



Perfekte Chrysant met LED en verrood Teelt 20-23

Energiezuinige demonstratieteelten bij Delphy Improvement Centre

Marcel Raaphorst¹, Arie de Gelder¹, Lisanne Helmus-Schuddebeurs², Jan Bos² en Paul de Veld³

Rapport WPR-1202

1. Wageningen Plant Research, 2. Delphy Improvement Centre, 3. Delphy

Referaat

Bij het project De Perfecte Chrysant worden energiebesparende maatregelen getest om hiermee tot een klimaatneutrale chrysantenteelt te komen. De basis daarvoor vormen het gebruik van LED-belichting, actieve ontvochtiging met warmteterugwinning en intensief gebruik van schermen. De temperatuur- en luchtvochtigheidsregeling in de teelten 20 tot en met 23 was gericht op het verbeteren van de lichtbenuttingsefficiëntie met behoud van een goede productkwaliteit. In teelt 22 en 23 is het effect van verrood ($20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$) in het eerste half uur van de donkerperiode op de groei getest. Het netto verbruik voor verwarming en ontvochtiging komt op $48 \text{ kWh}/\text{m}^2$ voor elektriciteit voor de warmtepomp en $5,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan aardgasequivalenten voor de resterende warmtevraag. De hoofdassen waren Pina Colada en het bladgevoelige ras Chic, welke zijn vergeleken met de resultaten op praktijkbedrijven. Daarnaast is in kleine veldjes de eindkwaliteit van meerdere rassen gescoord.

Abstract

Energy-saving measures are being tested in the project "De Perfecte Chrysant" in order to achieve climate-neutral chrysanthemum cultivation. The basis for this is the use of LED lighting, active dehumidification with heat recovery and intensive use of screens. The temperature and humidity control in crops 20 to 23 was aimed at improving the light utilization efficiency while maintaining good product quality. At crops 22 and 23, the effect of EOD-FR (30 minutes $20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$) on plant growth is tested. The net consumption for heating and dehumidification amounts to $48 \text{ kWh}/\text{m}^2$ electricity for the heat pump and $5.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ natural gas equivalents for the remaining heat demand. The main varieties were Pina Colada and the leaf-sensitive variety Chic. For several other varieties in small fields, the final quality was scored.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1202

Projectnummer: projectnummer

DOI: <https://doi.org/10.18174/585513>

Thema: Kasklimaat en energie

Dit project is gefinancierd vanuit het programma Kas als Energiebron, het innovatie- en actieprogramma voor energiebesparing en verduurzaming in de glastuinbouw van Glastuinbouw Nederland en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Verder hebben bijgedragen ChrIP, de stekleveranciers Dümme Orange, Van Zanten en Floritec, en de participanten Signify, Koppert en 30MHz. Daarnaast is het project veel dank verschuldigd aan de telers die de proeven hebben begeleid.

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 vervoelvoudigd, 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

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
1.1	Probleemstelling	7
1.1.1	Aanpassing in het project plan.	7
1.2	Doelstellingen	8
2	Methode	9
2.1	Kasuitrusting	9
2.1.1	Uitrusting praktijkbedrijven	10
2.2	Gewasmetingen	10
2.3	Teelten	10
2.4	Teeltplan en uitvoering	11
2.4.1	Daglengte	12
3	Resultaten	15
3.1	Bevindingen van het gewas per teelt	15
3.1.1	Teelt 20 (plantweek 34)	15
3.1.2	Teelt 21 (plantweek 44)	15
3.1.3	Teelt 22 (plantweek 2)	16
3.1.4	Teelt 23 (plantweek 12)	17
3.2	Teeltresultaten per onderwerp	17
3.2.1	Reactietijd	17
3.2.2	Versgewicht en perfectiescore	18
3.2.3	Detallering perfectiescore	19
3.2.4	Ontwikkeling vers- en drooggewicht	20
3.2.5	Drogestofgehalte	22
3.2.6	Lengtegroei Chic en Pina Colada	22
3.2.7	Bladgewicht	24
3.3	Andere rassen	25
3.3.1	Bladkwaliteit	26
3.3.2	Effect verrood op lengtegroei	26
4	Inzet van middelen	29
4.1	Energie input in onderzoek is niet gelijk aan praktijk	30
4.2	Warmte	31
4.3	Koeling/Warmteogst	32
4.3.1	Warmtebalans	32
4.4	Vochtafvoer via LBU	34
4.5	Ventilatie	36
4.6	Verneveling	38
4.7	Belichting en lichttransmissie kas	38
4.8	Schermen	41
4.9	Beregening/Watergift	43
4.10	Gewasbescherming	43

5	Kasklimaat	45
5.1	Temperatuur en luchtvochtigheid	45
5.2	Licht - Temperatuur verhouding	47
5.3	CO ₂ concentratie en verdeling	48
6	Evaluatie en leerpunten	51
6.1	Evaluatie van de doelstellingen	51
6.1.1	Technische doelstellingen	51
6.1.2	Energie-doelstellingen	51
6.1.3	Nevendoelstellingen	52
6.2	Overige leerpunten	52
	Literatuur	53
	Bijlage 1 Cultuurkaarten	55
	Bijlage 2 Communicatie	61
	Bijlage 3 Teeltplannen per teelt	63

Samenvatting

Bij het project De Perfecte Chrysant (DPC) worden energiebesparende maatregelen getest om hiermee tot een klimaatneutrale chrysantenteelt te komen. Dit past in het streven naar een fossielvrije en klimaatneutrale Glastuinbouwsector. Van 25 augustus 2021 tot en met 22 mei 2022 zijn de teelten 20 tot en met 23 uitgevoerd. Deze teelten zijn met name gericht op het verbeteren van de lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) onder $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ full-LED, en op de verbetering van de bladkwaliteit. De basismaatregelen vormen het gebruik van LED-belichting, actieve ontvochtiging met warmteterugwinning en intensief gebruik van schermen. Voor aanvang van teelt 20 is de grond gestoomd. Tijdens teelten 22 en 23 heeft de helft van de afdeling gedurende het eerste half uur van de donkerperiode $20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ verrood gekregen (EOD-FR) om te onderzoeken wat het effect hiervan op de takgroei is.

Naast de hoofdassen Pina Colada en het bladgevoelige Chic zijn in wisselende samenstelling kleine veldjes met Celebrate, Ilonka, Hardwell, Prosecco, Romance, Barolo, Bonita, Bontempi, Sun Up, Ellison pink, Rossano, Rossi, Purple Star, Myra en Bontempi geplant.

De luchtbehandelingskasten hebben een effectieve capaciteit van $10 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{uur})$, waarmee buitenlucht kan worden aangezogen, of kaslucht kan worden gekoeld en ontvochtigd. In de simulaties van de warmtebalans is ervan uitgegaan dat de warmte die vrijkomt bij het koelen en ontvochtigen gedurende maximaal een week kan worden opgeslagen voordat het wordt ingezet om de kas te verwarmen. De luchtramen zijn voorzien van ($0,8 * 0,8 \text{ mm}$) insectengaas en er kan worden verneveld met een capaciteit van $500 \text{ gr}/(\text{m}^2.\text{uur})$. Naast het voor chrysanten gebruikelijke verduisteringsscherm is ook een scherminstallatie met een transparant energiedoek aanwezig.

De teelten van Pina Colada en Chic zijn ieder vergeleken met de teelt van een praktijkbedrijf met hetzelfde ras en dezelfde plantdatum. In vergelijking met de praktijkbedrijven bleken de teelten bij DPC een minstens zo hoge LBE te hebben, al was de ongelijkheid groter. De reactietijd van Chic was korter en die van Pina Colada meestal langer dan de reactietijd bij de praktijkbedrijven.

EOD-FR gaf alleen bij teelt 22 een kortere reactietijd te zien. De lage nachttemperatuur tijdens teelt 23 heeft de reactietijd niet vertraagd. De bladkwaliteit van Chic was vooral bij teelten 20 en 21 minder dan bij het praktijkbedrijf. De EOD-FR behandeling bij teelt 22 had bij Chic een positieve invloed op de bladkwaliteit. Het effect van EOD-FR behandeling op strekking en reactietijd verschilt per ras en per seizoen.

Het aanhouden van een lagere luchtvochtigheid dan tijdens voorgaande teelten, heeft geleid tot een hogere inzet van warmte. Als het warmtegebruik van de vier teelten wordt vertaald naar een jaar, dan zou dat neerkomen op $21,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan aardgasequivalenten. Het elektriciteitsverbruik door de warmtepomp voor verwarming en ontvochtiging komt neer op $48 \text{ kWh}/\text{m}^2$, waarbij nog eens $5,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan aardgasequivalenten nodig zijn voor de resterende warmtevraag. De jaarlijkse elektriciteitsvraag voor belichting komt neer op 2230 belichtingsuren met $74 \text{ W}/\text{m}^2$, ofwel $165 \text{ kWh}/\text{m}^2$. De jaarlijkse CO_2 -vraag wordt geschat op $26 \text{ kg}/\text{m}^2$. Deze uitkomsten gelden voor deze afdeling met de gebruikte installaties. Voor een praktijktoepassing op 5-7 ha zal onder andere met een hogere efficiëntie van de LED-lampen, minder warmte-afgifte door de lampen, een hogere lichttransmissie van de kas en andere gevelinvloeden gerekend moeten worden.

Insectengaas heeft mede dankzij verneveling en actieve buitenluchtuitswisseling, niet geleid tot te hoge temperaturen. Rupsen en wantsen zijn geen probleem geweest. Thrips is met biologische bestrijding goed onder controle gehouden, maar luis is moeilijker te bestrijden gebleken.

1 Inleiding

Sinds februari 2017 worden in een afdeling van 1000 m² bij Delphy Improvement Centre te Bleiswijk chrysantenteelten op een energiezuinige wijze uitgevoerd. Deze proeven hebben de werktitel 'De perfecte chrysant' meegekregen. Dit rapport betreft teelten 20 tot en met 23, die in de laatste helft van 2021 en de eerste helft van 2022 hebben plaatsgevonden.

1.1 Probleemstelling

In het project met LED naar een perfecte chrysant zijn met Baltica, afhankelijk van het seizoen, redelijke tot goede resultaten bereikt. De gevolgde teeltwijze in het project "Met LED naar een perfecte chrysant" was energiezuiniger dan de gangbare wijze met SON-T en een vaste minimum-buis. De takgewichten voor Baltica waren in de winterteelt gemiddeld 97 gram met tot 15 cm een enkel bruin-blad. Bij Chic was in de winterteelt de start erg ongelijk en dat was te zien in een lager takgewicht (80 gram) met een grote spreiding. De strategie om met een hogere etmaaltemperatuur te telen om het gebrek aan stralingswarmte te compenseren bleek goed te werken.

In de proefuitvoering voor de teelten 16 tot en met 19 lag het accent vooral op de vochtbeheersing en op de LED toepassing, waarbij is gebleken dat daarbij nog een stuk warmtevraag in de winter overblijft. Door een aanpast stookprofiel – warmte langer vasthouden en lagere minimum temperatuur in de nacht - en betere warmteterugwinning bij de vochtbeheersing in combinatie met de nieuwste generatie energiezuinige lampen streven we naar een teelt waarbij geen fossiele energie meer nodig is.

De efficiëntie van de LED lampen heeft gevolgen voor de warmtebalans van een kas. In het onderzoek wordt het PAR-niveau van de lampen verhoogd van 185 naar de, in 2021, meer praktijkconforme 210 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$. Een hoger lichtniveau vraagt om een hogere teelttemperatuur, maar doordat de nieuwste generatie LEDs minder elektriciteit per mol licht vragen komt er via de lampen minder warmte in de kas. Daardoor verandert de energiebalans van de kas, wat een uitdaging is voor fossielvrij telen.

De bestrijding van trips vormt een constant aandachtspunt in de gewasbescherming. In de Perfecte Chrysant worden in samenspraak met de BCO strategieën zoals met Orius getest.

In de eerste winterteelt onder full led (2019-2020) werden de takken te licht met te weinig bloemen. De mogelijke oorzaken hiervoor worden gezien in een te hoge plantdichtheid, een te lage luchtvochtigheid of een lagere efficiëntie van de fotosynthese onder het gebruikte spectrum of een te lage gewastemperatuur. Om deze zienswijze verder te onderbouwen is het onderzoek met een jaar (= 4 teeltronden) verlengd. Hierbij willen we tevens laten zien dat het naast Baltica, ook voor meer bladkwaliteit-gevoelige rassen mogelijk is om onder full LED te telen.

1.1.1 Aanpassing in het project plan.

Tijdens vergadering van de grote begeleidingscommissie op 10 november 2021 is uitvoerig gesproken over de invulling van de teeltstrategie voor de winterteelt die geplant zou worden in week 2 van 2022. Vanuit de telers is aangedrongen op een aanpassing van de strategie om twee redenen:

1. In de proeven bij Wageningen UR glastuinbouw [Dieleman *et al.* 2022, nog te publiceren] was gebleken dat End of Day verrood (EOD-FR) grote invloed kan hebben op de strekking van chrysant.
2. Volgens de telers is een strategie met een hogere nachttemperatuur door stoken niet nodig en energetisch ongewenst. Telers hadden ervaring dat juist het verlagen van de nachttemperatuur goed kan als de luchtvochtigheid goed gestuurd kan worden.

Een aanpassing van de teeltstrategie vonden de telers gewenst om de nieuwste inzichten direct in het onderzoek voor De Perfecte Chrysant toe te passen en niet een jaar te verspelen in de ontwikkeling. Het onderzoek zou dan achter de praktijk aanlopen in plaats van ervoor uit. Daarnaast was er de vraag of het gebruikte spectrum wel het beste was voor de chrysant.

Het aanpassen van het spectrum vroeg eerst nader onderzoek. Dit is opgepakt in een project van Wageningen UR onder leiding van Anja Dieleman. Bij De Perfecte Chrysant is besloten om de inrichting van de afdeling aan te passen door in de helft van de afdeling verrode modules met een output van $20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ op te hangen en een tussengevel te monteren. De tussengevel kan op de momenten waarop het verrood gedurende het eerste half uur van de donkerperiode brandt, worden gesloten zodat er geen invloed van verrood in het deel van de kas is dat geen verrood moet krijgen.

Door de medewerking van Signify en Certhon kon de verrode belichting rond de jaarwisseling worden geïnstalleerd.

1.2 Doelstellingen

Technische doelstellingen

De combinatie van actieve ontvochtiging met warmteterugwinning, verneveling, insecten gaas, gelimiteerde CO_2 dosering en belichting met LED optimaal inzetten voor een energiezuinige duurzame chrysantenteelt.

- Realiseren van minimaal dezelfde LBE en reactietijd bij teelt onder $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ full LED als in de praktijk
- Realiseren van minimaal dezelfde zomerkwaliteit en reactietijd bij gebruik van insectengaas als in de praktijk, daarbij is de CO_2 capaciteit beperkt tot 100 kg/ha.uur .
- Realiseren van minimaal dezelfde bladkwaliteit bij bladgevoelige rassen bij gebruik van het teeltsysteem zonder minimum buis en met actieve ontvochtiging.
- Realiseren van uniformiteit van het gewas door een adequate start strategie.

Energiedoelstellingen

- Ondanks de hogere lichtopbrengst van de lampen, waardoor een hogere etmaaltemperatuur moet worden nagestreefd, zal het warmtegebruik beperkt blijven tot $15 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{jaar})$. Hiervan kan 11 m^3 worden geleverd uit warmteoogst van de actieve ontvochtiging (met een kleine buffer) en $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{jaar})$ aan elektriciteit voor de warmtepomp. De resterende warmtevraag (ca $4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aardgasequivalenten per jaar) moet in een fossielvrije situatie worden geleverd door een seizoensbuffer of door een alternatieve warmtebron.
- De belichting met $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ is afkomstig van LED met een totaal energie input van $200 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{jaar})$.
- Door gebruik van verneveling wordt overdag het ventilatievoud en daarmee de CO_2 -dosering beperkt, zodat niet meer dan $20 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{jaar})$ aan CO_2 nodig is.

Nevendoeelstellingen

- Onderzoek naar het effect van een hoog aandeel van LED-licht op de fotosynthese efficiëntie van chrysant in de maanden november tot en met februari als voornamelijk onder LED wordt geteeld in vergelijking met gegevens van eerdere onderzoeken. Dit kan door de tussentijdse metingen te vergelijken met gegevens van eerdere jaren.
- Beoordeling van kwaliteit op een gestandaardiseerde wijze.
- Effect van ontvochtiging op groei van chrysant beschrijven
- Praktische toepassing van biologische bestrijding van trips en luis op basis van een strategie met de roofmijt *Transeius montdorensis*, de aaltjes *Steinernema feltiae* en de roofwants *Orius laevigatus* met bijvoeren.

Toegevoegde doelstelling voor teelt 22 en 23.

- Onderzoek naar het effect van EOD-FR op de strekking en de reactietijd.

2 Methode

In afdeling 5 van het Delphy Improvement Centre zijn 4 teelten met chrysant uitgevoerd. Naast de hoofdassen Pina Colada en Chic zijn volgende keuzerassen geteeld: Hardwell, Romance, Prosecco, Barolo, Ilonka, Celebrate, Bontempi, Purple Star, Stallion, Bonita (alle troschrysant), Rossano (pluischrysant) en de santinirassen Country, Rossi, Sun Up en Ellison. In Tabel 2 is per teelt aangegeven welke rassen zijn geteeld en in Bijlage 1 welke specifieke behandeling ze hebben gekregen.

Het teeltdocument dat voor het project 'Met Led naar een Perfecte Chrysant' is geschreven, is op basis van de resultaten uit dat project aangepast voor dit vervolg. Een voorbeeld van de aanpassing is een hogere teelttemperatuur tijdens de start van de teelt. In de winterteelt is de temperatuurstrategie meer gericht op voldoende afvoer van vocht door ventilatie en met meer warmte-inbreng om de planttemperatuur te sturen. De belichting wordt in twee delen geschakeld. De CO₂ doseercapaciteit is gelimiteerd op 120 kg/(ha.uur). Dat is niet veranderd ten opzichte van voorgaande teelten.

Tijdens teelten 22 en 23 heeft de helft van de afdeling een EOD-FR behandeling gekregen. Dit houdt in dat bij de start van de nacht de verrood lampen (20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$) gedurende een half uur branden. Het moment van EOD was bij teelt 22 gedurende de hele teelt en bij teelt 23 alleen in de eerste weken van de korte dag.

Remstof bespuitingen zijn uitgevoerd met een spuitboom, afhankelijk van lengte-ontwikkeling van het gewas en verwachte klimaat.

Het kasklimaat en het gebruik voor verwarming, ontvochtiging, CO₂-dosering en belichting zijn dagelijks vastgelegd en met de BCO gedeeld o.a. via Zensie en middels weekrapporten.

Wekelijks is een groep met begeleidende telers, een teeltadviseur, onderzoeker en proefleider bijeengekomen om de ontwikkelingen in de teelt te bespreken. De gewasbescherming, de watergift en de bemesting zijn ook in het wekelijks overleg geëvalueerd. De gewasbescherming heeft als basis biologische bestrijding van trips en eventueel andere insecten.

2.1 Kasuitrusting

De kasfaciliteit bij het Delphy Improvement Centre is een Venlokas met een 9.6 tralie. De afdeling is 1008 m², (35 x 28.8 m) en ingericht voor chrysantenteelt. Het kasdek is diffuus glas met 2 AR-coatings: 80% haze, 95,5% loodrechte en 85% hemisferische transmissie. Er zijn twee doeken een verduisteringsdoek met witte onderzijde (Obscura 10070 FR WB+BW) en een energiedoek (Luxous 1347 FR), dat voor teelt 20 is vernieuwd. De afdeling is uitgerust met Full LED ($\pm 210 \mu\text{mol}/\text{m}^2$) assimilatie belichting. De samenstelling van het LED licht is R/W/B (ca 90%/5%/5%). Het geïnstalleerd elektrisch vermogen is 74 W/m². De belichting kan in twee delen worden aan- en afgeschakeld.

Voor de EOD-FR behandeling zijn rond de jaarwisseling van 21/22 boven de helft van de afdeling verrood armaturen (Signify productiemodules, waarvan alleen de verrode LEDs worden aangestuurd) aangelegd met een intensiteit van 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$. Voor de momenten dat de verrood lampen branden is een tussengevels scherm geïnstalleerd dat kan zakken tot vlak boven de liggers van het gaas.

Het in april 2019 geïnstalleerde systeem voor actieve ontvochtiging gebaseerd op warmtewinning met slurven boven het gewas is onveranderd gebleven. De installatie is aangelegd met een maximaal debiet van 12 m³/(m².uur), waarbij het mogelijk is om in plaats van kaslucht ook buitenlucht aan te zuigen. Op basis van energiemetingen wordt het werkelijke debiet lager geschat ($\pm 10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{uur}$). De luchtramen zijn voorzien van grofmazig insectengaas (0.8 * 0.8 mm).

Er is een hogedruk nevelinstallatie die 500 gr/(m².uur) aan water kan vernevelen.

2.1.1 Uitrusting praktijkbedrijven

De praktijkbedrijven waarmee de resultaten zijn vergeleken betreft voor Chic een bedrijf met 120 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ aan SON-T belichting. Voor Pina Colada betreft het tijdens teelten 20 en 21 een bedrijf met 150 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ aan SON-T belichting en tijdens teelten 22 en 23 een bedrijf met 195 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ aan hybride belichting. Deze laatste heeft ook een extra energiedoek en een ontvochtigingsinstallatie.

2.2 Gewasmetingen

Tijdens elke teelt is de ontwikkeling van de takken intensief gevolgd door planten te meten op een aantal plantkenmerken. Daarvoor worden bij de start, bij begin korte dag en daarna elke week (3x) en vervolgens elke twee weken 60 takken (3 veldjes van 20 planten) gemeten. Aan het eind van de teelt zijn eveneens 60 takken (3 veldjes van 20 takken) gemeten.

Bij de 2 praktijkbedrijven die als referentie dienden voor de teelt van Pina Colada en Chic (PBPina en PBChic) zijn steeds 20 takken per keer gemeten, daarbij is voor de beide hoofdassen een praktijkbedrijf gekozen in overleg met de telers. Bij het einde van de teelt zijn per praktijkbedrijf 2*25 takken gemeten. PBPina was voor teelt 20 en 21 een ander bedrijf dan voor teelt 22 en 23.

Uit de kasklimaatgegevens zijn gegevens over energiegebruik per teelt berekend. De resultaten zijn vergeleken met die van de eerdere teelten in deze afdeling.

In de teelten is de gewastemperatuur gevolgd met IR meters.

Met de eindmeting is hetzelfde meetprotocol voor het objectiveren van de kwaliteit van het eindproduct gebruikt, als bij de voorgaande teelten.

2.3 Teelten

In Tabel 1 zijn de plantdatum, het aantal dagen met een korte nacht (LD) en de plantdichtheid per teelt en per bedrijf weergegeven. De resultaten van teelt 1 tot en met 19 zijn in andere rapporten te vinden. (Zie Literatuur)

Tabel 1

Plantdatum, plantdichtheid en aantal dagen langedag (LD) van de teelten 20 tot en met 23 bij De Perfecte Chrysant en bij de praktijkbedrijven (PB).

Teelt	Plantdatum		LD			Plantdichtheid		
	Datum	wk.dag	DPC	PBPina	PBChic	DPC	PBPina	PBChic
20	25-8-2021	34.3	7	8	9	60	55	54
21	4-11-2021	44.4	6	10	10	60 (Pina) 58(Chic)	52.5	46
22	12-1-2022	2.3	6	7	11	60 (Pina) 58(Chic)	55	46
23	23-3-2022	12.3	7	6	9	63.8	65	58

Naast de hoofdassen zijn steeds een aantal andere rassen geplant en beoordeeld. Uitgangspunt was dat dit op twee vakken van 5 meter per ras werd gedaan, maar dat is vanwege beschikbare plantmateriaal voor meerdere rassen niet gelukt. Soms ontbreken daardoor gegevens over deze rassen. De keuze van de rassen is gemaakt in overleg met de toeleveranciers. De rassen zijn gekozen vanwege specifieke kenmerken zoals gevoeligheid voor slecht blad, gedrongen groei, sterke groei en om naast troschrysanten ook pluis- en santini-rassen mee te nemen in het onderzoek. De klimaatomstandigheden bleven erop gericht om de Chic en Pina Colada optimaal te telen en er zijn (buiten de Alar behandelingen) geen concessies gedaan naar deze andere rassen.

Tabel 2

Alle rassen in teelt 20 tot en met 23 met de voor die rassen gebruikte plantdichtheid.

Ras	Teelt 20	Teelt 21	Teelt 22	Teelt 23
Chic	60	58	58	63.8
Pina Colada	60	60	60	63.8
Barolo	60	60	60	63.8
Bonita		60	60	63.8
Bontempi		60	60	63.8
Celebrate	60	60	60	63.8
Hardwell	60	60	60	
Ilonka	60	60	60	63.8
Myra				63.8
Prosecco	60	60	60	63.8
Purple Star		60	60	63.8
Romance purple	60	60	60	
Rossano		60	60	
Stallion				63.8
Country				107
Rossi				107
Sun up		107	107	107
Ellison		107	107	107

2.4 Teeltplan en uitvoering

Voorafgaand aan elke teelt is een teeltaanpak beschreven met de doelstellingen voor die teelt en de belangrijkste klimaatinstellingen (Bijlage 3). Deze zijn vooraf aan de teelt steeds besproken met de leden van de begeleidingscommissie. De klimaatinstellingen worden in Tabel 3 samengevat. In vergelijking met de teeltplannen zoals opgenomen in Bijlage 3, is de instelling voor de stooktemperatuur in de nacht van de korte dag bij teelt 23 verlaagd van 18 naar 16 °C Omdat tussen teelt 21 en 22 er een aanpassing in de kasuitrusting nodig was om end of day verrood te kunnen toepassen is teelt 21 kort voor de bloei, na 48 dagen KD, afgebroken.

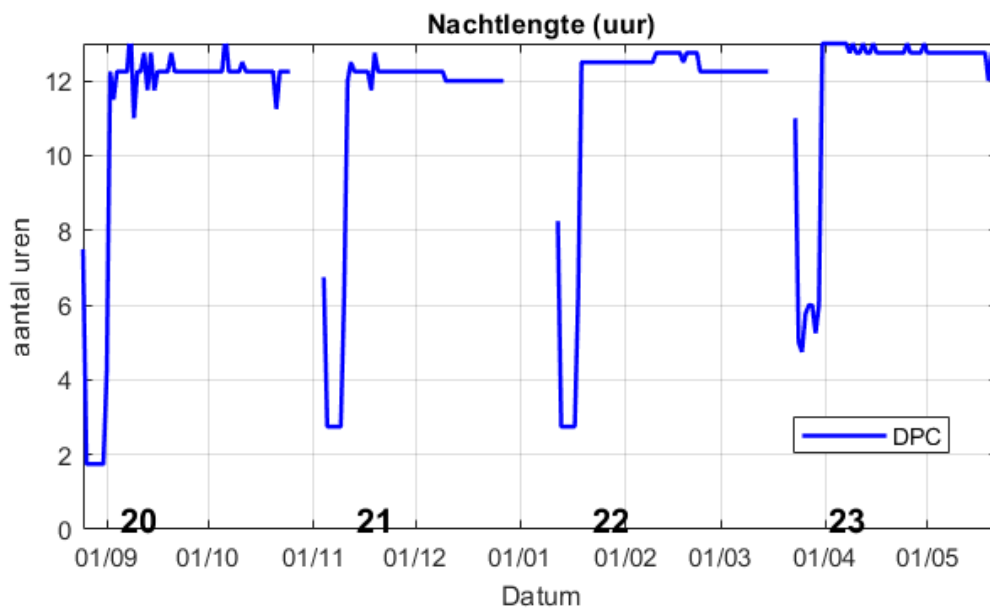
Tabel 3

Schakelgrenzen van de LED-systemen en de daglengte tijdens de KD samen met de basis instellingen voor stoken, ventileren, koelen en vernevelen.

Instellingen		Teelt 20	Teelt 21	Teelt 22	Teelt 23
Belichting					
LD starttijd	uur	22:00	20:30	20:30	0:00 50%
LD eindtijd	uur	8:00	17:30	17:30	7:00
LD 50% bij straling onder	W/m ²	255	450	450	225
LD 100% bij straling onder	W/m ²	200	350	350	150
KD 50% bij straling onder	W/m ²	300	450	450	225
KD 100% bij straling onder	W/m ²	250	350	350	150
KD duur donkertijd	uur	12:40-12:20	12:30	12:40-13:00	13:00
Verroodbehandeling	½ afd.			½ uur	½ uur eerste 4 weken KD
Klimaat					
LD dag stook	°C	20	21	21	18
LD nacht stook	°C	20	19	19	18
LD dag vent	°C	21	24	24	22
LD nacht vent	°C	22	24	24	22
LD lichtverhoging (stralings traject van 200-500 W/m ²)	°C	6	6	6	6
KD dag stook	°C	20.5	20.5	20.5	18
KD nacht stook	°C	18	18	18	16
KD dag vent	°C	21	22.5	22.5	19.5
KD nacht vent	°C	18.5	24	24	18.5
KD lichtverhoging	°C	5	6	6	5
Koeltemperatuur	°C		21.5+6	21.5+6	18.5
LD: RV nacht	%	95			
KD: RV avond	%	90	87-82	87-82	87-82
KD: RV nacht	%	85			
RV dag	%		80	80	80
Verneveling	%RV	70	-	-	70
Verneveling	W/m ²	500	-	-	500

2.4.1 Daglengte

Het sturen van de nacht of daglengte voor een optimale teelt is een optimalisatie die in de praktijk wordt gebruikt om de juiste mate van knopaanleg te krijgen en te profiteren van maximale hoeveelheid assimilatielicht. Tussen de winterteelten en zomerteelten kan er bijna een uur verschil in nachtlengte zijn. In de winterteelt volstaat een kortere nachtlengte (± 12 uur) om voldoende bloei te induceren. Tijdens de lange dag fase is 2-3 uur donker aangehouden bij de najaars- en winterteelten 20 en 21, en 2-6 uur donker bij de voorjaars- en zomerteelt 22 en 23 (Figuur 1). In deze demonstratie teelten is het verlengen en verkorten van de nachtlengte toegepast op basis van de praktijkervaring hierover.



Figuur 1 Nachtlengte in de teelten 20-23 voor de lange dag en korte dag periode.

3 Resultaten

3.1 Bevindingen van het gewas per teelt

3.1.1 Teelt 20 (plantweek 34)

De teelt is bijzonder goed verlopen. Voor de teelt is gestoomd (bij PB Pina ook) en snel na de start was veel wortelvorming te zien. Er was veel lengtegroei: Chic heeft in 8x remmen in totaal 2,8 kg/1000 m² gehad, en Pina Colada in 4x remmen in totaal 1,2 kg/1000 m². De geoogste gewichten waren uitstekend.

De reactietijd van de Chic en Pina Colada was conform de praktijk. De reactietijd van een aantal referentierassen (Barolo, Romance, Prosecco) was iets langer dan de praktijk. Daarnaast gaven Prosecco en Hardwell ongelijke bloei en Celebrate had last van bloemknopjes boven het scherm.

De bladkwaliteit van Chic was gelijkwaardig tot iets beter dan het referentiebedrijf. Het blad van Pina Colada was iets minder dan het referentiebedrijf, waar helemaal geen geel blad aanwezig was. Bij de referentierassen gaven Ilonka, Romance en Barolo tot 25 cm geel/bruin blad, wat te veel is.

Leerpunten:

- Belichten met full LED in een najaarsteelt geeft een goede lichtbenuttingsefficiëntie.
- Eerder in KD bij dit lichtniveau is wenselijk i.v.m. de lengtegroei. Ook zal dit de bladkwaliteit verbeteren.
- Setpoint RV moet eerder in de teelt lager ivm bladkwaliteit.
- Drogen na gietbeurt kost energie.
- Nachtlengte 12.30 u was minimaal nodig en voor aantal referentierassen te kort.
- Insectengaas is geen oplossing voor luis.

3.1.2 Teelt 21 (plantweek 44)

Bij de start was de wortelvorming zowel bij Chic als bij Pina Colada ongelijk, bij de overige rassen was de wortelvorming juist goed. Wel gaven een aantal rassen, vooral Purple Star en Bonita en in mindere mate Romance, Rossano en Chic, weer gebreksblad in de onderste blaadjes te zien, zoals in eerdere winterteelten met Full LED ook was opgemerkt. De belichtingsduur verkorten van 24 naar 21 uur is voor die rassen blijkbaar niet voldoende. De lengtegroei was zeker in de eerste weken veel gedrongener dan vorig jaar. Deze teelt is na 6 dagen LD in het donker gegaan. Vorige winter was dit nog 8 dagen, wat een groot verschil maakt voor de lengtegroei.

Uiteindelijk zijn alleen Chic en Hardwell nog 3x geremd (totaal 700gr), Barolo en Prosecco 2x, Ellison en Romance 1x en de rest niets. De lengte was voor een aantal rassen net voldoende, en voor Bonita en Rossano, te kort. Deze rassen stonden er ook bij vanwege hun eigenschap van geringe lengtegroei. De donkertijd is gestart met 12.30 uur en na 4 weken KD naar 12.15u gehaald om de uitgroei te stimuleren. Uiteindelijk is de teelt eerder afgebroken, na 48 dagen KD. Dit is gedaan om tijd te creëren om de kas aan te passen voor een vergelijking tussen wel en geen toediening van verrood aanvullend aan de dag. Zodoende kon in week 2 de volgende teelt starten. De gewichten en LBE's waren, 7-12 dagen voor geplande oogstdatum, prima. Bij visuele vergelijking met praktijkbedrijven leken een aantal rassen wel een langere reactietijd te krijgen.

De bladkwaliteit van een aantal rassen was matig tot slecht. Vooral van de Sun Up was het blad slecht. De gedrongen groei zorgt bij een aantal rassen voor een heel gesloten bladerdek, waardoor luchtbeweging gering is en *et al.* vroeg geen licht meer diep in het gewas komt. Daarnaast was het gewas na een gietbeurt niet altijd snel genoeg droog.

Leerpunten:

- 6 dagen LD geeft onder $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ Full LED een te gedrongen groei. Dit leidt tot te korte gewassen en/of meer bladproblemen in de herfstteelt.
- Bij een hoog lichtniveau zijn een aantal rassen zeer gevoelig op gebreksblad tijdens de LD, ook bij minder belichtingsuren tijdens de LD.

3.1.3 Teelt 22 (plantweek 2)

De start is goed geweest. Toch waren er bij het begin van de KD in een aantal rassen (vooral Purple Star en Bonita) weer gebreksblaadjes zichtbaar die steeds gezien worden als er een hoge belichtingsintensiteit en -duur aan LED gegeven wordt tijdens de LD. De behandeling FR is direct na de teeltstart uitgevoerd gedurende het eerste half uur van de donkertijd met $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood (end of day far red, ofwel EOD-FR). Al na een week waren de eerste lengteverschillen zichtbaar, die de dagen erna snel opliepen tot bij een aantal rassen meer dan 15 cm na 3 weken teelt (Figuur 9). Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in een groot verschil in verbruikte remstof tussen wel/geen FR (Tabel 7). Bij meerdere rassen meer dan de dubbele hoeveelheid, met verschillen tot ruim 700 gram. Overigens hebben ook bijna alle rassen (behalve Rossano en Bonita) zonder FR de gewenste eindlengte gehaald, in sommige gevallen zonder remmen. Voor een aantal rassen is het dus niet nodig/gewenst om de gehele teelt de FR behandeling te geven. Bij Chic leek de FR behandeling de ongelijke lengte in het gewas te versterken: langere takken leken meer te reageren, waardoor het gewas ongelijker stond. De sterke strekking aan het begin van de teelt zorgde uiteindelijk voor minder slecht blad bij FR.

De behandeling FR is tot het einde van de teelt doorgevoerd, om ook het effect op reactietijd, bloeigelijkheid en sprotvorming goed te kunnen beoordelen. De reactietijd was over het algemeen 2 dagen sneller, maar ook hier was een verschil tussen rassen zichtbaar: van geen verschil, tot maximaal 5 dagen. De bloeigelijkheid was bij een aantal rassen onder FR beter (Barolo, Sun Up): geen wilde, vegetatieve takken. Ook aan de hoeveelheid sprout en zijscheuten was te zien dat de FR behandeling een generatieve actie is: vooral bij het sprotgevoelige ras Ilonka minder sprout van onderuit.

Hoewel tijdens de teelt de groei bij FR regelmatig als beter werd beoordeeld, kwam dit in de gewichtsmetingen aan het einde van de teelt niet naar voren. Gemiddeld was het gewicht lager. Dit lag meestal niet aan de dagen snellere reactietijd: gemiddeld was de LBE ook iets lager. De gerealiseerde LBE was ook lager dan de LBE bij de teelt van precies een jaar geleden. Toen werd er bij een lichtniveau van $185 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ 8 dagen LD gegeven, nu bij $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ 6 dagen. Dat is mogelijk te weinig om met een voldoende grote plant een goede lichtbenutting later in de teelt te realiseren.



Figuur 2 Ilonka bij oogst (links met verrood, rechts zonder verrood).

Leerpunten:

- 20 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ verrood in het eerste half uur van de nacht vanaf start teelt is een typisch voorbeeld van stuurlicht. Het kan gezien worden als een generatieve actie = snellere reactietijd, gelijkmatigere bloei, minder sprotvorming, meer lengtegroei, minder slecht blad. Het stuurlichteffect verschilt per ras.
- Bij ongelijke groei kan verrood de groeiongelijkheid vergroten.
- EOD FR heeft niet geleid tot een zwaarder gewicht.
- 6 dagen LD in de winter is, ondanks het hoge lichtniveau, mogelijk te kort om voldoende plant bij start KD te hebben.

3.1.4 Teelt 23 (plantweek 12)

Er is een vergelijking gemaakt van wel/geen verrood (FR) het eerste half uur na doek dicht vanaf start KD, dus niet vanaf start teelt. Dit, omdat de lengtegroei in deze tijd van het jaar altijd genoeg is en FR vanaf start alleen maar meer remstof zal vragen. De FR behandeling is alleen gedurende de eerste 4 weken van de KD gegeven. De hypothese was, dat in die periode de knopaanleg plaatsvindt en de invloed van FR op bijvoorbeeld de reactietijd naar het einde van de teelt gering is.

De eerste weken van de KD was er wel weer een verschil in lengtegroei te zien tussen FR en niet FR, maar deze was minder dan in de winter en vooral bij de rassen met veel lengtegroei. De teeltstart was vrij onregelmatig en het viel ook deze teelt weer op, dat de FR behandeling bij een aantal rassen (vooral Chic) nog meer ongelijkheid gaf: extra strekking bij de zwaarst groeiende takken.

Bij de oogst waren de reactietijden hetzelfde en was er geen verschil in bladkwaliteit, bloeigelijkheid of sprotvorming te zien. De invloed van FR in deze tijd van het jaar is dus gering. Dit zou kunnen worden verklaard door het feit dat in de wintermaanden het lichtspectrum voor start donker bijna alleen uit assimilatielicht bestaat en is de rood/verrood verhouding veel makkelijker te beïnvloeden met FR dan in deze tijd van het jaar, wanneer er nog veel buitenlicht is vlak voor start donker.

Leerpunten:

- Toepassing FR de eerste 4 weken van de KD geeft in plantweek 12 weinig effect.
- Meeste effect van FR op rassen met veel lengtegroei, geeft ook wel sneller ongelijke lengtegroei.
- Stooktemperatuur van 16 °C in de nacht geeft in deze tijd van het jaar geen vertraging van reactietijd noch bloei-ongelijkheid.
- Energie-input kan in deze tijd van het jaar heel laag zijn, zonder kwaliteitsproblemen.
- Er is nog geen sluitende biologische gewasbeschermingsstrategie tegen luis gevonden.

3.2 Teeltresultaten per onderwerp

3.2.1 Reactietijd

In Tabel 4 zijn de reactietijden en de totale teelduur inclusief LD periode per teelt weergegeven. Omdat teelt 21 vlak voor het einde is afgebroken, kon daar de reactietijd niet goed worden vastgesteld. Daarom is deze teelt niet in de tabel opgenomen.

Opvallend is de kortere reactietijd voor de verroodbehandeling bij teelt 22, terwijl die niet bij teelt 23 is te zien. De indruk was bij teelt 23 dat de verroodbehandeling zelfs nog een fractie trager was. De oorzaak van het verschil in het EOD-FR effect per seizoen kan worden gezocht in de verschillende omstandigheden tussen teelt 22 en teelt 23:

- Teelt 23 ontving veel meer PAR dan teelt 22, en het licht bij teelt 22 bestaat voornamelijk uit LED licht en bij teelt 23 voornamelijk uit zonlicht (zie Figuur 20).
- De nachtlengte bij teelt 22 is korter dan bij teelt 23 (zie Figuur 1).
- Bij de start van de KD was de nachttemperatuur van teelt 23 lager dan die van teelt 22 (zie Figuur 26).

Verder valt bij teelt 23 van DPC op dat Chic iets sneller is dan PBChic, terwijl Pina Colada trager is dan PBPina.

Tabel 4

Reactietijd en teeltduur van Pina Colada en Chic van teelt 20, 22 en 23 bij DPC met of zonder verrood in vergelijking met de praktijkbedrijven. De donkerte van de velden staat voor de lengte van de reactietijd of de teeltduur per ras.

	Reactietijd			Teeltduur		
	Teelt 20	Teelt 22	Teelt 23	Teelt 20	Teelt 22	Teelt 23
Pina	55	57	54	62	63	61
Pina vr		55	54		61	61
PBPina	55	55	52	63	62	58
Chic	51	53	49	58	59	56
Chic vr		51	49		57	56
PBChic	50	52	50	59	63	59

3.2.2 Vergewicht en perfectiescore

Volgens Tabel 5 was teelt 20 bijzonder succesvol, met een hoog takgewicht en een hoge perfectiescore, ook ten opzichte van de referentiebedrijven. De perfectiescore van Chic valt wel enigszins tegen vanwege het slechte blad. Bij teelt 21 waren de verschillen kleiner, en bovendien zijn deze gewichten geen eindgewichten, vanwege het afbreken van de teelt.

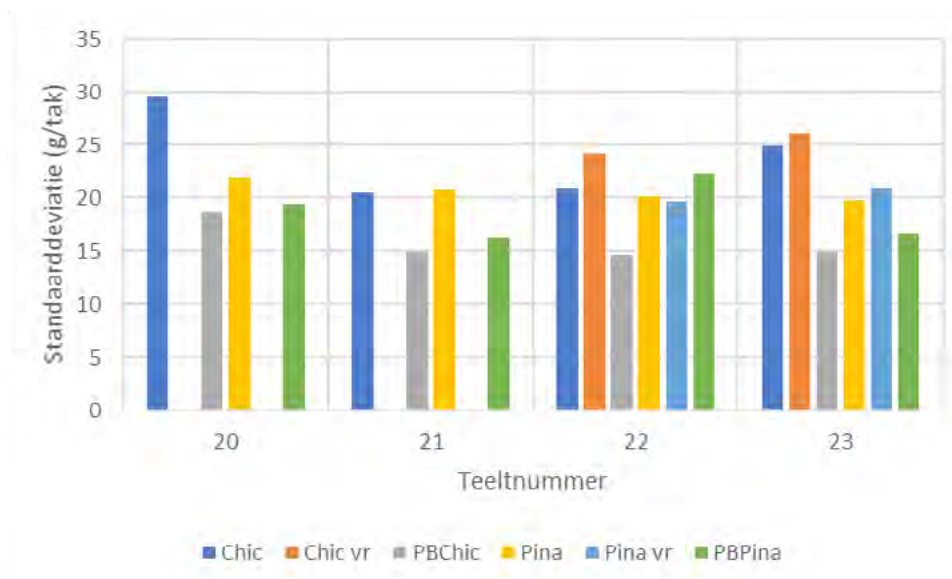
Teelt 22 geeft minder takgewicht te zien dan de referentiebedrijven, al is de perfectiescore van Chic hoger dan die van PBChic. Dit heeft te maken met de betere stevigheid en gelijkheid bij DPC. Bij teelt 23 valt het takgewicht van Pina colada met verrood (Pina vr) tegen, al is de perfectiescore zelfs iets beter dan zonder verrood (Pina) en het praktijkbedrijf (PBPina).

Tabel 5

Gemiddeld takgewicht en de totale perfectiescore van Pina Colada en Chic bij DPC met of zonder verrood (vr) in vergelijking met de praktijkbedrijven. Teelt 21 is het takgewicht op moment van afbreken van de proef op dag 48 van de KD. Hoe donkerder de velden, hoe lager het takgewicht, of hoe lager de perfectiescore.

	Takgewicht				Perfectiescore		
	Teelt 20	Teelt 21	Teelt 22	Teelt 23	Teelt 20	Teelt 22	Teelt 23
Pina	121	73.5	88.7	97	9.2	7.4	8.5
Pina vr			82.7	89		7.9	8.6
PBPina	99	78.7	95.6	99	8.9	8.6	8.2
Chic	111	75.4	80.3	91.7	8.3	8.4	8.9
Chic vr			74.2	90.2		8.4	8.9
PBChic	93	71.2	80.1	81.1	7.4	7.4	8.2

De gelijkmatigheid van het takgewicht is af te lezen aan de standaarddeviatie van de gemeten takken bij de eind oogst. De standaarddeviatie is de gemiddelde afwijking van het gemiddelde takgewicht. Hoe hoger de standaarddeviatie, hoe ongelijker het gewas is. In Figuur 3 is deze standaarddeviatie weergegeven. Hieruit blijkt dat de takken bij DPC bijna altijd ongelijker waren dan die van de praktijkbedrijven. De verroodbehandeling gaf in drie van de vier gevallen een nog iets grotere standaarddeviatie te zien.



Figuur 3 Standaarddeviatie (g/tak) van de takgewichten van Chic en Pina Colada, al of niet met verroodbehandeling in vergelijking met die van de praktijkbedrijven.

3.2.3 Detaillering perfectiescore

De in 3.1.2 genoemde perfectiescore is opgebouwd uit verschillende scores voor kenmerken waaraan de takken dienen te voldoen. Deze kenmerken zijn apart genoemd in Tabel 6. Omdat verschillende rassen ook verschillende bloemvormen hebben verschillen de normen voor bloemkwaliteit per ras.

Tabel 6

Opbouw van de perfectiescore per teelt voor Pina Colada en Chic met of zonder verrood en in vergelijking met de praktijkbedrijven

	Teelt 20				Teelt 22				Teelt 23							
	Pina	PBPina	Chic	PBChic	Pina	Pina vr	PBPina	Chic	Chic vr	PBChic	Pina	Pina vr	PBPina	Chic	Chic vr	PBChic
Blok 1: Bloei/bloem eigenschappen																
# Bloeiabele bloemen (min 4,5 cm)	6.5	6.8	7.9	9.2	7.9	8.3	8.6	6.3	9.2	9.0	7.9	8.8	5.5	8.7	8.8	7.9
# Volgroeide bloemen 6cm of meer	3.8	3.9	4.9	6.2	2.9	4.5	4.0	3.8	6.2	3.3	2.9	3.5	2.8	4.3	4.6	3.4
# Gekleurde knoppen	4.8	4.6	6.0	3.8	5.0	4.0	4.7	5.3	4.1	5.1	5.0	5.0	3.7	4.7	3.7	4.8
# Groene knoppen	3.0	1.5	0.2	0.0	0.6	2.6	2.0	1.3	0.4	0.2	0.6	0.2	4.0	0.1	0.4	0.1
Blok 2: Takopbouw/takvorm																
Lengte bovenste bloemsteel tot onderkant bloem	6.4	6.8	7.7	7.0	8.0	6.0	5.9	8.1	8.0	6.4	8.0	7.6	6.9	8.0	7.9	7.1
Aantal bladeren in bovenste 55 cm vd tak	18.3	18.9	23.2	26.6	17.9	16.7	18.1	20.7	20.6	25.5	17.9	18.1	20.0	21.7	21.9	24.0
Blok 3: Stevigheid																
Steelstevigheid doorbuiging in cm 60 cm vast	21.4	20.8	17.8	25.8	19.4	27.8	24.4	21.0	20.7	26.4	19.4	22.7	22.6	20.9	21.8	22.6
Blackwaliteit 1=heel slecht tot 5= heel goed																
	5.0	5.0	2.7	3.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.0	4.0
Blok 4 : gewichten																
Gewicht (gram) op 70 cm	112.1	94.9	105.9	86.1	86.7	78.9	96.6	74.9	76.2	76.1	86.7	91.7	96.6	79.8	76.3	77.6
%lichter dan 70 g	0%	7%	3%	13%	10%	20%	3%	50%	37%	37%	10%	3%	3%	30%	40%	20%
verhouding lichtste/zwaarste tak	49%	58%	57%	45%	49%	52%	68%	51%	62%	60%	49%	45%	50%	44%	47%	46%
gewicht totaal, vanaf potje	129.6	108.2	129.3	97.0	97.7	90.0	113.6	81.3	86.6	82.1	97.7	101.0	108.1	94.5	86.7	84.0
verhouding 70 cm /totale tak	87%	88%	82%	89%	89%	88%	85%	92%	88%	93%	89%	91%	89%	85%	88%	92%
Blok 5 : raseigen criteria																
(per ras verschillend)																
Groene hart	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
goede bloemvorm	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
gelijk bloemscherm	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

3.2.4 Ontwikkeling vers- en drooggewicht

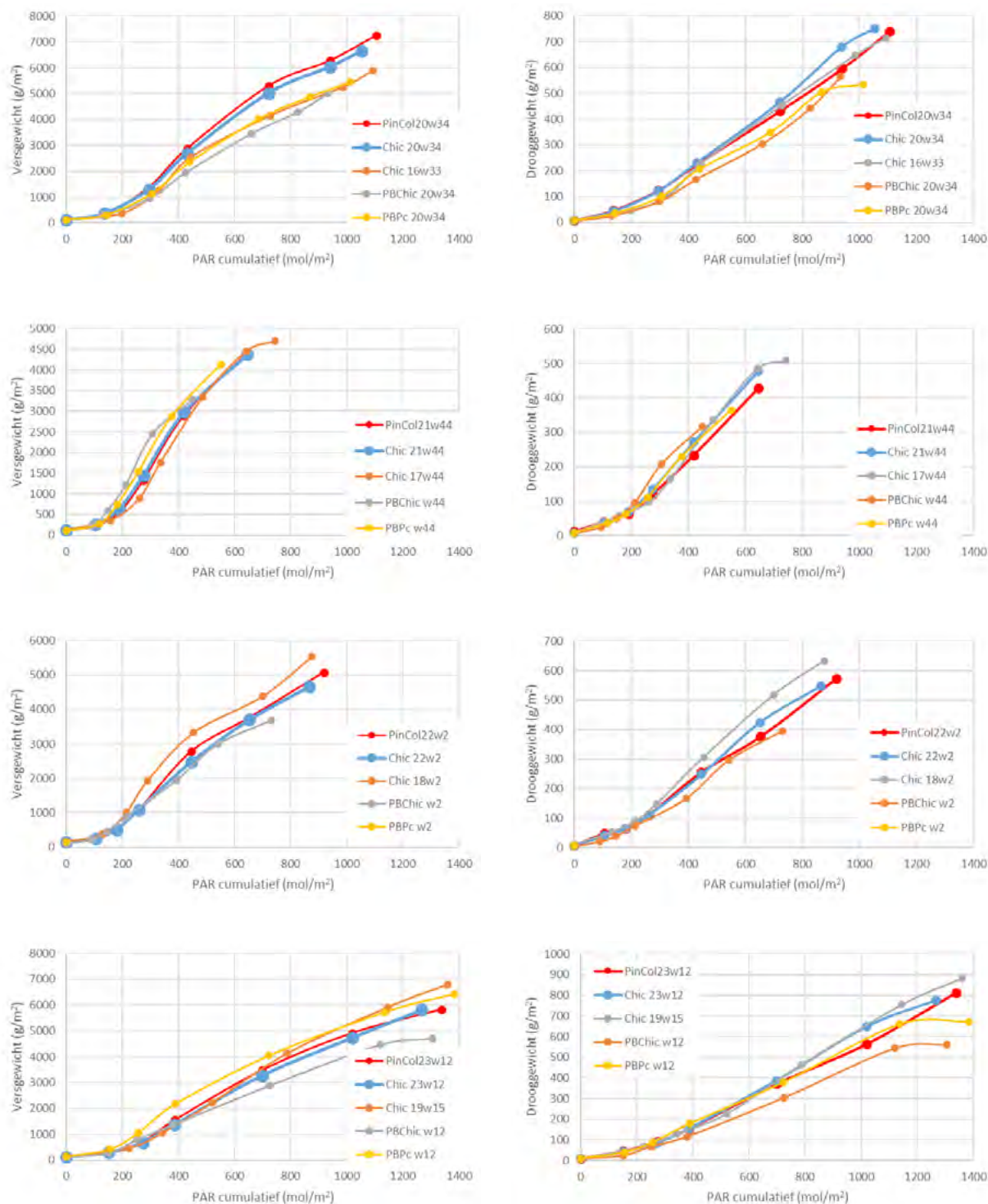
In Figuur 4 is voor alle teelten de hoeveelheid versgewicht en drooggewicht van Chic en Pina Colada per m² uitgezet tegen de berekende hoeveelheid PAR per m². Deze zijn (voor zover beschikbaar) vergeleken met de gegevens (lijnen) afkomstig van de praktijkbedrijven en met de lijn die een jaar daarvoor (4 teelten geleden) met Chic is gerealiseerd. Omdat het cumulatieve gewicht is uitgezet tegen de cumulatieve hoeveelheid PAR, kan uit Figuur 4 de LBE worden afgelezen uit de richtingscoëfficiënt (schuimte) van de lijnen.

Bij teelt 20 blijkt zowel Chic als Pina Colada zeer goed te hebben gepresteerd. Zeker het versgewicht is hoger dan van de praktijkbedrijven en ook van Chic in teelt 16. Als alleen wordt gekeken naar het drooggewicht, dan is het verschil minder groot. Blijkbaar zijn de assimilaten in teelt 20 goed omgezet in versgewicht.

Bij teelt 21, die zoals gemeld is afgebroken op dag 48 van de KD, volgt het versgewicht van zowel Pina Colada als Chic de lijn van Chic teelt 17. De lijnen van de praktijkbedrijven liggen daar iets boven. Het drooggewicht van Pina Colada lijkt iets achter te blijven bij de andere lijnen.

Bij teelt 22 ontbreekt de lijn van PBPina (PBPC), omdat de klimaatgegevens van de eerste weken daar niet beschikbaar zijn. Zowel Pina Colada als Chic hebben in teelt 22 beter gepresteerd dan PBChic en minder goed dan Chic uit teelt 18.

Ook bij teelt 23 blijkt zowel het aantal grammen versgewicht en drooggewicht per hoeveelheid PAR iets minder hoog te zijn dan Chic bij teelt 19 van het jaar daarvoor, terwijl de planting van 2021 in week 15 was en de planting van 2022 in week 12. Bij een vroegere teelt die een lagere intensiteit aan zonlicht krijgt, zou je juist een hogere LBE verwachten. De LBE vers van zowel Pina Colada als Chic lag meestal iets lager dan bij PBPina en iets hoger dan bij PBChic. De LBE droog lag hoger dan bij beide praktijkbedrijven. Dat geeft aan dat bij DPC een hoger drogestofgehalte werd gerealiseerd, en dat er wellicht meer potentie in het versgewicht had gezeten.



Figuur 4 Vers- en drooggewicht (g/m^2) van Pina Colada en Chic van teelt 20-23 uitgezet tegen de cumulatieve hoeveelheid PAR (mol/m^2).

3.2.5 Drogestofgehalte

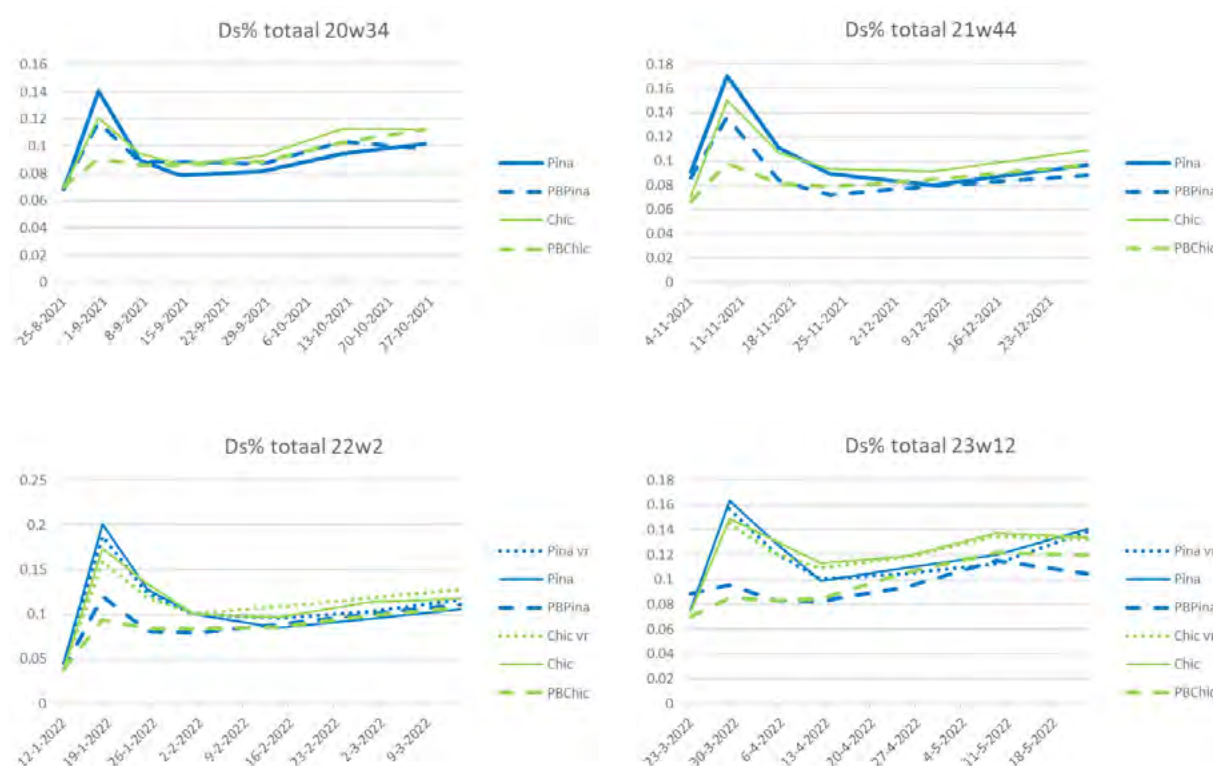
Bij het verloop van de drogestofgehalten valt bij alle teelten op dat deze aan het einde van de LD periode relatief hoog is, daarna weer snel daalt en vervolgens licht oploopt. De hoge piek aan het einde van de LD periode kan meerdere oorzaken hebben:

- Tijdens de LD periode krijgt het gewas langer licht, waardoor meer assimilaten worden geproduceerd dan dat het direct kan omzetten in versgewicht.
- Tijdens de LD periode heeft het gewas nog weinig wortels, waardoor het minder water kan opnemen.
- Tijdens de LD periode wordt voorzichtig gegoten, waardoor de wortels ook minder water kunnen opnemen.

Het drogestofgehalte aan het einde van de LD periode laat bij praktijkbedrijven telkens een minder hoge piek zien.

Chic heeft over het algemeen een hoger drogestofgehalte dan Pina Colada.

De verschillen in drogestofgehalte tussen de verrood- en de niet-verrood-behandelingen van teelt 22 en 23 zijn zeer klein.

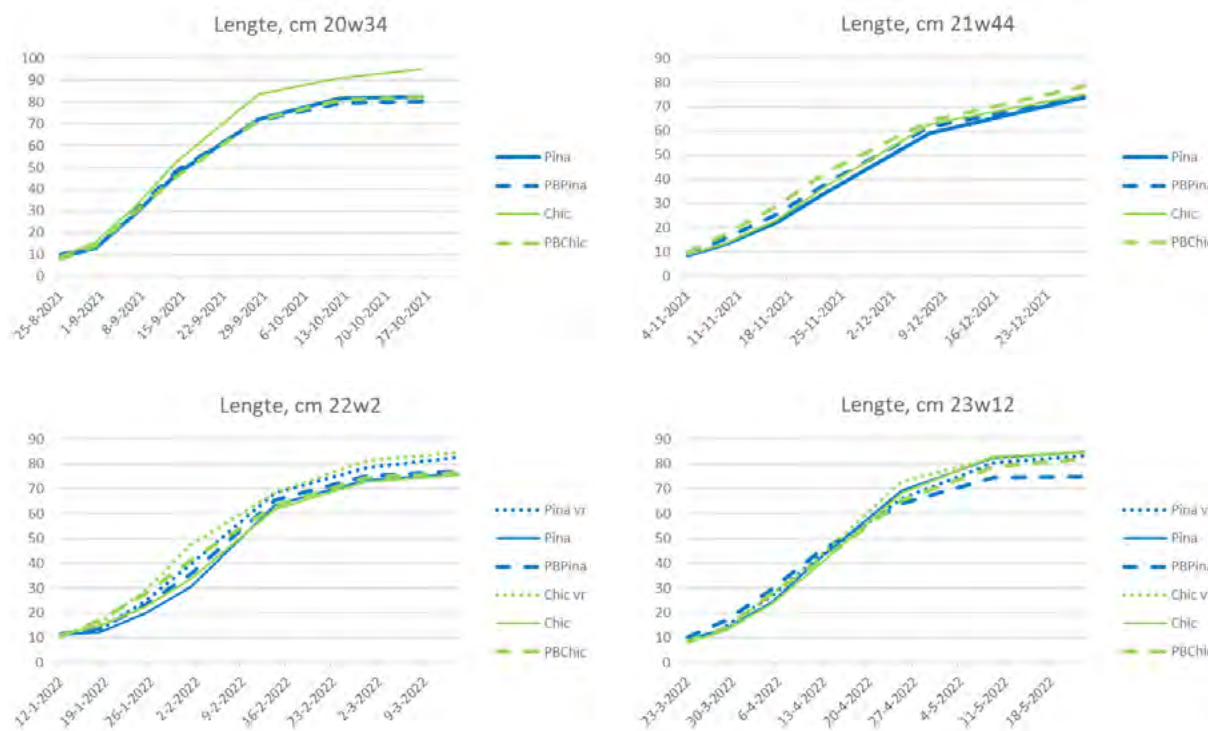


Figuur 5 Verloop van de drogestofpercentages van teelt 20-23.

3.2.6 Lengtegroei Chic en Pina Colada

De lengtegroei (Figuur 6) wordt bij chrysant beïnvloed door meerdere factoren, zoals DIF (temperatuurverschil tussen dag en nacht), de lengte van de LD-periode, ras, het gebruik van remstoffen (Alar) (Tabel 7) en, zoals in teelten 22 en 23 is gebleken, verrood belichting. Gestreefd wordt naar een lengte van meer dan 70 cm. Bij teelt 20 was Chic te weinig of te laat geremd, wat heeft geleid tot ruim 10 cm langere takken. Bij teelt 21 bleef de lengte van zowel Chic als Pina Colada iets korter dan die van de praktijkbedrijven. Bij teelt 22 bleek de invloed van verrood. Al vroeg in de teelt gaf dit een grote stimulans voor de lengte. Die is daarna niet meer voldoende gecorrigeerd met remstoffen (Zie ook 3.2.2).

Bij teelt 23 kwam de lengte van alle steekproeven (behalve die van PBPina) gemiddeld boven de 80 cm uit.



Figuur 6 Verloop van de lengtegroei van teelt 20-23.

Tabel 7

Hoeveelheid remstof in gram/1000 m³ gebruikt per ras, teelt en behandeling.

Ras	Teelt 20	Teelt 21	Teelt 22 + VR	Teelt 22 – VR	Teelt 23 + VR	Teelt 23 – VR
Chic	2800	850	1300	600	2400	2100
Pina Colada	1000	200	725	300	1900	1700
Barolo	1100	350	700	300	2100	1700
Bonita		0	300	0	1500	1500
Bontempi		0	750	0	1500	1500
Celebrate	1000	50	450	100	2400	1500
Hardwell	2460	700	1300	600		
Ilonka	900	50	150	0	600	600
Prosecco	1700	350	900	400	1500	1500
Purple Star		0	450	100	2700	1700
Romance Purple	700	150	300	100		
Rossano		0	0	0		
Stallion					300	300
Country					1200	1200
Rossi					1200	900
Sun up		0	0	0	900	900
Ellison		50	600	0	2100	1800

3.2.7 Bladgewicht

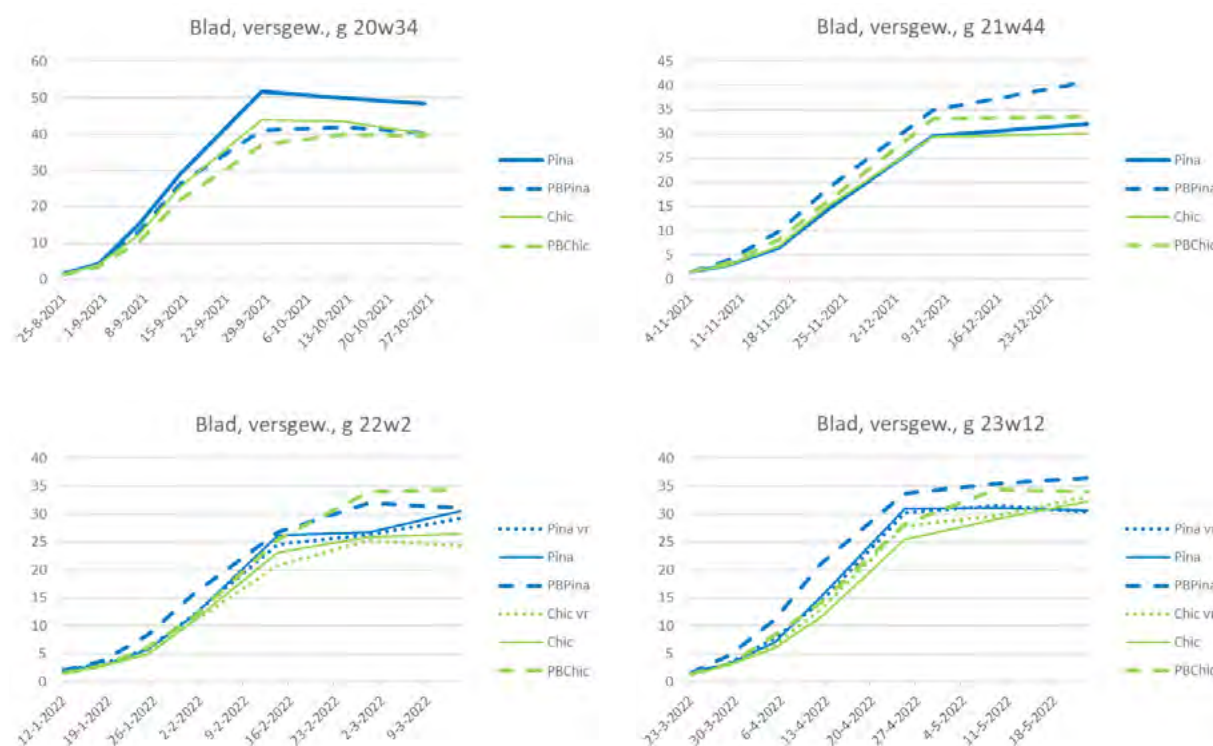
Het bladgewicht is een indicatie voor de vegetativiteit van het gewas. Als deze te laag is, kan dat ten kosten gaan van het totale versgewicht. Als het bladgewicht te hoog is, kan dit leiden tot donkerte en een doodts klimaat onderin het gewas, met bladvergeling tot gevolg. De lengte van de LD periode en de luchtvochtigheid hebben invloed op het bladgewicht.

In teelt 20 blijkt Pina Colada bij DPC veel blad te hebben gegenereerd. Hoewel Pina Colada normaliter niet zo gevoelig is voor slecht blad, gaf de eindmeting toch gemiddeld 5-6 cm bruin blad aan.

Bij teelt 21 bleef het bladgewicht bij DPC lager dan bij de praktijkbedrijven. Dit heeft te maken met de korte LD periode van 6 dagen bij DPC in vergelijking met 10 dagen bij de praktijkbedrijven. Desondanks lag bij Chic het aantal cm met bruin blad iets hoger dan bij PBChic (12 tov 10,5).

Bij teelt 22 lijkt verrood iets minder bladgewicht te veroorzaken. Mogelijk worden de assimilaten met verrood meer aangewend om lengtegroei te genereren, wat dan wel een hoger stengelgewicht geeft. Het bladgewicht blijft zowel met als zonder verrood, onder dat van de praktijkbedrijven, mede door de kortere LD periode. Bij Chic zonder verrood waren gemiddeld 12 cm met bruin blad, ten opzichte van 6 cm bij zowel Chic met verrood als PBChic.

Hoewel bij teelt 23 de LD periode werd verlengd van 6 naar 7 dagen, bleef het bladgewicht toch weer achter bij de PBPina en PBChic met LD periodes van respectievelijk 6 en 9 dagen. Het effect van verrood is gering en lijkt bij PinaColada zelfs tot een iets hoger bladgewicht te leiden. Het aantal cm bruin blad was bij Chic met verrood vrijwel nihil, maar ook Chic zonder verrood had minder cm bruin blad dan PBChic.



Figuur 7 Verloop van het versgewicht blad van teelt 20-23.

3.3 Andere rassen

Hoewel geen hoofdonderwerp van het onderzoek worden in dit hoofdstuk de resultaten van de andere rassen kort besproken. Naast de rassen Pina Colada en Chic zijn telkens 6 tot 12 andere rassen geplant en beoordeeld. De klimaatomstandigheden bleven erop gericht om de Chic en Pina Colada optimaal te telen en er zijn (buiten de Alar behandelingen) geen concessies gedaan naar deze andere rassen. Omdat bij een energiezuinige teelt het risico van een te lage verdamping en daarmee afsterven van de onderste bladeren vergroot, is bij de beoordelingen van de rassen het aantal cm bruin blad gemeten (zie Tabel 8). Bruin blad kwam vooral voor tijdens de teelten 20, 21 en 22 zonder verrood. Bij teelt 22 met verrood en 23 had alleen het santini-ras Sun Up meer dan 11 cm bruin blad.

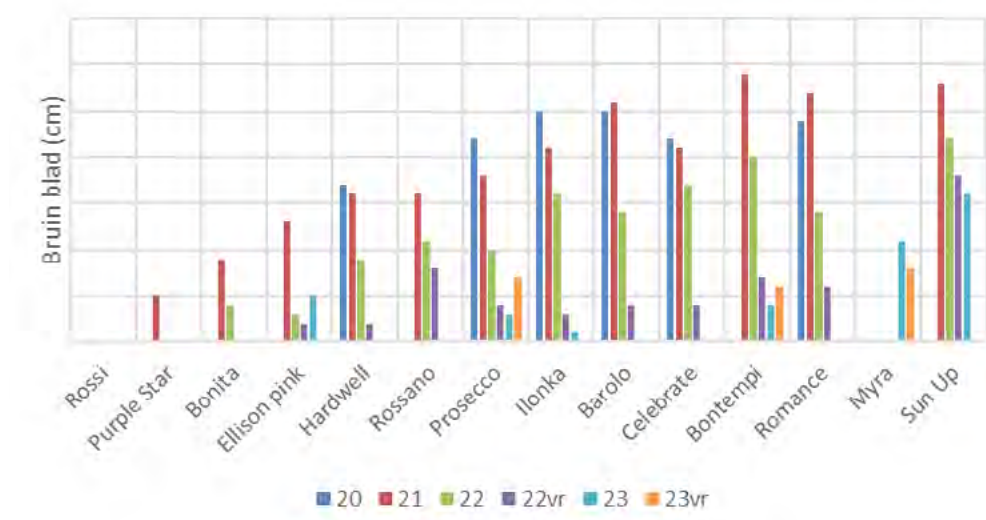
Tabel 8

Gegevens van de andere rassen tijdens de teelten 20-23; de donkerte van de velden staat voor de hoogte van de waarde per kolom.

Teelt	Ras	RT	Lengte	Bruin blad	Gewicht	Gewicht	LBE	LBE	% <70 gr	% <70 gr	Opmerkingen
		dag	cm	cm	vanaf pot g	op 70cm g	vanaf pot g/mol	op 70cm g/mol	vanaf pot	op 70cm	
20	Barolo	55	89	25	107	94	5.8	5.1	7%	17%	knopjes boven bloemscherm ongelijke bloei
	Celebrate	55	95	22	116	93	6.3	5.0	3%	3%	
	Hardwell	55-57	98	17	114	90	6.2	4.9	3%	27%	
	Ilonka	55	97	25	118	93	6.4	5.0	0%	10%	
	Prosecco	55	89	22	105	91	5.7	4.9	7%	13%	
	Romance	56-58	93	24	103	83	5.6	4.5	3%	23%	
21	Barolo		87	26	75	67	7.0	6.2	13%	27%	blad slecht
	Bonita		61	9	61		5.7		47%		
	Bontempi		77	29	81	73	7.5	6.8	10%	13%	blad slecht
	Celebrate		80	21	85	76	7.9	7.1	0%	0%	
	Hardwell		80	16	74	64	6.9	6.0	10%	30%	
	Ilonka		77	21	83	74	7.7	6.9	3%	7%	veel sprot
	Prosecco		78	18	79	71	7.3	6.6	0%	13%	
	Purple Star		76	5	92	85	8.6	7.9	3%	7%	bruin blad = gebreksblad van
	Romance		87	27	74	60	6.9	5.6	13%	47%	blad slecht
	Rossano		65	16	58		5.4		50%		geplozen
	Ellison pink		77	13	41	27	6.7	4.4			105/m²
	Sun Up		67	28	49	45	8.0	7.3			105/m² blad heel slecht
22	Barolo	57	86	14	89	74	5.7	4.7	0%	3%	knop boven bloemscherm
	Bonita	56	68	4	74	70	4.7	4.4	0%	3%	zonnebrand in kopblad
	Bontempi	60	89	20	81	66	5.1	4.2	7%	13%	lange bloemstelen, maar geen
	Celebrate	53	84	17	94	78	6.6	5.5	0%	3%	
	Hardwell	57	99	9	88	62	5.6	3.9	10%	20%	
	Ilonka	53	87	16	98	75	6.9	5.3	0%	3%	meer sprot onderin tak.
	Prosecco	53	80	10	77	67	5.4	4.7	7%	10%	
	Purple Star	58	82	0	99	89	6.3	5.7	0%	7%	dubbele knop
	Romance	58	82	14	89	75	5.7	4.8	0%	7%	meerdere dubbele knoppen,
	Rossano	55	68	11	75	71	4.9	4.7	0%	3%	veel zijscheut en sprot. FR
	Ellison pink	52	72	3	60	41	4.2	5.1			60/m² ipv 107
	Sun Up	55	67	22	48	42	5.6	4.9			veel meer takken met knopjes
22vr	Barolo	54	93	4	80	65	5.3	4.3	3%	10%	zonnebrand in kopbladper abuis
	Bonita	55	68	0	67	64	4.3	4.1	3%	10%	
	Bontempi	58	100	7	95	74	6.0	4.7	0%	10%	
	Celebrate	53	94	4	88	68	6.2	4.8	0%	7%	
	Hardwell	52	89	2	71	60	5.0	4.2	13%	23%	
	Ilonka	52	88	3	102	84	7.2	5.9	0%	3%	
	Prosecco	52	91	4	70	58	4.9	4.1	13%	23%	
	Purple Star	55	89	0	98	87	6.4	5.7	0%	0%	geen dubbele knop
	Romance	55	91	6	84	69	5.5	4.5	0%	7%	
	Rossano	52	67	8	67	65	4.7	4.6	10%	17%	per abuis 300gr geremd
	Ellison pink	52	85	2	45	30	5.6	3.8			
	Sun Up	53	73	18	52	44	6.5	5.5			
23	Barolo	54	88	0	91	79	4.3	3.8	7%	3%	
	Bontempi	57	110	4	103	82	4.8	3.9	7%	3%	
	Celebrate	54	111	0	95	70	4.5	3.3	10%	13%	
	Ilonka	51	108	1	117	82	5.9	4.1	0%	3%	
	Myra	49	87	11	89	78	4.6	4.0	3%	3%	
	Prosecco	51	93	3	92	73	4.6	3.7	13%	10%	
	Purple Star	51	93	0	106	92	5.3	4.6	3%	0%	
	Ellison pink	53	93	5	49	34	4.1	2.9			
	Rossi	52	79	0	52	39	4.4	3.3			
	Sun Up	50	80	16	56	39	4.8	3.4			
23vr	Barolo	54	88	0	88	79	4.2	3.8	3%	3%	
	Bontempi	57	112	6	102	83	4.8	3.9	0%	0%	
	Celebrate	54	94	0	96	82	4.6	3.9	3%	3%	
	Ilonka	51	105	0	122	88	6.1	4.4	0%	0%	
	Myra	49	89	8	81	71	4.2	3.7	0%	0%	
	Prosecco	51	92	7	87	72	4.4	3.6	0%	0%	
	Purple Star	51	93	0	106	94	5.3	4.7	0%	0%	
	Ellison pink	52	93	0	51	36	4.3	3.0			
	Rossi	51	80	0	50	39	4.2	3.3			
	Sun Up	49	78	14	52	39	4.5	3.4			

3.3.1 Bladkwaliteit

Het aantal cm bruin blad uit Tabel 8 is in Figuur 8 weergegeven in oplopende volgorde per ras voor de zes behandelingen (teelt 20-23 waarvan teelt 22 en 23 bestaat uit een behandeling met en een zonder verrood). Rossi bleek ongevoelig voor bruin blad, waarbij moet worden aangetekend dat Rossi alleen in teelt 23 werd geteeld. In teelt 23 kwam bruin blad sowieso minder voor.



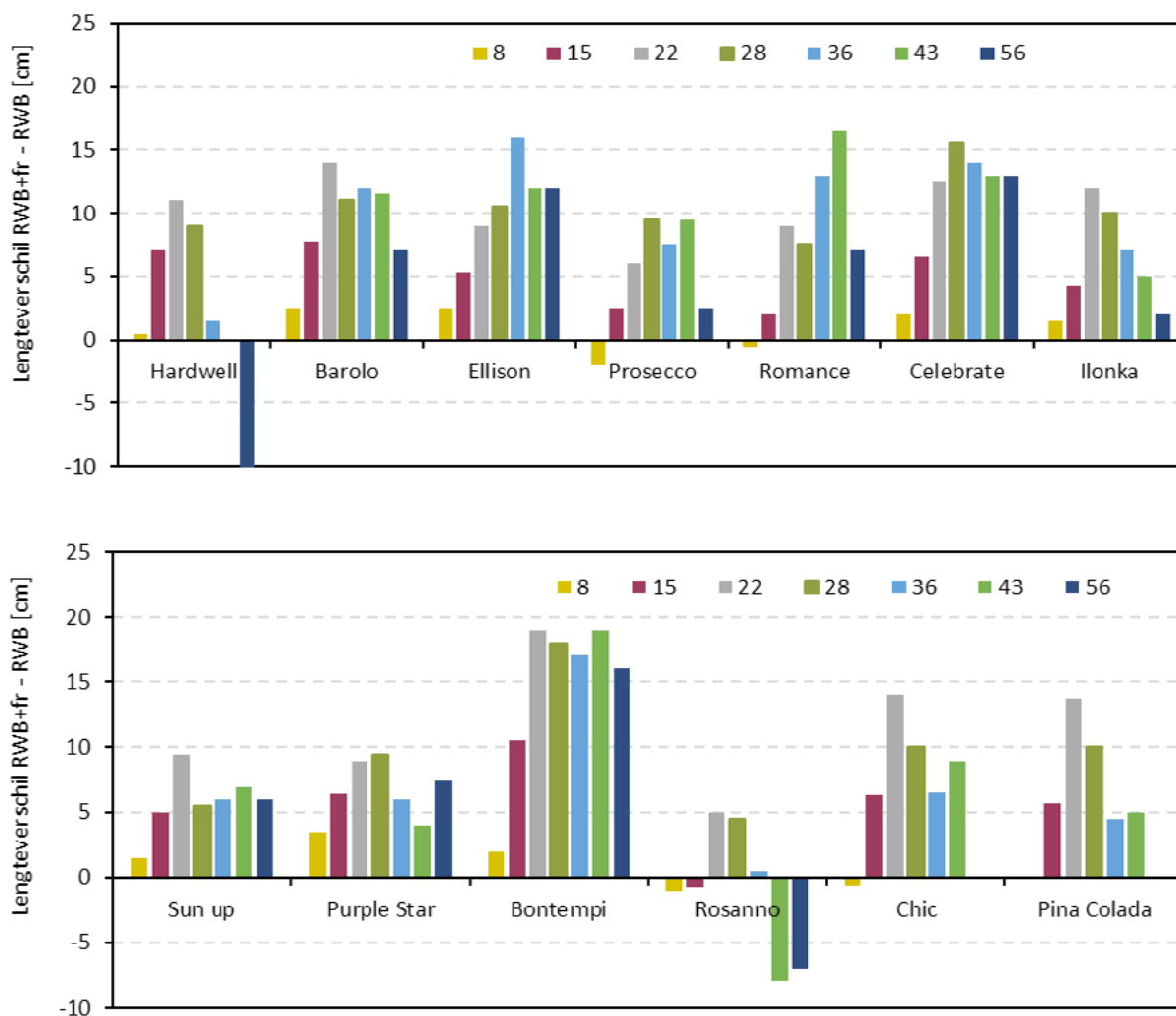
Figuur 8 Aantal cm bruin blad in oplopende volgorde per ras voor 4 teelten (teelt 22 en 23 opgesplitst in met en zonder verroodbehandeling).

Evenals bij de teelten 17 en 18 is bij teelt 21 en 22 na het planten in de jongste bladeren van sommige rassen een groeistoring opgetreden. Deze teelten onderscheiden zich met weinig instraling van buiten, en langdurige belichting met LED tijdens de LD periode. Deze groeistoring is beperkt tot de dan net ontwikkelende bladeren. De hogere bladeren, die al wel in het groeipunt zijn aangelegd, groeien normaal uit. De bij de stekopkweek uitgegroeide bladeren hebben geen schade. Deze schade treedt niet op in de periode dat er overdag voldoende instraling is, ook niet als er dan nog 20 uur per etmaal belicht wordt.

Een hypothese van de oorzaak van dit gebreksblad luidt, dat de balans tussen fotosynthese en verdamping (aanvoer van nutriënten) verstoord is. Als dit de oorzaak is zou een mindere intensiteit van belichten met LED en een kortere periode van belichten gewenst zijn om dit probleem te voorkomen.

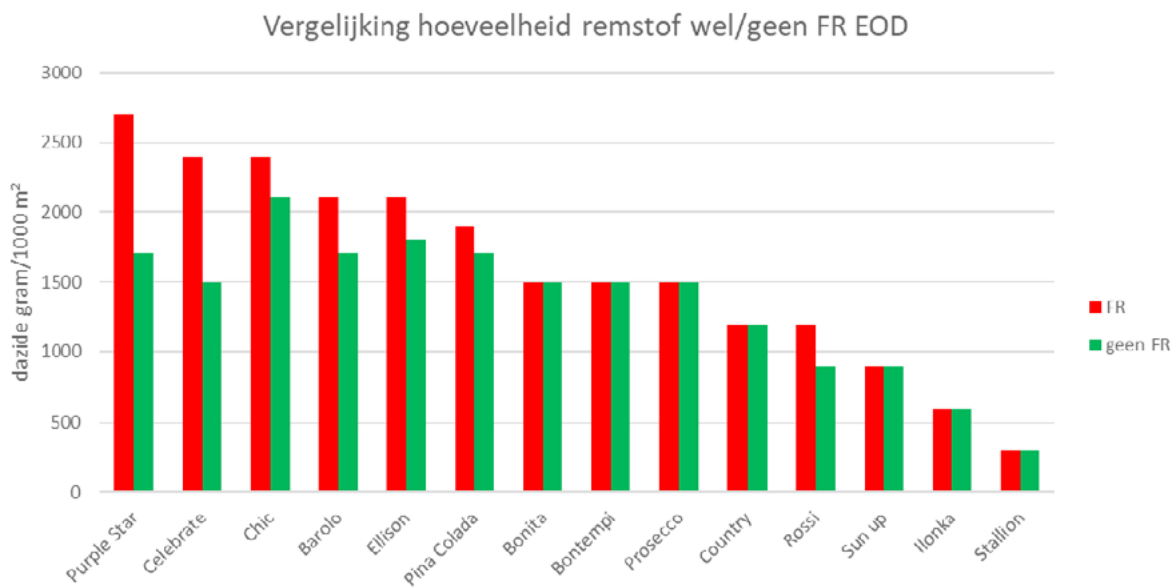
3.3.2 Effect verrood op lengtegroei

Gedurende teelt 22 is de lengtegroei van alle rassen bijgehouden. Hiermee kan het effect van de verrood behandeling op de lengtegroei worden gevolgd. In Figuur 9 is per ras aangegeven wat het lengteverschil is tussen de twee behandelingen. De behandelingen verschillen echter niet alleen in verrood, maar ook in het gebruik van remstoffen (Tabel 7). De verrood behandelingen hebben gemiddeld 3x zo veel remstof gekregen dan de niet-verrood behandelingen. Daarbij is het verschil voor rassen die al veel geremd worden ongeveer een factor 2 en is het verschil relatief groter bij rassen die normaal minder of niet geremd worden. Voor het effect van verrood kan daarom het beste worden gekeken naar de eerste 3 balken (tot de grijze balk van dag 22) in Figuur 9. Hieruit blijkt dat Bontempi zeer sterk heeft gereageerd op verrood, terwijl Rosanno dat nauwelijks heeft gedaan. De hoofdassen Pina Colada en Chic reageerden bovengemiddeld op de verroodbehandeling. De afwijkende waarden bij Hardwell en Rosanno zijn veroorzaakt door te hoge rembehandeling bij de verroodbehandeling.



Figuur 9 Verloop van het lengteverschil tussen verrood en niet-verrood bij de verschillende rassen tijdens teelt 22. De kleur geeft de teeltdag aan. NB: het gebruik van remstoffen kan tussen verrood en niet-verrood verschillend zijn geweest.

Bij teelt 23, waarbij alleen in de eerste 4 weken van de KD verrood is gegeven, moest alleen bij de rassen met veel remstof behoefte meer gespoten worden bij de behandeling met EOD-FR, dan bij het onbehandelde vak (Figuur 10).



Figuur 10 Gebruik van remstof (Dazide) per ras, bij de verroodbehandeling en bij de niet verrood behandeling tijdens teelt 23.

4 Inzet van middelen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de inzet van de middelen warmte, koude, CO₂ en elektriciteit (voor belichting) bij DPC en in de praktijk. Figuur 11 geeft het verloop weer van het gerealiseerde gebruik per etmaal van deze middelen ten opzichte van een Kaspro simulatie (met dezelfde klimaatinstellingen als gebruikt voor de vorige teelten). Voor beide praktijkbedrijven is ook het verbruik voor verwarming in de grafiek opgenomen. Het totale warmtegebruik van de buizen en de LBK over de vier teelten bij DPC is 16.5 m³/m² aan aardgasequivalenten geweest. Dat is vrijwel gelijk aan het vorige teeltjaar.

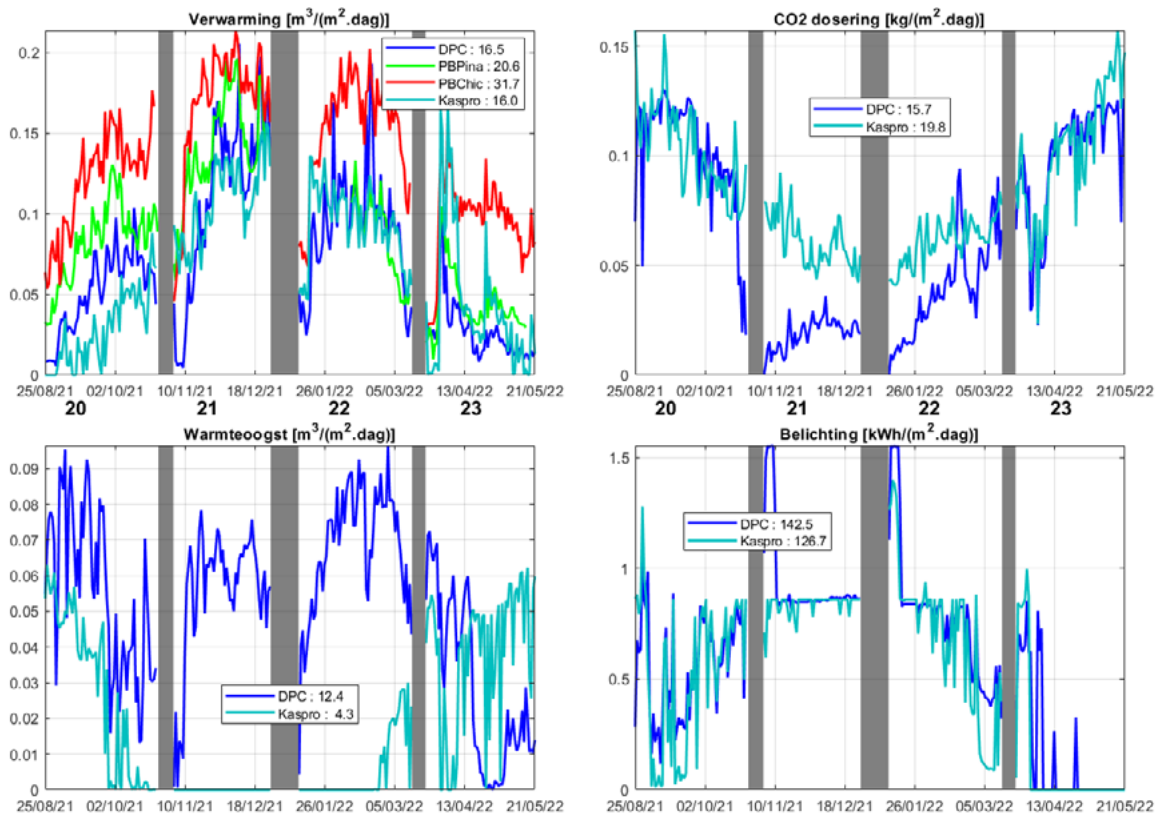
Het gebruik aan verwarming door DPC is vooral tijdens teelt 20 en 21 lager dan bij PBPina, maar ligt tijdens teelten 22 en 23 vrijwel gelijk aan het warmtegebruik van PBPina, dat toen ook een tweede scherm en slurven had. Bij PBChic is het warmtegebruik het hele jaar door veel hoger doordat daar de WKK een overcapaciteit heeft. Ten opzichte van de Kaspro simulatie is het warmteverbruik vrijwel gelijk.

Voor de start van teelt 20 is de grond gestoomd. Deze energie (± 3 m³/m²) is niet meegenomen in dit overzicht.

De warmteogst van vier teelten is 12,4 m³/m² aan aardgasequivalenten. Het gebruik aan koude (=warmteogst) is in de winter hoger dan wat door Kaspro is berekend. De settings van het gebruikte Kaspro-model zijn namelijk alleen gericht op het oogsten van warmte als er daadwerkelijk een warmte-overschot is, en de temperatuur boven het setpoint voor koelen komt, terwijl bij DPC ook koude is ingezet om vocht te onttrekken aan de kaslucht.

De CO₂-dosering van DPC is met 15,7 kg/m² voor vier teelten nog iets lager dan het voorgaande jaar. Dat verschil wordt veroorzaakt door de kortere teeltduur in vergelijking met het ras Baltica dat in voorgaande jaren werd geteeld. De CO₂-instellingen zijn niet gewijzigd. De CO₂ concentratie (zie Figuur 29) is niet laag geweest.

Het elektriciteitsverbruik voor belichting van DPC zoals bij het Improvement Centre is gebruikt is 143 kWh/m² (wat neerkomt op ± 1900 belichtingsuren) wat lager is dan in voorgaande jaren, maar meer dan PBPina en PBChic, die tijdens deze vier teelten in totaal 1585 respectievelijk 1455 uren hebben belicht. Dit lage aantal belichtingsuren bij de praktijkbedrijven heeft te maken met de hoge elektriciteitsprijzen. Omdat de exacte verdeling van de belichtingsuren per dag niet kon worden achterhaald uit de klimaatcomputers van de praktijkbedrijven, is het elektriciteitsverbruik van de praktijkbedrijven niet weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Verloop van de hoeveelheid verwarming, CO₂-dosering, koeling (=warmteoogst) en belichting per etmaal, voor De Perfecte Chrysant (DPC), de praktijkbedrijven (PBPina en PBChic, voor zover gemeten) en volgens de simulaties met Kaspro.

Tabel 9

Gebruikshoeveelheden per teelt voor verwarming, CO₂-dosering, koeling (=warmteoogst) en belichting per etmaal, voor De Perfecte Chrysant (DPC), de praktijkbedrijven (PBPina en PBChic) en volgens de simulaties met Kaspro.

Teelt	Verwarming (m ³ /m ² ae)				Warmteoogst (m ³ /m ² ae)		CO ₂ dosering (kg/m ²)		Elektriciteit voor belichting (kWh/m ²)			
	DPC	PBPina	PBChic	Kaspro	DPC	Kaspro	DPC	Kaspro	DPC	PBPina	PBChic	Kaspro
20	3.2	3.8	7.6	1.7	3.4	1.7	6.3	6.4	35	21	15	33
21	6.0	5.5	9.1	5.8	3.0	0	1.0	3.3	50	56	43	45
22	5.8	5.3	9.6	5.9	4.3	0.3	2.5	3.8	49	42	38	43
23	1.6	2.7	5.8	2.6	1.7	2.3	6.0	6.3	9	1	1	6

4.1 Energie input in onderzoek is niet gelijk aan praktijk

Het relatief hoge elektriciteitsverbruik voor belichten heeft met twee aspecten te maken. In de afdeling hangen verhoudingsgewijs meer armaturen (ca 15% meer), dan op een groot bedrijf om het gewenste lichtniveau overal in de afdeling te bereiken vooral bij de gevels.

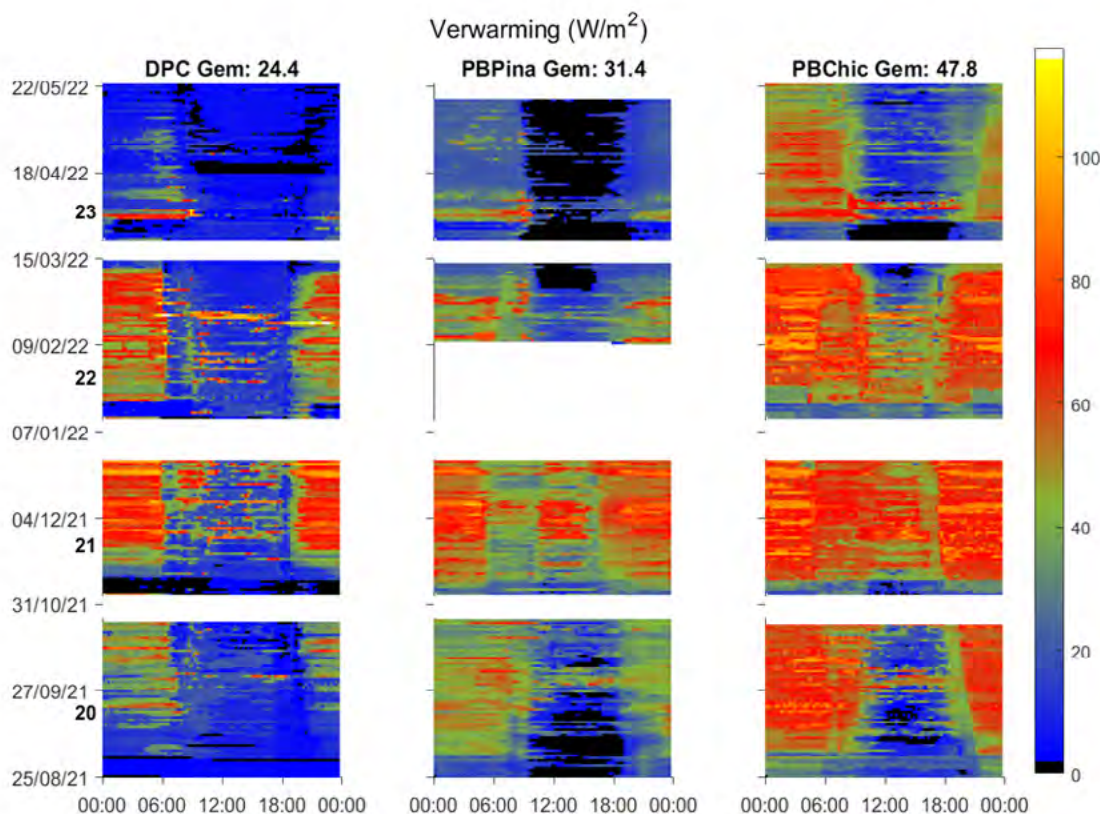
Het rendement van de lampen is met $2,9 \mu\text{mol/J}$ weliswaar hoger is dan dat van SON-T, maar lager dan de LED-lampen die praktijkbedrijven kunnen aanschaffen. Meer lampen met een iets lagere efficiëntie dan thans mogelijk is betekent dat er meer warmte van de lampen in de kas komt. Verwacht mag dus worden dat op een groter praktijk oppervlak met efficiëntere LED lampen meer warmte nodig zal zijn om de gewenste kastemperatuur te realiseren.

Bij de warmte spelen nog twee effecten. Een praktijkbedrijf heeft een hogere lichttransmissie en krijgt dus meer energie van de zon binnen en een praktijkbedrijf heeft een ander geveleppervlak in verhouding tot het oppervlak aan kasdek. De afdeling bij het Improvement Centre ligt met 3 van de 4 gevels tegen andere afdelingen of de kascorridor. Toch heeft door de grootte van de afdeling de gevel die grenst aan de buitenlucht een oppervlak van ca 20% in vergelijking tot het kasoppervlak, terwijl dat voor praktijkbedrijven meestal rond 10% ligt. Hierdoor gaat er meer warmte verloren via de gevel.

De combinatie van deze verschillen tussen de proefafdeling en een praktijkbedrijf maakt dat de omzetting van de energiecijfers van het onderzoek naar praktijk situatie lastig is. Daarom worden in dit onderzoek alleen de gegevens van de afdeling vermeld. Bij toepassing op praktijkschaal zullen model berekeningen nodig zijn.

4.2 Warmte

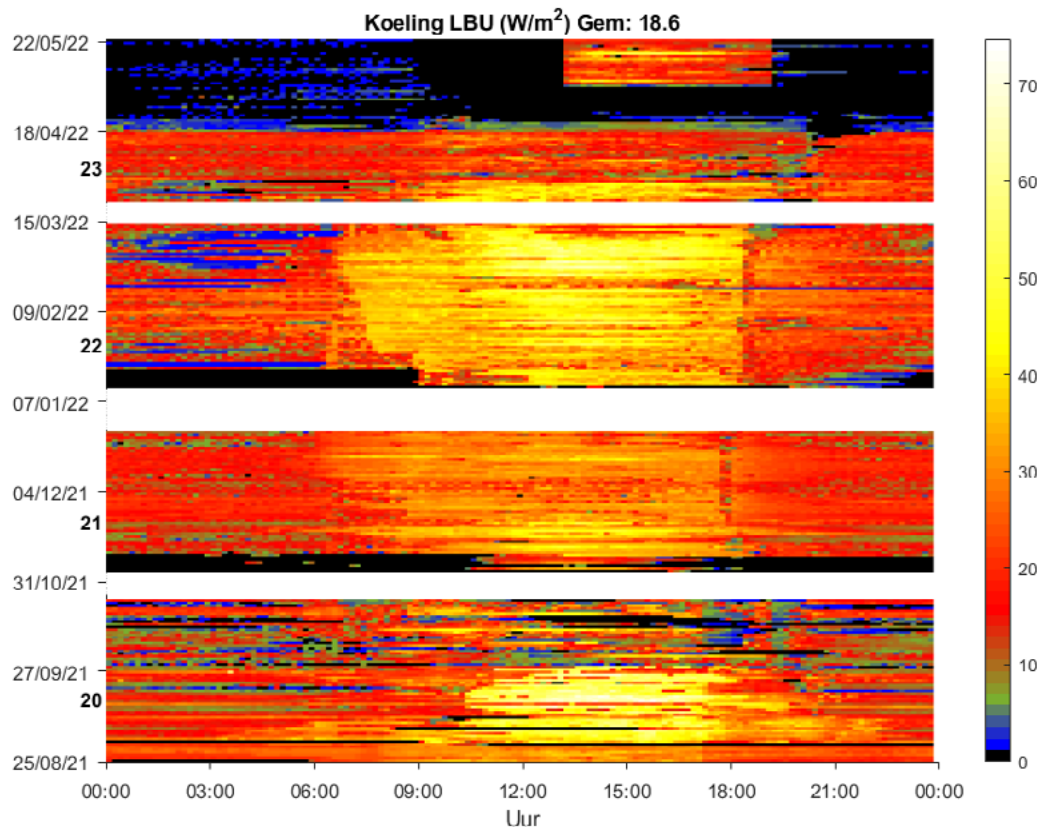
De verdeling van de hoeveelheid warmte over het etmaal nodig in de buizen of de LBK komt naar voren in het tienminutenoverzicht (Figuur 12). Het warmtegebruik van DPC ligt lager dan dat van PBPina en helemaal vergeleken met PBChic. (Van PBPina ontbreken de klimaatdata van de eerste weken van teelt 22). Ondanks het gemiddeld lagere warmtegebruik van DPC blijkt het verbruik 's winters in de nacht hoger dan dat bij PBPina. Dit heeft te maken met het ontvochtigen van de kaslucht waarbij de lucht in de LBK eerst wordt afgekoeld en vervolgens weer wordt opgewarmd (zie Figuur 23). Dit actieve ontvochtigen heeft geleid tot een forse warmteoogst (zie paragraaf 4.3), maar dus ook tot een iets hogere warmtevraag dan bij PBPina. Netto is er op dagbasis in de winter een veel lagere behoefte aan fossiele warmte, daarvoor is dan wel elektriciteit voor de warmtepomp nodig.



Figuur 12 Tienminutenoverzicht van de hoeveelheid ingezette warmte (W/m^2) bij DPC en de praktijkbedrijven (PBPina en PBChic).

4.3 Koeling/Warmteogst

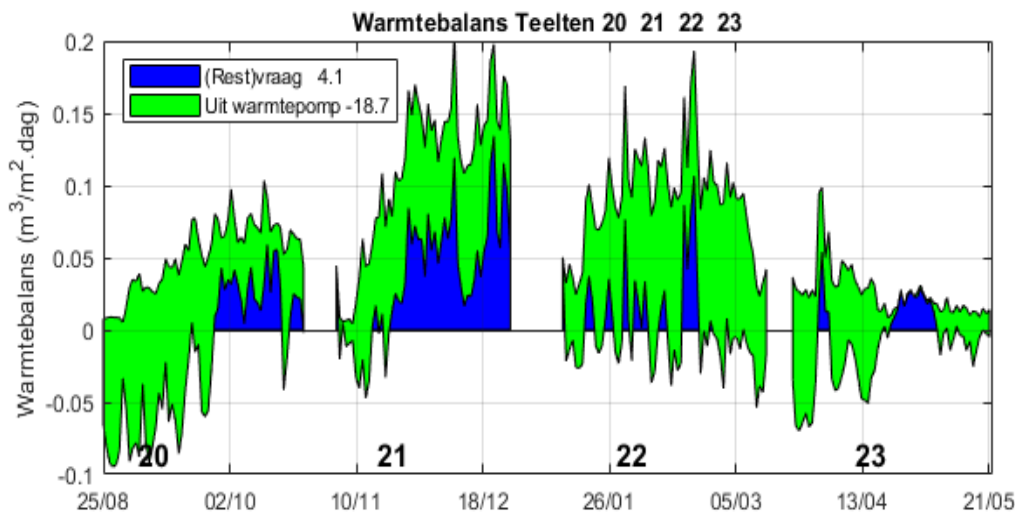
In Figuur 13 wordt het verloop van de hoeveelheid koeling/warmteogst weergegeven. Tot half april is de koeling vrijwel continu gebruikt. De rest van teelt 23 is de koeling meer selectief ingezet met alleen het doel om voldoende warmte te oogsten. Dat was in de middag, omdat bij hogere kastemperaturen efficiënter warmte aan de kaslucht worden onttrokken.



Figuur 13 Tienminutenoverzicht van de hoeveelheid koeling ($\text{kW}/1000 \text{ m}^2 = \text{W}/\text{m}^2$) bij DPC.

4.3.1 Warmtebalans

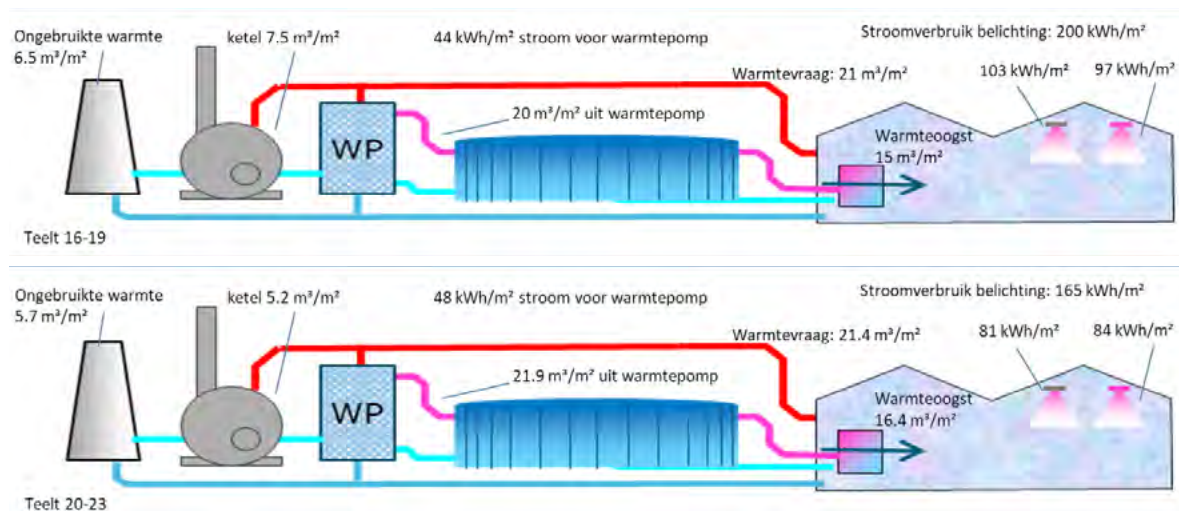
In dit project is ervan uitgegaan dat de warmtepomp iedere m^3 geoogst aardgasequivalent met behulp van 2,9 kWh aan elektriciteit kan omzetten in $1,33 \text{ m}^3$ bruikbaar aardgasequivalent. De vraag naar warmte loopt niet synchroon met de hoeveelheid beschikbare warmte. Dat is weergegeven in Figuur 14, waarin het dagelijkse verschil tussen de gevraagde warmte en de beschikbare bruikbare warmte (productie) is uitgezet in de tijd. Duidelijk is te zien dat in het begin van teelt 20 meer warmte is geoogst dan gebruikt. Later is meer gelet op het meer in balans houden van de vraag en de oogst van warmte. Op koude en donkere dagen kon niet voldoende warmte worden geoogst om de kas binnen een etmaal zonder extra (ketel)warmte op temperatuur te houden. Het in balans houden van vraag en aanbod vraagt nog wel handmatig ingrijpen. De klimaatcomputer programmatuur is hiervoor nog niet ingericht.



Figuur 14 Dagelijks verloop van het verschil tussen de gevraagde warmte en de hoeveelheid warmte die dankzij de warmteoogst met een warmtepomp kan worden geproduceerd ($\text{m}^3/(\text{m}^2.\text{dag})$). De bovenste lijn is de totale warmtevraag; het groene vlak betreft de warmte die door inzet van de warmtepomp is geproduceerd; ; het blauwe vlak betreft de restvraag die uit andere bronnen moet worden gehaald; Als de het groene vlak onder de nul lijn komt is er sprake van een warmte overschot.

Als dit wordt geëxtrapoleerd naar een jaar met ruim 5 teelten (zie Figuur 15), komt dit neer op $21,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan warmtevraag. Dat is iets meer dan in het vorige jaar. De warmtepomp, die is ingezet voor de ontvochtiging, levert $21,9 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan warmte, maar door ongelijktijdigheid tussen warmteoogst en warmtevraag over het jaar is $5,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan warmte nodig uit een ketel en kan $5,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan warmte uit de warmtepomp niet nuttig worden ingezet.

Voor een volledig teeltjaar komt de balans eruit te zien zoals in Figuur 15. Deze balans is vergeleken met de vier teelten van het jaar daarvoor, die vrijwel in dezelfde perioden hebben plaatsgevonden. De geoogste warmte is gestegen van 15 naar $16,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aardgasequivalenten (a.e.) waardoor met 48 kWh elektriciteit de warmtepomp $21,9 \text{ m}^3/\text{m}^2$ a.e. aan warmte kon maken. Doordat de warmtevraag en de warmteoogst per etmaal meer op elkaar werden afgestemd, en doordat de winter minder streng was, bleef er minder onbenutte warmte over en hoefde er minder ($5,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$) 'ketelwarmte' te worden gebruikt. Op jaarrondbasis zou er ongeveer 2200 uren zijn belicht. Dat is bijna 20% minder dan het vorige jaar. Mogelijk heeft de verlaging van het aantal belichtingsuren geleid tot een hogere warmtevraag.



Figuur 15 Warmtebalans en elektriciteitsverbruik voor belichting en warmtepomp voor de vier teelten, omgerekend naar een heel jaar (onder), in vergelijking met teelt 16-19 (boven).

Omdat perioden met warmte-overschot en warmtetekort elkaar tijdens teelt 22 afwisselden, zou een grotere buffer tijdens die teelt voor een lagere inzet van de ketel hebben gezorgd, maar tijdens teelten 20 en 21 duurden de perioden met warmtetekort te lang om met een grotere buffer op te vangen. Een buffer ter grootte van 7 dagen in plaats van 1 dag, zou de gevraagde ketelwarmte met ongeveer $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ verlagen.

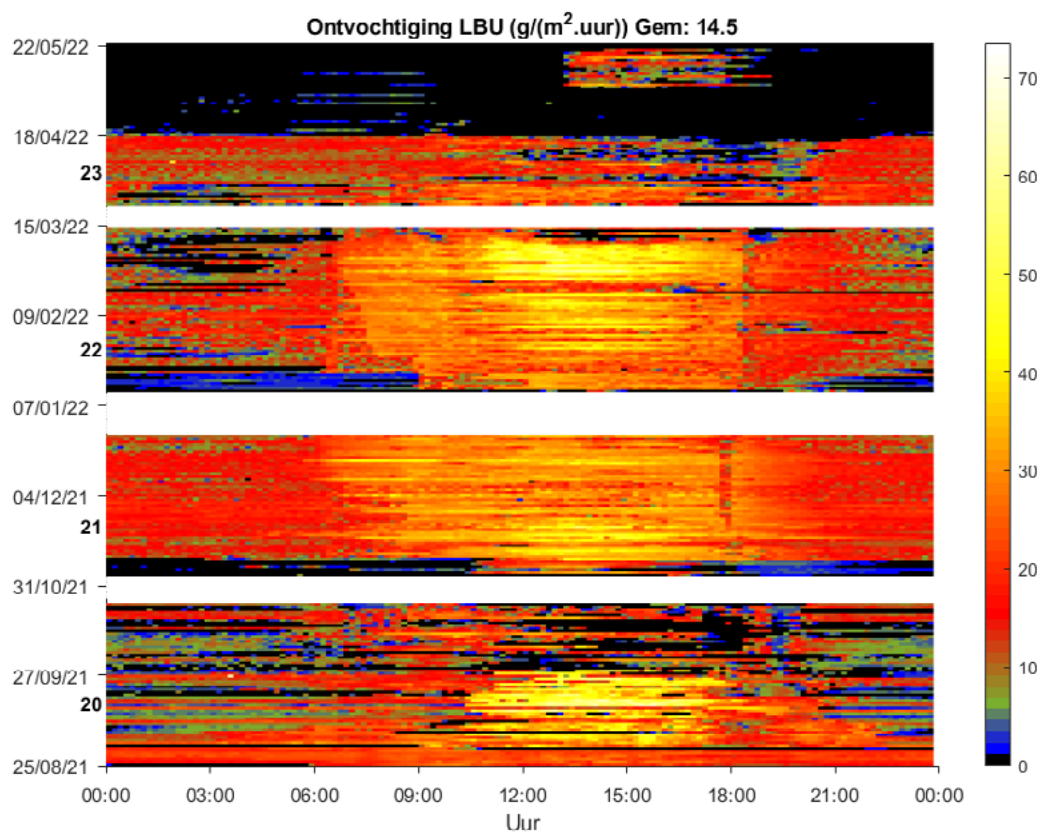
Om de vraag en het aanbod van warmte beter op elkaar af te stemmen zal een keuze moeten worden gemaakt tussen het opslaan van warmte en koude in een seizoensopslag (bijv. aquifer), of het oogsten van meer warmte gedurende de winterperiode. De laatste keuze zal echter gepaard gaan met een grotere warmtevraag, waardoor weer meer warmte moet worden geoogst en meer elektriciteit moet worden ingezet. Evenals in voorgaande jaren bij DPC bleek dat het moeilijk is om alle winterdagen in balans te blijven. Om geen concessies te doen aan de kasttemperatuur zal tijdens koude periodes extra warmte nodig blijven.

Het koelen van de kas zonder dat dit heeft bijgedragen aan de warmtevraag heeft geleid tot een warmteoverschot van $5,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Dit heeft $12 \text{ kWh}/\text{m}^2$ aan extra elektriciteit gekost. Naast een iets koeler en droger klimaat heeft dat ook geleid een iets hogere CO_2 -concentratie. Bij een elektriciteitsprijs van bijvoorbeeld € 0,15 ¹per kWh zou de kwaliteitsverbetering dan moeten zorgen voor een minstens $12 \cdot 0,15 = 1,80 \text{ €/m}^2$ hogere omzet om dit economisch verantwoord te kunnen doen. Het is niet waarschijnlijk dat deze hogere omzet met de genoemde klimaatsvoordelen van de extra koeling wordt bereikt.

4.4 Vochtafvoer via LBU

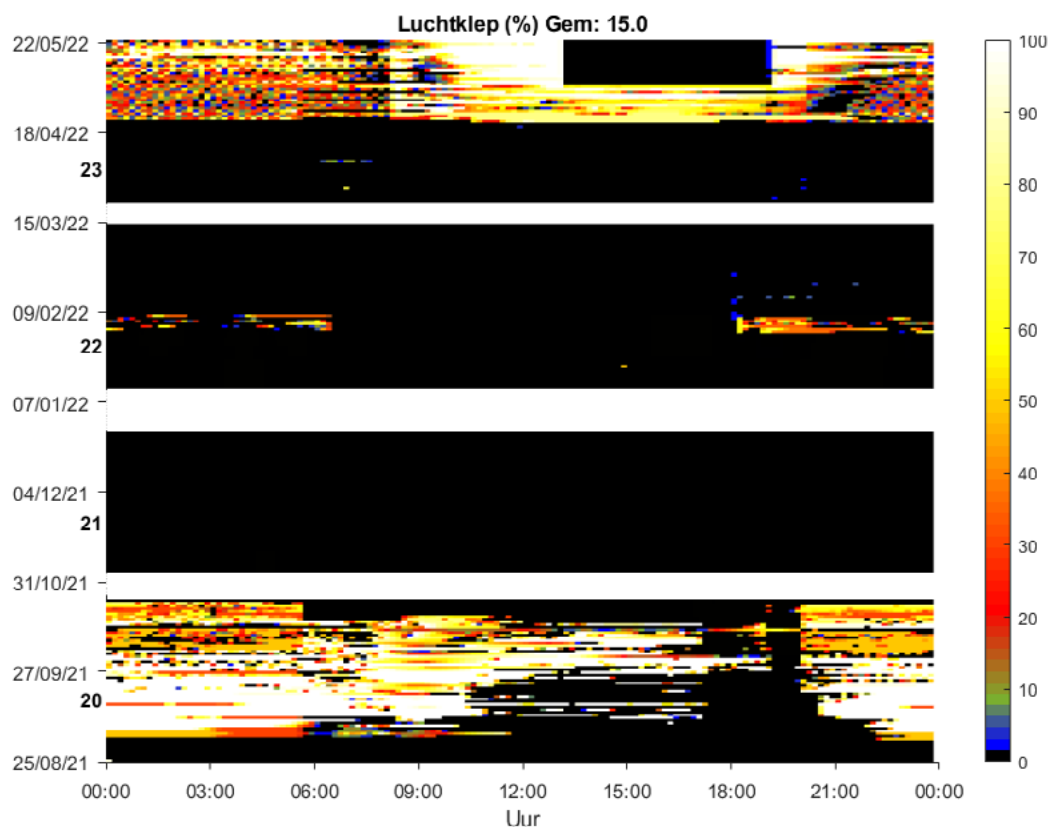
Met de luchtbehandelingsunits (LBU) is het mogelijk om buitenlucht in te blazen, waardoor vocht kan worden afgevoerd. De ventilatoren in de LBU's hebben een capaciteit van $12 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{uur})$ en de gerealiseerde ontvochtiging is weergegeven in Figuur 16. Doordat ontvochtiging en koeling vaak hand in hand gaan, lijkt deze figuur sterk op Figuur 13. In de nacht wordt veelal 5-20 $\text{gram}/(\text{m}^2 \cdot \text{uur})$ aan vocht afgevoerd. De gewasverdamping zal waarschijnlijk iets hoger liggen, omdat vocht ook via de gevel of door passief transport door het scherm kan worden afgevoerd.

¹ De prijs van € 0,15 per kWh ligt hoger dan wat gebruikelijk was in 2021 ($\pm \text{€}0,10$), maar veel lager dan de elektriciteitsprijzen van de zomer 2022.



Figuur 16 Tienminutenoverzicht van de hoeveelheid ontvochtiging ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{uur})$) via de LBU bij DPC.

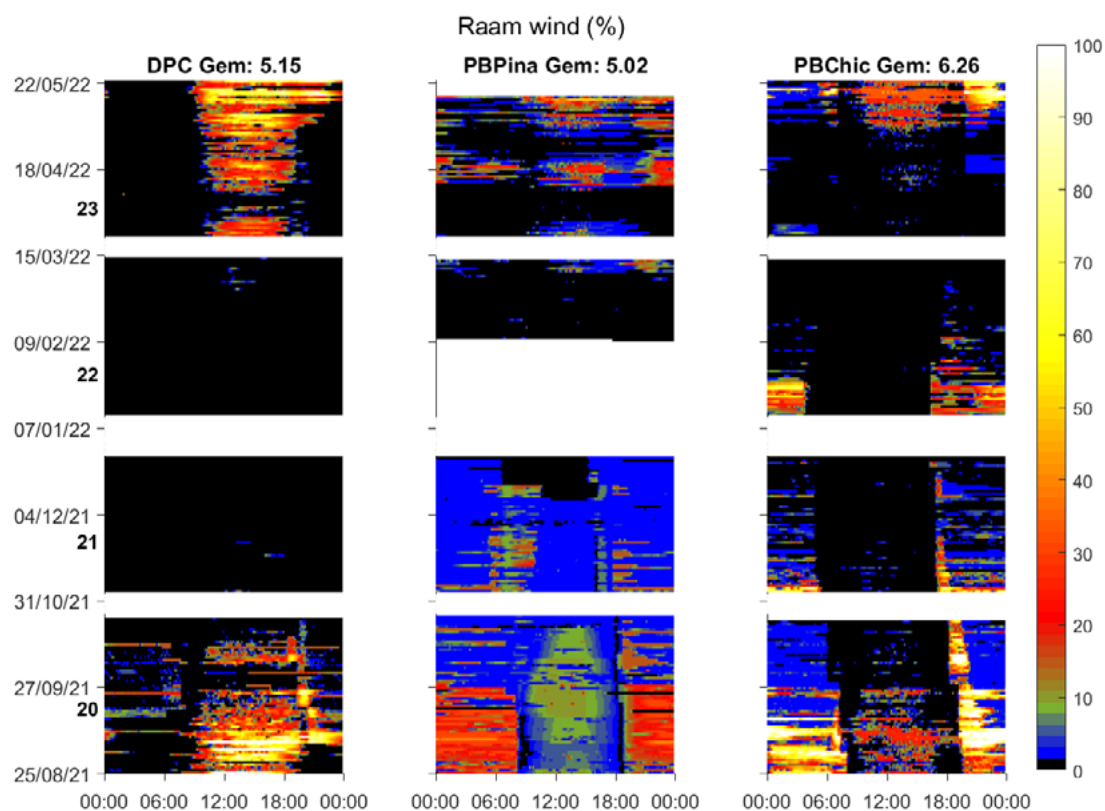
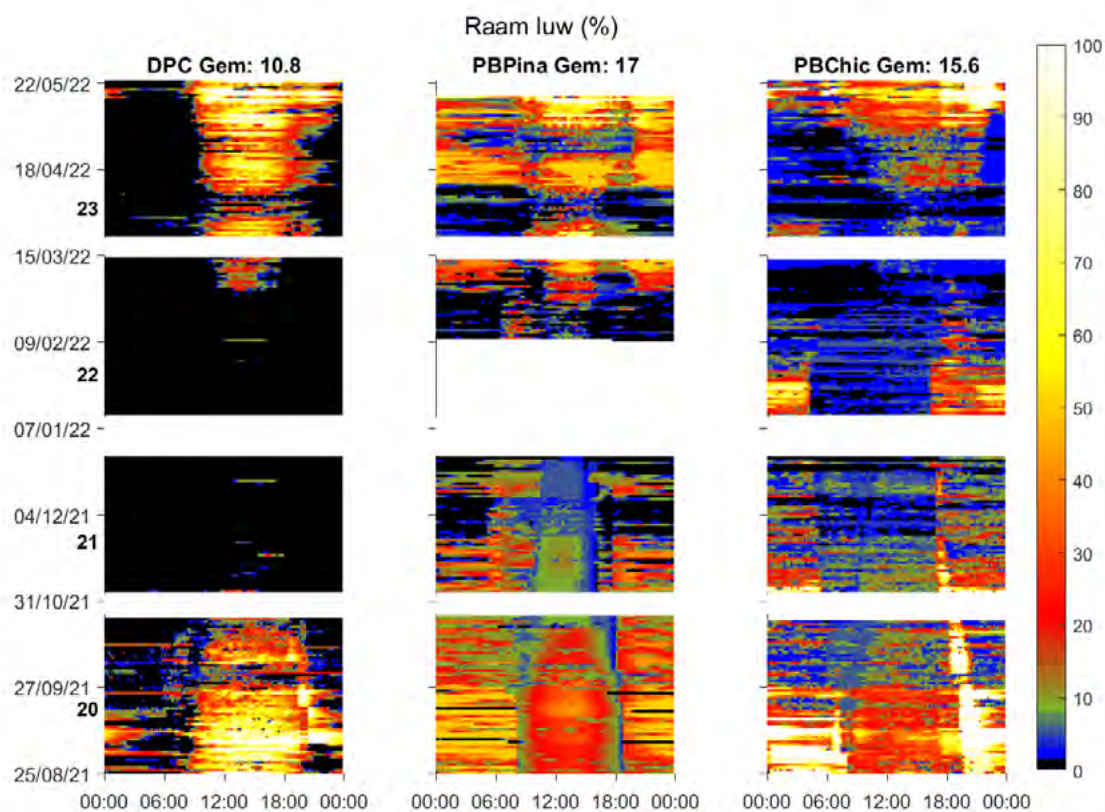
De stand van de buitenluchtklep is weergegeven in Figuur 17. Tijdens teelt 20 is zowel via koeling als met buitenlucht ontvochtigd. In de andere teelten is telkens de keuze gemaakt: als er binnen het etmaal warmtevraag is, dan wordt er actief ontvochtigd. Als die er niet is dan wordt de luchtvochtigheid met buitenlucht beheerst.



Figuur 17 Tienminutenoverzicht van de stand van de buitenluchtklep in de LBU bij DPC.

4.5 Ventilatie

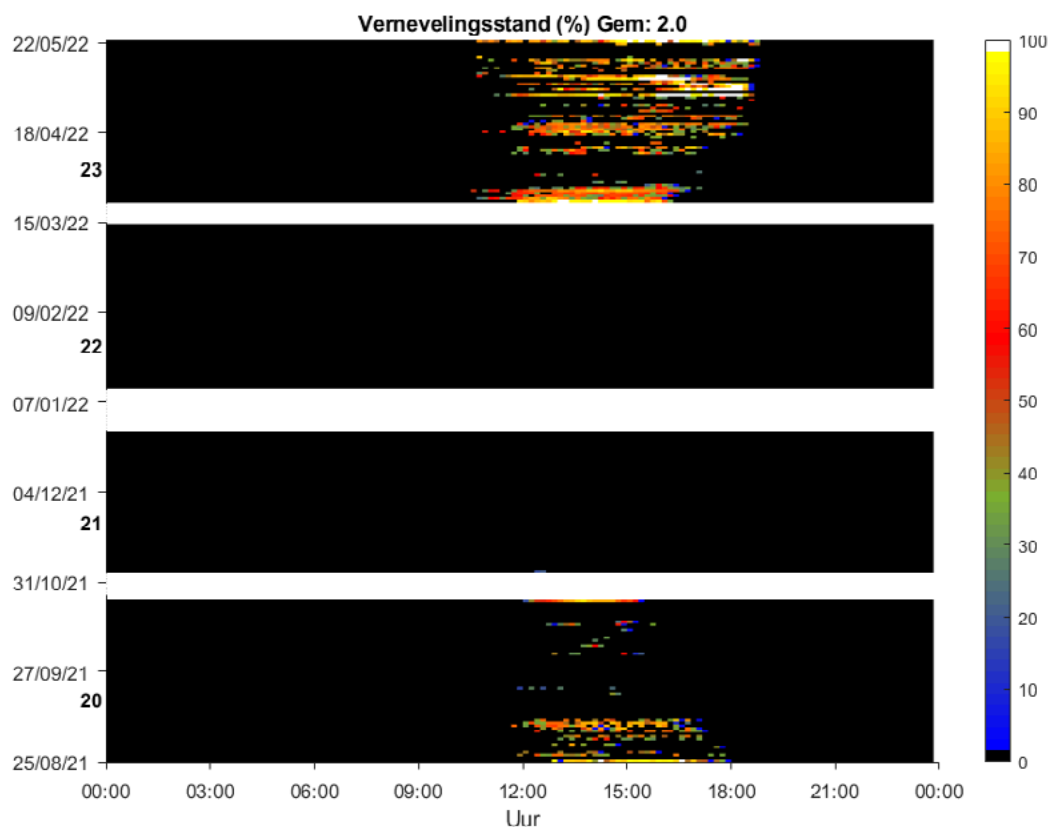
Als de raamstanden van DPC worden vergeleken met die van de praktijkbedrijven, valt vooral op dat de luchtramen bij teelt 21 en 22 van DPC vrijwel volledig gesloten zijn gebleven. Doordat de luchtbehandelingsunits droge lucht kunnen inblazen, hoeft er geen minimum raamstand aangehouden te worden. Door in de winterperiode zo veel mogelijk via de LBU's in plaats van via de luchtramen te ontvochtigen, werd bij DPC de warmteogst ook gemaximaliseerd. Verder zijn de overgangen tussen de geopende en gesloten verduisteringsdoeken in Figuur 18 bij de praktijkbedrijven duidelijker te herkennen aan de raamstand dan bij DPC. Dat heeft niet alleen met de LBU's te maken, maar ook met het energiescherm dat de overgang tussen wel en niet verduisteren geleidelijker maakt.



Figuur 18 Tienminutenoverzichten van de raamstand (%) aan de luwe zijde (boven) en de windzijde (onder) bij DPC en praktijkbedrijven (PBPina en PBChic).

4.6 Verneveling

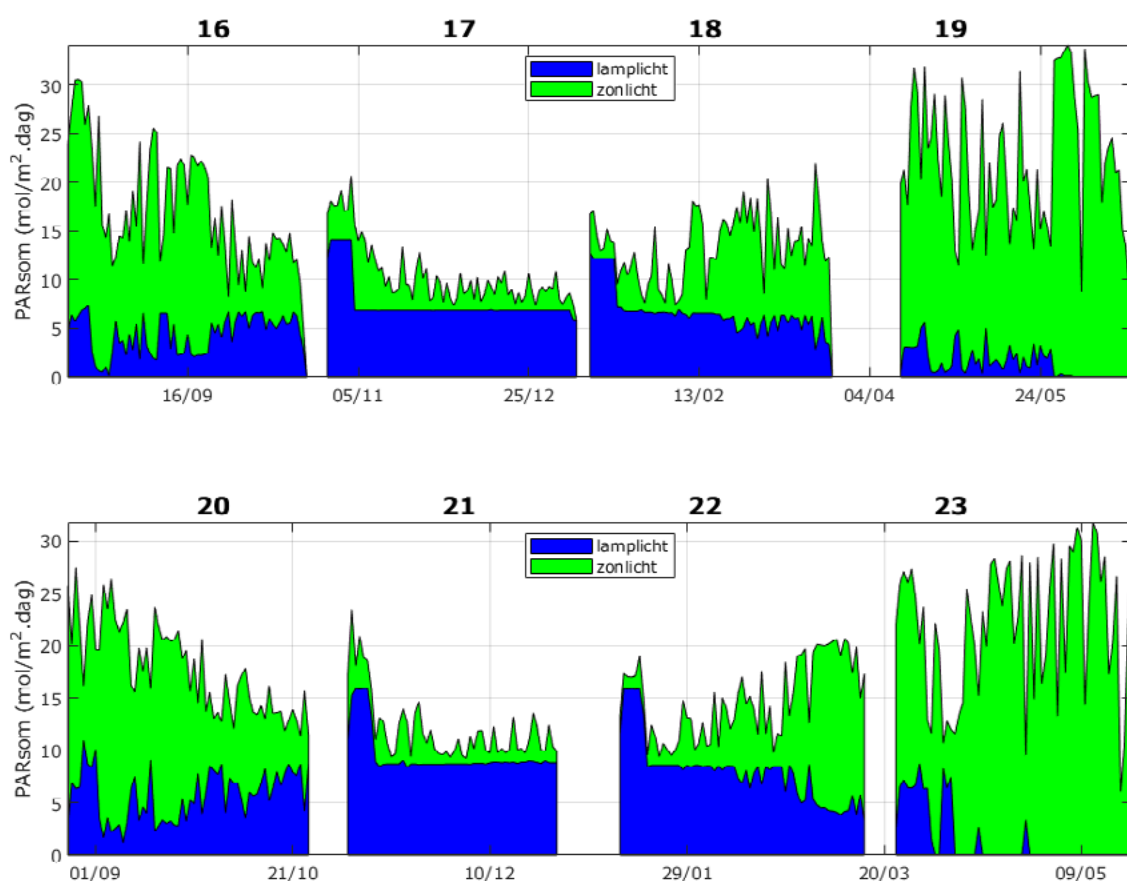
De verneveling is alleen gebruikt als de RV onder een bepaald setpoint kwam. Dit setpoint is nooit hoger dan 70% geweest. Ook wordt pas verneveld bij een globale straling van meer dan 400 of 500 W/m². De gemiddelde stand van de verneveling is op jaarbasis 2%. Omdat tijdens de heetste periode van het jaar niet is geteeld, zal dit percentage hoger zijn bij een jaarrondteelt.



Figuur 19 Tienminutenoverzicht van de vernevelingsstand (%) bij DPC.

4.7 Belichting en lichttransmissie kas

De assimilatie belichting wordt ingezet als de daglengte instelling dat toelaat en als de instraling onder de grenswaarde is (Tabel 3). In Figuur 20 is de hoeveelheid PAR van de lampen opgeteld bij de hoeveelheid PAR van de zon dat op het gewas terechtkomt. Hieruit valt op dat in de winterteelten (17, 18, 21 en 22) het overgrote deel van de PAR afkomstig is van de lampen.



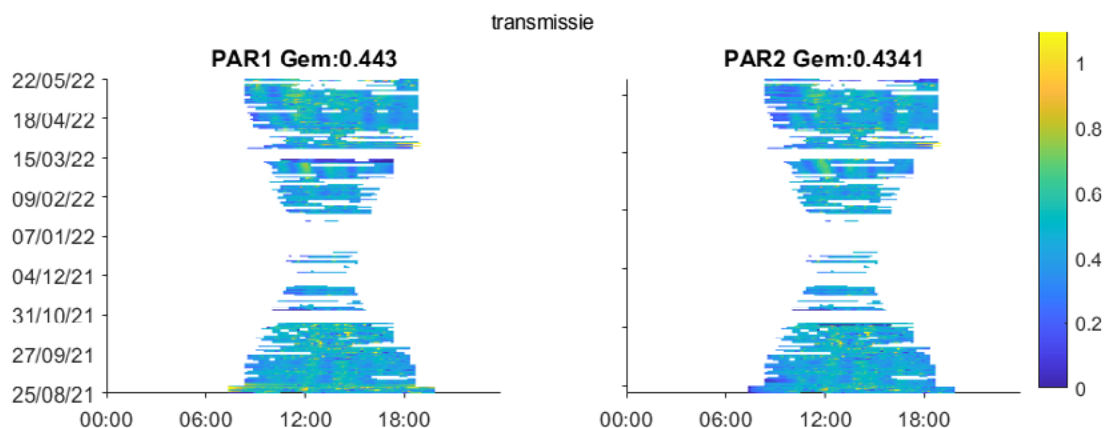
Figuur 20 PARsom ($\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{etmaal})$) uitgesplitst in lamplicht en zonlicht bij DPC voor de Teelt 16-19 (boven) en Teelt 20-23 (onder)

Tabel 10

PARsom ($\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{teelt})$) afkomstig van de zon, de lampen en totaal.

Teelt	Zonlicht	Lamplicht	Totaal
20	752	352	1104
21	134	514	648
22	433	502	935
23	1249	87	1336

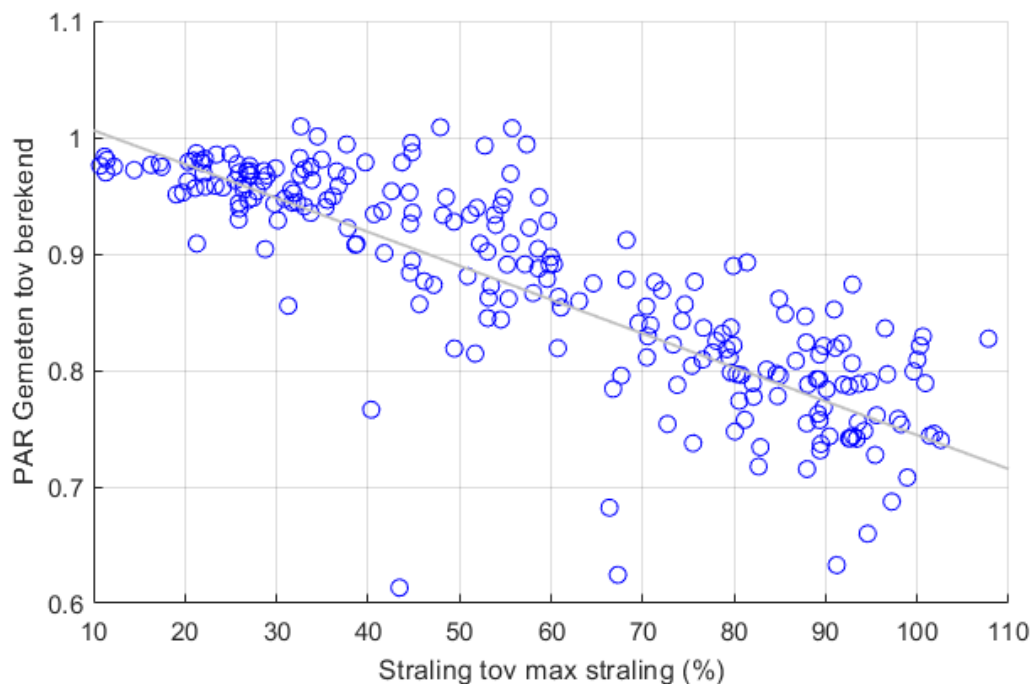
De hoeveelheid zonlicht in de kas is bepaald, rekening houdend met de hoeveelheid globale straling (W/m^2), een omrekeningsfactor van $2,15 \mu\text{mol PAR}$ per Joule globale straling, en een transmissie van het kasdek van 57%. Als deze berekening echter wordt vergeleken met de 2 PAR meters die in de kas staan, dan lijkt dit een overschatting van de hoeveelheid PAR van de zon te zijn. In Figuur 21 is de transmissie van de kas iedere 10 minuten berekend voor de momenten dat beide schermen zijn geopend en de lampen uit staan. Hierbij zijn de waarden van de 2 PAR meters vergeleken met de globale straling. Gemiddeld blijkt de transmissie dan slechts $\pm 44\%$ te zijn.



Figuur 21 Berekende lichttransmissie van de kas (%/100) op de momenten dat de belichting niet brandt en de schermen geopend zijn.

De lagere werkelijke lichttransmissie kan worden verklaard doordat de lichttransmissie bij aanvang van dit project en ook tussentijds is gemeten op momenten met bewolking, zodat het directe zonlicht geen schaduwplekken kan geven. Op onbewolkte dagen komt het meeste licht echter direct van de zon, en de invalshoek van direct zonlicht is veelal groter dan gemiddeld van hemisferisch licht. Figuur 22 laat ook zien dat op dagen dat de hoeveelheid straling lager is dan het maximum (en het dus waarschijnlijk bewolkt is), de berekende hoeveelheid PAR niet zo veel afwijkt van de gemeten hoeveelheid PAR (de hoeveelheid PAR van de lampen is van zowel van de berekende als van de gemeten hoeveelheid PAR afgetrokken). Naarmate de hoeveelheid globale straling op een etmaal de maximaal mogelijke hoeveelheid globale straling nadert (dus hoe zonniger de dag is), hoe kleiner het quotient van gemeten en berekende PAR is.

Een andere verklaring kan zijn dat de verhouding tussen PAR en globale straling geen vaste waarde is, maar afhankelijk is van de bewolking en de invalshoek van de zon.

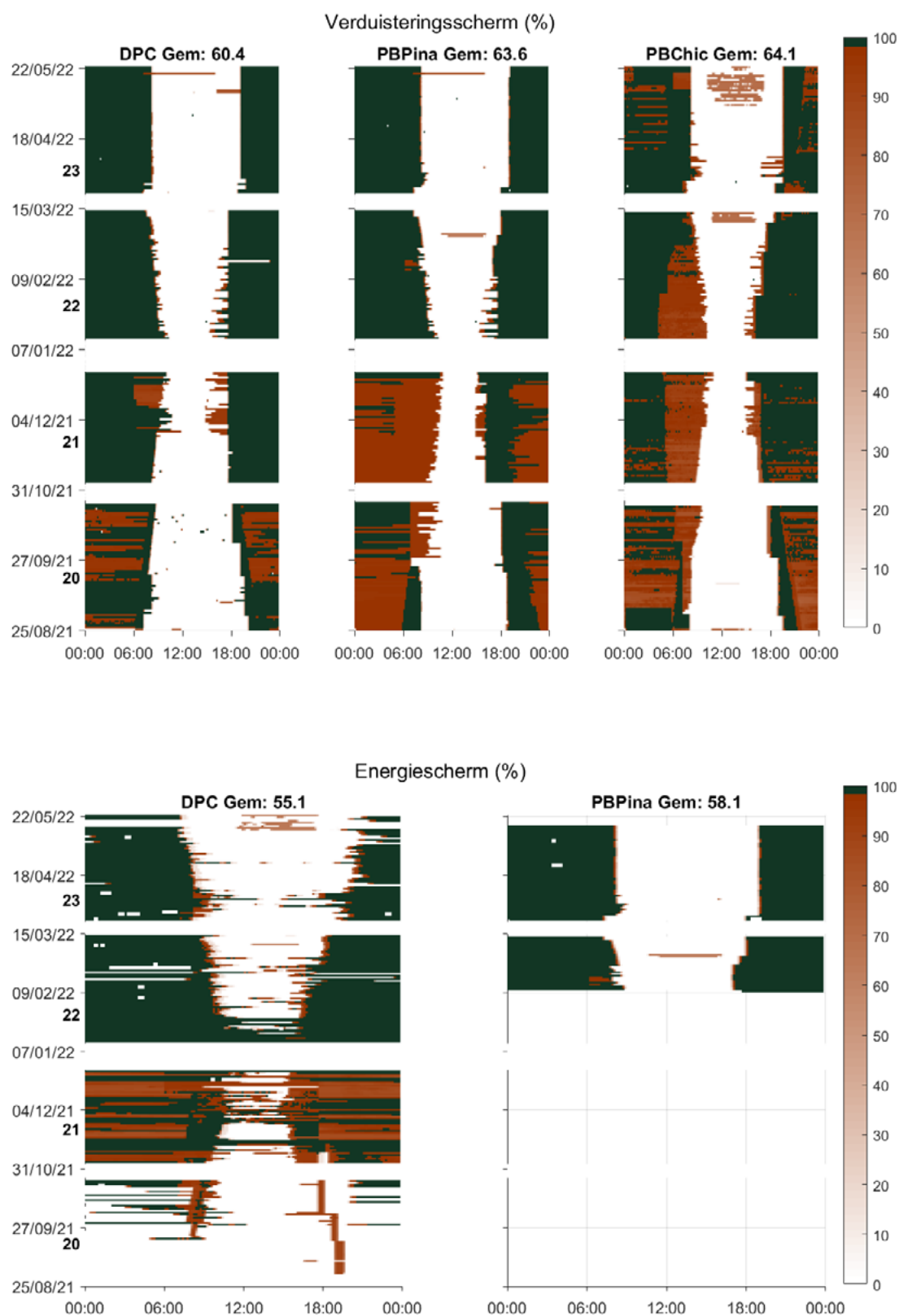


Figuur 22 Gemeten gedeeld door de berekende PAR per etmaal, uitgezet tegen de het deel van het zonlicht dat de aarde bereikt (uitgedrukt in percentage van de maximale dagsom (J/cm^2)).

4.8 Schermen

Het verduisteringsschermbij DPC minder uren gebruik dan bij de praktijkbedrijven. In de winterperiode is het verduisteringsschermbij vroeger geopend en later gesloten, omdat het energieschermbij de koude kon opvangen. Het verduisteringsschermbij DPC nauwelijks gebruikt als schaduwdoek.

Het energiedoek wordt pas geopend als de buitentemperatuur en of de globale straling boven het setpoint uitkomt. Soms is het ook ingezet als schaduwdoek. Hiermee is het energiedoek ongeveer 4100 uren per jaar gesloten geweest. Het verduisteringsdoek is ongeveer 5200 uren per jaar gesloten geweest. PBPina had tijdens teelten 22 en 23 ook een energiedoek. Dit is vaker gesloten geweest dan bij DPC. Bij DPC is de stand van het energiedoek meer afhankelijk van temperatuur en straling, terwijl dat bij PBPina vooral afhankelijk is van de klok (en de stand van het verduisteringsdoek).



Figuur 23 Tienminutenoverzichten van de schermstand (%) van het verduisteringsdoek (boven) bij DPC en de praktijkbedrijven (PBPina en PBChic) en van het energiedoek bij DPC en PBPina (onder).

4.9 Berekening/Watergift

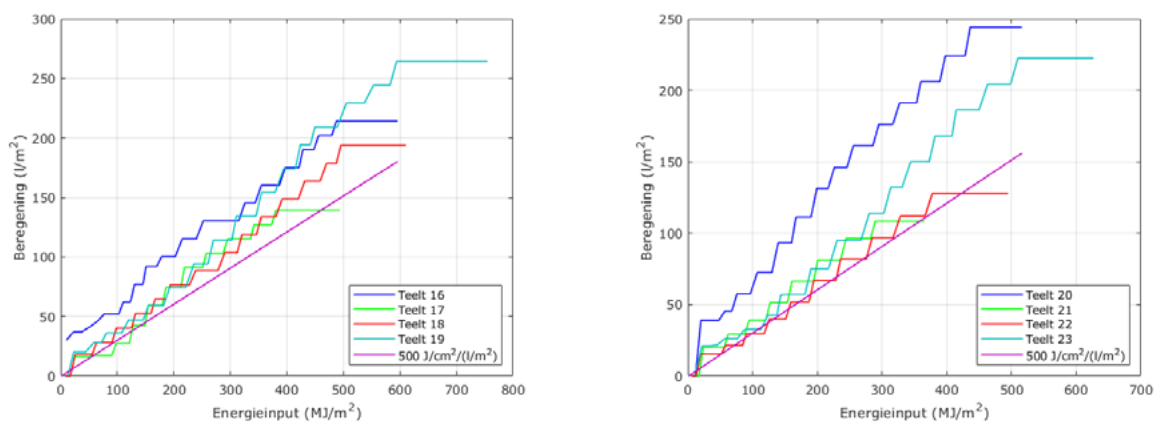
De hoeveelheid verdamping is sterk gecorreleerd met de hoeveelheid energie die de kas binnenkomt. De belangrijkste energiestromen zijn die van de zon, de lampen en van de verwarming. Daarnaast is de verdamping afhankelijk van de LAI, de luchtbeweging en de luchtvochtigheid in de kas.

In Figuur 24 is de cumulatieve berekening voor twee keer vier teelten uitgezet tegenover de cumulatieve energie-input van de zon, de lampen en de verwarming. Hieruit blijkt dat bij teelt 16-19 de totale berekening voor iedere teelt uiteindelijk uitkwam op ongeveer 1 l/m² voor iedere 500 J/cm² aan energie-input in de kas. Dat komt neer op 1 liter per 5 MJ, terwijl de verdampingsenergie van water gelijk is aan ±2,4 MJ/l.

Bij teelt 20 was de watergift veel hoger. Nadat de kas een tijd had leeggestaan en de grond is gestoomd, kreeg het bij aanvang van teelt 20 meerdere gietbeurten van in totaal 40 mm. Ook daarna is er veel water gegeven, waardoor uiteindelijk bijna 100 l/m² meer water is gegeven dan volgens de 1 l/5 MJ. Teelt 22, en ook de afgebroken teelt 21 werden juist met minder water geteeld dan de andere teelten.

De berekening is niet egaal verdeeld over de teeltduur. De laatste twee weken wordt vrijwel nooit berekend om de bloemen droog te houden en om te voorkomen dat het topzware gewas omvalt. Ook de eerste weken wordt voorzichtig berekend om te voorkomen dat de perspot te lang nat blijft. De rest van de teelt verloopt de lijn iets steiler dan 1 l/5 MJ.

De hoeveelheid drain is niet gemeten.



Figuur 24 Cumulatieve hoeveelheid berekening per teelt (16-19 links; 20-23 rechts, in l/m²), uitgezet tegen de cumulatieve hoeveelheid energie die in de kas komt via zon, lampen en verwarming (MJ/m²).

4.10 Gewasbescherming

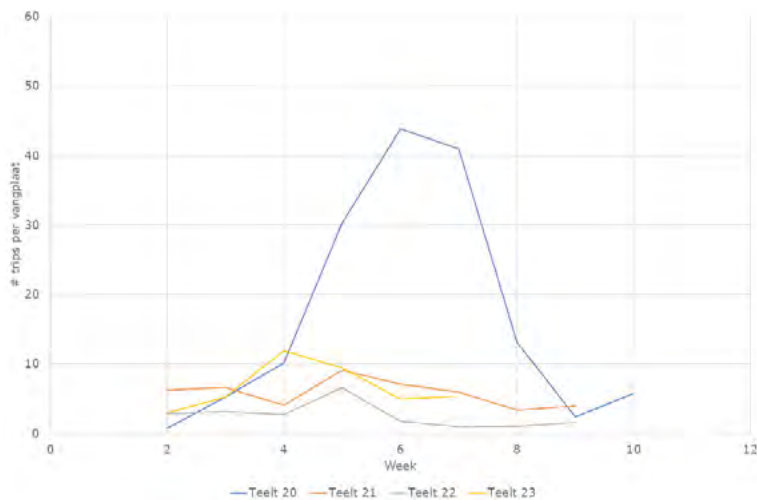
Bij de start van alle teelten is de biostimulant Vidi Parva ingezet en (behalve bij de gestoomde teelt 20) preventief de fungiciden Ranman en Rizolex (teelt 21 en 22) of Ranman en Ortiva (teelt 23) gebruikt. Verder is alleen in de tweede week van teelt 21 vanwege de matige wortelgroei ingegrepen met de fungicide Ridomil en de biostimulant HiCure.

Voor de ontwikkeling van de plagen en de biologische bestrijding is wekelijkse gescout door een medewerker van Koppert. Hij adviseerde ook over de inzetstrategie voor de biologische bestrijders. Wanneer de BCO de aantasting en schade te groot vond, werd zo nodig chemisch gecorrigeerd.

De basis bestrijding van insecten gebeurde met:

- Transeius Montdorensis (roofmijt).
- Carpoglyphus lactis (voedermijt voor Montdorensis).
- Orius laevigatus (roofwants).
- Artemia (voeder pekelkreeftje voor Orius).

De trips is daarmee goed onder controle gehouden (Figuur 25), al is tijdens teelt 21 wel een keer Orius en Artemia extra ingezet.



Figuur 25 Tellingen van aantal tripsen per vangplaat tijdens een teelt.

Verrood had geen invloed op de populatie roofmijten.

Bladluis was wel een probleem. Hiertegen zijn de volgende biologische bestrijders:

- Chrysoperla carnea (gaasvlieg).
- Aphidius colemani (sluipwesp).
- Aphidoletes aphidimyza (galmug).

Met aan het einde van de teelt de volgende chemische middelen ingezet:

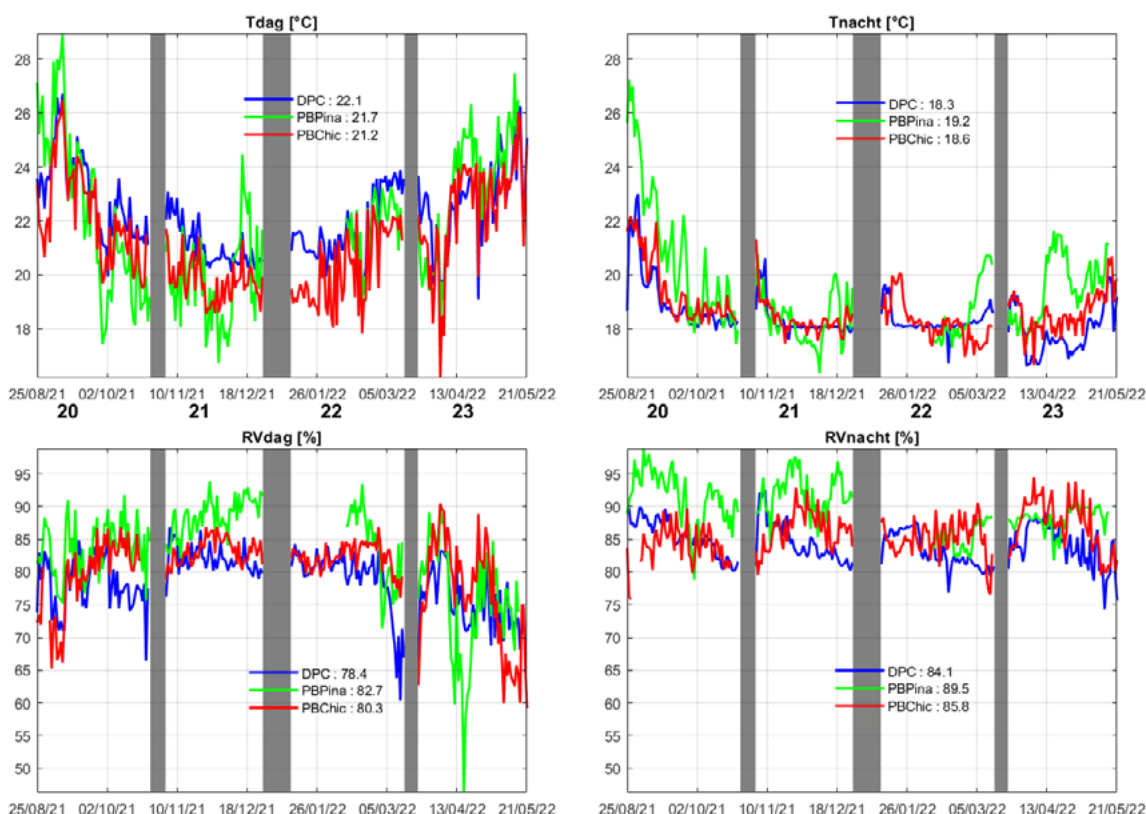
- Teppeki (20, 22 en 23).
- Nocturn (20).
- Sivanto (22).
- Batavia (20 en 23).

In de leerpunten per teelt is al genoemd dat voor de bladluizen – verschillende soorten kwamen voor - geen sluitende biologische bestrijding voorhanden is. Daarbij heeft een bestrijder altijd een populatie luizen nodig om zich te kunnen vermeerderen. De bestrijders beperken wel de ontwikkeling van de luizenpopulatie, maar aan het eind van de teelt is toch steeds een bestrijding uitgevoerd om bij de afzet geen luizen in het product te hebben.

5 Kasklimaat

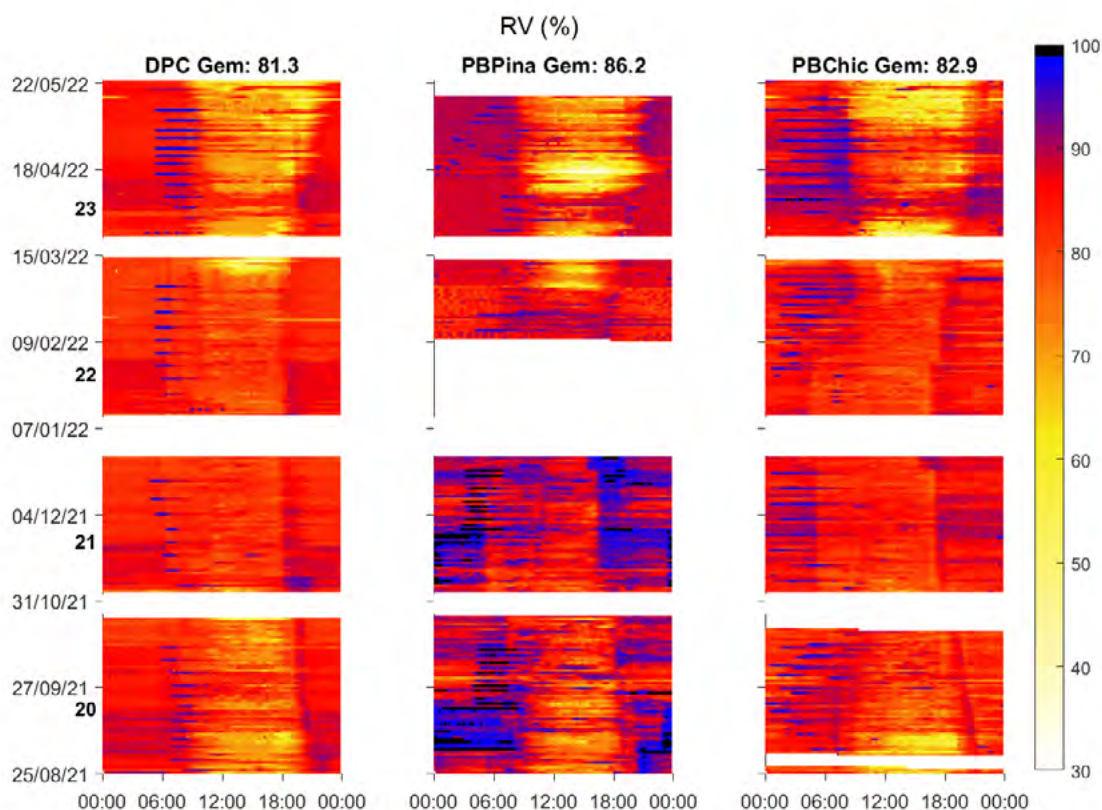
5.1 Temperatuur en luchtvochtigheid

Gemiddeld hanteert DPC een hogere dagtemperatuur en een lagere nachttemperatuur dan de praktijkbedrijven. De RV ligt gemiddeld zowel overdag als 's nachts lager (Figuur 26). Tijdens teelt 23 is de stooktemperatuur 's nachts vanaf de start van de KD op 16°C gezet, om energie te besparen en om te kijken of dit effect heeft op reactietijd en bloeigelijkheid. De eerste 28 dagen van de KD is deze temperatuur iedere nacht pas in de 2^e helft van de nacht gerealiseerd. Vanaf de 5^e week KD gingen de buitentemperaturen in de nacht iets omhoog, waardoor de nachttemperatuur niet lager dan 17-17,5 °C uit kwam. De gemiddelde nachttemperatuur werd in teelt 23 overigens zelden lager dan 17°C (Figuur 26).



Figuur 26 Gemiddelde etmaaltemperatuur (°C, boven) en RV (% , onder), overdag (links) en 's nachts (rechts) bij DPC en de praktijkbedrijven.

In Figuur 27 wordt het verloop van de RV bij DPC vergeleken met de praktijkbedrijven. De punten die opvallen zijn de kleinere extremen bij DPC. Overdag daalt de RV minder sterk dankzij de mogelijkheid tot vernevelen. Het beheersen van de luchtvochtigheid was een belangrijke doelstelling van dit onderzoek en dat is goed gerealiseerd. De luchtvochtigheid werd op momenten dat dit gewenst was niet te hoog en bij veel instraling niet te laag.



Figuur 27 Tienminutenoverzicht van de RV (%) bij DPC en de twee praktijkbedrijven (PBPina en PBChic). Bij PBChic is de RV sensor een paar keer drooggevalen. Deze data zijn niet meegenomen in het overzicht.

Tabel 11

Gemiddelde Temperatuur en RV per teelt per bedrijf over de dag, de nacht en het etmaal. De donkerte van de velden staat voor de hoogte van de waarde per kolom.

Teelt	Bedrijf	Temperatuur (°C)			RV (%)		
		Dag	Nacht	Etmaal	Dag	Nacht	Etmaal
Teelt 20	DPC	23.0	18.7	21.1	77.9	85.0	81.6
	PBPina	22.0	20.1	21.6	83.3	91.1	87.2
	PBChic	22.3	19.1	20.8	81.6	85.7	83.0
Teelt 21	DPC	20.9	18.1	19.8	81.8	83.8	83.0
	PBPina	19.9	18.2	19.1	89.3	92.4	90.1
	PBChic	19.7	18.2	19.1	83.3	87.3	84.9
Teelt 22	DPC	21.8	18.2	20.0	78.7	82.7	81.1
	PBPina	21.9	18.7	20.2	83.9	85.8	84.9
	PBChic	20.8	18.1	19.2	81.5	85.4	83.6
Teelt 23	DPC	22.8	17.8	20.2	74.8	83.9	79.6
	PBPina	23.6	19.7	21.3	74.7	88.2	82.3
	PBChic	22.7	18.6	20.5	76.4	87.4	81.7

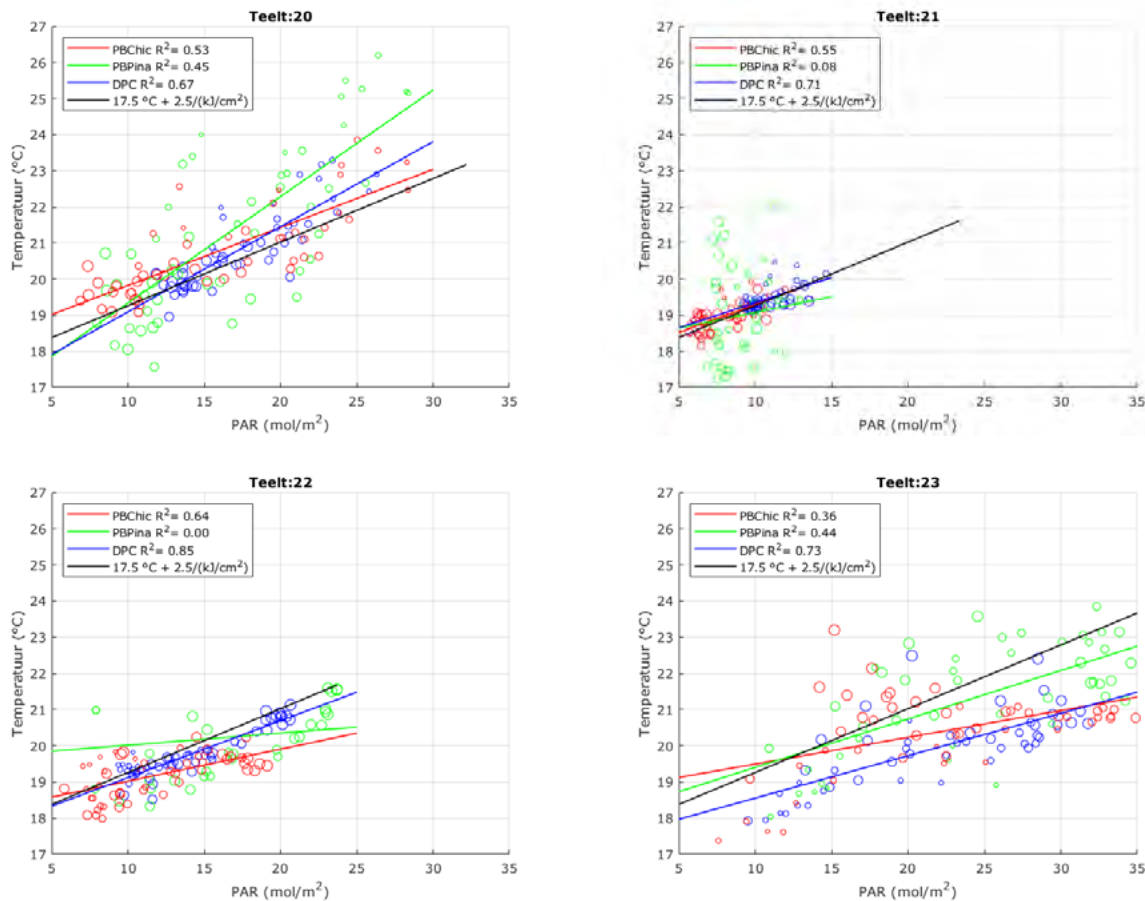
5.2 Licht - Temperatuur verhouding

Hoe meer licht het gewas ontvangt, hoe hoger de kastemperatuur moet zijn om de geproduceerde assimilaten te verwerken. Een gekozen uitgangspunt (referentielijn) is dat de etmaaltemperatuur (een etmaal loopt van 6:00 uur 's ochtends tot 6:00 uur van de volgende ochtend) tijdens de kortedagperiode gelijk moet zijn aan $17,5\text{ °C}$ plus $2,5\text{ °C}$ voor iedere $\text{kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{etmaal})$ globale straling. Als wordt uitgegaan van een gemiddelde lichttransmissie van 66% door het kasdek bij praktijkbedrijven en bij gemiddeld $2,15\text{ mmol PAR}$ voor iedere kJ globale straling, komt dit neer op $17,5\text{ °C}$ plus $(2.5/(2.15 \cdot 0.66 \cdot 10)) = 0.176\text{ °C}$ voor iedere $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{etmaal})$ PAR.

In Figuur 28 zijn voor teelt 20 tot en met 23 de gerealiseerde etmaaltemperaturen tijdens de KD periode uitgezet tegen de hoeveelheid ontvangen PAR per etmaal. Hierbij is gesteld dat ieder etmaal start en eindigt om 6:00 uur in de ochtend. De hoeveelheid PAR overdag bepaalt immers de gewenste temperatuur op dat moment en in de volgende uren om de gevormde assimilaten te verwerken.

Bij teelt 20 loopt de regressielijn van PBChic vrijwel parallel aan de referentielijn, terwijl de regressielijnen van DPC en PBPina steiler lopen. Bij teelt 21 lopen alle regressielijnen vrijwel gelijk aan de referentielijn. Bij teelt 22 valt op dat de regressielijnen van de referentiebedrijven vlakker lopen dan de referentielijn. Er is bij hogere lichtsommen geen hogere temperatuur gerealiseerd. Dit kan te maken hebben met een energiezuiniger klimaatstrategie in verband met de stijgende gasprijs. Bij teelt 23 liggen alle regressielijnen onder de referentielijn, wat ook te maken heeft met de hogere gasprijs. In teelt 23 is bij DPC bewust gewerkt met een lager ingestelde verwarmingstemperatuur in de nacht waardoor de regressielijn duidelijk lager ligt dan de referentie lijn.

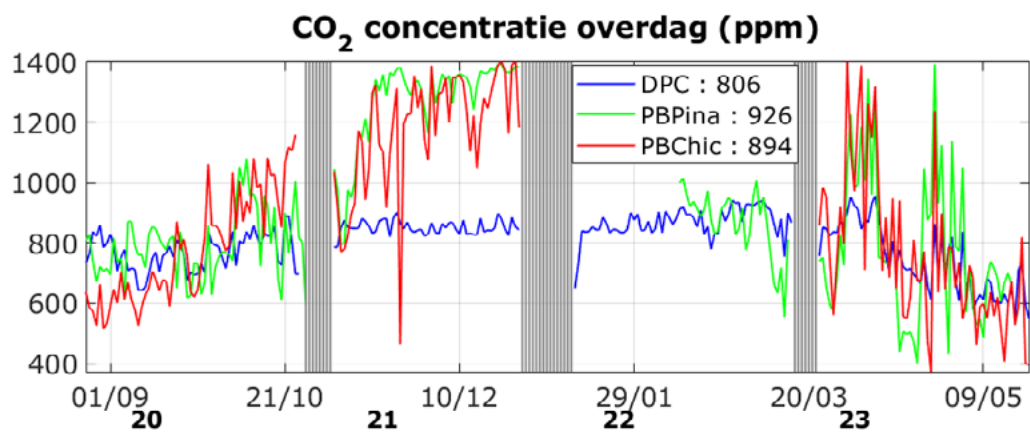
In de legenda van Figuur 28 is de R^2 van iedere regressielijn aangegeven. R^2 staat voor de mate hoezeer de puntenwolk overeenkomt met de regressielijn. Bij een R^2 van 1 ligt iedere punt precies op de regressielijn en bij een R^2 van 0 is er geen verband tussen de puntenwolk en de regressielijn. De R^2 bij DPC is altijd hoger dan die van de praktijkbedrijven. Dat betekent dat bij de verhouding tussen PAR en etmaaltemperatuur bij DPC consistentere is dan bij de praktijkbedrijven. Bij teelten 21 en 23 was de R^2 bij PBPina extreem laag. Bij teelt 21 kwam dat doordat daar de temperatuurregeling bewust onafhankelijk van de hoeveelheid PAR is ingesteld. Bij teelt 22 kwam dat doordat in het laatste deel van de teelt een veel hogere temperatuur is ingesteld.



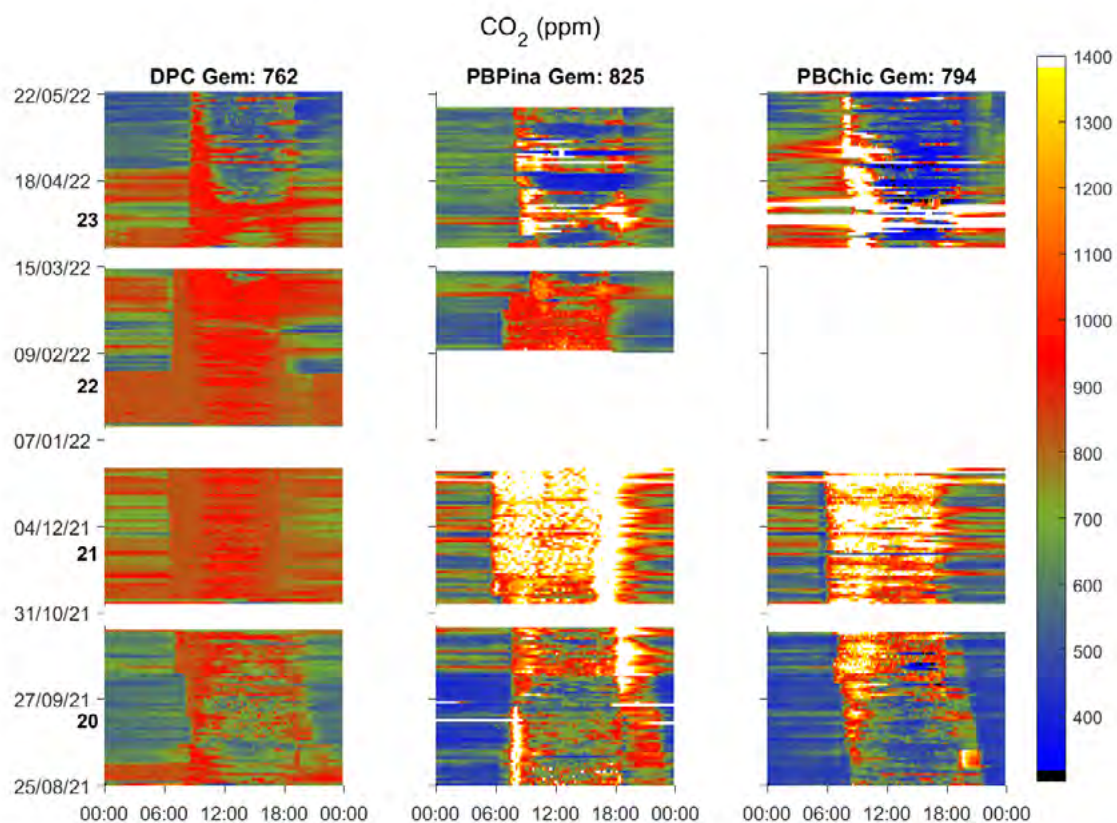
Figuur 28 Verhouding tussen de etmaaltemperatuur (°C) en de hoeveelheid PAR (mol/(m².dag)) voor teelt 20 t/m 23 bij DPC (blauw) en de praktijkbedrijven (PBPina en PBChic) vergeleken met de lijn: $T \text{ (in } ^\circ\text{C)} = 17,5 + 2,5 \cdot \text{de hoeveelheid PAR omgerekend naar globale straling buiten (in kJ/(cm}^2\text{.dag))}$.

5.3 CO₂ concentratie en verdeling

Bij DPC bleef de CO₂ concentratie overdag in de winterperiode niet veel hoger dan 800-900 ppm, vanwege de doseerstrategie met zuivere CO₂, terwijl die bij de ruimschoots beschikbare CO₂ uit de WKK-rookgassen op de praktijkbedrijven tot veel hogere concentraties leidde. In de zomerperiode week de gemiddelde CO₂-concentratie overdag bij DPC niet veel af van die van de praktijkbedrijven, al was die wel gelijkmatig verdeeld over de dag. Naast een gerichte CO₂ dosering (bij DPC is in tegenstelling tot de praktijkbedrijven altijd CO₂ beschikbaar en kan voor een specifieke gewasfase en nauwkeurig worden gedoseerd), speelt ook mee dat bij DPC door verneveling de luchtramen meer gesloten konden blijven.



Figuur 29 Gemiddelde CO_2 -concentratie (ppm) overdag per etmaal bij DPC en de praktijkbedrijven.



Figuur 30 Tienminutenoverzicht van de CO_2 -concentratie (ppm) bij DPC en de twee praktijkbedrijven (tijdens teelt 22 ontbreken data van de praktijkbedrijven).

6 Evaluatie en leerpunten

6.1 Evaluatie van de doelstellingen

6.1.1 Technische doelstellingen

Realiseren van minimaal dezelfde LBE en reactietijd bij teelt onder $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ full LED als in de praktijk
Hoewel de resultaten per teelt in vergelijking met de praktijkbedrijven wisselde, is de LBE gemiddeld minimaal hetzelfde geweest.

Realiseren van minimaal dezelfde zomerkwaliteit en reactietijd bij gebruik van insectengaas als in de praktijk, daarbij is de CO_2 capaciteit beperkt tot $100 \text{ kg}/(\text{ha}.\text{uur})$.

In de zomer kan de reactietijd te lang worden bij hoge etmaaltemperaturen. Dat is bij geen van de vier teelten voorgekomen, al is dit niet in de warmste zomermaanden getest. Dat insectengaas de luchtuitwisseling afremt, kon goed worden gecompenseerd met verneveling, koeling en het inbrengen van buitenlucht onder het gesloten verduisteringsdoek.

De CO_2 -dosering is beperkt tot $120 \text{ kg}/(\text{ha}.\text{uur})$ ipv $100 \text{ kg}/(\text{ha}.\text{uur})$.

Realiseren van minimaal dezelfde bladkwaliteit bij bladgevoelige rassen bij gebruik van het teeltsysteem zonder minimum buis en met actieve ontvochtiging.

Chic is bladgevoeliger dan Pina Colada. Bij de uitbundige groei in teelt 20 heeft Chic dan ook behoorlijke bladproblemen gekregen, maar ook bij teelten 21 en 22 was er meer bruin blad dan bij het referentiebedrijf dat met een lagere plantdichtheid werkte. Bij teelt 23 en de verroodbehandeling van teelt 22 had Chic een vergelijkbare bladkwaliteit als bij het referentiebedrijf.

Realiseren van uniformiteit van het gewas door een adequate start strategie.

De uniformiteit is niet beter dan die van de praktijkbedrijven.

6.1.2 Energie-doelstellingen

Ondanks de hogere lichtopbrengst van de lampen, waardoor een hogere etmaaltemperatuur moet worden nagestreefd, zal het warmtegebruik beperkt blijven tot $15 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{jaar})$. Hiervan kan 11 m^3 worden geleverd uit warmteopstoot van de actieve ontvochtiging (met een kleine buffer) en $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{jaar})$ aan elektriciteit voor de warmtepomp. De resterende warmtevraag (ca $4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aardgasequivalenten per jaar) moet in een fossielvrije situatie worden geleverd door een seizoensbuffer of door een alternatieve warmtebron.

Het warmtegebruik van de vier teelten is $16,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ geweest. Voor een heel teeltjaar wordt het warmtegebruik geschat op $21,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$. De resterende warmtevraag zou bij toepassing van een warmtepomp een dagbuffer neerkomen op $5,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Voor de warmtepomp is $48 \text{ kWh}/\text{m}^2$ aan elektriciteit gebruikt. De energiedoelstellingen voor warmte zijn hiermee niet gerealiseerd.

Droogstoken na het bovenlangs watergeven is daarbij een factor die de warmtevraag verhoogt.

De belichting met $210 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ is afkomstig van LED met een totaal energie input van $200 \text{ kWh}/\text{m}^2.\text{jaar}$.

De hoeveelheid elektriciteit voor belichting is voor vier teelten beperkt gebleven tot $143 \text{ kWh}/\text{m}^2$. Voor een heel teeltjaar zou dat neerkomen op $165 \text{ kWh}/\text{m}^2$. Er is veel minder elektriciteit voor belichting gebruikt.

Gecombineerd voor warmte en belichting zijn de doelstellingen voor energie wel gerealiseerd, maar de verhouding tussen warmte en belichting is anders dan als doelstelling was genomen.

Door gebruik van verneveling wordt overdag het ventilatievoud en daarmee de CO₂-dosering beperkt, zodat niet meer dan 20 kg/(m².jaar) aan CO₂ nodig is.

Voor de vier teelten is 15,7 kg/m² aan CO₂ gebruikt. Geëxtrapoleerd naar een heel jaar zou dit neerkomen op 26 kg/(m².jaar). Voor een lagere hoeveelheid CO₂ zou de dosering verder moeten worden verlaagd door of een lagere streefwaarde van CO₂ 600 ipv 800 ppm of een beperking in de capaciteit. Beperking in de capaciteit (100 ipv 120 kg/ha.uur) is vooral effectief als de luchtramen geopend zijn.

6.1.3 Nevendoelstellingen

Onderzoek naar het effect van een hoog aandeel van LED-licht op de fotosynthese efficiëntie van chrysant in de maanden november tot en met februari als voornamelijk onder LED wordt geteeld in vergelijking met gegevens van eerdere onderzoeken.

Hoewel de rassen Chic en Pina Colada anders zijn dan bij de teelten waarin ook met SON-T is belicht (Baltica), lijkt het erop dat een hoog aandeel LED licht een vergelijkbare LBE geeft.

Onderzoek naar het effect van EOD-FR op de strekking en de reactietijd.

Het effect van verrood (EOD-FR) op strekking en reactietijd verschilt per ras, groeistadium en teeltseizoen. Het effect op lengtegroei lijkt het grootst te zijn in het winterseizoen, en bij de start van de teelt. Het kan in het winterseizoen ook 1 à 2 dagen kortere reactietijd geven.

Beoordeling van kwaliteit op een gestandaardiseerde wijze.

Ieder ras heeft andere kwaliteitskenmerken, met name voor wat betreft de bloemen. Daarom zijn voor de rassen Chic en Pina Colada hiervoor raseigen criteria opgesteld.

*Praktische toepassing van biologische bestrijding van trips en luis op basis van een strategie met de roofmijt *Transeius montdorensis*, de aaltjes *Steinernema feltiae* en de roofwants *Orius laevigatus* met bijvoeren.*

Trips is met deze strategie goed onder controle gehouden. Voor luis moest wel chemisch worden ingegrepen.

6.2 Overige leerpunten

Met full LED is een vergelijkbare lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) te verkrijgen als met SON-T. Wel kan Full LED in de winterperiode voor sommige rassen leiden tot een te gedrongen groei. Dat kan worden voorkomen door een langere LD-periode of door het toepassen van EOD-FR.

Naast effecten op de lengtegroei en de reactietijd kan EOD-FR, afhankelijk van het ras, ook een hogere generativiteit, meer stengelgewicht, minder bladgewicht, minder sproutvorming en meer bloeiongelijkheid leveren. De betere bladkwaliteit onderin wordt geweten aan de sterkere lengtegroei bij het begin van de teelt.

Bij een (najaars)teelt waarbij net gestoomd is, dient een korte LD-periode worden gebruikt om te voorkomen dat de bladmassa te groot wordt. Dit zou moeten leiden tot een betere bladkwaliteit onderin. Ook een lage RV wordt gezien als middel om bruin blad te voorkomen, maar ondanks een lagere RV in de nacht in vergelijking met de praktijkbedrijven heeft dit niet geleid tot een betere bladkwaliteit. Te weinig dagen LD leidt in de winter echter tot een te compacte groei.

LED licht met 210 µmol/(m².s) gedurende 20 uur in de eerste dagen na planten leidt bij sommige rassen tot bladschade, waarschijnlijk door de ongunstige verhouding tussen PAR licht voor groei en de beperkte verdamping van het gewas.

Het compromis tussen intensiteit belichting en het aantal lange dagen is dat bij de start van de teelt onder LED met een iets lagere intensiteit (150 µmol/(m².s)) en een iets kortere duur per dag (maximaal 20 uur) en meer dagen (8-10) lange dag wordt gestart.

Insectengaas kan geen invlieg van luis voorkomen.

Het hanteren van een stooktemperatuur van slechts 16°C leidt in ieder geval in het voorjaar (vanaf plantweek 12) niet tot een langere reactietijd.

Literatuur

Dieleman, 2022.

Effect EOD-FR op lengtegroei

<https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/strekking-chrysant-te-sturen-met-end-of-day-verrood-licht/>

Raaphorst, M., de Gelder, A., Helmus, L., van der Stoep, R. en de Veld, P. (2022).

Met LED naar een Perfecte Chrysant. Teelt 16-19 energiezuinige demonstratieteelten bij Delphy Improvement Centre, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Bleiswijk.

Raaphorst, M., de Gelder, A., Helmus, L., van der Stoep, R. en de Veld, P. (2020).

Met LED naar een Perfecte Chrysant. Teelt 10-15 energiezuinige demonstratieteelten bij Delphy Improvement Centre, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Bleiswijk.

Raaphorst, M., Elings, A., de Gelder, A., Schuddebeurs, L. en de Veld, P. (2020).

De perfecte chrysant teelt 1-9 : energiezuinige demonstratieteelten bij Delphy Improvement Centre, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Bleiswijk.

Raaphorst, M., de Zwart, F., Schuddebeurs, L. en de Veld, P. (2018).

Perfecte chrysant teelt 1-4: energiezuinige demonstratieteelten bij Delphy Improvement Centre, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw.

Bijlage 1 Cultuurkaarten

QMS Chrysant – De Perfecte Chrysant

Teelt 20

Cultuur	[#/m²]	# planten	Plant datum	Start KD	Start OND.	Ende OND.	Start Oogst	Ende Oogst	# Vaso's	Start Oogst	Ende Oogst	Oogst
Chic	60		34/3	35/3			42/5	42/5	51			72
Pina Colada	60						51					
Hardwell	60						43/2		55			85
Romance p	60						48/5		55			
Proseco	60						48/5		55			
Barolo	60						48/5		55			
Ilonka	60						48/5		54			
Celebrate	60						48/5		54			

Groei-reguleringsbespuiting					Wasserings		Gewasbescherming			Groei-meting		
WG	Middel	dosering	Langte [m]	Concentratie [g/l]	WG	Langte [m]	WG	Middel	Concentratie	WG	Langte [m]	Oogst [g]
36/2		8	35	300	34/4	35	34/4	VidiParva				
36/5		8	45	300	35/1	8	39/4	Nocturn				
37/1		12	54	300	35/3	12	39/4	Teppeki				
37/3		14	55	300	35/6	14	40/4	Batavia				
37/5		16	63	400	36/2	20	42/1	Teppeki				
38/1		19	73	400	36/5	19						
38/3		21	75	400	37/2	20						
38/5		23	82	400	37/5	19						
38/5		8	44	200	38/1	19						
37/5		16	57	200	38/5	19						
38/1		19	66	200	39/2	19						
38/3		21	70	400	39/7	19						
36/2		8	35	300	40/5	16						
36/5		8	44	200	41/3	20						
37/1		12	45	300								
37/3		14	52	300								
37/3		14	55	300								
38/1		19	65	400								
38/5		8	45	300								
37/1		12	50	300								
38/1		19	65	400								
37/3		14	54	300								
37/5		16	55	200								
38/1		19	65	400								
38/3		21	65	400								
38/5		23	73	400								
36/5		8	45	300								
37/1		12	54	300								
37/3		14	57	300								
36/2		8	35	300								
36/5		8	45	300								
37/1		12	51	300								
37/3		14	55	300								
37/5		16	57	400								
38/1		19	66	400								
38/3		21	70	400	Totaal:	240						

QMS Chrysant – De Perfecte Chrysant

Teelt 21

Chrysant	[#/m²]	# planten	Plant datum	Start KD	Start OND.	Ende OND.	Start Oogst	Ende Oogst	% Nietoogst	% Nietoogst	% Nietoogst	% Nietoogst
Chic	58		44/4	45/3			1/1	1/1	51			81
Pina Colada	60						54					
Hardwell	60						1/5		58			87
Romance p	60											
Proseco	60											
Barolo	60											
Ilonka	60											
Celebrate	60											
Bontempi	60											
Purple Star	60											
Fossano	60											
Bonita	60											
Sun up	107											
Ellison	107											

Groeireguleringsbespuiting					Vastleging		Gewasbescherming			Groeimeting		
WG	Middel	% bagen KD	Jongte km	Concentratie	WG	Jm	WG	Middel	Concentratie	WG	Jongte km	Concentratie
47/4		15	51	150	44/6	20	44/6	VidiParva				
47/5	selectief	16	53	200	45/5	9	44/6	Ranman				
48/1		19	61	250	46/4	10	44/6	Rizolex				
48/3		21	63	250	47/2	12	46/4	Ridomil				
49/1		26	71	0	47/7	15	46/4	Hicure				
47/5	selectief	16	45	100	48/6	15						
48/1		19	50	50	49/5	15						
48/5	selectief	23	61	50	50/5	12						
49/1		26	63	0								
47/4		15	45	200								
48/1		19	55	150								
49/1		26	70	0								
48/1		19	55	0								
48/3		21	62	150								
49/1		26	69	0								
48/1		19	48	0								
48/5	selectief	23	57	50								
49/1		26	63	0								
48/1		19	49	0								
48/5		23	60	200								
49/1		26	67	150								
48/1	selectief	19	52	50								
49/1		26	67	0								
47/5		16	46	200								
48/1		19	52	250								
48/3		21	60	250								
49/1		26	65	0								
48/1		19	50	0								
49/1		26	59	0								
48/1		19	44	0								
49/1		26	54	0								
48/1		19	42	0								
49/1		26	52	0								
48/1		19	47	0								
48/5		23	53	50								
49/1		26	61	0								
48/1		19	46	0								
49/1		26	60	0								
48/1		19	36	0								
49/1		26	46	0								
					Totaal:	108						

Teelt 22

[illegible]

Groei-reguleringsbesparing					Verslag 111		Gewasbescherming			Groei-meting			
	WG	Middel	Weggen (X)	Langte (m)	Concentratie (g/100l)	WG	Langte (m)	WG	Middel	Concentratie	WG	Langte (m)	Concentratie (g/100l)
111b	5/1 FR			13 48 (38)	200	2/5	15	2/5	VidiParva				
	5/3 FR			15 54 (43)	250	3/4		6/2/5	Hanman				
	5/5 FR			17 58 (45)	250	4/3		8/2/5	Rizolex				
	6/1 FR + st.			20 63 (56)	300+300	5/1	10	9/3	Sivano				
	6/4 FR + st			23 71 (66)	300+300	5/6	12	10/2	Teppeki				
111c	5/5 FR			17 50 (40)	125	6/4	15						
	6/4 FR +re			23 67 (60)	300+100	7/2	15						
	7/1 FR + st			27 74 (69)	300+300	8/1	15						
111d	5/1 FR			13 45 (35)	200	8/6	18						
	5/3 FR			15 53	250	9/4	16						
	5/5 FR			17 57	250								
	6/1 st.			20 52	300								
	6/4 FR + st			23 72 (56)	300+100								
111e	6/1 FR			20 62 (51)	150								
	6/4 FR+st			23 70 (58)	300+100								
	6/1 FR			20 60 (49)	300								
111f	6/4 FR + st			23 68 (62)	300+100								
	7/1 FR + st			29 78 (67)	300								
	6/1 FR			20 62 (52)	150								
111g	5/1 FR			13 45 (33)	200								
	5/3 FR			15 53	250								
	5/5 FR			17 57	250								
	6/1 FR			20 65 (54)	300								
	6/4 FR+ st			23 70 (63)	300+300								
	7/1 st			27 76 (73)	300								
	6/1 FR			20 62 (51)	150								
	6/4 FR+st			23 66 (58)	300+100								
111h	6/4 FR	Foutje		23 51 (46)	300								
111i	6/4 FR			23 66 (54)	300								
	7/1 FR			29 74 (59)	300								
	6/1 FR			20 69 (45)	150								
	6/4 FR			23 74 (53)	300								
	7/1 FR			29 80 (64)	300								
111j	6/4 FR	Foutje		23 50 (45)	300								
						Totaal:	130						

Cultivar	[# / m ²]	# planten	Plant datum	Start KD	Start OND.	Einde OND.	Start Oogst	Einde Oogst	# Netto reactie	Start Oogst	Einde Oogst	Gewicht prog. [g]
Chic	63,8		12/3 2022	13/3 7			20/4 50 21/1	10/4	50			86
Pina Colada	63,8								54			95
Prosecco	63,8											
Barolo	63,8											
Ilonka	63,8											
Celebrate	63,8											
Bontempi	63,8											
Purple Star	63,8											
Stallion	63,8											
Bonita	63,8											
Country	107											
Rossi	107											
Sun up	107											
Ellison	107											

Groeireguleringsbespuiting					Watergift		Gewasbescherming			Groeimeting		
W-D	Middel	# dagen KD	Lengte [cm]	Concentratie [g/100L]	W-D	L/m ²	W-D	middel	concentratie	W-D	Lengte [cm]	Gewicht [g]
Chic	14/3 FR	7	35	300	12/4 o	20		VidiParva		12/4		
	14/5 FR	9	39	300	12/7 a	6		Ranman		12/4		
	15/1 FR+nFR	12	FR45nFR43	300	13/3 o	6		Ortiva		12/4		
	15/3 FR+nFR	14	FR49nFR50	300	13/7 o	10		Teppeki		19/2		
	15/5 FR+nFR	16	FR54nFR54	300	14/4 o	14		Batavia		19/4		
	16/2 FR+nFR	20	FR63nFR63	300	15/2 o	18						
	16/3 nFR	21	FR65nFR65	300	15/6 o	18						
	16/5 FR+nFR	23	FR69nFR69	300	16/3 o	20						
	17/2 FR+nFR	27	FR77nFR77	300	16/6	18						
Pina Colada	14/5 FR	9	38	200	17/2	18						
	15/1 FR+nFR	12	FR44nFR43	200	17/6	18						
	15/3 FR	14	49	300	18/2	18						
	15/5 FR+nFR	16	FR56nFR53	300	18/6	18						
	16/2 FR+nFR	20	FR63nFR61	300	19/3	18						
	16/3 FR + nFR	21	FR65nFR63	300								
	16/5 nFR	23	FR67nFR69	300								
	17/2 FR+nFR	27	FR72nFR75	300								
Barolo	14/2 FR + nFR	6	FR34 nFR31	fr300 nfr200								
	14/3 FR	7		300								
	14/5 FR + nFR	9	FR42nFR39	fr + nfr 300								
	15/1 FR+nFR	12	FR48nFR47	300								
	15/3 FR+nFR	14	FR53nFR52	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR56nFR55	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR67nFR62	300								
Rossi	14/3 FR	7	35	300								
	14/5 FR + nFR	9	FR39nFR37	300								
	15/1 FR+nFR	12	FR46nFR43	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR52nFR50	300								
Celebrate	14/3 FR	7	36	300								
	14/5 FR	9	40	300								
	15/1 FR	12	50	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR56nFR58	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR65nFR72	300								
	16/3 FR + nFR	21	FR67nFR74	300								
	16/5 FR + nFR	23	FR70nFR79	300								
	17/2 FR+nFR	27	FR78nFR87	300								
Prosecco	15/5 FR+nFR	16	FR53nFR52	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR62nFR62	300								
	16/3 FR + nFR	21	FR64nFR64	300								
	16/5 FR + nFR	23	FR68nFR69	300								
	17/2 FR+nFR	27	FR75nFR76	300								
Ilonka	15/5 nFR	20	60	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR76nFR71	300								
	16/3 FR	21	FR76nFR71	300								
Country	15/1 FR	12	45	300								
	15/3 nFR	14	47	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR53nFR52	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR56nFR57	300								
	16/3 FR+nFR	21	FR58nFR59	300								
P Star	14/2 FR+nFR	6	FR37 nFR34	fr300 nfr200								
	14/3 FR	7	39	300								
	14/5 FR	9	42	300								
	15/1 FR+nFR	12	FR49nFR41	300								
	15/3FR+ nFR	14	FR53nFR48	300								

Bontia	15/5 FR	16	57	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR65nFR62	300								
	16/3 FR + nFR	21	FR67nFR64	300								
	16/5 FR + nFR	23	FR71nFR68	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR48nFR45	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR58nFR55	300								
	16/3 FR + nFR	21	FR60nFR57	300								
	16/5 FR + nFR	23	FR65nFR64	300								
	17/2 FR+nFR	27	FR71nFR69	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR58nFR56	300								
Sunup	16/3 FR + nFR	21	FR60nFR58	300								
	16/5 FR + nFR	23	FR63nFR62	300								
	14/3 FR	7	36	300								
Ellen	14/5 FR	9	40	300								
	15/1 FR+nFR	9	FR48nFR43	300								
	15/3FR+ nFR	14	FR51nFR52	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR54nFR54	300								
	16/2 FR+nFR	20	FR60nFR62	300								
	16/3 FR+nFR	21	FR62nFR64	300								
	16/5 nFR	23	nFR67	300								
	15/5 FR+nFR	16	FR58nFR54	300								
Bontempi	16/2 FR+nFR	20	FR69nFR70	300								
	16/3 FR + nFR	21	FR72nFR73	300								
	16/5 FR + nFR	23	FR77nFR75	300								
	17/2 FR+nFR	27	FR80nFR84	300								
Spillo	17/2 FR+nFR	27	FR65nFR60	300								
					Totaal:	220						

Bijlage 2 Communicatie

Tijdens elke teelt is er wekelijks een BCO-bijeenkomst geweest, hiervan werd telkens een verslag gemaakt en rondgestuurd naar de betrokkenen.

Een grote BCO is gehouden op 10 november 2021.

Een inloopmiddag is gehouden op 9 maart 2022.

Een grote BCO is gehouden op 13 april 2022.

Een grote BCO en een inloopmiddag zijn gehouden op 6 juli 2022.

Van iedere teelt (4x) is een teeltverslag gedeeld met de landelijke commissie (Paul de Veld).

Internetartikelen

<https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/chrysanten-chic-en-pina-colada-presteren-goed-in-full-led-herfstteelt/>

<https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/bco-perfecte-chrysant-nieuwsgierig-naar-komende-zomerproef/>

<https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/toepassing-van-verrood-bij-chrysant-in-de-belangstelling/>

<https://www.kasalsenergiebron.nl/nieuws/workshop-energiekevent-2022-70-besparing-op-warmte-input-lijkt-haalbaar/>

Bijlage 3 Teeltplannen per teelt

Invulling 20e teelt De Perfecte Chrysant

Doelstellingen:

- Optimale LBE = hoger dan referentiebedrijven i.v.m. extra inzet LED (210 umol).
- Maximale kwaliteit qua blad, bloem, gewicht en houdbaarheid in vergelijking met referentiebedrijven.
- Goede bladkwaliteit bij gevoelig ras (Chic).
- Efficient warmteverbruik -> voldoende warmteogst op dagbasis om energie-neutraal te eindigen.
- Efficiënte omzet inzet LED in gram vers/drooggewicht.

Teeltschema:

Plantdatum: 34/3.

Plantdichtheid: Chic: 58/m², Pina Colada: 60/m², referentierassen: 60/m².

Dagen LD: 6 (start KD 35/2).

Reactietijd: Chic: 51, Pina Colada: 55.

Oogstdatum: Chic: 42/4, Pina Colada: 43/1.

Gewichtsprognose: Chic: 79 gram/tak, Pina Colada: 91 gr/tak (gemiddelde veilinggewicht).

Belichtingsstrategie:

- LD: LED 22.00 uur tot 8.00 uur. 100%.
- Overdag 100% licht aan tot 200 W/m² 50% aan tot 250 W/m².
- KD: 100% licht aan tot 250 W/m² 50% aan tot 300 W/m²KD.

Donkertijd:

- Start KD: 12.40 uur = van 19.00 uur tot 7.50 uur donker.
- Wekelijks – 5 min tot 12.20 uur.

Klimaatregeling:

- LD: stook dag 20°C nacht 20°C. Ventilatie dag 21°C (+6°C op licht 300-600W), nacht 22°C
- LD Etmaaltemperatuur: 20°C + 2,5° per 1000 j/cm²/dag extra.
- KD: Stooktemperatuur dag 20,5°C, nacht 18°C onderbuis, 18°C Bovenbuis Dag: 18°C
- KD: Ventilatie nacht: 18,5°C. Min raam op vocht: tussen 85-90% RV +5% Luw en 6% Wind.
- Ventilatie dag: 21°C + 5°C op licht.
- Etmaal: 18°C + 2.5°C per 1000 J/cm²/dag
- Geen min raamstanden dag en nacht
- LD: RV-nacht: 95% (geen ventilatoren).
- KD: RV dag >80% ontvochtigen met koude/warmteblok.
 - RV avond (doek dicht – 1 uur na doek dicht) >90% ontvochtigen met koude/warmteblok.
 - RV nacht (uur dan doek dicht – doek open) >85% onvochtigen met koude/warmteblok.
- Indien koude/warmteblok de RV niet kan realiseren -> buitenlucht aanzuiging erbij.
- Bij warmtevraag: eerst onderbuis (max 30C), dan bovenbuis (max 50C), dan warmte door slurven.
- Verneveling:
 - aanschakelen bij meer dan 500 W/m² globale straling en onder 70% RV, pauzetijd verkorten o.b.v. meer instraling. Laatste 3 weken teelt minder vernevelen.

Invulling 21e teelt De Perfecte Chrysant

Doelstellingen:

- Optimale LBE = minimaal vergelijkbaar met referentiebedrijven.
- Maximale kwaliteit qua blad, bloem, gewicht en houdbaarheid in vergelijking met referentiebedrijven.
- Goede bladkwaliteit bij gevoelige rassen.
- Voldoende lengtegroei om eindlengte 80-85cm te realiseren.
- Efficient warmteverbruik -> zoveel mogelijk warmteoogst op dagbasis om aan warmtevraag te voldoen.

Teeltschema:

Vak	1	
Cultivar	Chic	Pina Colada
Plantdichtheid [# /m ²]	58	60
Oppervlakte [%]	50 %	50 %
Plantdatum [w-d]	21 - 44 - 4	
# Lange dagen	6	
Start korte dagen	45 - 3	
# Netto Reactietijd	54	58
Oogstdatum	1 - 1	1 - 5
# Oogstdagen	0	0
Oogstplanning	0%	0%
Datum einde oogst	1 - 1	1 - 5
Gewichtsprognose [g]	81	87

Belichtingsstrategie:

	LD	KD
uren vrijgave	van 20.30 - 17.30u (=21 uur)	12.30u donker = belichten van 6.00-17.30u
uit op licht 1e 50%	350W	350W
uit op licht 2e 50%	450W	450W

Donkertijd:

- Hele teelt 12.30 uur.

Klimaatregeling:

Klimaatinstellingen	LD	KD
	dag	nacht
stooktemperatuur	21	19
ventilatietemperatuur	24	24
lichtverhoging ventilatietemp	6	6
Koelen	>23 + 6	>22
streef etmaaltemperatuur	20C+2,5/ 1000J/cm ²	17C+2,5/ 1000J/cm ²
Min raamstand L+W	0%	0%
P banden luw max/ min	8-3	7-3
P banden wind	12-3	10-3
Ontvochtigen	-	>80%
Prioriteit 1 ontvochtigen		koudeblok
Prioriteit 2 ontvochtigen		buitenlucht
Prioriteit 1 verwarmen	onderbuis 33C	onderbuis 33C
Prioriteit 2 verwarmen	bovenbuis 55C	bovenbuis 55C
Vernevelen	-	-
Energiedoek	<7C+< 100W	<13Cbuitentemp
Energiedoek uur voor donker:		<150W

Invulling 22e teelt De Perfecte Chrysant

Doelstellingen:

- Inzicht krijgen in invloed verrood end of day op lengtegroei en reactietijd.
- Optimale LBE = minimaal vergelijkbaar met referentiebedrijven.
- Maximale kwaliteit qua blad, bloem, gewicht en houdbaarheid in vergelijking met referentiebedrijven.
- Goede bladkwaliteit bij gevoelige rassen.
- Voldoende lengtegroei om eindlengte 80-85cm te realiseren.
- Efficient warmteverbruik -> zoveel mogelijk warmteoogst op dagbasis om aan warmtevraag te voldoen.

Teeltschema:

Vak	1	
Cultivar	Chic	Pina Colada
Plantdichtheid [# /m ²]	58	60
Oppervlakte [%]	50 %	50 %
Plantdatum [w-d]	'22 - 2 - 3	
# Lange dagen	6	
Start korte dagen	3 - 2	
# Netto Reactietijd	52	56
Oogstdatum	10 - 5	11 - 2
# Oogstdagen	0	0
Oogstplanning	0%	0%
Datum einde oogst	10 - 5	11 - 2
Gewichtsprognose [g]	84	87

Belichtingsstrategie:

	LD	KD
uren vrijgave	van 20.30 - 17.30u (=21 uur)	12.30u donker = belichten van 6.00-17.30u
verrood helpt van de afdeling:	van 17.30u tot 18.00u	van 17.30u tot 18.00u
uit op licht 1e 50%	350W	350W
uit op licht 2e 50%	450W	450W

Donkertijd:

- Start 12.40 uur. Wekelijks + 5 min tot uiteindelijk 13 uur.

Klimaatregeling:

	LD		KD	
	dag	nacht	dag	nacht
stooktemperatuur	21	19	20,5	18
ventilatietemperatuur	24	24	22,5	24
lichtverhoging ventilatietemp	6		6	
lichttraject	125-250W		175-350W	
Koelen	>23 +6	>22	>21,5 +6	>18,5
streef etmaaltemperatuur	20C+2,5/1000J/cm²		17C+2,5/1000J/cm²	
Min raamstand L+W	0%	0%	0%	0%
P banden luw max/ min	8-3	7-3	8-3	7-3
P banden wind	12-3	10-3	12-3	10-3
Ontvochtigen		-	>80%	>87% 2 wk KD >82%
Prioriteit 1 ontvochtigen			koudeblok	koudeblok
Prioriteit 2 ontvochtigen				buitenlucht
Prioriteit 1 verwarmen	bovenbuis 55C	bovenbuis 55C	onderbuis 33C	onderbuis 33C
Prioriteit 2 verwarmen	onderbuis 33C	onderbuis 33C	bovenbuis 55C	bovenbuis 55C
Vernevelen	-	-	-	-
Energiedoek	<7C+<100W	<13Cbuitentemp	<7C+<100W	<13Cbuitentemp
Energiedoek uur voor donker:			<150W	

De stooktemperaturen zullen komende teelt nog niet aangepast worden, dus overdag 2,5C hogere stooktemperatuur dan in de nacht.

Na een gietbeurt zal er wel een minimum raam getrokken worden en indien nodig een minimum onderbuis.

Remstofstrategie:

Voor het bepalen van moment + concentratie remstof is de behandeling zonder verrood het uitgangspunt. Als daar geremd wordt, zal er ook met dezelfde concentratie geremd worden bij de verroodbehandeling.

Wekelijks zal de lengtegroei in beide behandelingen gemeten worden bij de overige rassen vanaf een vaste meetplant.

Invulling 23^e teelt De Perfecte Chrysant

Doelstellingen:

- Inzicht krijgen in invloed verrood end of day op scheutvorming, bladkwaliteit, gewicht en reactietijd.
- Optimale LBE = minimaal vergelijkbaar met referentiebedrijven.
- Maximale kwaliteit qua blad, bloem, gewicht en houdbaarheid in vergelijking met referentiebedrijven.
- Efficient warmteverbruik -> evenwicht tussen warmtevraag en warmte oogst.

Teeltschema:

Vak	1	
Cultivar	Chlc	Pina Colada
Plantdichtheid [# /m ²]	63,8	63,8
Oppervlakte [%]	50 %	50 %
Plantdatum [w-d]	'22 - 12 - 3	
# Lange dagen	7	
Start korte dagen	13 - 3	
# Netto Reactietijd	50	54
Oogstdatum	20 - 4	21 - 1
# Oogstdagen	0	0
Oogstplanning	0%	0%
Datum einde oogst	20 - 4	21 - 1
Gewichtsprognose [g]	86	95
# Dagen leeglig	0	
Herplant datum	21 - 1	

Belichtingsstrategie:

Belichtingsstrategie			
	LD		KD
uren vrijgave	nacht 0.00 - 7.00u 50%		van 8.00u tot 19.00u
verrood helft van de afdeling:	niet		van 19.00u tot 19.30u 1e 4 weken KD
uit op licht 1e 50%	150W		150W
uit op licht 2e 50%	225W		225W

Tijdens LD geen verrood, anders teveel lengtegroei.

Eerste 4 weken KD wel verrood om snellere knopaanleg te realiseren = generatievere groei.

Donkertijd: 13 uur.

Klimaatregeling:

Klimaatinstellingen				
	LD		KD	
	dag	nacht	dag	nacht
stooktemperatuur	18	18	18	18
ventilatietemperatuur	20	19	19	18,5
lichtverhoging ventilatietemp	6		6	
lichttraject	250-500W		250-500W	
Koelen	>22 +6	>21	>21,0 +6	>18,5
streef etmaalttemperatuur	20C+2,5/1000J/cm²		17C+2,5/1000J/cm²	
Min raamstand L+W	0%	0%	0%	0%
P banden luw max/ min	8-3	7-3	8-3	7-3
P banden wind	12-3	10-3	12-3	10-3
Ontvochtigen		-	>80%	>87% 2 wk KD >82%
Prioriteit 1 ontvochtigen			koudeblok	koudeblok
Prioriteit 2 ontvochtigen				buitenlucht
Prioriteit 1 verwarmen	bovenbuis 55C	bovenbuis 55C	onderbuis 33C	onderbuis 33C
Prioriteit 2 verwarmen	onderbuis 33C	onderbuis 33C	bovenbuis 55C	bovenbuis 55C
Vernevelen	<70% en >500W	-	<70% en >500W	-
Energiedoek	<7C+<100W	<13Cbuitentemp	<5C+<100W	<13Cbuitentemp
Energiedoek uur voor donker:			<150W	

De stooktemperaturen dag liggen lager dan vorige teelt, omdat er weinig belicht zal worden.

Na een gietbeurt zal er wel een minimum raam getrokken worden en indien nodig een minimum onderbuis.

Remstofstrategie:

De verrode en de niet verrode behandeling zullen onafhankelijk van elkaar geremd worden.

Wekelijks zal de lengtegroei in beide behandelingen gemeten worden bij de overige rassen vanaf een vaste meetplant.

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-1202

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.