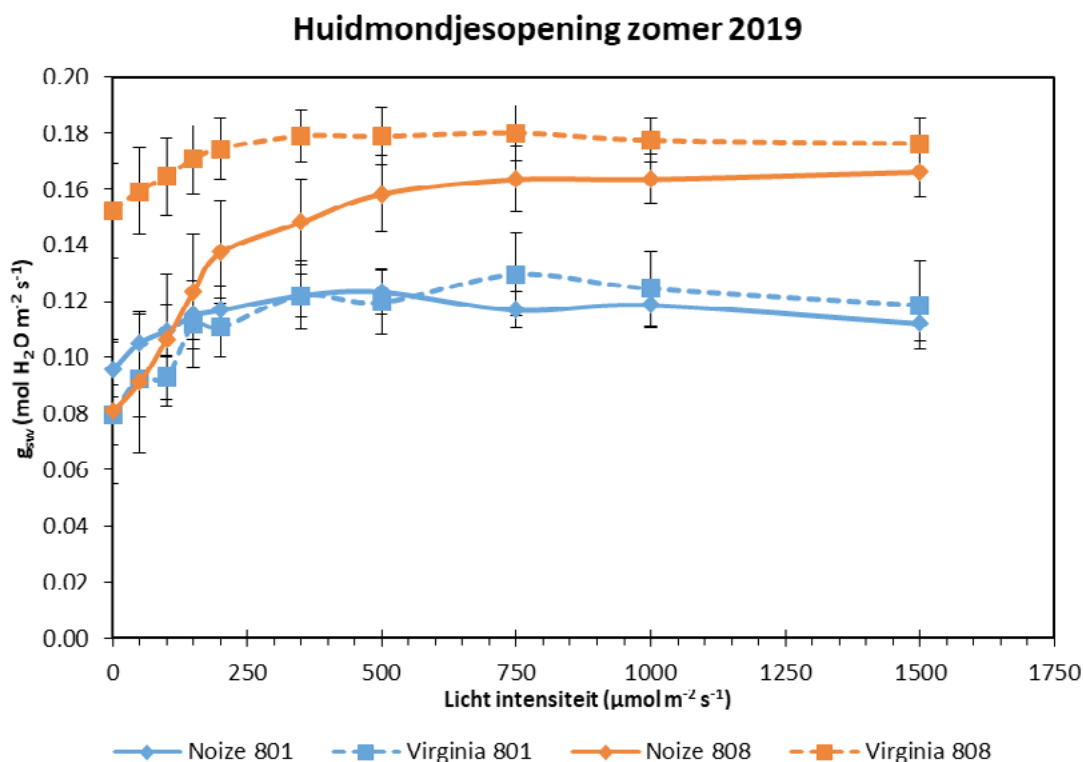
Lichtresponse voorjaar 2021



Figuur 39 De lichtresponse van de twee *Alstroemeria* rassen (Noize en Virginia) in de twee teeltafdelingen. Van boven naar beneden het resultaat van de metingen van de zomer 2019, winter 2019 en voorjaar 2021. 801 = Referentieteelt; 808 = Teelt van de Toekomst.

In de zomer van 2019 is er een groot verschil gemeten in de fotosynthese capaciteit van het gewas uit de Teelt van de Toekomst en de Referentieteelt. Op basis van de fotosynthese, bladoppervlakte en lichtonderschepping (zie onder) kan er een 43% hogere productie worden berekend. De hogere fotosynthese kan op zijn beurt worden verklaard op basis van een hogere huidmondjes geleidbaarheid (die was 37% hoger dan in de Referentieteelt, Figuur 40). De verschillen in fotosynthese capaciteit van de twee rassen in dezelfde afdeling zijn klein. Alleen bij hogere lichtintensiteiten (boven $1000 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$ PAR), is Virginia efficiënter dan Noize, maar alleen in de Teelt van de Toekomst. Mogelijk speelt het hogere chlorofylgehalte in het blad een rol hierin (Figuur 49) maar kennelijk zijn de omstandigheden in de afdeling met de Referentieteelt bij hoge intensiteiten minder gunstig voor Virginia (direct licht met veel reflecties en een hogere VD).

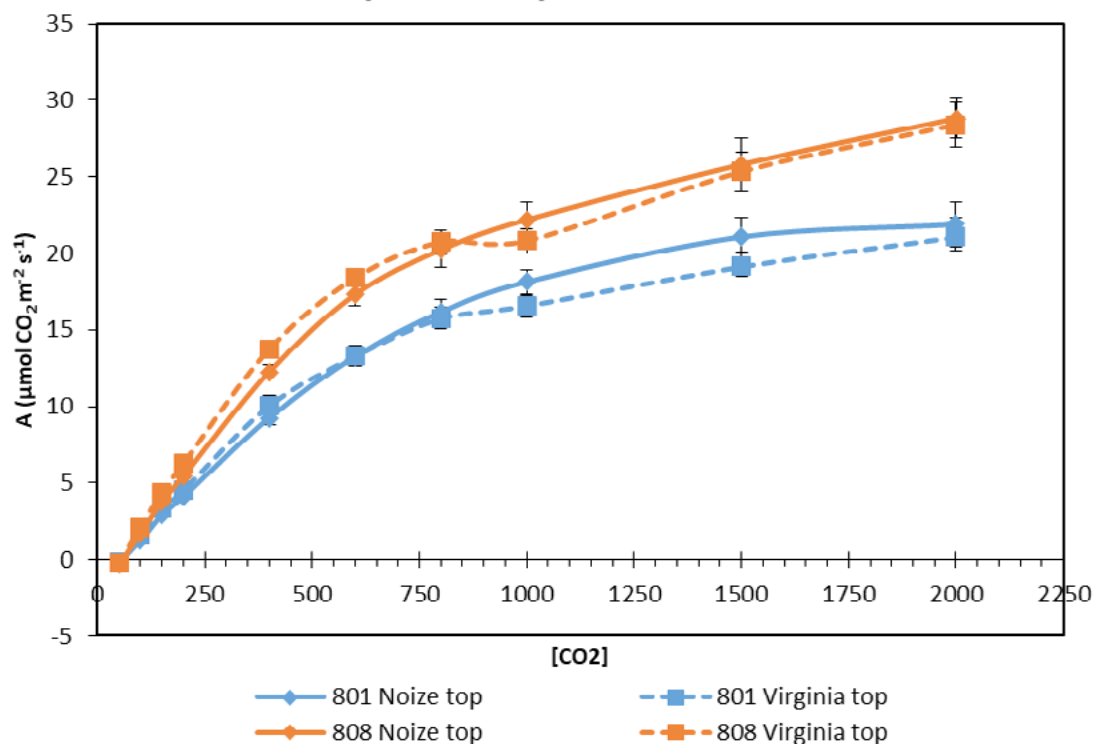
In de winter zijn de verschillen klein. De bladeren passen zich in beide behandelingen aan de relatief lage lichtintensiteiten van zon- en assimilatielicht. Lichtverzadiging treedt al op bij $750 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$. Bij die intensiteit is de fotosynthese in de teelt van de toekomst 10-17% hoger voor respectievelijk Virginia en Noize, terwijl bij $200 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$ dit verschil maar 3-4% is. Desondanks is in de winter door de hogere belichtingsintensiteit in de teelt van de toekomst een groot verschil in biomassaproductie te verwachten.



Figuur 40 Geleidbaarheid van de huidmondjes (bovenste bladeren) van de twee *Alstroemeria* rassen (Noize en Virginia) in de twee teeltafdelingen. 801= Referentieteelt; 808 = Teelt van de Toekomst.

In het voorjaar nemen we duidelijke verschillen waar in de lichtresponse. De fotosynthese bij Noize is tot 750 $\mu\text{mol/m}^2.\text{s}$ hoger in de Teelt van de Toekomst dan in de Referentie teelt, maar daarboven draaien de rollen om. Bij Virginia ligt de fotosynthese over het hele lichtbereik hoger in de referentieteelt. Dit heeft te maken met het feit dat de huidmondjes in de Teelt van de Toekomst zich sluiten bij hogere lichtintensiteiten in het geval van Noize, en bij Virginia altijd meer gesloten zijn. Onder het diffuse kasdek in de Teelt van de Toekomst krijgt het blad in het voorjaar veel later maar ook minder hoge piekintensiteiten waardoor het zich mogelijk later aanpast aan de hogere lichtintensiteiten. Onduidelijk is waarom de huidmondjesopening en de fotosynthese van Virginia over vrijwel het hele lichtbereik lager is. Mogelijke factoren zijn: de hogere temperatuur en dampdruk in de bladkamer toegepast in de Teelt van de Toekomst tijdens de metingen (het heersende klimaat in iedere kas werd aangehouden in de blad kamer); voor een negatief effect van temperaturen hoger dan 20°C op de fotosynthese, is door Leonardos *et al.* 1994, bewijs gevonden. Ook kan de hogere LAI (voller gewas in de Teelt van de Toekomst) doordat het leidt tot een donkerder en vochtiger microklimaat, waarbij de huidmondjes dichter blijven) een rol hebben gespeeld.

CO₂ response topbladeren zomer



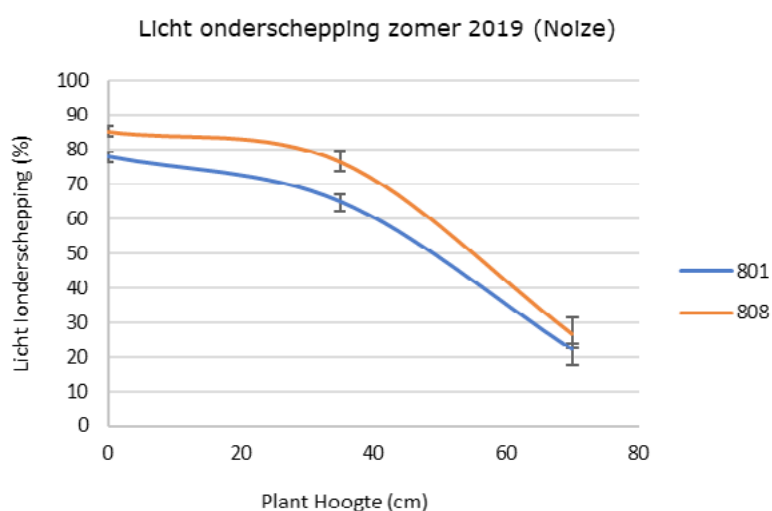
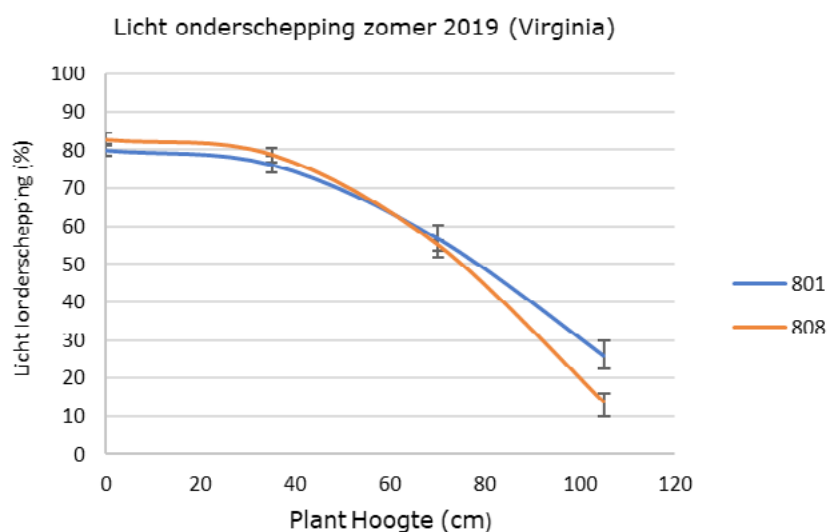
Figuur 41 CO₂ response bij verzadigende lichtintensiteit van 1500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ (bovenste bladeren) van de twee *Alstroemeria* rassen (Noize en Virginia) in de twee teeltafdelingen. 801= Referentieteelt; 808 = Teelt van de Toekomst.

Uit de CO₂ response metingen blijkt ook dat bij gelijke lichtintensiteiten de fotosynthese hoger is in de teelt van de toekomst bij toenemende CO₂ concentraties (Figuur 41). Opvallend is dat rond de 1000 ppm bij Virginia er een lokale verzadiging lijkt op te treden terwijl bij hogere concentraties de fotosynthese toch weer toeneemt. Dit lijkt vooral te maken te hebben met een lokaal lage huidmondjesopening onder invloed van de hoge meetconcentraties CO₂. Het feit dat de huidmondjes verder openstaan in de teelt van de toekomst leidt tot een hogere CO₂ benuttingsefficiëntie.

3.4.4.4 Lichtonderschepping

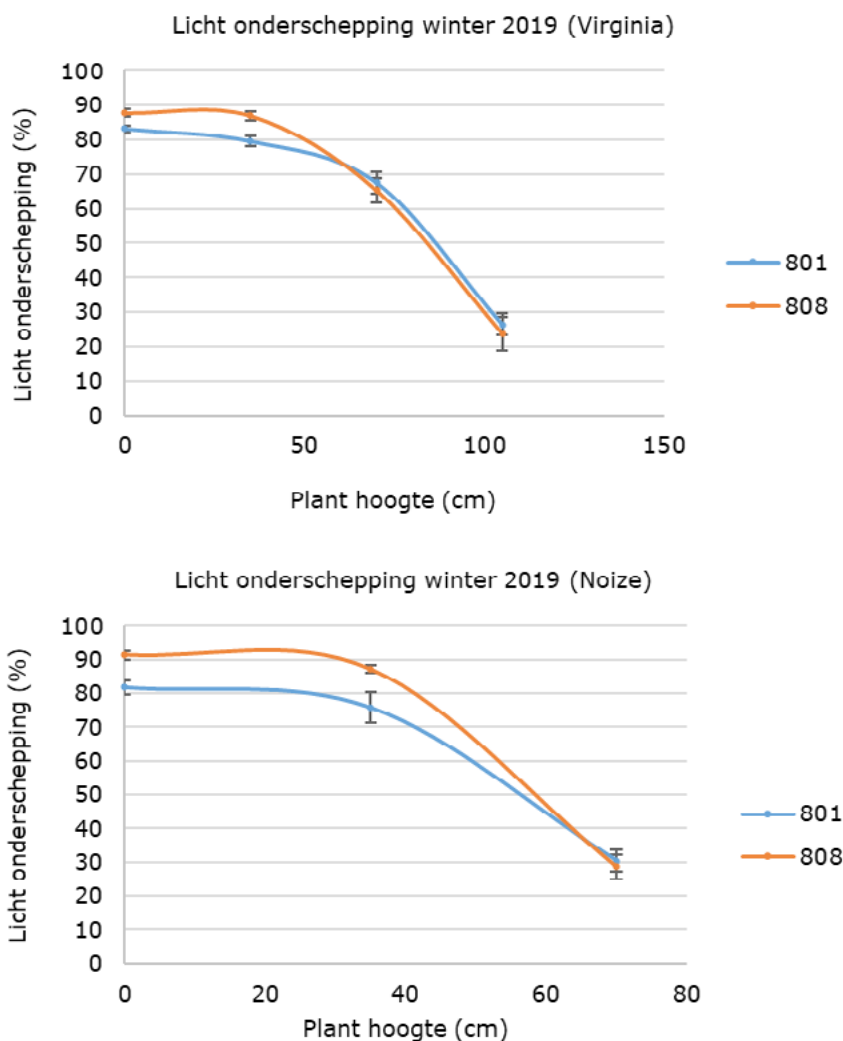
De onderschepping van het licht door het gewas is twee keer gemeten: in de zomer van 2019 en in de winter van 2019.

In de zomer (Figuur 42) was de onderschepping van het natuurlijk licht door het gewas voor beide rassen hoger in de Teelt van de Toekomst (Noize 10% hoger, Virginia 4% hoger); dit kwam door een hogere LAI (28 tot 32% hogere LAI voor respectievelijk Noize en Virginia, Filho, 2022); in de Teelt van de Toekomst stond er gedurende de hele teelt een visueel voller gewas dan in de Referentieteelt.



Figuur 42 Lichtonderschepping (natuurlijk licht) door het gewas als gemeten in de zomer van 2019. 801= Referentieteelt; 808 = Teelt van de Toekomst.

In de winter (Figuur 43), was de onderschepping van het kunstlicht ook 9 en 5% hoger voor respectievelijk Noize en Virginia: Noize 91% in de Teelt van de Toekomst tegenover 82% in de Referentieteelt, en Virginia 88% in de Teelt van de Toekomst tegenover 83%) in de in de Referentieteelt.



Figuur 43 Lichtonderschepping (totaal licht) door het gewas als gemeten in november 2019. 801= Referentieteelt; 808 = Teelt van de Toekomst.

3.4.4.5 Conclusies fotosynthese en lichtonderschepping:

- In de zomer grote verschillen ten gunste van Teelt van de Toekomst door beter klimaat en homogener licht, terwijl verschil in lichtsom klein is, en hogere lichtonderschepping.
- In de winter minder verschil in fotosynthese, verschil in productie wordt veroorzaakt door meer onderschepping van meer (assimilatie) licht.
- In het voorjaar Noize en Virginia meer aangepast aan winterse omstandigheden in Teelt van de Toekomst, terwijl in Referentieteelt eerder aanpassing is aan hogere intensiteiten of hogere temperaturen tijdens de meting.

3.4.4.6 Uitgroeiduur

De gemiddelde uitgroeiduur van een bloeiende tak, berekend over een totaal van 666 bloemtakken, bedraagt 39.5 dagen. Dat is gemiddeld maar een dag langer als van een loze tak (38.5 dagen, maar berekend over een beperkt monster van 8 takken). De resultaten gemiddeld over de volledige proefduur per ras en per afdeling zijn in Tabel 12 weergegeven.

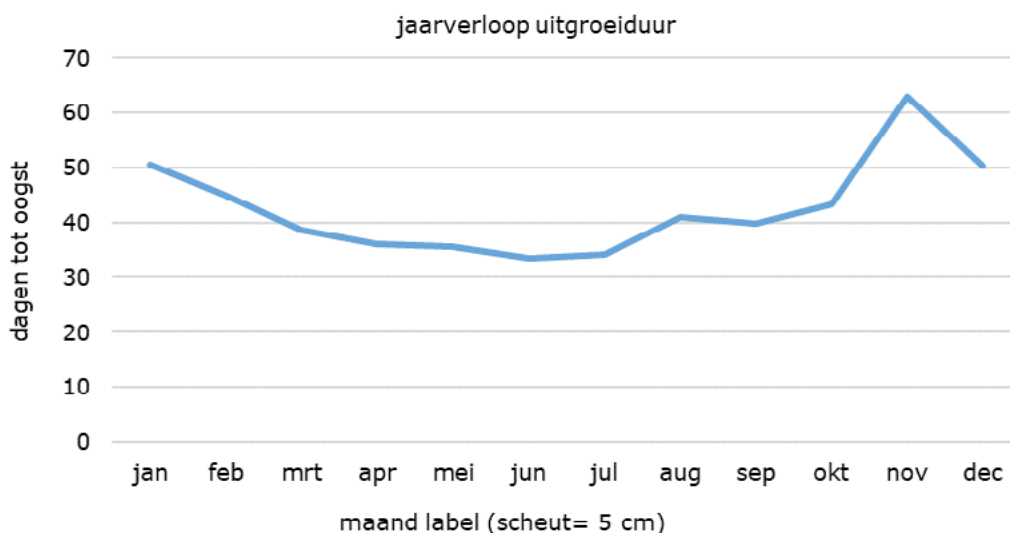
Tabel 12

Uitgroeiduur beide rassen per teelt afdeling.

	Referentieteelt	Teelt van de Toekomst	Gemiddeld beide afdelingen
Noize	39.3	36	37.7
Virginia	41.8	40	40.8
Gemiddeld beide rassen	40.6	38.3	39.5

Hieruit blijkt dat Noize 3 dagen sneller ontwikkelt dan Virginia.

Ook blijkt hieruit dat de ontwikkeling van beide rassen in de Teelt van de Toekomst gemiddeld 2.3 dagen sneller verloopt dan in de Referentieteelt. De variatie in uitgroeiduur tussen bloemtakken is echter enorm: van 24 tot 81 dagen. Uit het verloop in de tijd Figuur 44 blijkt een seizoen effect, waarbij de bloemtakken die zich ontwikkelen in de lichtrijke maanden van het jaar (maart t/m juli) in minder dan 40 dagen kunnen worden geoogst, en de bloemtakken die boven het substraat steken in de lichtarme maanden augustus t/m februari meer dan 40 dagen nodig hebben om het oogststadium te bereiken. De bescheiden verschillen tussen de twee afdelingen worden daarom in de lichtarme maanden, door het verschil in lichtintensiteit, gemaakt.



Figuur 44 Verloop uitgroeiduur in het jaar, gemiddeld over beide rassen en afdelingen.

Geconcludeerd mag worden dat de snellere uitgroeiduur van de bloemtakken in de Teelt van de Toekomst een van de factoren is die het verschil in productie in de winter verklaart. De bijdrage aan de productie zal echter van een veel kleinere betekenis zijn dan van de hoger lichtsom en een hogere lichtonderschepping.

3.4.4.7 Schade door slakken in referentieteelt in winter 2020-2021

Een niet te kwantificeren maar verdachte factor voor de waargenomen lage productie in de laatste winter in de Referentieteelt is schade door slakken. De slakken waren massaal aanwezig in de Referentieteelt (zie ook 3.2.2.3.5); er werd aan volwassen takken aangevreten en mogelijk ook aan jonge scheuten onderin het gewas, in dat geval leidend tot meer bloemabortie (= meer rejects) en vermoedelijk directe productie derving.

Uit een analyse gedaan in februari 2021 blijkt dat we in januari 2020, op het diepste punt van de winterproductie, nog 2 Virginia per m² per week werden geoogst in de Referentieteelt. Dit daalde naar 1 bloem per m² per week in januari 2021 (de productie van Noize daalde niet, die was 3 bloemen per week per m² in het dieptepunt in beide jaren). De kwaliteit was gelijk in beide winters. Aan de bodemtemperatuur lag dit productiediep vermoedelijk niet (die was juist met 0.5°C verlaagd in april 2020, zie ook 3.4.2.1). Aan de lichtsommen in de 4 weken ervoor lag het zeer waarschijnlijk evenmin, want die waren praktisch gelijk.

Vanuit de BCO werden twee verklaringen genoemd: of de hittegolf in september, waarna een afname in de productie was gezien, of de slakkenschade aan de jonge scheuten. In dat laatste geval (zonder de grote schadepost van de slakken) zou de productie in de Referentie afdeling eind 2020 en begin 2021 hoger zijn geweest, en het verschil met de Teelt van de Toekomst, kleiner, bij voorbeeld op het niveau van juni 2020 (meerproductie in Teelt van de Toekomst van 52% (Noize) of 54% (Virginia) ten opzichte van Referentie, zie ook Tabel 9) blijven steken.

3.4.5 Conclusies verklarende factoren voor de productie verhoging van het teeltconcept

- De productie verhoging (60%) overtreft de verwachting die gebaseerd was op de extra hoeveelheid licht (30%). Factoren die naast het licht aan de meer productie bijdragen zijn:
 - Het diffuus licht in combinatie met de verneveling, wat tot minder stress momenten bij hoge instraling en hoge temperatuur in de zomer hebben geleid, wat zich vertaalde in een 37% hogere huidmondjes geleidbaarheid in het Teeltconcept dan in de Referentieteelt.
 - Als gevolg van het bovenstaande, een hogere fotosynthese capaciteit van het gewas uit de Teelt van de Toekomst dan uit de Referentieteelt in de zomer.
 - Een 4-9% hogere lichtonderschepping in zomer en winter in de Teelt van de Toekomst.
 - Een enkele dagen snellere uitgroei duur in de winter in de Teelt van de Toekomst.
 - Bij Virginia, een relatief lager aandeel loos in de Teelt van de Toekomst dan in de Referentieteelt.
 - Een mogelijke, niet te kwantificeren productie derving in de winter van 2020-2021 in de Referentieteelt als gevolg van vraat aan stelen en scheuten door slakken.

3.5 Doel verbetering (blad)kwaliteit in de winter

Tijdens de bezoeken van de BCO is het gewas in de Teelt van de Toekomst meestal met superlatieven beoordeeld: "een grandioos mooi gewas", "echt zeer zware kwaliteit", □met één woord: Fantastisch□, "voldoende gewasbedekking", "bloemsteeltjes hebben de goede lengte", en meer van deze opmerkingen. Deze kwalitatieve beoordelingen zijn met getallen zoveel mogelijk bekrachtigd en worden hieronder in 3.5.1 weergegeven.

Ervaringen uit de praktijk met de eerste toepassingen van LED belichting (veelal hybride = andere spectra en warmte input) gaven aanleiding tot zorgen: witte strepen in het blad, paarsverkleuring van bladrand, stelen, bladpunten, bladvervormingen... In deze proef is daar ook aandacht aan besteed door tijdens elke oogst te noteren of en zo ja, welke, bladkwaliteit problemen zich hebben voorgedaan. Deze afwijkingen worden besproken in 3.5.2.

3.5.1 Gewaskwaliteit

Naast de tweewekelijkse kwalitatieve beoordeling van de BCO deelnemers, zijn bij elke oogst metingen verricht (gewicht, telling aantal bloemsteeltjes) en zijn er ook aanvullende metingen gedaan (destructief) eens per maand, om de beoordeling kwantitatief te maken.

De gemiddelde kwaliteit van de bloemtakken over de volledige proef (Lengte, gewicht, aantal bloemsteeltjes, houdbaarheid...) is samengevat in Tabel 13. Kwaliteitskenmerken aangeduid met een * zijn uit de destructieve metingen (het gemiddelde van 15 takken per ras en kasafdeling, in de tijd totaal 17 keer gemeten, zie voor details Bijlage 5).

Tabel 13

Kwaliteit (taklengte, takgewicht, aantal bloemsteeltjes en houdbaarheid) per ras van de bloemen uit de afdeling met de Referentieteel en de bloemen uit de afdeling met de Teelt van de Toekomst, gemiddeld over de hele duur van de proef.

Kwaliteit kenmerk	Referentieteel		Teelt van de Toekomst	
	Noize	Virginia	Noize	Virginia
Gemiddelde lengte (cm)	100	126	97	130
Gemiddelde lengte (cm) *	105	132	102	137
Gemiddeld gewicht (g) (volledige lengte)	83.7	91.6	79.3	94.3
Gemiddeld gewicht (g) (op lengte 80 cm)	75.1	69.5	72.1	70.1
Gemiddeld gewicht (g) *	93.3	101.9	94.4	115.2
Gram/cm (volledige lengte)	0.83	0.71	0.81	0.72
Aantal bloemsteeltjes / tak	6.3	5.5	6.3	5.6
Aantal bloemsteeltjes/ tak*	6.9	5.9	7.0	6.6
Aantal bloemen/tak*	16.7	16.3	17.7	18.6
Aantal bladeren/tak*	34.8	35.8	34.6	36.1
Bladoppervlak/tak (cm ²)*	660	586	637	598
Gewicht bladpakket (g)*	27	24	27	25
Droge stof (%)*	7.6	8.2	7.6	8.2
Houdbaarheid (dagen)	20.2	21.3	20.9	21.7

Uit het overzicht kan worden geconcludeerd dat de kwaliteit van de uit de Teelt van de Toekomst geoogste bloemen redelijk goed overeenkwam met de kwaliteit van het geoogste product uit de Referentieteel. Het gewicht was gemiddeld iets lichter bij Noize en gemiddeld iets zwaarder bij Virginia. Lengte, aantal bloemsteeltjes en bloemen, bladoppervlakte, droge stof percentage, gewicht van het bladpakket en de houdbaarheid, gemiddeld vergelijkbaar was (soms net iets beter / net iets minder) met de referentieteel.

Ook valt het op dat de takken die voor de destructieve metingen zijn apart gehouden, toch kennelijk iets zwaarder en langer zijn en hebben iets meer bloemsteeltjes dan het gros van de oogst, m.a.w., ze zijn minder "random" gekozen. De trend blijft wel ongeveer gelijk.

Voor de volledigheid, is het verloop in de tijd van taklengte en takgewicht in Bijlage 2 opgenomen. Hieruit blijkt dat het takgewicht van Noize in de Teelt van de Toekomst in de laatste 5 maanden van de proef aan het afnemen was in vergelijking met de Noize in de Referentieteel. Dit was veroorzaakt door relatief meer takken met een gewicht lager dan 45 gram, het minimum voor verkoop bij de commerciële lengte van 80 cm; deze takken zouden zijn verkocht door telers na degradatie (kortere lengte) als 2^e soort. Het aandeel van deze takken was in maart 21 al aan het dalen (14% van de geoogste takken in november en december 2020, in januari 2021 was het gedaald naar 9%, in februari 7% en maart 6%.

Het gewicht van Virginia in de Referentieteel in de wintermaanden was aanzienlijk lager was dan in de Teelt van de Toekomst. Dit bevestigt voor Virginia een bekende uitspraak van de betrokken teeltbegeleider van de Flori Consult Group: "licht is gewicht". Het licht lijkt daarnaast een positieve invloed te hebben op het aantal bloemsteeltjes bij Virginia (Bijlage 2).

3.5.2 Bladkwaliteit

In deze proef is daar ook aandacht aan besteed door tijdens elke oogst te noteren of en zo ja, welke, bladkwaliteit problemen zich hebben voorgedaan.

De BCO leden waren zoals gezegd in het algemeen positief over de bladkwaliteit. Er waren minder bladeren met afwijkingen dan bij telers met hybride belichting. Maar afwijkingen zijn geconstateerd.

3.5.2.1 Witte spikkels of streepjes

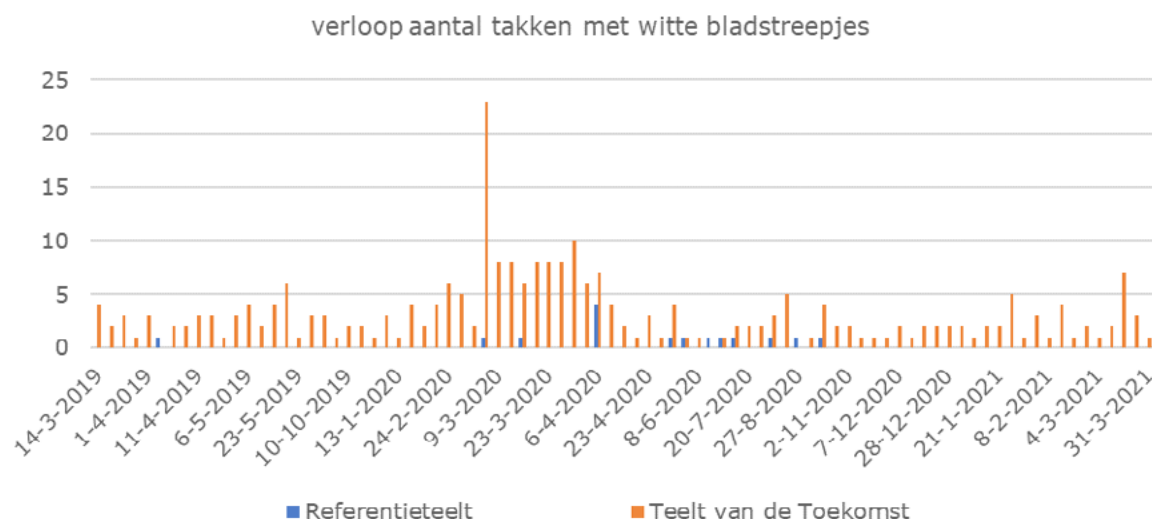
Het beeld van de streepjes is getoond in Figuur 45 waaruit het blijkt dat het soms wat moeilijk is ze te onderscheiden van schade door cicaden. Het verloop van het aantal bloemen uit de meetvelden waar bij de oogst is opgemerkt dat ze hadden witte strepen (of witte spikkels) op het blad is in Figuur 46 te zien.



Figuur 45 Links witte streepjes, rechts: boven cicaden schade, onder spikkels.

Ze zijn gesignaleerd bij Noize (ook bij een van de rassen in de rand rij) en bijna alleen in de Teelt van de Toekomst. Dit is conform de praktijk waarneming dat het duidelijk is dat dit fenomeen bij bepaalde rassen optreedt en klimaat gerelateerd is.

Tijdens de bezoeken van de BCO viel het al op dat de streepjes waren er soms en soms helemaal niet. In totaal is op 68 oogsten een of meerdere takken met witte strepen geregistreerd. Dit aantal bleef met een enkele uitzondering ruim onder de 5 per oogst (minder dan 10% van het totaal geoogst op datum).



Figuur 46 Verloop van het aantal bloemtakken met witte bladstreepjes (Noize) per afdeling.

Uit de grafiek blijkt een piek in maart tot begin april 2020. De oorzaak van deze toename kan liggen aan een tijdelijke instelling van de verneveling (hij werd op straling uitgezet met als grens 500W); het resultaat was dat er minder frequent werd verneveld.

Aan de witte streepjes is apart onderzoek uitgevoerd (García Victoria *et al.* 2018; Garcia Victoria *et al.* 2021). Uit dit laatste onderzoek, uitgevoerd in een airco kas in de zomer van 2020, blijkt dat de streepjes worden opgewekt bij gevoelige soorten als er een combinatie is van hoge intensiteit belichting in de vroege ochtend, met een door dichte ramen opgelopen CO₂ concentratie en relatief warm telen, waardoor de RV daalt. In dezelfde omstandigheden lijken hogere RV's de planten te kunnen "beschermen" tegen streepjes. Na het aanpassen van de verneveling op 6 april is de incidentie ook gedaald, maar niet volledig verdwenen. Een andere mogelijke oplossing zou kunnen zijn koeler telen in de (belichte) nacht en vroege ochtend, wat de teelt extra energiezuinig zou kunnen maken. Hoge blad temperatuur (Leonardos *et al.* 1996) leidt tot minder export van assimilaten uit het blad.

Dit idee van verlaging van de temperatuur in de (belichte) nacht en vroege ochtend is binnen dit project echter niet getest; voor de temperatuur sturing hielden we de Flori Consult tabel (Bijlage 1) aan.

Geconcludeerd kan worden dat de Teelt van de Toekomst niet een verbetering maar een lichte verslechtering van de bladkwaliteit teweeg brengt ten opzichte van de Referentie teelt, maar dat de incidentie van streepjes vermoedelijk nog verder terug te brengen is met klimaat maatregelen.

3.5.2.2 Paars verkleuring bladpunten

Vanaf het begin was er bij Noize in vooral loze takken, een paarse omranding van het blad. In de winter van 2020/21 hadden enkele takken paarse bladpunten. De paarse bladpunten kwamen voor vanaf eind 2020 tot februari 2021. Tijdens de uitbloei blijken de paarse bladpunten necrotisch te worden. Bij Virginia kwamen ze niet voor, alleen bij Noize. Bij een incidentele meting van enkele bladeren was het chlorofyl gehalte (als SPAD) van de paarse bladpunten Noize lager.

In de proef "Alstroemeria en haar lichtcriteria", wat ongeveer tegelijk met deze proef plaatsvond, kwamen ze ook voor; met Noize uit die proef is een microscopisch onderzoek uitgevoerd (García Victoria, 2022), waaruit het bevestigd is dat het gaat om van anthocyaan vorming. Dit blijkt vaker voor te komen bij allerlei gewassen onder LED in de winter; oorzaak is zover onbekend. Op het moment van schrijven van dit rapport loop er binnen het programma Kas als Energiebron een onderzoek naar de oorzaken van dit verschijnsel (Groen of Rood Gewas).



Figuur 47 Paarsverkleuring bij Noize. Linksboven een loze tak (mei 2019), rechtsonder, necrose aan paarse bladpunten tijdens het vaasleven (december 2020). Overige foto's, voorbeelden van paarse bladpunten, winter 2020/21.

3.5.3 Conclusies gewas- en bladkwaliteit

De hoofdconclusie van het bestuderen van de kwaliteit is dat het gewas in de Teelt van de Toekomst was gemiddeld genomen even goed als in de Referentieteel, ondanks de veel hogere productie. De meer productie ging niet ten koste van de kwaliteit.

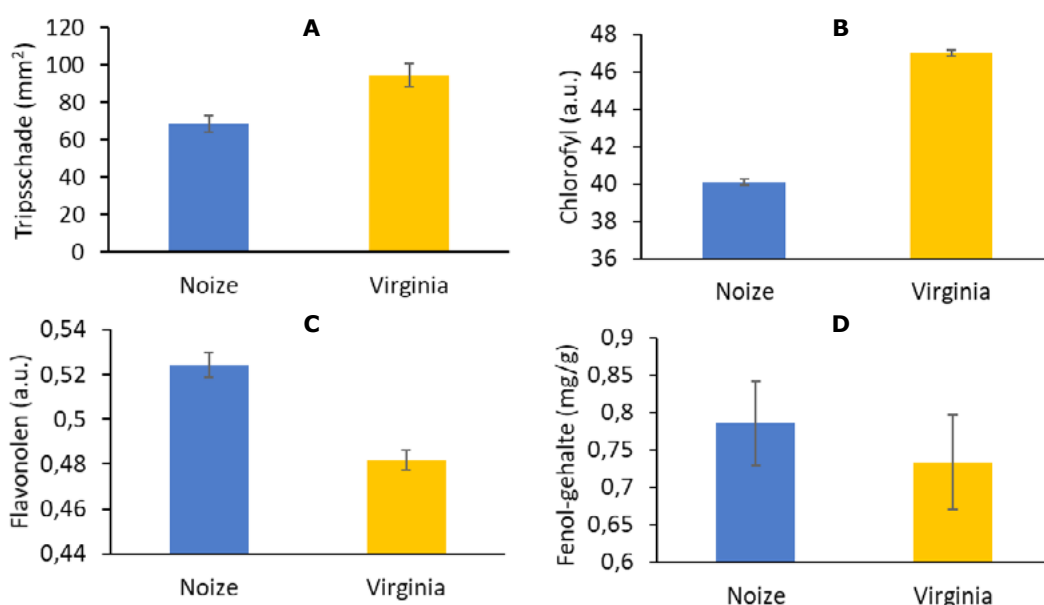
De bladkwaliteit, echter, zij het voor maar een klein percentage van de totale oogst, is niet verbeterd ten opzichte van de bladkwaliteit van het gewas uit de Referentieteel, maar eerder verslechterd.

Enkele leerpunten:

- Het takgewicht In de Teelt van de Toekomst was gemiddeld iets lichter bij Noize dan in de Referentieteel; mogelijk was het gewas te vol door ook een grote hoeveelheid loos.
- Het takgewicht In de Teelt van de Toekomst was gemiddeld iets zwaarder bij Virginia dan in de Referentieteel. Het gewas was meer open en had minder loos dan Noize, en Virginia staat bekend als goed het extra aangeboden licht in gewicht te kunnen omzetten.
- De taklengte, bladoppervlakte, droge stof percentage, gewicht van het bladpakket en de houdbaarheid van de bloemen waren goed met de referentieteel te vergelijken.
- Aantal bloemsteeltjes en bloemen waren bij Virginia iets hoger in de Teelt van de Toekomst.
- Klimaatfactoren (w.o. de verneveling) naast de LED belichting lijken hier ook effect te hebben op de incidentie van bladstreepjes.
- Om onbekende redenen treden soms in de winter onder LED belichting paarse verkleuring van de bladpunten op; het gaat om vervanging van chlorofyl door anthocyanen. Dit onderwerp verdient apart onderzoek.

3.6 Doel verkenning weerbaarheid

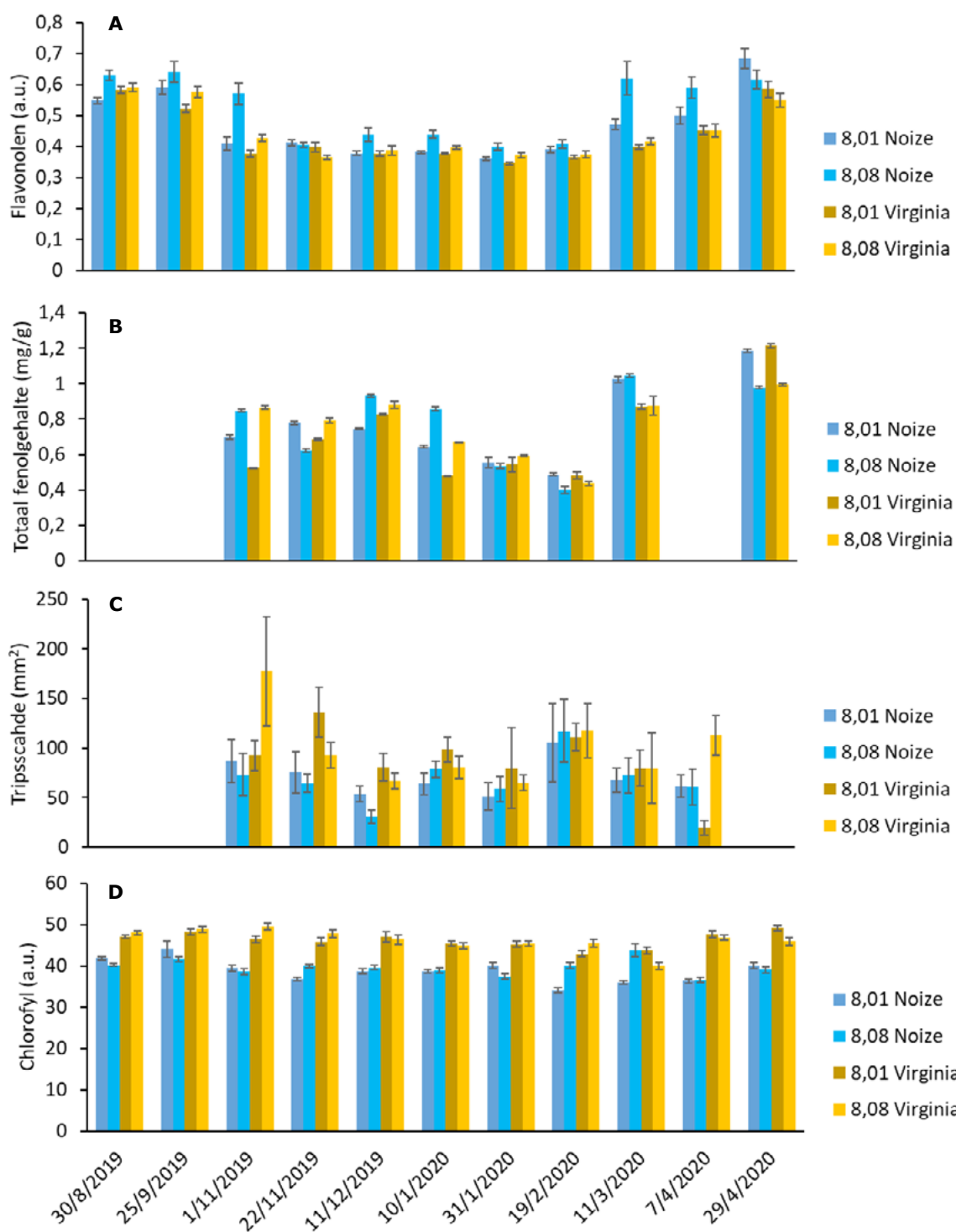
Het eerste wat opvalt als we onze resultaten bekijken is dat er een duidelijk verschil is tussen de rassen in gevoeligheid voor trips, maar ook in Chlorofyl-gehalte en Flavonoiden (Figuur 2). De vatbaarheid van planten voor trips wordt onder andere bepaald door de plant inhoudsstoffen: Chlorofyl draagt bij aan de voedingswaarde van de plant, sommige flavonolen en fenolen beïnvloeden de tripsen negatief als deze geprikt worden. In deze proef is te zien dat de bladeren van Virginia minder weerbaar zijn tegen trips dan de bladeren van Noize. Dit komt overeen met de vangplaten tellingen en de kaswaarnemingen (zie ook 3.2.1.1 en 3.2.2.1), waar gedurende de hele proef was er een cultivar effect voor het aantrekken van trips (steeds hogere aantallen op de vangplaat bij Virginia dan bij Noize). Dit gaat gepaard met een hogere chlorofyl-gehalte (voor de trips is dat voedingswaarde, want die zuigt de hele inhoud van de cel op) en een lager gehalte aan flavonolen. Voor het totaalgehalte aan fenolen zien we geen verschillen.



Figuur 48 Trips schade (mm²)(A), chlorofylgehalte (arbitrary units (a.u.))(B), flavonol-gehalte (a.u.) (C) en totaal fenolgehalte (D) in de twee rassen *Alstroemeria*.

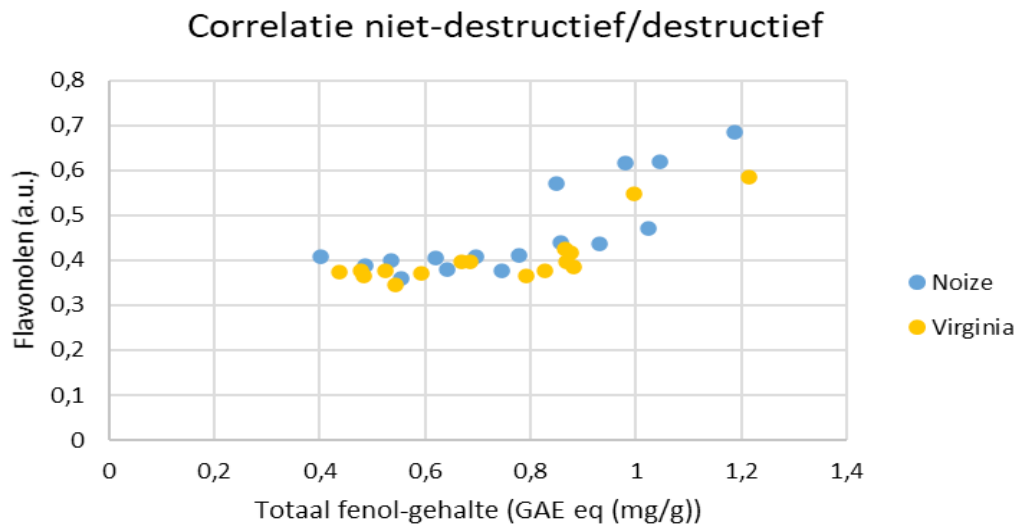
Als we inzoomen op deze metingen over tijd (Figuur 49), dan is er voor het flavonol-gehalte een duidelijke trend: in de maanden met minder licht zijn er ook minder flavonolen (zie figuur 3AB), dit is zo voor beide rassen in beide kassen. Ook het fenolgehalte is duidelijk lager in januari en februari 2020. Ook zie je dat het totaal fenolen gehalte bij beide rassen hoger is in 4 van de 8 metingen (de wintermetingen tot en met december) in de Teelt van de Toekomst. In 3 metingen is er geen verschil. Deze veranderingen gaan echter niet gepaard met een toe- of afname van de trips schade of het chlorofylgehalte (3CD). Trips schade varieert wel over tijd, maar er is geen relatie met de flavonolen of fenolen.

We kunnen dan ook concluderen dat onze data geen indicatie geven voor een verschil in plantweerbaarheid tegen trips tussen de planten uit de Referentieteeelt en de planten uit de Teelt van de Toekomst.



Figuur 49 Flavonolgehalte (A), totaal fenolgehalte (B), trips schade (C) en chlorofylgehalte (D) in de bladeren van *Alstroemeria* rassen Noize en Virginia over tijd in de Referentie teelt (8.01) en de Teelt van de Toekomst (8.08).

De niet-destructieve meting met de Dualex meet alleen gekleurde (geel) fenolen, dit zijn meestal flavonolen. De destructieve meting van het totaal fenol-gehalte meet ook de niet gekleurde fenolen. Omdat de flavonolen een groot deel zijn van het totaal fenolgehalte verwachten we een positieve correlatie. Figuur 50 zien we dat deze positieve correlatie er is bij hoge totaal fenol-gehaltes, maar niet bij lage gehalten. Als het totaal fenolgehalte onder de 1 mg/g GAE equivalent komt, dan wordt met de Dualex altijd een waarde tussen de 0.35 en 0.40 gemeten. Dit betekent dat de niet-destructieve meting een goede indicatie van het totaalgehalte fenolen geeft bij hoge waarden, maar dat bij lage waarden de niet-destructieve meting niet zo informatief is.



Figuur 50 Relatie tussen de destructieve meting van het totaal fenol-gehalte en de niet destructieve bepaling van de flavonolen met Dualex.

3.6.1 Conclusies weerbaarheid

De hoofdconclusie van deze verkenning over de invloed van het Teeltconcept op de gewasweerbaarheid is dat uit onze biotoetsen noch uit de bepaling van de inhoud stoffen er geen aanwijzingen zijn verkregen voor een verschil in plantweerbaarheid tegen trips tussen de planten uit de Referentieteel en de planten uit de Teelt van de Toekomst.

Andere leerpunten uit deze verkenning zijn:

- Uit de biotoetsen blijkt een ras verschil in intrinsieke weerbaarheid tegen trips, waarbij Virginia minder weerbaar is dan Noize.
- Dit komt overeen met de waarnemingen in de kas (er was altijd een hogere trips druk in de vangplaten bij Virginia dan in de vangplaten bij Noize)
- Virginia heeft gedurende het hele jaar een hoger gehalte aan chlorofyl dan Noize
- Het gehalte aan flavonolen is lager in de donkere maanden van het jaar, dus mogelijk licht gestuurd. In de winter is er een trend naar een iets hoger gehalte flavonolen in het gewas uit de Teelt van de Toekomst dan uit het gewas in de Referentieteel; het verschil tussen het Teeltconcept en de Referentieteel is echter niet significant en gaat niet gepaard met verschillen in trips gevoeligheid.
- De niet-destructieve meting van Flavonolen met Dualex correleert goed met het destructief gemeten gehalte aan totaal Fenolen mits het gehalte Dualex-Flavonolen hoger is dan 0.4 (au) of een totaal fenolen gehalte boven 1 mg/g GAE equivalent.

4 Conclusies en leerpunten

Het Teeltconcept "Alstroemeria van de Toekomst" wat voor de start van dit onderzoek onworpen is en wat op kleine schaal in vergelijking met een referentieteelt is beproefd, is zeer succesvol gebleken.

Uit de teeltproef blijkt dat de teelt van de Alstroemeria van de Toekomst inderdaad dichtbij is. Ruim voor de streefdatum van 2040 kunnen Alstroemerias Fossielvrij, Emissievrij en met zeer hoge producties geteeld worden.

Bij het afsluiten van elke resultaten hoofdstuk uit dit rapport zijn de hoofdconclusies toegelicht en er is een opsomming gegeven van extra deelconclusies en leerpunten. Hieruit blijkt dat behalve een opleven van een werkbaar Teeltconcept, proef-of-principle, dit onderzoek van grote waarde voor de praktijk is geweest als leer- en discussie object.

Desalniettemin bespreken we voor de volledigheid hieronder per onderdeel de voorwaarden en mogelijke knelpunten om een dergelijke teelt te kunnen realiseren, gebaseerd op de resultaten van deze teeltproef.

4.1 Fossielvrije teelt.

Vanuit technisch oogpunt is heel goed mogelijk gebleken om de teelt geheel Fossielvrij, op grond van de inkoop van groene stroom en extern aangeleverde CO₂, te kunnen laten plaatsvinden.

Een seizoensbuffer is daarbij echter wel noodzakelijk, want het is vooral de in de zomer verzamelde warmte uit de substraatkoeling die de laagwaardige warmte voor de warmtepomp kan leveren. Vanwege de beperkte verdampingscapaciteit van de Alstroemeria kan de terugwinning van latente warmte wel een stukje van de in de winter benodigde warmte invullen, maar onvoldoende om volledige dekking van de warmtevraag te realiseren.

Voor een Fossielvrije teelt als deze is er veel groene stroom nodig: dit is vooral stroom voor de belichting (247 kWh/m²) en in mindere mate voor de verwarming en substraatkoeling (35 kWh/m²). De intensievere belichting (200 µmol/(m² s) LED in plaats van 70 µmol/(m² s) Son-T) verlaagt de warmtevraag met 4 m² m³ aardgas equivalenten per m² per jaar. Essentieel is ook om te beschikken over hogere isolatiegraad van de kas dan in de praktijk gebruikelijk; het dubbel scherm verlaagt de warmtevraag met meer dan 30% (7 m³ aardgas equivalenten per m² per jaar).

4.2 Emissievrije teelt.

Vanuit gewas gezondheid perspectief is het mogelijk gebleken om het Teeltconcept Alstroemeria Teelt van de Toekomst, gedurende de twee volledige teeltjaren van het onderzoek, uit te voeren zonder inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen.

De strategie wat gaandeweg de teelt ontwikkeld is gaat uit van verschillende elementen om de belangrijkste plagen (trips en luis) in dit gewas te kunnen beheersen:

1. Een verhoogde mate van pad hygiëne in de kas (direct afvoeren van alle loze, afgebroken en dunne takken uit het gewas, om de plaagdruk laag te houden.
2. Intensief monitoren plaagdruk met vangplaten en scouten gewas.
3. Een basis populatie van bodemroofmijten (*Stratiolaelaps scimitus*, trips beheersing) in het substraat.
4. Regelmatige uitzet van bladroofmijten (*Neoseiulus cucumeris* voor trips beheersing) en bij verhoogde druk, curatieve doseringen ervan.
5. Regelmatige inzet van galmuggen (*A. aphidimyza*, effectief in luis beheersing) en bij een bladluisexplosie een overkill aan galmuggen uitzetten (7/m²).
6. Aanvullend uitzet van sluipwespen (vooral *A. ervi*) en gaasvliegen.

De ontwikkelde strategie is bedoeld om de belangrijkste plagen, trips en luis, te beheersen. Andere plagen, zoals in het onderzoek bij voorbeeld de cicaden en de slakken kunnen voor serieuze knelpunten zorgen die om aanvullende maatregelen (al dan niet chemisch) zouden kunnen leiden.

De betere beheersing van de plagen in de Teelt van de Toekomst is niet te wijten aan een verhoging van de plantweerbaarheid door het Teeltconcept. Uit onze biotoetsen en uit de bepaling van de inhoud stoffen zijn er geen aanwijzingen verkregen voor een verschil in plantweerbaarheid tegen trips tussen de planten uit de Referentieteel en de planten uit de Teelt van de Toekomst. Uit de biotoetsen blijkt een ras verschil in intrinsieke weerbaarheid tegen trips, waarbij Virginia minder weerbaar is dan Noize.

Vanuit het perspectief van de emissie van meststoffen is het mogelijk gebleken om de teelt geheel emissievrij te houden in het tweede teeltjaar. Knelpunten kunnen vormen de hoogte van het grondwater, en de dimensionering en robuustheid van het teelt- en drainwateropvang systeem. Het teeltsysteem dient lekvrij te zijn; de drainwater opvang goed gedimensioneerd te zijn, en het recirculatie systeem dient bijmenging mogelijk te maken van het drainwater met zowel vers water als met een geconcentreerde meststoffen oplossing. In de praktijk is hier al geruime en zeer positieve ervaring mee opgedaan.

4.3 Hoog productieve teelt.

Het Teeltconcept Alstroemeria van de Toekomst in vergelijking met een Referentieteel heeft in deze proef geleid tot zeer hoge producties bij de twee gebruikte rassen, en veel hoger dan de berekende prognose bij het ontwerp van het Teeltconcept.

Het experiment is geëindigd met een meerproductie in aantal verkoopbare takken in het teeltconcept "Teelt van de Toekomst" van +57% Noize, +65% Virginia.

De productie verhoging overtreft de verwachting, die gebaseerd was op de extra hoeveelheid licht (30%). De meerproductie is duidelijk meer dan een lichtsom effect (wat vooral in de winter tot uitdrukking komt), en is te verklaren uit een positieve invloed van het diffuus licht in combinatie met de verneveling, wat tot minder stress momenten bij hoge instraling en hoge temperatuur in de zomer hebben geleid. De verlaagde stress heeft zich op zijn beurt vertaald in een 37% hogere huidmondjes geleidbaarheid in het Teeltconcept dan in de Referentieteel, en daardoor had het gewas uit de Teelt van de Toekomst een hogere fotosynthese capaciteit in de zomer. Het gewas in de Teelt van de Toekomst stond altijd voller dan in de Referentieteel, met meer bladoppervlakte per oppervlakte eenheid, en kon daardoor 4-9% meer licht onderscheppen in zomer en winter. In de winter groeide het gewas enkele dagen sneller uit in de in de Teelt van de Toekomst. Additioneel was het gewas generatiever (Virginia), met een relatief lager aandeel loos in de Teelt van de Toekomst dan in de Referentieteel. Bij Noize was dit andersom; als het aandeel loos kan worden verminderd (d.m.v. aanpassingen aan bodemtemperatuur, luchttemperatuur en /of LAI) is er bij Noize potentieel nog meer productie te behalen in de Teelt van de Toekomst.

Kwalitatief gezien was het gewas in de Teelt van de Toekomst gemiddeld genomen goed, even goed als in de Referentieteel, ondanks de veel hogere productie. De meer productie ging niet ten koste van de kwaliteit. De bladkwaliteit uitgedrukt als de incidentie van witte streepjes en andere bladvlekken, echter, zij het voor maar een klein percentage van de totale oogst, is niet verbeterd ten opzichte van de bladkwaliteit van het gewas uit de Referentieteel, maar eerder verslechterd. Uit recent onderzoek blijken deze verschijnselen te kunnen worden voorkomen of verminderd met aanpassingen aan de concentratie CO₂ in de lucht, de luchttemperatuur en de RV gedurende de (belichte)nacht.

5 Aanbevelingen

Implementatie in de praktijk heeft gedurende de volledige duur van dit project plaatsgevonden. Telers passen al onderdelen van het teeltconcept "Alstroemeria van de Toekomst" toe; ze investeren in diffuus glas, in full LED, in tweede schermen voor isolatie, in teelten op substraat, in ontvochtigingsystemen (nu nog in de vorm van Dry Gair zonder opslag van de opgevangen warmte).

De praktijk wordt aanbevolen met deze investeringen door te gaan, zeker op dit moment met de hoge kosten van gas en de onzekerheden ten aanzien van gasbeschikbaarheid zijn de maatregelen die direct tot energiebesparing leiden, het zogenaamd laaghangend fruit, zoals de aanschaf van een tweede isolatiescherm, direct lonend.

Er worden in de praktijk tevens inspanningen gedaan om de hygiëne op de kwekerijen te verbeteren zonder dat het een te hoge verhoging betekenen van de benodigde arbeidsinzet. Deze initiatieven juichen wij toe omdat we een duidelijke verlaging van de plaagdruk kan teweeg brengen. Daarnaast, en om de plaagdruk verder te verlagen, vooral voor de insecten waarvan verwacht kan worden dat ze knelpunten gaan vormen voor de chemievrije beheersing, wordt aanbevolen de luchtramen uit te rusten met insectengaas. Dit was geen onderdeel van dit Teelt Concept maar was wel een toevallig onderdeel van de kassen waar de Alstroemeria en haar Lichtcriteria proef plaats vond. De plaagdruk was daar gedurende de volledige teelt (23 maanden) zeer laag.

Ten aanzien van voeding, wordt het aanbevolen bij de intensivering van de teelt met hoge intensiteit belichting, te voorzien in de hogere vraag naar mineralen (EC van 3 en hoger).

Technisch gezien liggen voor praktijk en onderzoek nog enkele kennis hobbels te nemen. Sommige van deze vragen zijn reeds opgepakt en er loopt al onderzoek ernaar binnen het programma Kas als Energiebron.

- In de praktijk zijn er vragen ten aanzien van de beste belichtingsstrategie: daglengte, moment van dag starten, de dag eindigen met natuurlijk licht of juist door belichten. Deze vragen worden opgepakt in een in de zomer van 2022 te starten onderzoek bij Plant Lighting, "Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor praktische toepassing in de kas".
- Bij de start van het project is het gebruikte spectrum van de full LED belichting op basis van een korte proef gekozen. Het is een goede keus gebleken, en de vragen erover zijn de belichting zijn opgepakt via het inmiddels ook afgerond, aanpalend onderzoek "Alstroemeria en haar lichtcriteria" (García Victoria, 2022).
- Het optreden van kleurafwijkingen (anthocyaanvorming) is een raadsel wat bij meerdere gewassen voorkomt en om verklaring vraagt. Deze vraag is al opgepakt in de lopende deskstudie "Groen of Rood Gewas".

Andere aanbevelingen en onderzoeksvragen voor vervolg onderzoek:

- Hoe om te gaan met CO₂ gebruik? In een fossielvrij teeltsysteem zal de beschikbaarheid van goede kwaliteit CO₂ mogelijk beperkt zijn; is deze nog verder te optimaliseren?
- Wat is de rol van (hoog) CO₂ in het optreden van bladschade (vooral de witte streepjes)?
- Is de bladkwaliteit te verbeteren door een energiezuinige strategie van een lagere luchttemperatuur aan te houden in de belichte nacht / vroege ochtend.
- Onderzoek naar biologische bestrijders van cicaden wordt aanbevolen
- Er is tevens behoefte aan de ontwikkeling van een cicaden feromoon, om de vangst van cicaden te maximaliseren
- Er is behoefte aan effectieve oplossingen tegen slakken
- Het is belangrijk om de oorzaken van de extra loos bij Noize te ontrafelen. Mogelijke factoren zijn de LAI, de bodemtemperatuur en de luchttemperatuur. Als de fractie loos kan worden verlaagd, is verdere verhoging van de productie met dezelfde input van grondstoffen mogelijk.

Literatuur

Bakken, A.K., 2000.

Alstroemeria production is influenced by thinning method and frequency. *Scientia Horticulturae* 85, 285-239.

Bakker, J. C. (1991).

Effects of humidity on stomatal density and its relation to leaf conductance. *Scientia Horticulturae*, 48(3-4), 205-212. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(91\)90128-L](https://doi.org/10.1016/0304-4238(91)90128-L)

Dueck, T.; Janse, J.; Li, T., Kempkes, F.; Eveleens, B.. 2012.

Influence of diffuse glass on the growth and production of tomato. *Acta Horticulturae*, 956, 75-82, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.956.6>

Dieleman, A., Carpineti, C., Kruidhof, M., Geurts, J., Weerheim, K., 2022.

Chrysant en alstroemeria: sturen met lichtspectrum. Deelrapport I van het project "LED licht bij zonlicht". Wageningen UR Greenhouse Horticulture, (Report WPR-856)

Fanourakis, D.; Velez-Ramirez, A. I.; IN, B. C.; Barendse, H.; Van Meeteren, U.; Woltering, E. J.. 2015.

A survey of preharvest conditions affecting the regulation of water loss during vase life. *Acta Horticulturae*, 1064(January), 195-204, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1064.22>

Filho, A., 2022.

Effect of the "Cultivation of the future" on Alstroemeria production, stomata conductance and photosynthesis capacity. Graduation Thesis in Agronomic Engineering. Wageningen UR Report WPR-1141

García Victoria, N.; Kempkes, F. L. K.; van Weel, P.; Stanghellini, C.; Dueck, T. A.; Bruins, M. 2012.

Effect of a diffuse glass greenhouse cover on rose production and quality. *Acta Horticulturae*, 952, 241-248, <https://doi.org/10.17660/actahortic.2012.952.29>

García Victoria, N.; Helm, F.P.M. van der; Warmenhoven, M.G. 2015.

Praktijkproef LED Alstroemeria: invloed licht spectrum op bladkwaliteit, bouwstenen voor energiebesparing. Wageningen UR Glastuinbouw Rapport GTB- 1337

García Victoria, N.; Weerheim, K.; Kempkes, F.; Steenhuizen, J.; Vreugdenhil, A.; Groot, M.; 2018.

High output led in hybride belichting: Monitoring praktijkproef bij alstroemeria. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, (Report WPR-806).

García Victoria, N.; Zwart, F.; van Weel, P.; Steenhuizen, J.; Groot, M., 2017.

Systeemstap naar minimaal energieverbruik alstroemeria: Metingen op praktijkbedrijven en een energiezuinige teeltconcept. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, (Report GTB, 1372).

García Victoria, N., Stijger, I., De Ruijter, N. 2018.

Bladschade -witte strepen- in Alstroemeria: een onderzoek naar mogelijke oorzaken. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport WPR-769

García Victoria, N., Bac-Molenaar, J., 2019.

Slakken bestrijding Alstroemeria en Cymbidium. Wageningen UR Glastuinbouw, Powerpoint presentatie.

García Victoria, N., De Gelder, A., De Groot, M. 2021.

Energiezuinige kasklimaat in relatie tot bladstreepjes bij Alstroemeria. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Rapport WPR-993.

García Victoria, N., 2022.

Alstroemeria en haar lichtcriteria. Een onderzoek ter ondersteuning van de keuze van een geschikt spectrum van de LED-belichting. 2022. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport WPR-1083.

Hemming, S.; Dueck, T.; Janse, J.; van Noort, F.. 2008.

The effect of diffuse light on crops. *Acta Horticulturae*, 801 PART 2, 1293-1300, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.801.158>

Hetherington, A.; Woodward, F.. 2003 .

The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature* 424, 901-908, <https://doi.org/10.1038/nature01843>

Jiao, X. C.; Song, X. M.; Zhang, D. L.; Du, Q. J.; Li, J. M.. 2019.

Coordination between vapor pressure deficit and CO₂ on the regulation of photosynthesis and productivity in greenhouse tomato production. *Scientific Reports*, 9(1), 1-10, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45232-w>

Kempkes, F. L. K.; Stanghellini, C.; García Victoria, N.; Bruins, M.. 2012.

Effect of diffuse glass on climate and plant environment: First results from an experiment on roses. *Acta Horticulturae*, 952, 255-262, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.952.31>

- Kreij, C., Voogt, W., Van den Bos, A.L., Baas, R., 1997.
Voedingsoplossingen voor de teelt van Alstroemeria in gesloten teeltsystemen. Brochure VG 12, Proefstation Voor de Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk. ISSN. 1385-5158.
- Kubota, C.; Kroggel, M.; Both, A. J.; Burr, J. F.; Whalen, M.. 2016.
Does supplemental lighting make sense for my crop? empirical evaluations. *Acta Horticulturae*, 1134, 403–411, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1134.52>
- Labrie, C.; de Zwart, F.. 2010.
Het Nieuwe Telen Alstroemeria - energiezuinig teeltconcept snijbloemen met een lage warmtebehoefte. Rapport WUR Glastuinbouw, 1031, 1–80.
- Li, T.; Heuvelink, E.; Dueck, T. A.; Janse, J.; Gort, G.; Marcelis, L. F. M.
Enhancement of crop photosynthesis by diffuse light: quantifying the contributing factors, *Annals of Botany*, Volume 114, Issue 1, July 2014, Pages 145–156, <https://doi.org/10.1093/aob/mcu071>
- Leonardos, E.D., Tsujita, M.J. and Grodzinski, B., 1994.
Net carbon dioxide exchange rates and predicted growth patterns in Alstroemeria 'Jacqueline' at varying irradiances, carbon dioxide concentrations and air temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6):1265–1275.
- Leonardos, E.D., Tsujita, M.J. and Grodzinski, B., 1996.
The effect of source or sink temperature on photosynthesis and ¹⁴C-partitioning in and export from a source leave of Alstroemeria. *Physiologia Plantarum* 97:563-575.
- Marcelis, L. F. M.; Broekhuijsen, A. G. M.; Meinen, E.; Nijs, E. M. F. M.; Raaphorst, M. G. M.. 2006.
Quantification of the growth response to light quantity of greenhouse grown crops. *Acta Horticulturae*, 711, 97–103, <https://doi.org/10.17660/actahortic.2006.711.9>
- Marcelis, L. F. M.; Buwalda, F.; Dieleman, J. A.; Dueck, T. A.; Elings, A.; de Gelder, A.; de Visser, P. H. B.. 2014.
Innovations in crop production: A matter of physiology and technology. *Acta Horticulturae*, 1037, 39–46, 2014. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1037.1>
- Marcelis, L. F. M.; Maas, F. M.; Heuvelink, E.. 2002.
The latest developments in the lighting technologies in Dutch horticulture. *Acta Horticulturae*, 580, 35–42, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.580.3>
- Markvart, J.; Rosenqvist, E.; Aaslyng, J. M.; Ottosen, C. O.. 2010.
How is canopy photosynthesis and growth of chrysanthemums affected by diffuse and direct light? *European Journal of Horticultural Science*, 75(6), 253–258,
- Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit.
Meerjarenaafpraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020. Meerjarenaafpraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020, (19352), 1–6. Retrieved from <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brieven/2014/07/03/meerjarenaafpraak-energietransitie-glastuinbouw-2014-2020>
- Norman, J. M.; Welles, J. M.; McDermitt, D. K.. 1991.
Estimating canopy light-use and transpiration efficiencies from leaf measurements. *LICOR Application Note* 105, 18,
- Ramirez, T.; Kläring, H. P.; Körner, O.. 2019.
Does interruption of electricity supply for supplementary lighting affect the long-term carbon dioxide exchange of greenhouse tomato crops? *Biosystems Engineering*, 187, 69–80, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.08.008>
- Trouwborst, G.; Hogewoning, S.; Pot, S.. 2015.
Meer rendement uit licht en CO₂ bij alstroemeria. Bunnik: Plant Lighting B.V.
- Trouwborst, G.; Hogewoning, S.; van der Spek, R.. 2017.
Effect diffuus-coating op fotosynthese en klimaat bij Alstroemeria: een monitoringsproef, Retrieved from www.plantlighting.nl
- Vadiei, A.; Martin, V. 2014.
Energy management strategies for commercial greenhouses. *Applied Energy*, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.08.089>
- Van der Helm, F., Van Weel, P., Raaphorst, M., 2012.
Droge buitenlucht toevoeren in Alstroemeria. Praktijkproef naar de invloed van droge buitenlucht toevoeren op microklimaat en gewas bij Alstroemeria. Wageningen UR Greenhouse Horticulture. Rapport GTB-1180.
- Van der Helm, F., Labrie, C., Van Mourik, N., de Groot, M. en Voogt, W. 2013.
Bemesting Alstroemeria. Invloed van EC en K:Ca verhouding in de teelt van Alstroemeria op kokossubstraat. Wageningen UR Greenhouse Horticulture. Rapport GTB-1249.

Voogt, W., 2016.

Lysimeter icm verdampingsmodel hulpmiddel voor verminderde uitspoeling bij Alstroemeria. Onderdeel Glastuinbouw Waterproof. Presentatie voor LGC Alstroemeria. Wageningen UR Greenhouse Horticulture.

Weyers, D.; Johansen, L.. 1985.

Accurate estimation of stomatal aperture from silicone rubber impressions. *The New Phytologist*, 101(1), 109-115.

Zhang, D.; Du, Q.; Zhang, Z.; Jiao, X.; Song, X.; Li, J.. 2016.

Vapour pressure deficit control in relation to water transport and water productivity in greenhouse tomato production during summer. *Scientific Reports*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep43461>

Zhang, D.; Jiao, X.; Du, Q.; Song, X.; Li, J.. 2018.

Reducing the excessive evaporative demand improved photosynthesis capacity at low costs of irrigation via regulating water driving force and moderating plant water stress of two tomato cultivars. *Agricultural Water Management*, 199, 22-33,. doi:10.1016/j.agwat.2017.11.014

Zhang, D.; Zhang, Z.; Li, J.; Chang, Y.; Du, Q.; Pan, T.. 2015.

Regulation of vapour pressure deficit by greenhouse micro-fog systems improved growth and productivity of tomato via enhancing photosynthesis during summer season. *PLoS ONE*, 10(7), 1–11,. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133919>

Zwart, F.; Vanthoor, B.; Koreneef, S. 2019.

Tuinbouw zonder fossiele energie. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Rapport. WPR-853

Bijlage 1 Flori Consult Tabel (licht vs T)

De Flori Consult Group heeft als hulpmiddel voor het bepalen van de etmaaltemperatuur in de Teelt van Alstroemeria afhankelijk van de PAR som, de tabel hieronder vorm gegeven. Dit is in deze proef als leidraad gebruikt voor de sturing van de kastemperatuur in 2019 tot de zomer van 2020.

Etmaal Alstroemeria

PAR som per week	PAR som per dag	CO2 concentratie in de kas	400	500	600	700	800	900
30	4		15,0	15,2	15,4	15,5	15,5	15,5
40	6		15,6	15,8	16,0	16,1	16,1	16,1
50	7		16,2	16,4	16,5	16,6	16,7	16,7
60	9		16,8	17,0	17,1	17,2	17,3	17,3
70	10		17,4	17,6	17,7	17,8	17,9	17,9
80	11		18,0	18,1	18,2	18,2	18,3	18,3
90	13		18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,8
100	14		18,9	19,0	19,1	19,2	19,3	19,3
110	16		19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,7
120	17		19,8	19,9	20,0	20,1	20,2	20,2
130	19		20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,7
140	20		20,8	20,9	21,0	21,1	21,2	21,2
150	21		21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,6
160	23		21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	22,0
170	24		22,1	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5
180	26		22,6	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0
190	27		23,1	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5
200	29		23,6	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0

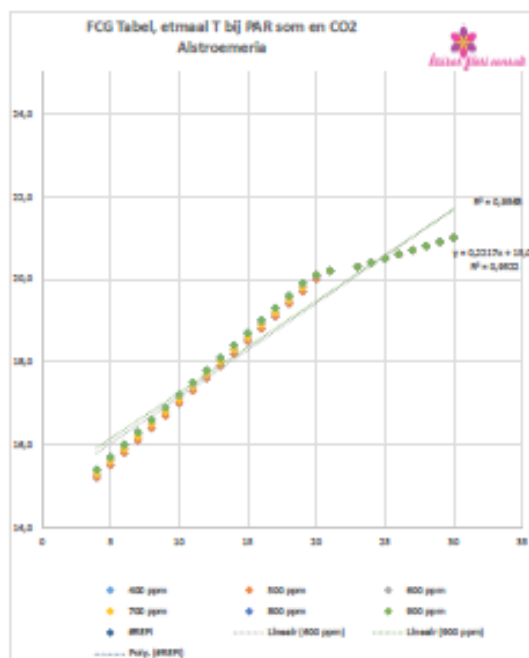


Omgezet naar een grafiek, geeft het de volgende lijn met vergelijking $y=0.34x+14.34$, waarbij y= etmaaltemperatuur en x= PAR som dag.

Gedurende de proef is uit de discussies met telers en de eerder genoemde literatuur (Leonardos, 1996), is de behoefte ontstaan om de lijn af te vlakken vanaf 20°C. Vanaf de zomer van 2020 is daarom met een nieuwe verhoudingstabel gewerkt, zie onder. Dit is de huidige praktijk.

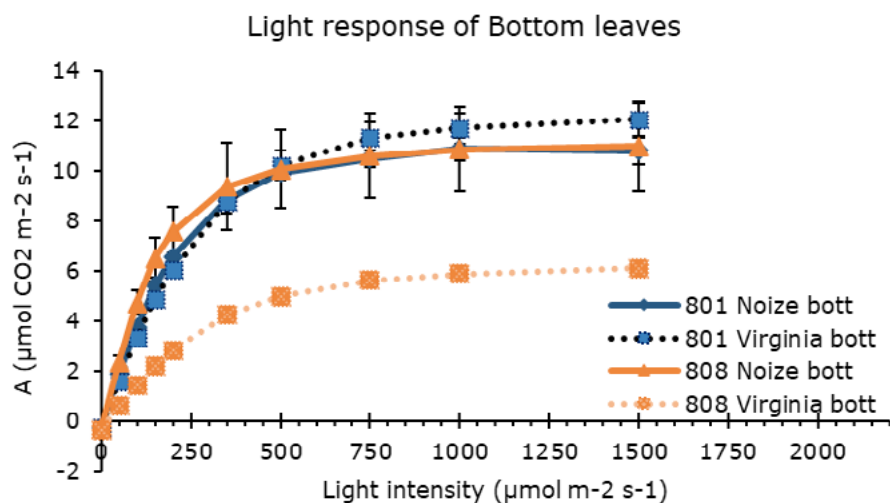
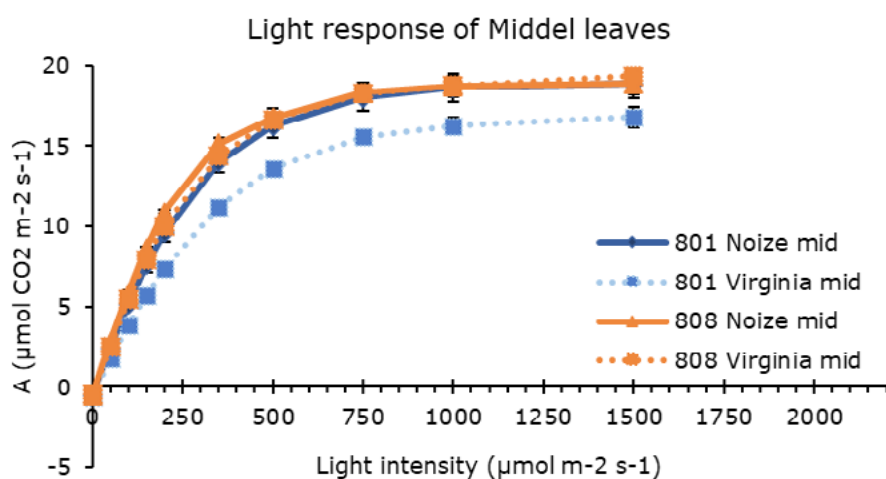
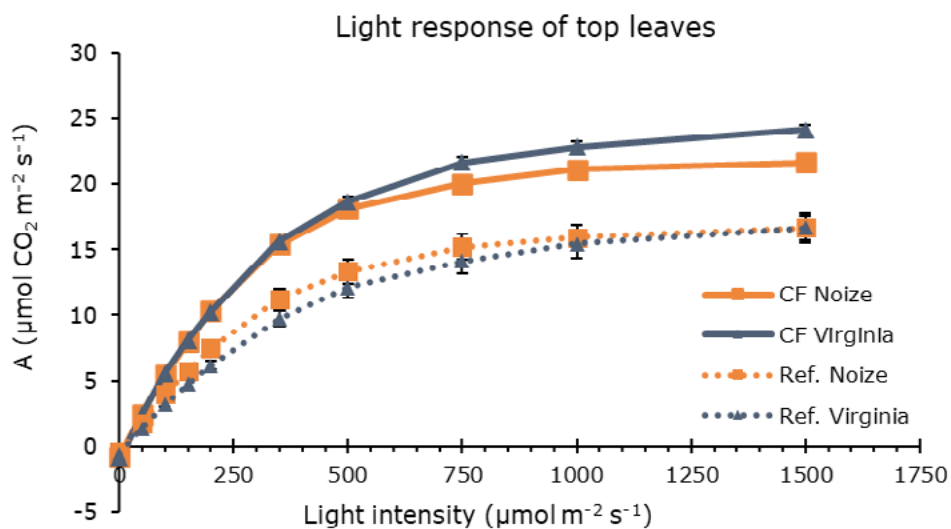
Alstroemeria tabel

PAR som dag	400 ppm	500 ppm	600 ppm	700 ppm	800 ppm	900 ppm
4	15,2	15,2	15,3	15,3	15,4	15,4
5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,7	15,7
6	15,8	15,8	15,9	15,9	16,0	16,0
7	16,1	16,1	16,2	16,2	16,3	16,3
8	16,4	16,4	16,5	16,5	16,6	16,6
9	16,7	16,7	16,8	16,8	16,9	16,9
10	17,0	17,0	17,1	17,1	17,2	17,2
11	17,3	17,3	17,4	17,4	17,5	17,5
12	17,6	17,6	17,7	17,7	17,8	17,8
13	17,9	17,9	18,0	18,0	18,1	18,1
14	18,2	18,2	18,3	18,3	18,4	18,4
15	18,5	18,5	18,6	18,6	18,7	18,7
16	18,8	18,8	18,9	18,9	19,0	19,0
17	19,1	19,1	19,2	19,2	19,3	19,3
18	19,4	19,4	19,5	19,5	19,6	19,6
19	19,7	19,7	19,8	19,8	19,9	19,9
20	20,0	20,0	20,1	20,1	20,1	20,1
21	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
23	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3
24	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
25	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
26	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
27	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
28	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8
29	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
30	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0

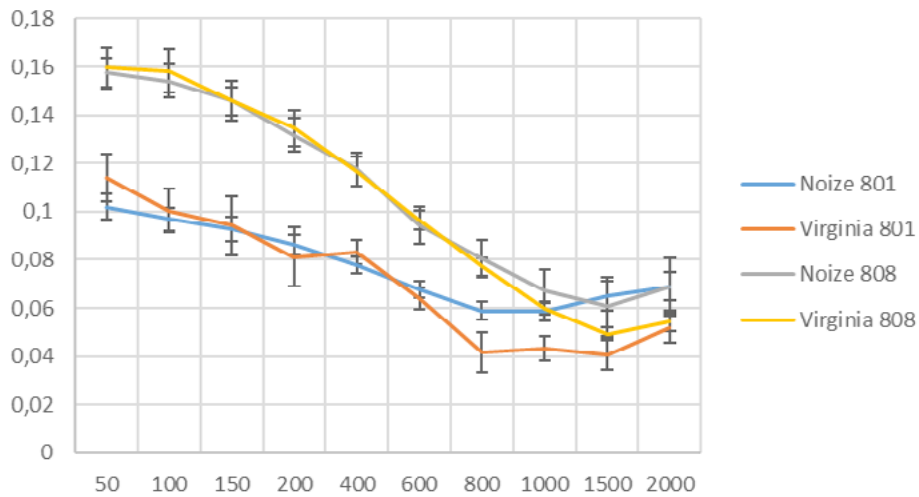


Bijlage 2 Fotosynthese zomer 2019

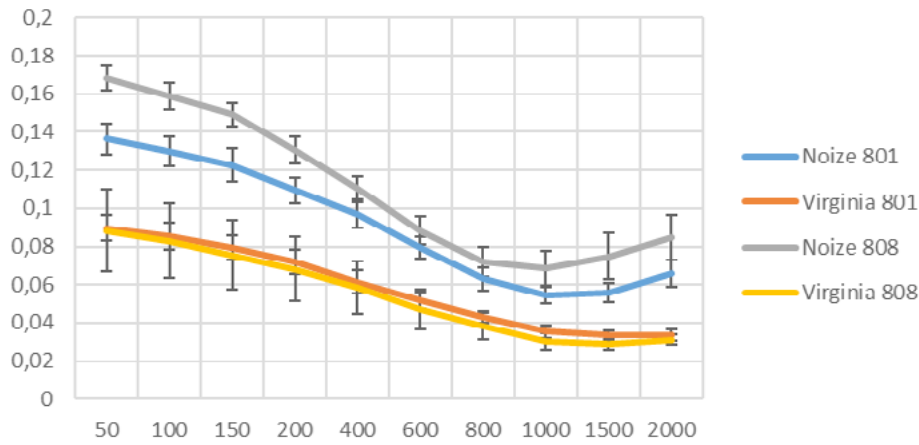
Licht response Noize en Virginia en huidmondjes geleidbaarheid (GSW) in beide afdelingen in drie gewaslagen



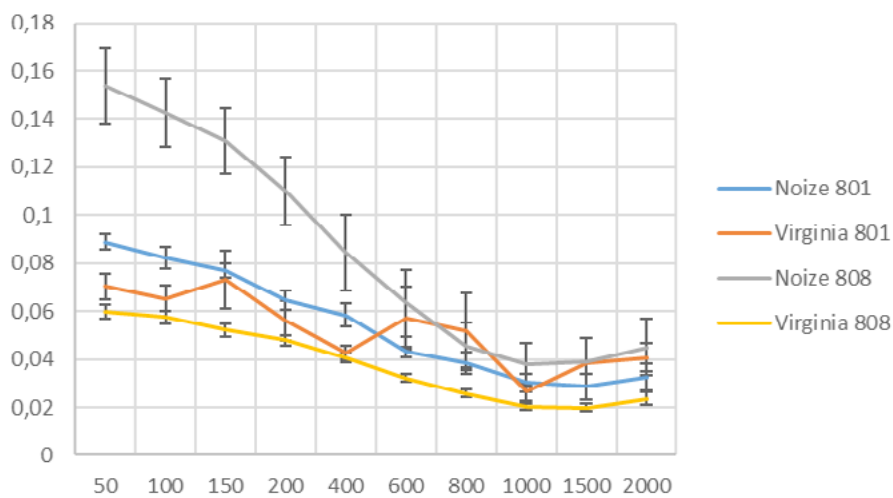
Top Leaves - Gsw x CO2



Middle Leaves - Gsw x CO2

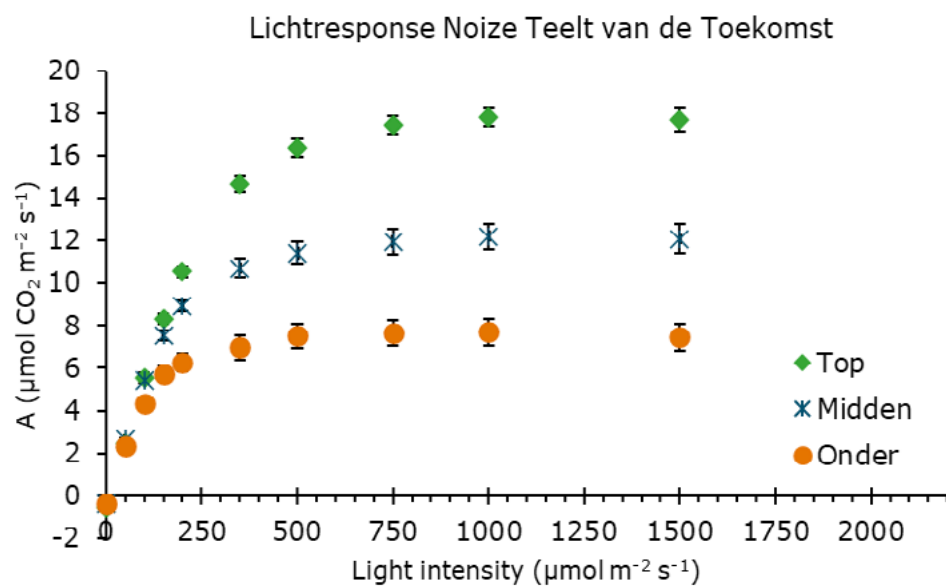
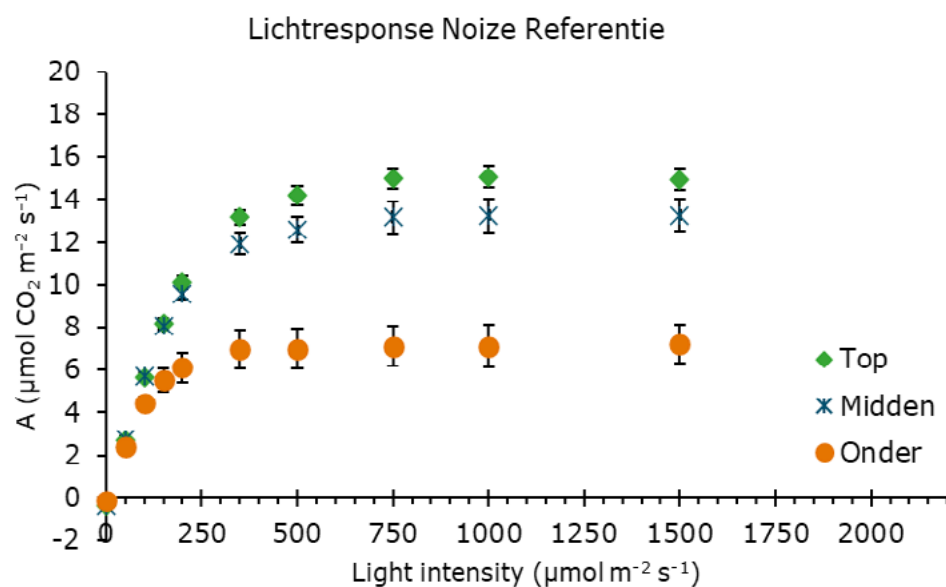


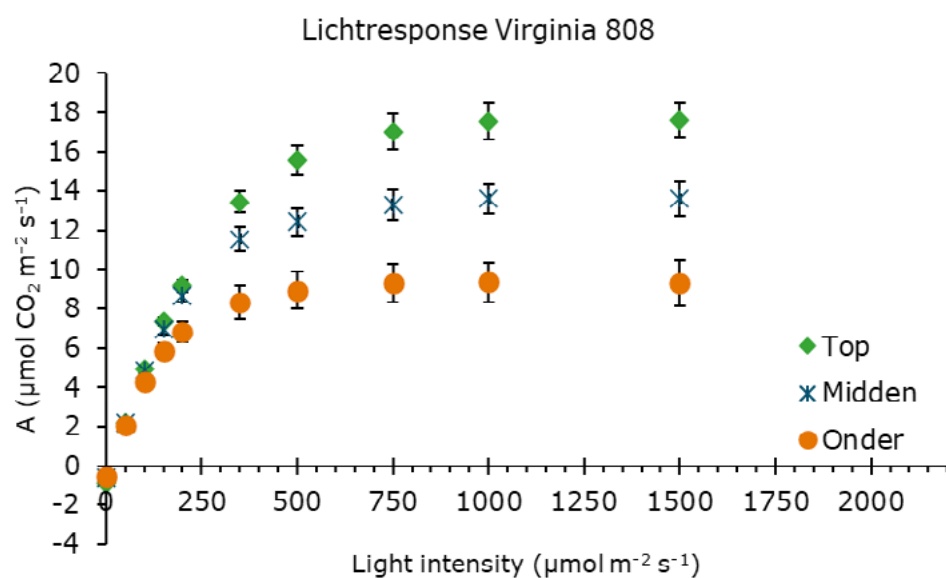
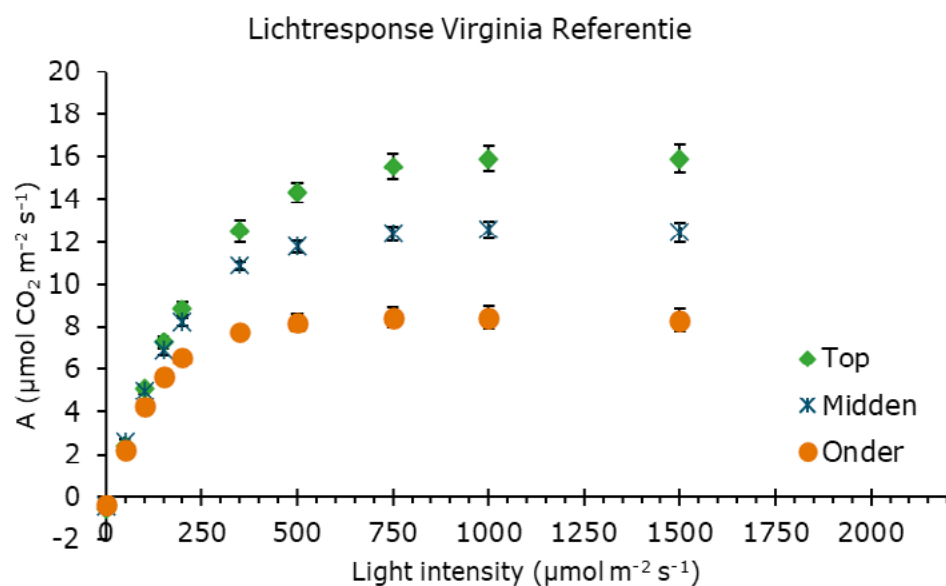
Bottom Leaves - Gsw x CO2



Bijlage 3 Fotosynthese november 2019

Licht response Noize in beide afdelingen in drie gewaslagen



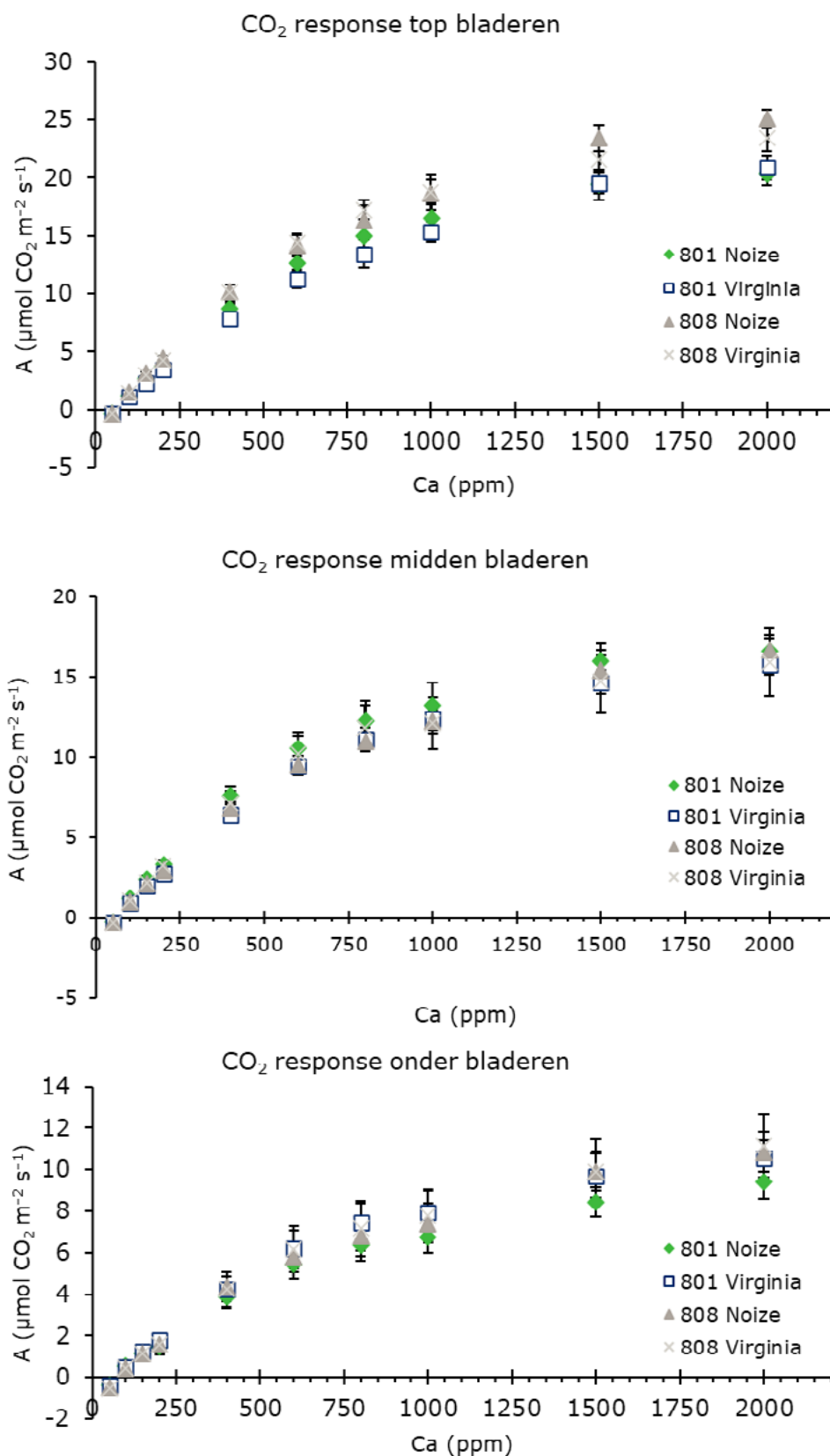


Noize en Virginia in Teelt van de Toekomst respectievelijk 4 en 3% hogere fotosynthese in de top bladeren dan in de Referentieteel bij 200 micromol. Vergelijkbaar bij lage lichtintensiteiten.

Noize en Virginia in Teelt van de Toekomst respectievelijk 6% lager en 1 % hogere fotosynthese in de midden bladeren dan in de Referentieteel bij 200 micromol. Vergelijkbaar bij lage lichtintensiteiten.

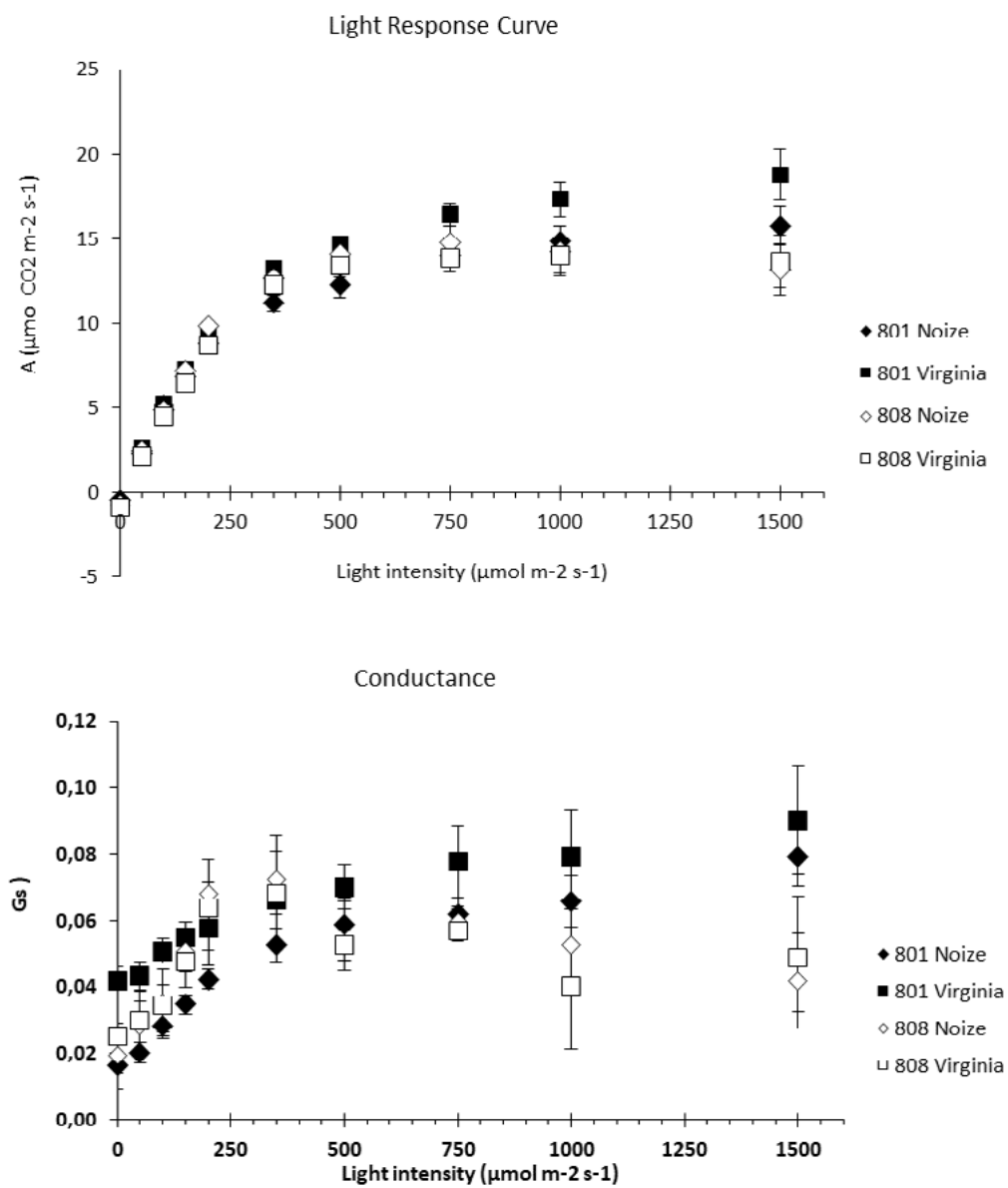
Noize en Virginia in Teelt van de Toekomst respectievelijk 2 en 5% hogere fotosynthese in de onder bladeren dan in de Referentieteel bij 200 micromol. Vergelijkbaar bij alle lichtintensiteiten. Ademhaling hoger bij Noize.

CO₂ response Noize en Virginia in beide afdelingen per gewaslaag: boven, midden en onderbladeren



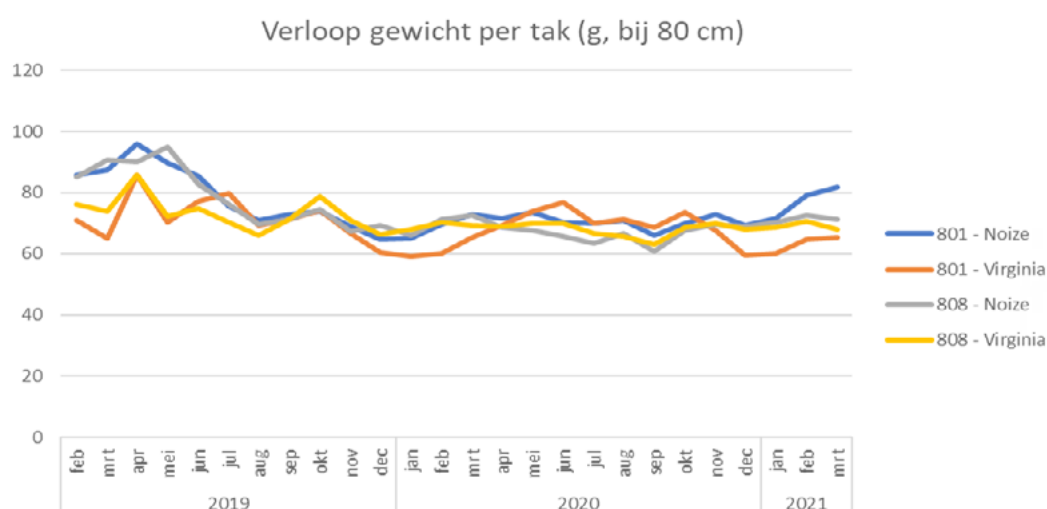
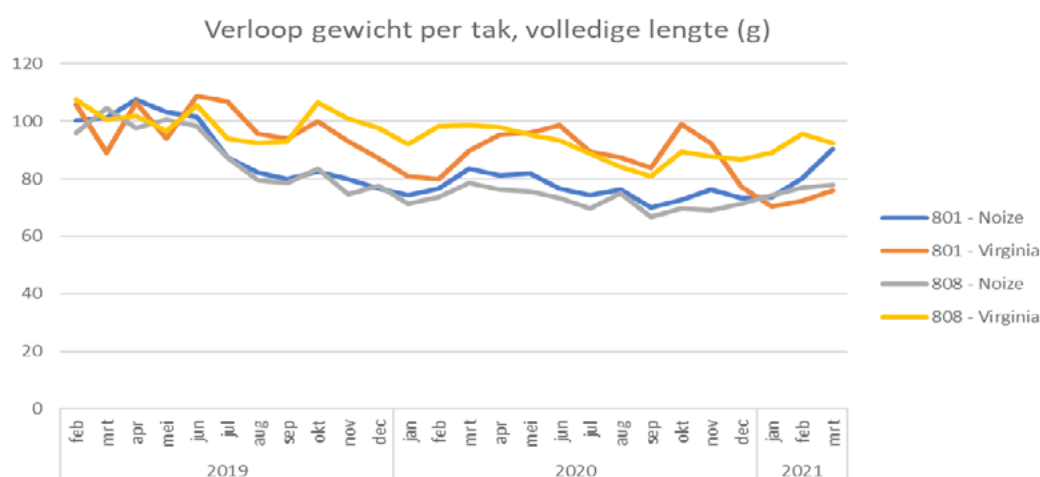
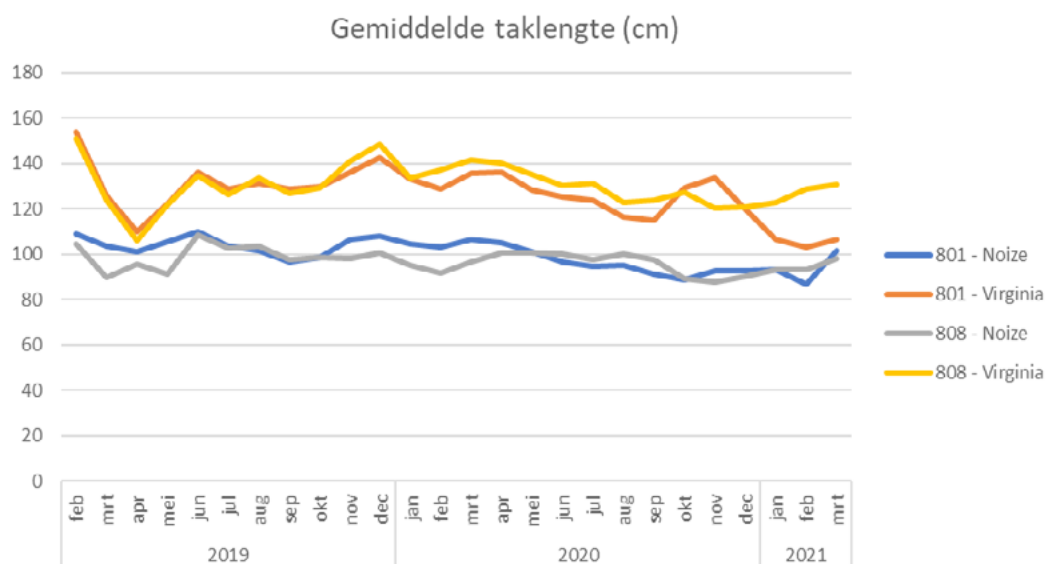
Top bladeren Noize en Virginia in Teelt van de Toekomst vergelijkbaar met top bladeren in de Referentieteeelt bij 600ppm; midden bladeren Noize en Virginia in Teelt van de Toekomst respectievelijk 10% lager en 8% hogere fotosynthese dan in de Referentieteeelt bij 600 ppm
Onder bladeren Noize en Virginia in Teelt van de Toekomst respectievelijk 7% hoger en 1% lagere fotosynthese dan in Referentieteeelt bij 600 ppm

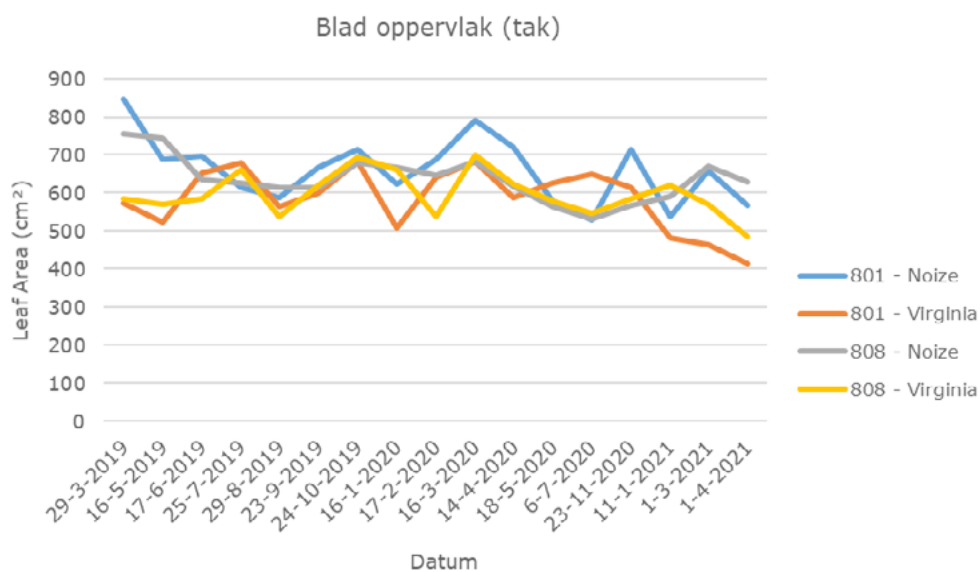
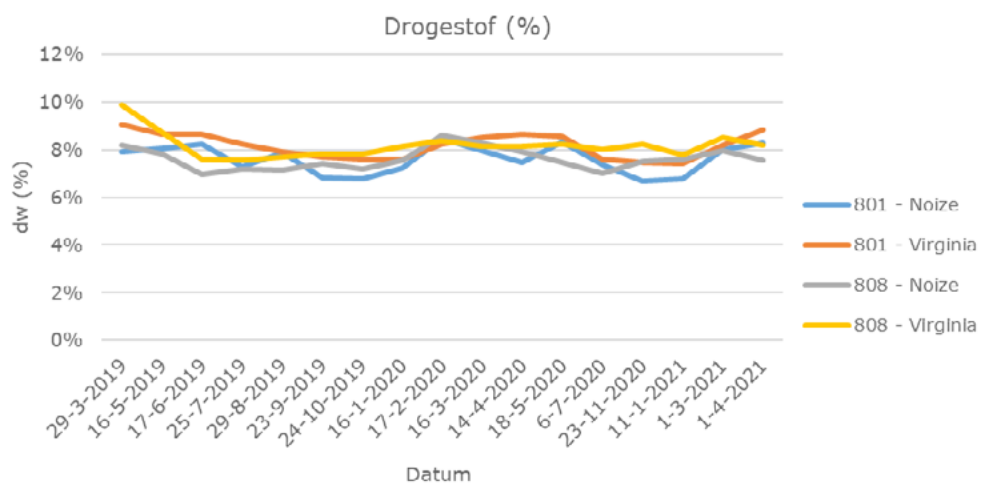
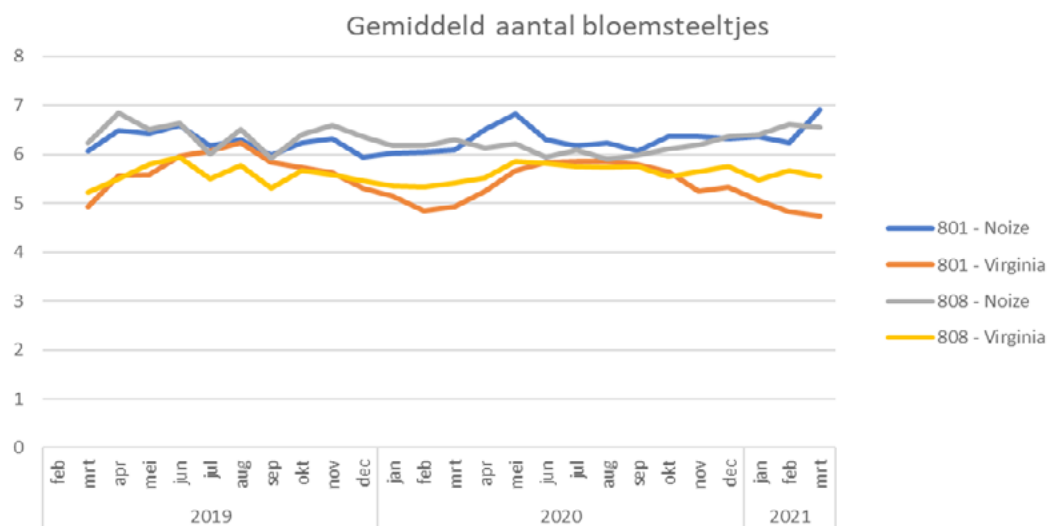
Bijlage 4 Fotosynthese maart 2021

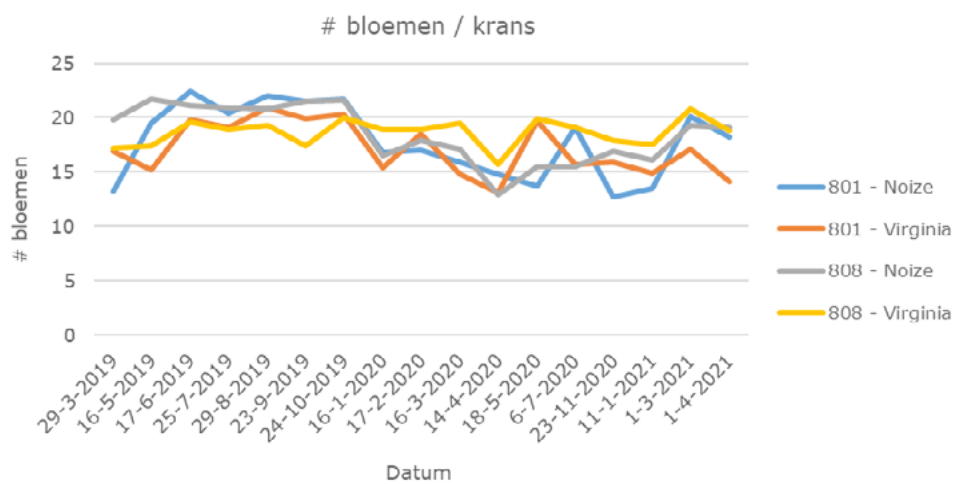
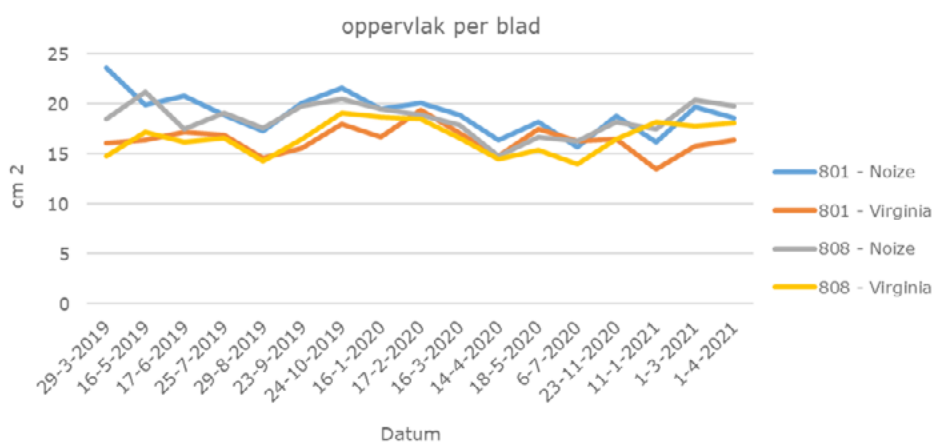
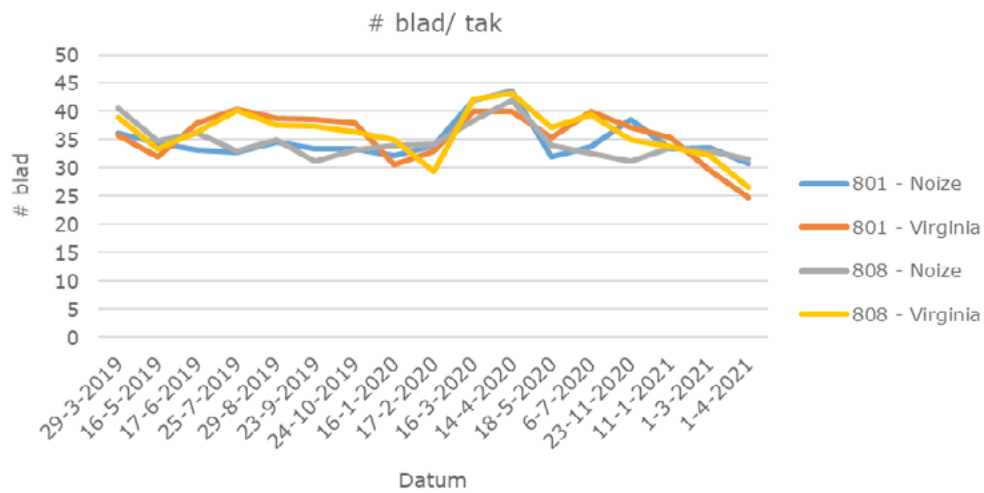


Bijlage 5 Verloop takkwaliteit in de tijd

De grafieken tonen het verloop in de tijd van de kwaliteitskenmerken van de geoogste bloemen. In de legende staat afdeling 801 voor de Referentieteel, en afdeling 808 voor de Teelt van de Toekomst.







Bijlage 6 Protocol fenolbepaling

(folin ciocalteu assay)

Vorbereidingen:

Natriumcarbonaat (7%):

3.5 g in 50 mL demiwater

Goed schudden, totdat er geen klontjes meer zijn

F-C 10x:

2,5 mL F-C met 22,5 mL demiwater

Bedek de buis waarin dit gemaakt wordt met aluminiumfolie.

IJklijn:

Stock: 0,05 g gallic acid in 50 mL 70% MeOH (extractie middel)

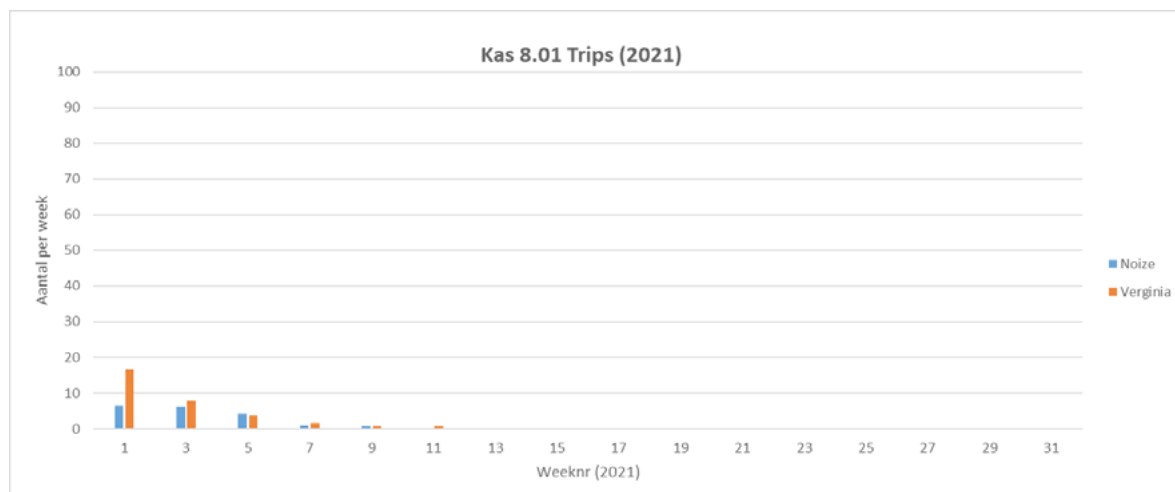
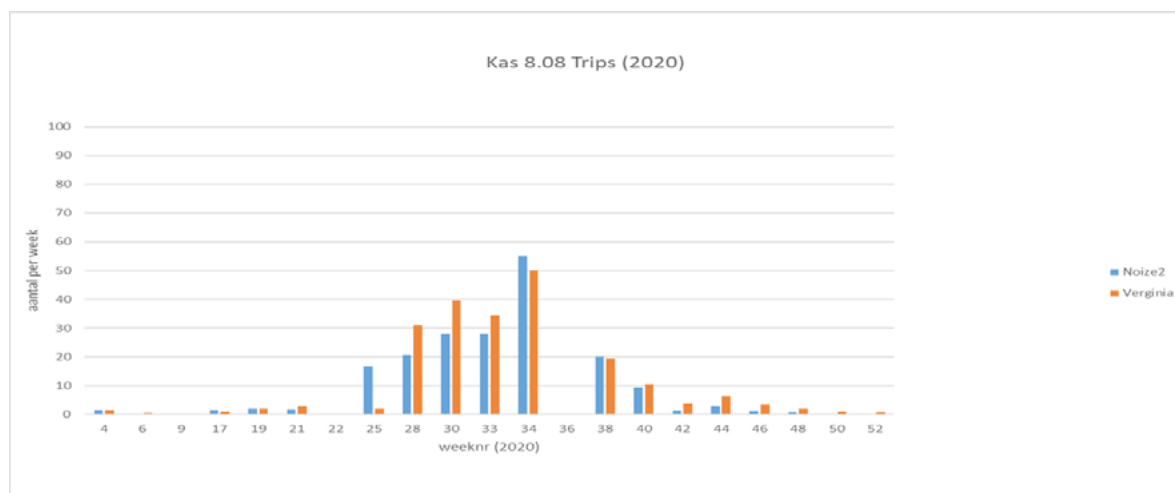
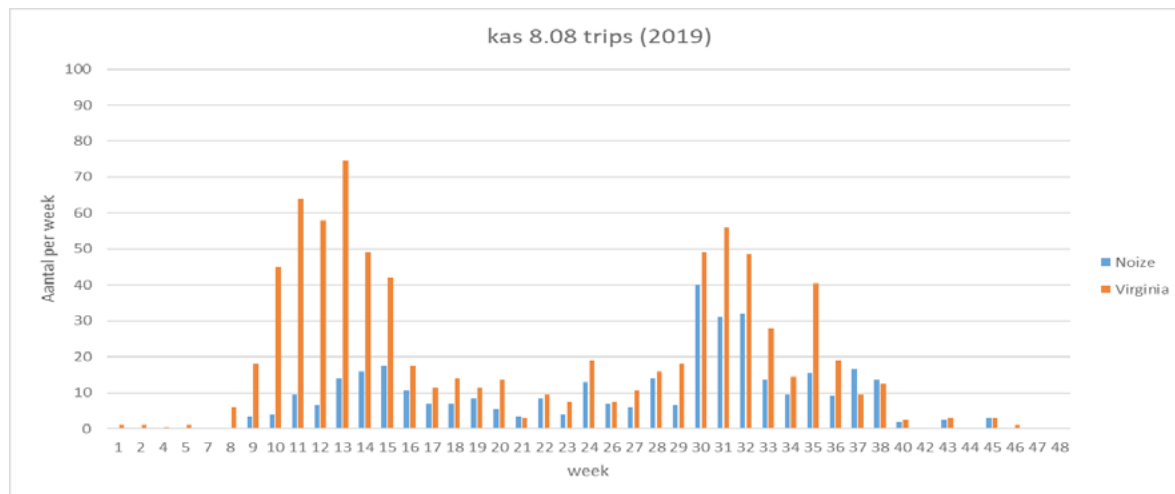
Concentratie (mg/mL)	Stock (µL)	MeOH (70%) (µL)
0.5	1000	1000
0.3	600	1400
0.25	500	1500
0.15	350	1650
0.10	100	1900
0.05	50	1950

Pipetteerschema:

- Pipetteer 40 µL van het monster/ijklijn/blanco in een 2 mL epje.
- Pipetteer 360 µL demiwater bij het monster.
- Pipetteer 800 µL 10x verdund F-C reagens erbij.
- Mix goed met behulp van een vortex en incubeer voor 5 minuten bij kamertemperatuur.
- Pipetteer 800 µL 7% natriumcarbonaat erbij.
- Mix goed met behulp van een vortex en incubeer voor 60 minuten in het donker bij kamertemperatuur.
- Meet de absorbantie bij een golflengte van 765 nm.

Bijlage 7 Verloop Trips op vangplaten per ras

De grafieken hieronder geven per jaar (2019, 2020, 2021) het verloop van de tripsdruk (tellingen van trips op de vangplaten) in de vangplaten in de buurt van de twee rassen (Noize, Virginia) apart (een kas). De druk was bijna de gehele proefduur hoger in de buurt van Virginia dan bij Noize.



Bijlage 8 Overzicht analyses (mmol/l)

Referentieteelt

Datum	gift l/ m ²	drain l/ m ²	gift K	drain K	Gift Ca	drain Ca	gift P	drain P	gift NH ₄	drain NH ₄	gift NO ₃	drain NO ₃
17-01-2019	2.67	0.80	6.1	2.9	5.9	6.3	7.3	8.3			17.0	12.9
14-02-2019	3.43	1.03	6.4	1.9	6.2	10.1	11.1	12.1	1.8	0.1	16.5	14.8
07-03-2019	3.81	1.14	6.2	2.4	6.7	9.9	10.9	11.9	1.8	0.1	15.7	15.0
22-03-2019	3.81	1.14	6.2	2.0	7.1	8.3	1.7	1.3	1.8	0.1	18.3	13.3
29-03-2019	4.96	1.49	5.9	2.4	6.7	9.9	10.9	11.9	1.8	0.1	18.2	17.6
05-04-2019	4.96	1.49	5.7	2.2	6.5	10.3	1.5	1.5	1.8	0.1	18.2	17.5
18-04-2019	6.86	2.06	5.7	1.9	6.6	8.7	1.5	1.3	1.8	0.1	14.7	12.7
22-05-2019	8.01	2.40	5.7	2.5	6.4	8.5	1.5	1.4	1.3	0.2	14.6	14.1
03-06-2019	8.39	3.44	6.2	2.8	6.6	9.1	1.5	1.6	1.4	0.2	17.5	17.3
21-06-2019	8.39	3.44	5.2	2.7	6.5	8.5	1.5	1.5	1.9	0.3	17.0	17.1
03-07-2019	8.77	3.60	5.1	3.2	6.1	9.3	1.3	1.6	1.7	0.4	16.1	19.6
11-07-2019	6.86	2.81	5.1	2.3	6.1	8.3	1.5	1.4	1.7	0.2	18.4	17.3
19-07-2019	6.86	2.81	5.7	2.7	6.3	8.3	1.4	1.4	1.4	0.3	18.0	17.8
26-07-2019	8.39	3.44	5.2	2.9	5.9	8.3	1.4	1.5	1.3	0.3	16.2	18.0
02-08-2019	6.10	2.50	5.1	3.1	5.8	8.2	1.3	1.5	1.4	0.3	15.9	17.9
09-08-2019	6.86	2.81	5.1	2.7	5.8	8.2	1.3	1.4	1.5	0.3	16.6	17.9
16-08-2019	5.72	2.35	5.2	2.8	5.8	7.8	1.3	1.3	1.3	0.3	16.1	17.2
23-08-2019	8.01	3.28	5.3	2.8	5.8	7.6	1.3	1.3	1.4	0.3	16.3	14.8
11-09-2019	6.10	2.50	5.2	2.7	5.9	7.6	1.3	1.3	1.4	0.2	15.7	15.8
20-09-2019	4.96	2.03	4.7	2.3	6.0	7.5	1.7	1.3	1.4	0.2	15.9	15.7
03-10-2019	4.58	1.46	6.0	2.7	6.8	7.4	1.6	1.0	1.1	0.3	18.6	16.1
17-10-2019	3.81	1.22	4.3	2.1	5.6	7.1	1.8	1.3	0.7	0.1	13.0	14.3
08-11-2019	3.05	0.98	4.8	0.8	7.6	6.2	1.2	0.7	0.3	0.1	19.1	11.4
15-11-2019	3.05	0.98	5.6	1.4	8.6	7.8	1.4	1.0	0.2	0.1	19.3	13.4
22-11-2019	3.05	0.98	5.4	1.7	8.4	8.1	1.2	0.9	0.1	0.1	20.0	15.9
03-12-2019	3.43	1.54	6.3	1.9	8.7	8.6	1.3	1.0	0.2	0.1	22.3	18.8
13-12-2019	3.43	1.54	6.4	2.5	8.6	9.0	1.5	1.2	0.1	0.0	20.9	17.6
30-12-2019	3.43	1.54	9.4	6.4	7.5	12.1	1.8	2.0	0.1	0.1	21.3	26.6
10-01-2020	3.43	1.54	9.5	5.7	7.7	8.3	1.8	1.6	0.1	0.1	20.6	18.2
17-01-2020	3.05	1.37	9.4	5.8	7.9	8.2	1.9	1.7	0.1	0.1	20.7	18.3
07-02-2020	3.81	1.72	10.9	6.3	7.5	8.2	2.1	1.7	0.5	0.1	21.4	18.7
14-02-2020	3.81	1.72	10.5	6.9	6.5	7.8	2.2	2.0	0.7	0.1	21.5	20.0
16-03-2020	3.81	1.72	9.9	7.0	7.0	7.7	2.2	2.2	0.8	0.1	20.8	19.0
23-03-2020	3.81	1.72	9.8	6.8	6.8	8.0	2.2	2.3	0.8	0.1	20.8	18.7
30-03-2020	4.19	1.89	10.0	7.0	7.0	8.6	2.2	2.4	0.9	0.1	21.9	20.6

Datum	gift l/ m ²	drain l/ m ²	gift K	drain K	Gift Ca	drain Ca	gift P	drain P	gift NH ₄	drain NH ₄	gift NO ₃	drain NO ₃
06-04-2020	6.10	2.75	9.9	6.9	7.1	8.5	2.3	2.4	0.8	0.1	21.2	18.9
14-04-2020	5.72	2.57	10.3	8.0	7.6	8.9	2.3	2.5	0.9	0.1	22.0	21.6
20-04-2020	6.48	2.92	10.0	7.9	7.1	9.2	2.3	2.5	0.8	0.1	21.3	21.5
28-04-2020	4.96	2.23	10.4	8.5	7.3	8.9	2.4	2.5	0.8	0.1	22.2	23.6
04-05-2020	4.96	2.23	10.2	8.4	6.9	8.5	9.5	10.5	0.6	0.1	23.6	23.6
11-05-2020	4.58	2.06	10.1	7.9	7.3	8.9	2.3	2.4	0.6	0.1	23.6	23.6
18-05-2020	4.58	2.06	9.9	8.5	7.2	8.9	2.2	2.4	0.8	0.1	20.8	22.1
26-05-2020	4.58	2.06	10.1	8.2	7.3	9.1	2.3	2.4	1.1	0.1	21.7	22.3
08-06-2020	2.29	1.03	10.3	9.1	7.1	10.6	2.3	2.7	0.2	0.1	18.6	23.6
21-06-2020	6.86	3.09	12.0	9.1	8.0	9.3	2.6	2.5	0.1	0.1	22.2	22.7
29-06-2020	4.58	2.06	10.7	5.7	7.9	12.8	2.4	2.3	0.1	0.1	20.2	23.2
13-07-2020	6.86	3.09	9.4	7.8	6.8	9.1	2.2	2.4	0.1	0.1	18.1	17.6
17-07-2020	5.72	2.57	9.4	8.3	7.1	8.5	2.2	2.5	0.1	0.1	16.7	17.5
24-07-2020	3.43	1.54	9.0	8.3	6.6	8.6	0.1	0.1	0.1	0.1	16.3	18.0
27-07-2020	3.43	1.54	9.0	8.3	6.6	8.6	2.1	2.5	0.1	0.1	16.3	18.0
31-07-2020	6.48	2.92	9.5	9.0	6.7	8.3	2.2	2.5	0.1	0.1	17.0	18.8
14-08-2020	5.72	2.57	8.8	8.6	6.6	9.6	2.1	2.6	0.1	0.1	16.9	20.3
21-08-2020	5.72	2.57	8.9	9.2	6.7	8.8	2.1	2.5	0.3	0.2	18.7	20.2
01-09-2020	3.81	1.72	8.5	8.1	6.4	8.0	2.2	2.3	0.1	0.1	16.3	17.8
08-09-2020	4.58	2.29	9.0	8.1	6.9	8.7	2.2	2.3	0.1	0.1	17.4	18.4
22-09-2020	3.05	1.53	8.4	7.3	6.2	7.2	2.0	2.1	0.1	0.1	16.0	16.2
06-10-2020	2.67	1.33	9.7	7.7	7.2	9.0	2.3	2.3	0.1	0.1	19.2	17.7
14-10-2020	2.67	1.33	10.4	8.6	7.7	8.9	2.4	2.4	0.1	0.1	20.4	18.6
21-10-2020	2.67	1.33	10.4	7.7	7.5	8.4	2.4	2.2	0.1	0.1	21.0	17.3
28-10-2020	1.91	0.95	9.7	8.1	7.1	7.9	2.3	2.2	0.1	0.1	18.1	18.6
04-11-2020	3.05	1.53	10.0	7.9	7.1	7.5	2.3	2.1	0.1	0.1	18.1	17.7
25-11-2020	2.67	1.33	9.3	9.4	6.1	8.8	2.1	2.5	1.5	0.1	19.7	22.8
02-12-2020	2.67	1.33	9.3	8.9	6.3	8.6	2.1	2.3	1.8	0.1	21.4	21.8
09-12-2020	2.67	1.33	9.0	8.6	6.1	9.5	1.7	2.2	1.8	0.1	18.8	22.1
17-12-2020	2.67	1.34	9.2	9.3	5.9	9.1	1.7	2.4	2.0	0.1	19.9	23.5
23-12-2020	1.91	0.95	8.4	8.4	5.6	7.4	1.5	1.9	1.8	0.1	18.5	20.0
06-01-2021	2.67	1.33	8.5	8.9	5.8	8.8	1.6	2.1	2.1	0.1	19.3	22.8
13-01-2021	2.67	1.33	8.2	9.8	5.4	9.3	1.5	2.2	1.9	0.1	17.3	25.6
27-01-2021	2.67	1.33	8.2	8.0	5.7	8.8	1.5	1.8	1.9	0.2	18.1	22.4
10-02-2021	2.67	1.33	9.1	6.0	5.8	9.2	1.6	1.6	1.8	0.1	18.1	21.1
24-02-2021	3.81	1.91	9.8	6.6	6.2	10.1	2.3	1.8	2.0	0.1	22.1	22.9
04-03-2021	4.58	2.29	9.2	5.9	5.8	9.7	2.3	1.9	1.8	0.1	19.6	22.2
01-04-2021	5.08	1.91	4.1	2.2	3.9	6.2	7.2	8.2	1.8	0.1	19.6	22.2

Teelt van de Toekomst

Datum	gift l/ m ²	drain l/ m ²	gift K	drain K	Gift Ca	drain Ca	gift P	drain P	gift NH ₄	drain NH ₄	gift NO ₃	drain NO ₃
17-01-2019	2.43	0.73	6.1	2.9	5.9	6.3	1.4	1.2	1.6	0.1	15.7	12.9
06-03-2019	4.16	1.25	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5
07-03-2019	4.16	1.25	5.6	0.5	7.9	12.1	1.5	1.2	1.0	0.1	15.2	7.0
08-03-2019	4.16	1.25	5.9	2.4	6.7	9.6	1.5	1.2	1.0	0.1	15.2	7.0
22-03-2019	4.51	1.35	5.9	2.4	6.7	9.6	0.6	0.5	3.0	0.1	15.9	5.2
23-03-2019	4.51	1.35	8.7	1.0	5.6	11.2	0.6	0.5	3.0	0.1	15.9	5.2
24-03-2019	4.51	1.35	11.1	1.6	3.9	10.3	0.6	0.2	0.6	0.1	20.8	5.8
29-03-2019	5.20	1.56	11.1	1.6	3.9	10.3	0.6	0.2	0.6	0.1	20.8	5.8
30-03-2019	5.20	1.56	11.0	3.2	3.4	7.9	0.6	0.2	0.6	0.1	20.8	5.8
05-04-2019	6.24	1.87	11.0	3.2	3.4	7.9	0.6	0.1	0.8	0.1	21.8	14.5
06-04-2019	6.24	1.87	9.1	2.6	2.9	3.2	0.6	0.1	0.8	0.1	21.8	14.5
18-04-2019	6.24	1.87	9.1	2.6	2.9	3.2	0.5	0.1	0.3	0.1	14.1	7.7
19-04-2019	6.59	1.98	7.3	2.9	9.0	6.8	0.5	0.1	0.3	0.1	14.1	7.7
22-05-2019	7.28	2.18	7.3	2.9	9.0	6.8	1.8	1.6	1.4	0.1	19.5	18.9
23-05-2019	7.63	2.29	6.1	3.1	7.4	9.8	1.8	1.6	1.4	0.1	19.5	18.9
04-06-2019	5.55	2.27	5.2	2.6	6.6	8.1	1.8	1.6	1.4	0.1	19.5	18.9
21-06-2019	7.97	3.27	5.2	2.6	6.6	8.1	1.5	1.5	1.8	0.1	17.6	17.1
22-06-2019	8.32	3.41	5.7	3.0	6.8	10.0	1.5	1.5	1.8	0.1	17.6	17.1
04-07-2019	8.32	3.41	5.7	2.4	6.8	9.5	1.5	1.5	1.9	0.2	20.5	17.9
11-07-2019	6.59	2.70	5.7	2.4	6.8	9.5	1.5	1.5	1.4	0.1	17.2	22.0
12-07-2019	6.59	2.70	5.5	2.2	6.7	9.1	1.5	1.5	1.4	0.1	17.2	22.0
19-07-2019	6.24	2.56	5.5	2.2	6.7	9.1	1.6	1.4	1.4	0.1	17.3	17.7
20-07-2019	5.89	2.42	5.1	2.2	6.2	9.5	1.6	1.4	1.4	0.1	17.3	17.7
26-07-2019	7.63	3.13	5.1	2.2	6.2	9.5	1.6	1.8	1.4	0.1	15.6	17.8
27-07-2019	7.63	3.13	5.1	0.0	6.4	8.9	1.6	1.8	1.4	0.1	15.6	17.8
02-08-2019	6.24	2.56	5.1	0.0	6.4	8.9	1.6	0.1	1.5	0.2	15.7	0.8
03-08-2019	5.55	2.27	5.1	2.1	6.3	8.9	1.6	0.1	1.5	0.2	15.7	0.8
09-08-2019	6.59	2.70	5.1	2.1	6.3	8.9	1.6	1.5	1.6	0.1	16.3	17.1
10-08-2019	5.89	2.42	5.2	2.1	6.4	8.8	1.6	1.5	1.6	0.1	16.3	17.1
16-08-2019	5.55	2.27	5.2	2.1	6.4	8.8	1.4	1.5	1.4	0.2	16.1	16.9
17-08-2019	5.55	2.27	5.1	2.0	6.1	8.5	1.4	1.5	1.4	0.2	16.1	16.9
23-08-2019	6.93	2.84	5.1	2.0	6.1	8.5	1.5	1.6	1.5	0.2	16.0	14.1
24-08-2019	7.28	2.98	5.1	2.2	6.3	8.0	1.5	1.6	1.5	0.2	16.0	14.1
11-09-2019	5.55	2.27	5.1	2.2	6.3	8.0	1.5	1.5	1.5	0.1	15.8	14.7
12-09-2019	5.55	2.27	4.5	1.7	6.2	7.9	1.5	1.5	1.5	0.1	15.8	14.7
20-09-2019	4.51	1.85	4.5	1.7	6.2	7.9	1.7	1.5	1.5	0.1	16.0	14.1
21-09-2019	4.85	1.99	5.5	1.2	7.0	7.5	1.7	1.5	1.5	0.1	16.0	14.1

Datum	gift l/ m ²	drain l/ m ²	gift K	drain K	Gift Ca	drain Ca	gift P	drain P	gift NH ₄	drain NH ₄	gift NO ₃	drain NO ₃
03-10-2019	4.51	1.44	5.5	1.2	7.0	7.5	1.7	1.3	1.0	0.1	16.9	12.8
04-10-2019	4.16	1.33	5.8	1.3	7.1	7.4	1.7	1.3	1.0	0.1	16.9	12.8
17-10-2019	3.81	1.22	5.8	1.3	7.1	7.4	1.8	1.3	0.5	0.1	16.9	16.7
18-10-2019	3.81	1.22	5.1	0.8	8.1	7.4	1.8	1.3	0.5	0.1	16.9	16.7
08-11-2019	2.8	0.9	5.1	0.8	8.1	7.4	1.4	1.2	0.6	0.1	20.1	10.0
09-11-2019	2.8	0.9	5.3	0.7	8.4	7.6	1.4	1.2	0.6	0.1	20.1	10.0
15-11-2019	3.1	1.0	5.3	0.7	8.4	7.6	1.3	0.9	0.7	0.1	18.9	10.2
16-11-2019	3.5	1.1	5.2	0.6	8.3	7.8	1.3	0.9	0.7	0.1	18.9	10.2
22-11-2019	3.8	1.2	5.2	0.6	8.3	7.8	1.2	0.6	0.6	0.1	19.8	11.8
23-11-2019	3.8	1.2	6.9	0.9	8.8	8.4	1.2	0.6	0.6	0.1	19.8	11.8
03-12-2019	4.5	2.0	6.9	0.9	8.8	8.4	1.8	0.9	0.1	0.1	24.1	15.6
04-12-2019	4.5	2.0	6.7	1.3	8.3	8.9	1.8	0.9	0.1	0.1	24.1	15.6
13-12-2019	4.2	1.9	6.7	1.3	8.3	8.9	1.7	1.4	0.1	0.1	21.3	15.2
14-12-2019	4.2	1.9	9.4	4.0	7.6	13.8	1.7	1.4	0.1	0.1	21.3	15.2
30-12-2019	4.2	1.9	9.4	4.0	7.6	13.8	1.9	2.1	0.1	0.1	22.6	25.7
31-12-2019	4.2	1.9	9.3	3.2	7.5	8.3	1.9	2.1	0.1	0.1	22.6	25.7
11-01-2020	4.2	1.9	9.3	3.2	7.5	8.3	1.9	1.4	0.1	0.1	21.1	15.3
17-01-2020	3.8	1.7	9.3	3.2	7.5	8.3	1.9	1.5	0.1	0.1	22.0	16.9
18-01-2020	4.2	1.9	10.5	3.5	6.8	8.2	1.9	1.5	0.1	0.1	22.0	16.9
07-02-2020	4.2	1.9	10.5	3.5	6.8	8.2	2.1	1.4	0.8	0.1	21.7	16.1
08-02-2020	4.2	1.9	11.0	3.9	6.8	8.1	2.1	1.4	0.8	0.1	21.7	16.1
14-02-2020	3.8	1.7	11.0	3.9	6.8	8.1	2.3	1.6	0.7	0.1	22.8	16.5
15-02-2020	4.2	1.9	11.2	4.9	6.5	7.6	2.3	1.6	0.7	0.1	22.8	16.5
02-03-2020	3.4	1.7	11.2	4.9	6.5	7.6	2.2	1.6	0.6	0.1	22.3	16.8
03-03-2020	3.3	1.6	9.7	4.3	7.3	8.2	2.2	1.6	0.6	0.1	22.3	16.8
16-03-2020	4.5	2.3	9.7	4.3	7.3	8.2	2.2	1.9	0.7	0.1	20.8	16.5
23-03-2020	4.2	2.1	9.9	4.2	7.1	8.8	2.3	1.9	0.6	0.1	22.0	10.9
30-03-2020	5.2	2.6	4.8	2.9	6.1	5.7	2.4	1.2	0.9	0.1	22.0	10.9
06-04-2020	8.3	4.2	5.4	4.3	9.0	9.2	1.9	2.0	0.1	0.1	22.6	17.0
14-04-2020	6.6	3.3	6.1	3.4	9.9	10.0	2.5	1.9	0.5	0.1	22.6	17.0
20-04-2020	7.6	3.8	9.5	4.5	10.2	11.7	3.3	2.3	1.1	0.1	29.3	24.7
28-04-2020	5.2	2.6	10.0	5.4	10.7	12.8	3.3	2.7	1.0	0.1	29.3	24.7
04-05-2020	5.9	2.9	9.0	6.3	11.9	12.6	3.0	2.5	0.2	0.1	30.8	29.3
11-05-2020	5.2	2.6	9.4	7.2	11.9	13.4	2.8	3.0	0.1	0.1	28.8	27.8
18-05-2020	6.9	3.5	8.5	6.9	12.0	13.6	2.7	2.8	0.2	0.1	24.3	26.7
26-05-2020	5.9	2.9	7.5	6.1	10.4	12.8	2.3	2.5	0.7	0.1	21.2	24.8
08-06-2020	3.5	1.7	7.2	6.5	10.4	12.7	2.4	2.5	0.1	0.1	23.9	21.0
22-06-2020	10.4	5.2	6.4	4.8	10.0	12.7	2.4	2.1	0.8	0.1	21.4	23.0
29-06-2020	4.5	2.3	9.8	8.8	9.1	10.9	2.2	2.6	1.0	0.1	17.9	23.6

Datum	gift l/ m ²	drain l/ m ²	gift K	drain K	Gift Ca	drain Ca	gift P	drain P	gift NH ₄	drain NH ₄	gift NO ₃	drain NO ₃
13-07-2020	8.3	4.2	8.2	5.6	13.7	13.7	2.2	2.2	1.2	0.1	17.4	21.9
27-07-2020	4.2	2.1	8.0	5.1	11.3	11.3	2.1	2.0	0.9	0.1	17.3	18.8
31-07-2020	8.0	4.0	7.9	5.3	11.1	11.1	2.1	1.9	1.2	0.1	18.3	20.9
14-08-2020	6.2	3.1	7.8	5.7	12.1	12.1	2.1	2.2	0.6	0.1	17.4	21.2
21-08-2020	6.2	3.1	8.1	6.0	11.8	11.8	2.1	2.2	0.8	0.2	18.5	23.4
01-09-2020	3.8	1.9	9.4	5.6	5.2	11.3	2.1	2.1	0.9	0.1	17.3	20.6
15-09-2020	3.5	1.7	7.2	5.2	8.4	11.5	2.0	2.0	0.4	0.1	19.6	18.4
22-09-2020	3.5	1.7	6.9	4.9	7.9	11.1	1.9	1.7	0.4	0.1	17.8	18.4
06-10-2020	2.8	1.4	7.8	3.4	8.8	10.1	2.0	1.6	0.2	0.1	17.2	15.2
14-10-2020	3.1	1.6	7.8	2.8	8.8	10.1	1.7	1.9	0.2	0.1	17.2	12.8
21-10-2020	3.1	1.6	6.9	2.2	9.0	9.4	1.9	1.4	0.4	0.1	15.0	11.7
28-10-2020	3.1	1.6	5.6	1.9	7.0	9.0	1.5	1.3	0.4	0.1	15.0	10.5
04-11-2020	3.1	1.6	6.5	1.6	7.5	9.3	1.7	1.2	0.6	0.1	14.3	9.4
25-11-2020	3.8	1.9	9.8	2.9	7.3	8.7	2.1	1.4	1.2	0.1	17.0	10.3
02-12-2020	3.8	1.9	9.3	3.5	6.7	8.6	2.0	1.4	1.2	0.1	16.4	11.1
17-12-2020	3.8	1.9	12.7	4.1	7.7	8.6	2.3	1.5	3.3	0.1	19.9	11.5
23-12-2020	3.8	1.9	10.0	5.1	7.9	8.9	2.0	1.6	2.0	0.1	16.9	13.1
06-01-2021	3.8	1.9	10.1	5.6	8.2	8.5	2.1	1.7	2.0	0.1	18.0	14.6
13-01-2021	3.8	1.9	10.8	5.7	7.9	9.0	2.1	1.7	2.4	0.1	18.6	13.7
27-01-2021	4.9	1.9	8.6	6.2	9.2	11.0	1.9	1.9	1.0	0.1	16.6	14.4
10-02-2021	3.8	1.9	8.3	4.3	9.8	11.1	2.0	1.7	1.2	0.1	16.5	13.6
19-02-2021	3.1	1.6	8.1	4.5	10.3	11.8	1.9	1.7	1.5	0.1	16.6	13.5
24-02-2021	3.1	2.3	7.1	3.9	10.3	12.2	2.4	1.6	1.4	0.1	18.9	12.8
04-03-2021	3.8	1.9	6.5	3.3	10.7	12.7	2.4	1.8	1.1	0.1	17.6	12.4
17-03-2021	4.5	2.3	4.2	2.2	12.7	12.7	2.4	1.9	0.5	0.1	17.5	14.2
24-03-2021	3.8	1.9	4.7	1.7	9.7	13.1	2.4	2.0	1.0	0.1	16.9	14.7
01-04-2021	4.5	2.3	4.7	1.7	9.7	13.1	2.4	2.0	1.0	0.1	16.9	14.7

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



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

Rapport WPR-1082

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.