

Toekomstbestendige aubergine met hoog rendement

Worldwide Expertise for Food & Flowers



Stijn Jochems¹, Stefan van den Boogaart²

1 Delphy Improvement Centre BV

2 Plant Lighting BV

Bleiswijk, Augustus 2024

Projectnummer Kas als Energiebron: 555542

Onderstaande partijen zijn bij het project betrokken geweest als financier of uitvoerder:



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit



Gewascommissie Aubergine



Disclaimer

© 2024 Delphy Improvement Centre, Violierenweg 3, 2665 MV Bleiswijk, Tel. 010- 522 1771

Dit document is auteursrechtelijk beschermd.

Delphy is niet aansprakelijk voor eventuele schade als gevolg van gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave.....	3
2	Samenvatting.....	4
1.	Inleiding	6
1.1.	Doelstellingen	7
2.	Aanpak en Kasinrichting.....	8
2.1.	Kasinrichting.....	8
2.2.	Behandelingen	9
2.3.	Registraties en metingen.....	11
2.4.	Proefopzet vergeleken met vorig seizoen.....	11
3.	Bladfotosynthese.....	12
3.1.	Materiaal en methoden.....	12
4.	Teeltplan en - uitvoering	13
5.	Resultaten en discussie.....	17
5.1.	Buitenomstandigheden.....	17
5.2.	Belichtingsstrategie	18
5.3.	Klimaatstrategie.....	19
5.4.	Schermsstrategie, buisgebruik en energie.....	20
5.5.	CO ₂	23
5.6.	Fotosynthese metingen	24
5.7.	Gewasontwikkeling en productie.....	25
5.8.	Drogestofgehalte en -verdeling	30
6.	Conclusies en aanbevelingen	32
7.	Literatuur.....	33
8.	Bijlage I: Kasplattegrond.....	34
9.	Bijlage II: Analyse kasklimaat.....	35
10.	Bijlage III: Drogestofverdeling	1

2 Samenvatting

In Nederland worden aubergines op dit moment onbelicht geteeld. Er valt nog een grote stap te maken naar een fossielvrije productie van aubergines in 2040. Elektrificatie (op basis van groene stroom) is een perspectievolle route, en de stap naar een belichte teelt kan daarbij gunstig zijn. De groeiende vraag naar Nederlandse aubergines en de economische voordelen voor telers maken deze overgang namelijk aantrekkelijk, en door gebruik van energiezuinige LED-belichting kan de warmte-input worden vermindert.

Belichte teelt brengt uitdagingen met zich mee, zoals het juiste lichtspectrum en de belichting sturen op gewasvraag. In de kasproef 2022-23 bij het Delphy Improvement Centre bleek dat met de juiste combinatie planten vitaal door de winter kunnen groeien en goede opbrengsten leveren in het voorjaar en de zomer, met minimale buiswarmte en maximaal gebruik van schermen. De winterproductie was met 0,90 kg/m²/week een verbetering ten opzichte van eerdere proeven, maar er is nog ruimte voor optimalisatie.

In dit project is getracht de productie in de winterperiode te verhogen. Daarvoor is meer kennis nodig over gewassturing bij LED-belichting. Een hogere lichtintensiteit kan een productiestijging van 40% opleveren en een hogere plantbelasting zou kunnen zorgen voor een betere lichtbenutting. Ten opzichte van het vorige teeltseizoen is de belichtingsintensiteit verhoogd naar 240 μmol/m²/s op gewasniveau. Zoals het voorgaande teeltseizoen is de kas verder uitgerust met een verduisterscherm en energiescherm met spouw, en werden deze intensief ingezet om lampwarmte te benutten ter invulling van de warmtevraag van de kas.

De aubergineplanten (ras Tracey RZ en 10-127 RZ (beide geënt op Kaiser RZ) werden gepland op 10 oktober en geteeld tot en met 31 mei. Voor beide rassen werden twee behandelingen toegepast met betrekking tot de snoei-strategie: 1) onbehandeld, waarin op elke zijscheut een vrucht werd aangehouden, en 2) 'om-en-om', waarbij om elke zijscheut een vrucht werd aangehouden. Deze behandelingen werden vergeleken met het resultaat van het teeltseizoen 2022-23, waarin de vruchten op zijscheuten werden gesnoeid t/m week 1, waarna deze wel werden aangehouden. De start van de teelt werden de behandelingen nog niet toegepast op elke stengels. Door met name scheutvruchten weg te halen op zwakkere stengels werd getracht meer uniformiteit tussen de stengels te creëren.

De belichting van de teelt is gestuurd op de assimilatiebehoefte van het gewas en werd, door de lagere plantbelasting dan beoogd, later dan oorspronkelijk bedacht pas op volledige capaciteit ingezet. Uiteindelijk is tot 15.5 uur lang belicht voor een totale lichtsom (lamp- + zonlicht) van 13-14 mol/m²/dag op gewasniveau. Bij deze lichtsommen werd een gemiddelde etmaaltemperatuur aangehouden van 21°C (dagtemperaturen 23-24°C, onbelichte nachttemperaturen 18-19°C). Uiteindelijk is voor deze teelt 13.0 m³/m² gas, 151.8 kWh/m² elektra en 5,3 kg/m² CO₂ gebruikt.

De ontwikkeling van de planten verschilde tussen de behandelingen weinig, wel werd er een lagere bloeihoogte geconstateerd ten opzichte van het voorgaande teeltseizoen, wijzend op een generatievere groei. Rond de donkerste periode van het jaar werd een hoge plantbelasting gemeten in ras 10-127 RZ (met name de onbehandelde stengels), tot 25 vruchten per m² (5 per stengel). Hierbij stagneerde de groei van de onderste vruchten wat leidde tot stapeling. Om dit te verhelpen is besloten lichter te oogsten. Bij Tracey RZ was de plantbelasting in beide snoei-behandelingen lager en werd er meer abortie waargenomen. Het kan veroorzaakt zijn door schade aan het fotosysteem, dat meer beschadigd raakte dan het vorige teeltseizoen door de combinatie van een donkerder voorjaar en een hogere LED-intensiteit. Het fotosysteem van 10-127 RZ was veel minder beschadigd dan Tracey RZ waardoor het ras een hogere assimilatie zou moeten hebben en daardoor in potentie meer productie.

De productie in de winterperiode (week 45 t/m week 8) van 10-127 RZ lag hoger dan het voorgaande teeltseizoen (14.3 kg/m² ten opzichte van 13.5 kg/m²). De lichtbenuttingsefficiëntie lag echter lager, wat wilt zeggen dat de plant niet efficiënter met het licht is omgegaan. De behandeling waar alle scheutvruchten werden aangehouden deed het beter in de 10-127 RZ dan bij Tracey RZ, waarbij de extra generatieve behandeling niet leidde tot een hogere oogst. De oogst bij

Tracey RZ was met 11.4 kg/m² juist lager ten opzichte van 12.8 kg/m² in het vorig teeltseizoen. Het aanhouden van scheutvruchten is dus niet de sleutel tot een rendabele energiezuinige aubergineteelt, maar kan wel als stuurmiddel worden ingezet in het geval de plant te vegetatief groeit (hoge bloeihoogte, groot blad). Er wordt aangeraden om de behandeling toe te passen wanneer in een belichte teelt van aubergine, mits stapeling wordt voorkomen.

Verbeteringen van het teeltconcept zit in de verder te optimaliseren klimaatstrategie. Bij het gebruik van de lampen in combinatie met intensief schermen, hoopt de temperatuur zich op bovenin het gewas. Het bladerdek (gewaseigenschap van aubergine, maar ook de hoge stengeldichtheid) bemoeilijkt doordringing van warmte dieper in het gewas. In pogingen het temperatuurverschil boven- en onderin te verkleinen kan gedacht worden aan het toepassen van verticale ventilatoren, of bovenluchtaanzuiging waarbij de lucht middels slurven onder de goot wordt gerecirculeerd.

Een ander aanknopingspunt zou zijn om met een lagere stengeldichtheid te telen in de winter om de vraag naar assimilaten voor vegetatieve groei te beperken. Eventueel zouden de stengels dan later in het seizoen getopt kunnen worden om uiteindelijk met een hogere stengeldichtheid een hogere plantbelasting te realiseren, om zo het licht in het voorjaar en in de zomer efficiënter te benutten.

Er is bewezen dat aubergine in de wintermaanden in Nederlandse kassen onder Full LED geteeld kunnen worden. Echter de lichtbenuttingsefficiëntie, en daaruit volgend de productie, is nog niet op het niveau dat gezien de belichtingsintensiteit theoretisch mogelijk moet zijn en vanuit energetisch en economisch perspectief wenselijk is. Dit is deel te ondervangen door de rassenkeuze en teeltstrategie, en mogelijk ook door een (energiezuinige) klimaatstrategie die tot hogere vruchttemperaturen leidt.

1. Inleiding

Aubergines worden in Nederland vooralsnog onbelicht geteeld. Het is een energie-intensieve teelt waar nog een flinke stap gemaakt moet worden richting een fossielvrij teeltconcept in 2040. Groeiende vraag naar Nederlandse aubergines jaarrond van de retail en een mogelijkheid tot verbetering van de bedrijfsvoering maakt het economisch interessant voor de telers om de stap naar belichting te zetten. Daarnaast biedt het inzetten van energiezuinige LED-belichting ook de mogelijkheid om het gasverbruik te minimaliseren: de warmtevraag wordt dan (deels) ingevuld uit (groene) stroom via de belichting. In een traditionele onbelichte teelt wordt in december geplant en de kas in de wintermaanden verwarmd zonder enige productie tot maart. Door de energie van de belichting goed te benutten kan in een belichte teelt bij een relatief laag energiegebruik veel meer geproduceerd worden, en sluit het bovendien aan bij een toekomstig teeltconcept waar de latente warmte teruggewonnen kan worden om het totale fossiele energiegebruik verder te verlagen.

Aubergines telen onder belichting is echter niet zonder uitdaging. In eerdere proeven werd bekend dat het spectrum, de opbouw van lichtsom in combinatie met gewasvraag, de daglengte en raskeuze een grote invloed hebben op het ontstaan van schade aan het fotosysteem. In de kasproef van het seizoen 2022-23 in het Delphy Improvement Centre is bewezen dat met de juiste combinatie van bovenstaande factoren de planten vitaal door de winter heen geteeld kunnen worden, met prima producties in het voorjaar en de zomer. Dit werd behaald met minimale input van buiswarmte, en maximaal gebruik van het spouwscherm en het lichtuitscherm, waarbij de energie van de lampen in de belichte nacht zo veel mogelijk werd benut om de fossiele input van energie te verlagen. De gemiddelde productie in de winter was 0.90 kg/m², waarmee flinke stappen zijn gemaakt ten opzichte van voorgaande kasproeven, maar er was nog potentie onbenut gebleven.

Om tot een rendabel teeltconcept te komen is verdere kennisontwikkeling nodig over gewassturing in een energiezuinige teelt met LED-belichting. Zo was in de kasproef van 2022-23 het ras Tracey RZ (waar de meeste schade aan het fotosysteem werd gemeten) net zo productief als 10-127 RZ, een ras dat toleranter is voor dat type schade en dus in potentie tot een hogere oogst zou kunnen komen. Gedurende de winter groeide 10-127 RZ echter sterk vegetatief. Er werden een lange uitgroeiduur en relatief hoog drogestof percentage van de vruchten vastgesteld, in combinatie met grote bladeren. Dit veranderde toen er, richting het voorjaar, vruchten op de zijstengel werden aangehouden. Daarmee veranderde de sink-source balans en groeide de plant merkbaar generatiever; de uitgroeiduur versnelde en de bladeren werden kleiner.

De grootste uitdaging zit in het kunnen sturen op een goede plantbalans. Omdat aubergine, in tegenstelling tot tomaat, een vaste stengeldichtheid heeft vanaf planten, is de assimilatenvraag van de vegetatieve organen in de winter relatief groot. In feite wordt in de winter geteeld met een zomerstengeldichtheid. Een hogere intensiteit belichting zou een relatief hoog rendement moeten hebben: bij verhoging van de lichtintensiteit wordt naar verhouding een hoger rendement verwacht. Dit omdat de laatste extra molen effectief gebruikt kunnen worden voor generatieve groei, de basisbehoefte voor de vegetatieve groei is namelijk als gedekt in de eerste 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ belichting.

Bovendien is een hogere dagtemperatuur in de winter wenselijk, om de uitgroeiduur te reduceren, welke de generativiteit verder kan bevorderen. De extra warmte van een hogere belichtingsintensiteit kan dus ook goed benut worden.

In het teeltonderzoek van afgelopen jaar is het totale gasgebruik gereduceerd naar 15 m³/m², een aanzienlijke stap ten opzichte van 35 m³/m² in de kasproef 2019-20, dit is met name bereikt door lagere nachttemperaturen aan te houden in de belichtingsperiode, intensiever te schermen en minder te luchten. Ook ten opzichte van het gangbare energieverbruik (30-33 m³/m²) op jaarbasis van de onbelichte aubergineteelt kan met alleen intensief schermen en benutten van lampwarmte een behoorlijk deel van de warmtevraag met elektra ingevuld worden, en is een fossielvrij teeltconcept binnen handbereik als ook actieve ontvochtiging met warmteterugwinning wordt

toegepast. In combinatie met het juiste snoeibeleid zou een hoogproductief gewas in balans geteeld moeten kunnen worden, met maximale benutting van de belichting.

1.1. Doelstellingen

De doelstelling van dit project is om te komen tot een toekomstbestendig teeltconcept voor aubergine met LED-belichting en een minimale resterende warmtevraag die aansluit bij de transitie naar een fossielvrije glastuinbouw. Daarbij zijn de subdoelstellingen omtrent elektra, energie en CO₂:

- Belichting wordt alleen maar ingezet op gewasvraag, met het doel om zo efficiënt mogelijk het licht te benutten. Er wordt gebruik gemaakt van dimbare LEDs waarmee extra elektriciteit bespaard kan worden. Met name in het voor- en najaar valt door terug te dimmen van de lampen te besparen waardoor maximaal 150 kWh/m² gebruikt wordt.
- Warmtevraag wordt zo veel mogelijk beperkt door intensief te schermen en lampwarmte te benutten. Er wordt gestreefd naar een uiteindelijk gasgebruik van 10 m³/m².
- Net zoals elektra en warmte, wordt CO₂ zo efficiënt mogelijk benut door de dosering op te bouwen op gewasvraag en af te bouwen op basis van luchtuitwisseling, totaal wordt max. 10 kg/m² gedoseerd.

De teeltdoelstellingen:

- Een gemiddelde oogst van tenminste 1.2 kg/m²/week in de wintermaanden realiseren (streven naar 1.5 kg/m²).
- Schade aan het fotosynthesesysteem voorkomen om zo het licht zo efficiënt om te zetten naar assimilaten.
- Kennis ontwikkelen omtrent generatieve sturing door een hogere intensiteit van LED en verschillende plantbelastingen (middels snoeistrategieën) aan te houden. Het doel is dat er meer assimilaten naar de vruchten gealloceerd worden ten koste van allocatie naar de bladeren (zonder dat hier aanvullende energie-input voor nodig is), welke die veel meer oppervlakte hebben dan nodig om niet beperkend te zijn voor de lichtonderschepping.
- Een maximale uitgroeiduur van 21 dagen vanaf zetting realiseren.

2. Aanpak en Kasinrichting

2.1. Kasinrichting

In het project is er gekozen voor de rassen 10-127 RZ en Tracey RZ op onderstam Kaiser RZ (allen van Rijk Zwaan). Dit is gelijk aan de twee beste rassen uit verleden onderzoek, en zo kan een goed vergelijk gemaakt worden met de eerdere teelten.

- Plantdatum: 10 oktober 2023
- Eerste oogst: 7 november 2023
- Laatste oogst: 30 mei 2024
- Aantal planten per m²: 1.25 planten/m²
- Stengeldichtheid: 5 stengels/m² (4 stengels per plant)

De uitrusting van de proefafdeling was als volgt:

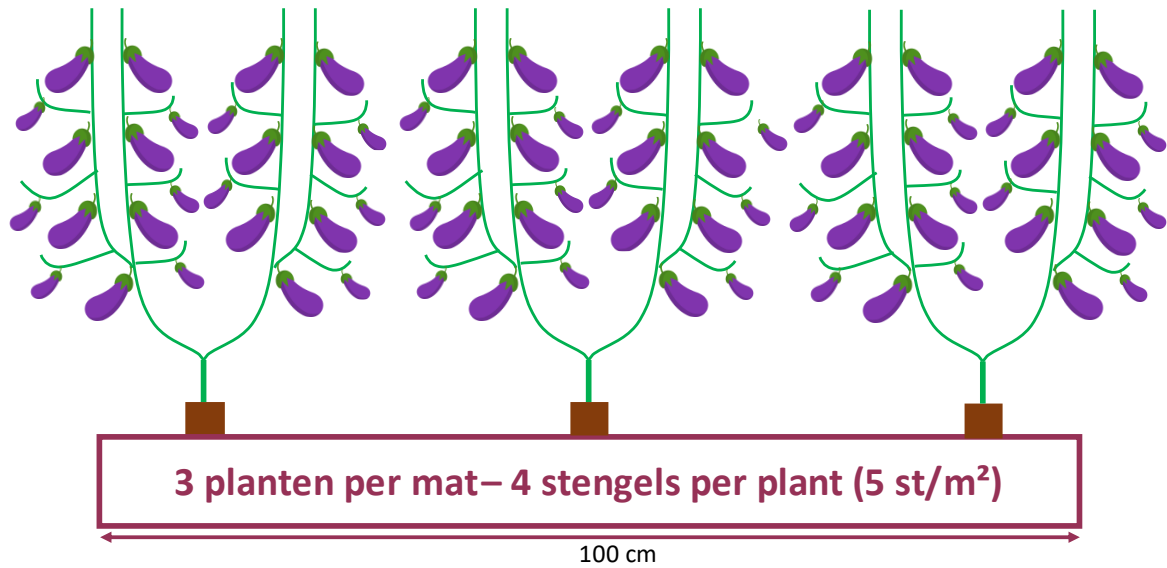
Afdeling:	3.2, Delphy Improvement Centre, Bleiswijk (buitengevel op het zuiden)
Oppervlakte:	bruto opp.: 168 m ² , netto teeltoppervlakte: 139.2 m ² .
Traliebreedte:	9.60 meter
Poothoogte:	6.68 meter
Kasdek type:	Venlo dek
Glastype:	Saint Gobain Ultra Low Haze 2xAR.
Verwarming:	Buisrail en dubbele groeibuis.
CO ₂ dosering:	OCAP zuiver CO ₂ .
Klimaatcomputer:	Priva
Substraat:	Grodan Prestige
Scherminstallatie:	Obscura 9950 FR W 2X LUXOUS 1147 FR (Spouwscherm)
Belichtinginstallatie:	Signify TLC 1650 DRWFR 1 LB WB Belichtingsintensiteit op gewasniveau 240 µmol/m ² /s Spectrum 5% blauw, 9.5% Groen, 85.5% Rood + 11.4% FR

2.2. Behandelingen

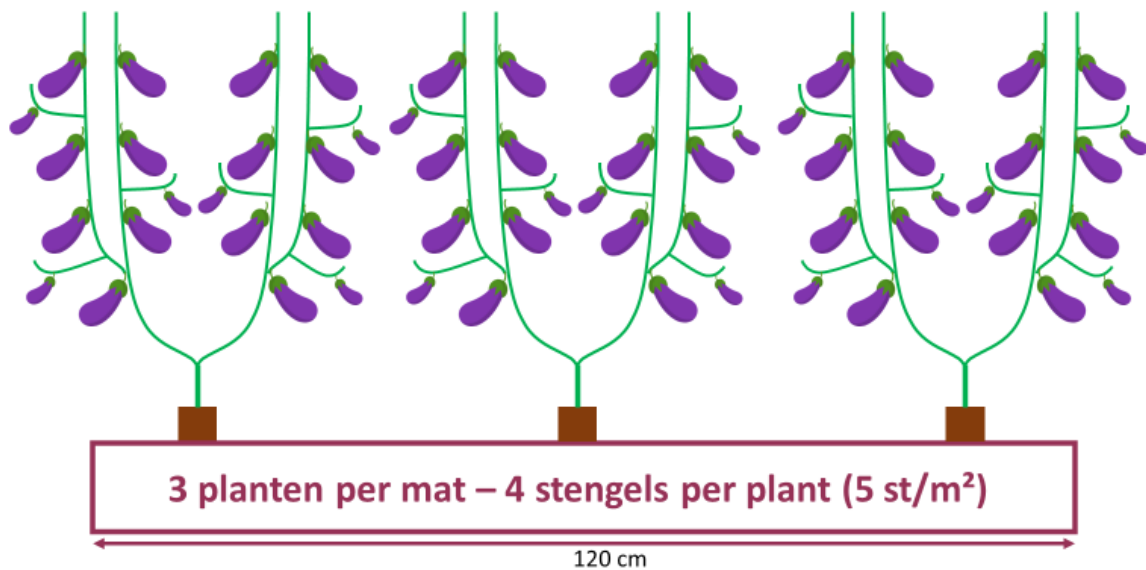
Om een hogere winterproductie te realiseren werden er twee snoeistrategieën bepaald voor 10-127 RZ en Tracey. Op de hoofdstengel worden alle vruchten aangehouden, het verschil tussen de strategieën zit in het snoeien van de zogenaamde scheutvruchten; vruchten aan een getopte zijscheut (Foto 1).



Foto 1. Foto van een aubergineplant met stengelvruchten (omcirkeld in rood) en scheutvruchten (omcirkeld in geel).



Figuur 2-1. Grafische weergave van snoeibehandeling 'Onbehandeld', met op elke zijscheut een vrucht.



Figuur 2-2. Grafische weergave van snoeibehandeling 'Om-en-om', met afgewisselde vruchten op de zijscheut.

Een plattegrond met de indeling van rassen en snoeistrategieën is bijgesloten in Bijlage I. Vanaf week 52 werden van alle behandelingen scheutvruchten toegelaten en werden er geen verschillende snoeistrategieën meer toegepast.

2.3. Registraties en metingen

Om de gewasontwikkeling in kaart te brengen zijn de volgende metingen wekelijks uitgevoerd voor 8 stengels per behandeling per ras (10-127 RZ, Tracey RZ, om-en om of onbehandeld):

- Kopdikte [mm]
- Wekelijkse lengtegroei [cm]
- Bladlengte [cm]
- Aantal bladeren per stengel
- Aantal bloemen per stengel
- Aantal vruchten per stengel
- Uitgroeiduur

Oogstwerkzaamheden werden driemaal per twee weken uitgevoerd, waarbij per oogst het drogestofpercentage van tien vruchten per behandeling werd bijgehouden.

2.4. Proefopzet vergeleken met vorig seizoen

Omdat dit project doorbouwt op resultaten uit het project uit het seizoen 2022-2023 is in Tabel 1 een vergelijking opgenomen waarin de belangrijkste verschillen in de opzet van de projecten te zien zijn.

Tabel 1. Vergelijking opzet van het project ten opzichte van het voorgaande seizoen.

	2022-2023	2023-24
Rassen	<ul style="list-style-type: none"> • Hoofdrassen: 10-127 RZ, Miley RZ • Randrij: Tracey RZ 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoofdrassen: 10-127 RZ, Tracey RZ • Randrij: Tracey RZ
Snoeistrategie	<ul style="list-style-type: none"> • 1 strategie: Geen scheutvruchten t/m week 52 	<ul style="list-style-type: none"> • Onbehandeld (geen scheutvruchten snoeien) • Om-en-om (afwisselend scheutvruchten snoeien) • Strategie 2022-23 (geen scheutvruchten t/m week 52)
Geïnstalleerde belichtingsintensiteit	200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR.	240 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR.

3. Bladfotosynthese

Gedurende de belichtingsperiode is er frequent fotosynthese gemeten. Dit is om de week gemeten vanaf de aanvang van het belichtingsseizoen tot en met het einde hiervan om te monitoren of dat er schade aan het fotosynthese systeem ontstaat en in welke mate. De schade die bij aubergine onder belichting voor kan komen uit zich in een reductie van lichtbenutting voor het elektronentransport door fotosysteem II (Φ PSII). De mate van schade is afhankelijk van de fotoperiode, lichtintensiteit, het spectrum en de rassen (genetica) (Boogaart et al., 2022). De gekozen fotoperiode (max 16 h/d), lichtintensiteit ($240 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR) en het spectrum in deze proef zouden nauwelijks tot een reductie in fotosynthese bij 10-127 RZ moeten leiden terwijl bij Tracey er altijd wel enige schade zou ontstaan (van den Boogaart et al., 2022).

3.1. Materiaal en methoden

De metingen zijn met de LI-6800 draagbare fotosynthesemeter uitgevoerd aan de twee rassen die in de proef geteeld zijn, namelijk Tracey en 10-127 RZ (allen met Kaiser als onderstam) geteeld bij full-LED (Figuur 3-1). De metingen zijn uitgevoerd aan de jong volgroeide topbladeren. Er werd gemeten bij $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR en 800 ppm CO_2 en heersende temperaturen in de kas (10 herhalingen per meetmoment en behandeling).



Figuur 3-1. De LI-6800 draagbare fotosynthesemeter in de auberginekas. In de meetcuvet kunnen PAR, CO_2 , temperatuur en vocht worden gevarieerd. Er is gekozen om te meten bij $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR en een vast CO_2 -gehalte van 800 ppm en temperatuur en vocht met de kasomstandigheden mee te variëren over de dag heen.

4. Teeltplan en - uitvoering

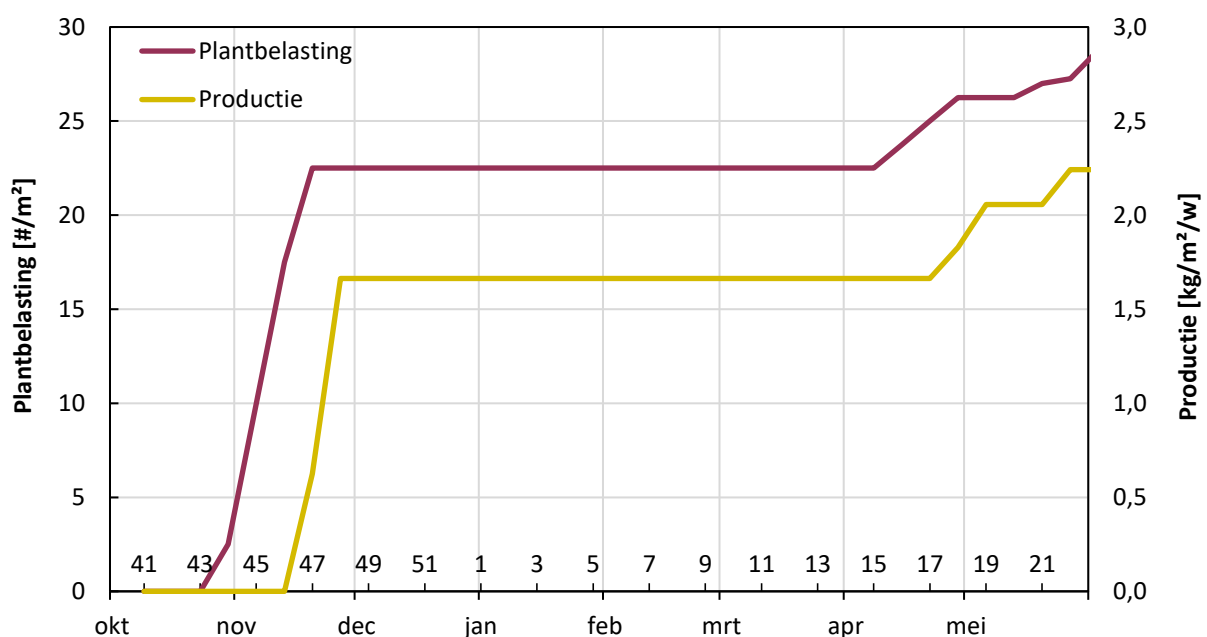
Voorafgaand aan de proef is een teeltplan gemaakt waarbij gestreefd is de aanmaak van assimilaten (source) en vraag naar assimilaten (sink) zo goed mogelijk in balans te houden, en een stabiele en zo hoog mogelijke productiviteit te realiseren. In dit belichtingsseizoen was het doel om de productiviteit te verhogen door middel van het verhogen van de lichtintensiteit, waarbij dit in theorie onevenredig meer productie zou moeten opleveren.

Voor de teeltplanning is in eerste instantie gebruik gemaakt van weerstatistieken (10 jarig gemiddelde), gerealiseerde kastransmissie op basis van de vorige teelt, en de beschikbare belichting. Met die gegevens is per teeltweek uitgerekend hoeveel mol licht naar verwachting beschikbaar is. Daarop is de gewenste plantbelasting per teeltweek afgestemd. Aan het begin van de teelt is dit juist andersom gedaan: vanwege de plantopbouw met lage plantbelasting is de belichting hierop afgestemd.

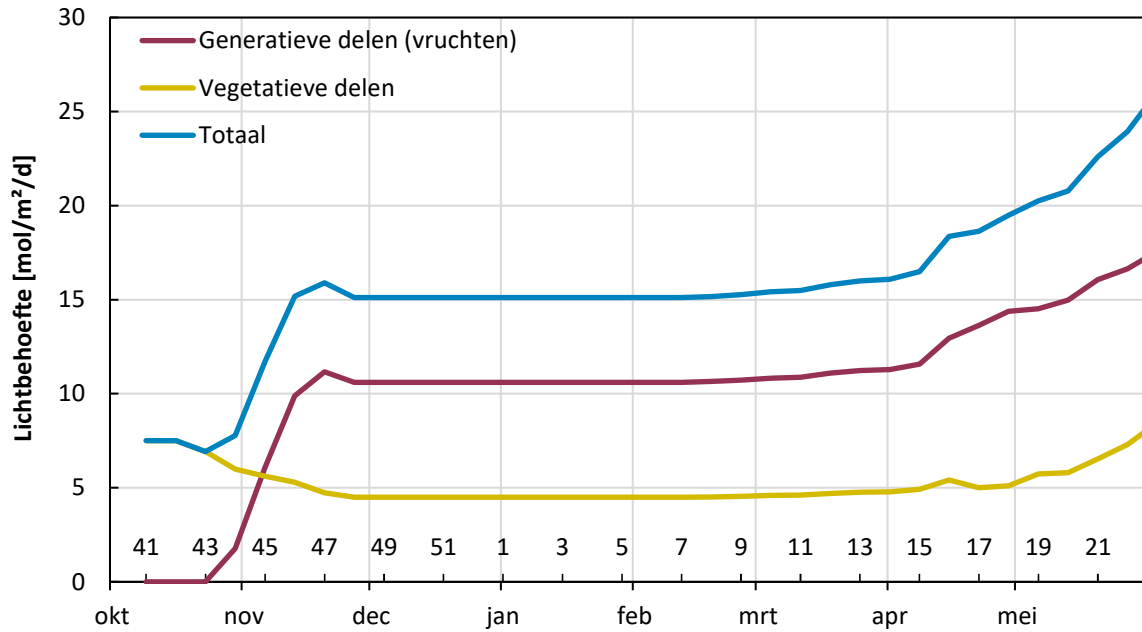
Het teeltplan had de volgende basis:

- Stengeldichtheid 5/m²
- Bladafplitsing en vruchtzetting van 1 per week
- Rijpingstijd van 21 dagen
- 5.2% drooggewicht van de vruchten
- 240 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR belichting, 15.5 uur per dag (half uur op en afschakelen)

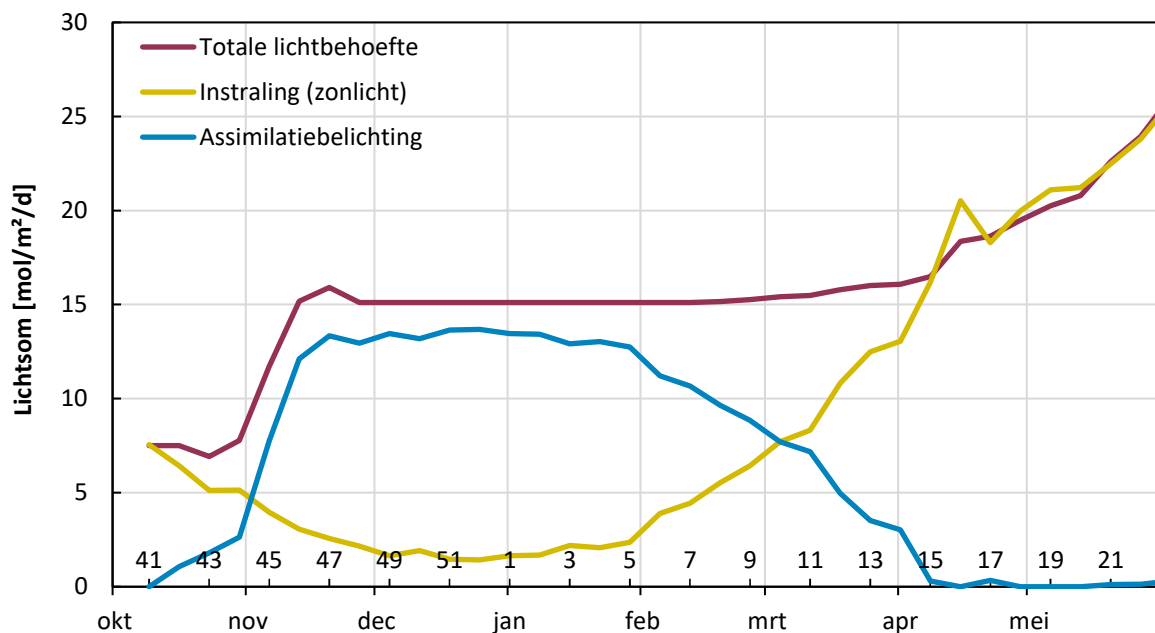
Dit resulteert in een geplande zetting van 7.5 vruchten/m²/week in de winter, 5 vruchten aan de hoofdstengel en 2.5 vrucht aan de zijscheut. Bij een vruchtgewicht van 250 gram van de hoofdvruucht en 165 gram van de zijstengel zou dat 1.66 kg/m²/week aan oogst moeten opleveren. Doordat aubergine onrijp geoogst wordt met een vruchtgewicht bij oogst variërend van ± 200 - ± 350 gram, is er een ruime speelruimte in de sturing van de assimilatenvraag door vruchten meer of minder te laten uitgroeien voor oogst (behoudens eisen uit de markt ten aanzien van vruchtgewicht). Het teeltschema is samengevat in Figuur 4-1 t/m Figuur 4-3. Te zien is in Figuur 4-1 dat rond april de plantbelasting verder mocht oplopen, door meer zijstengels met vruchten aan te houden en zwaarder te oogsten. Vanaf week 15 wordt er ook niet meer belicht (Figuur 4-3).



Figuur 4-1. Verwachte plantbelasting en geplande productie gedurende de teelt met plantdatum half oktober. De geplande productie in de winter is gebaseerd op 240 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR bijbelichting voor 15.5 uur per dag, resulterende in een totale lichtsom van lamplicht+daglicht van ± 15 mol/m²/d. De productie neemt verder toe richting het voorjaar wanneer de lichtsommen boven de 15 mol/m²/d stijgen.

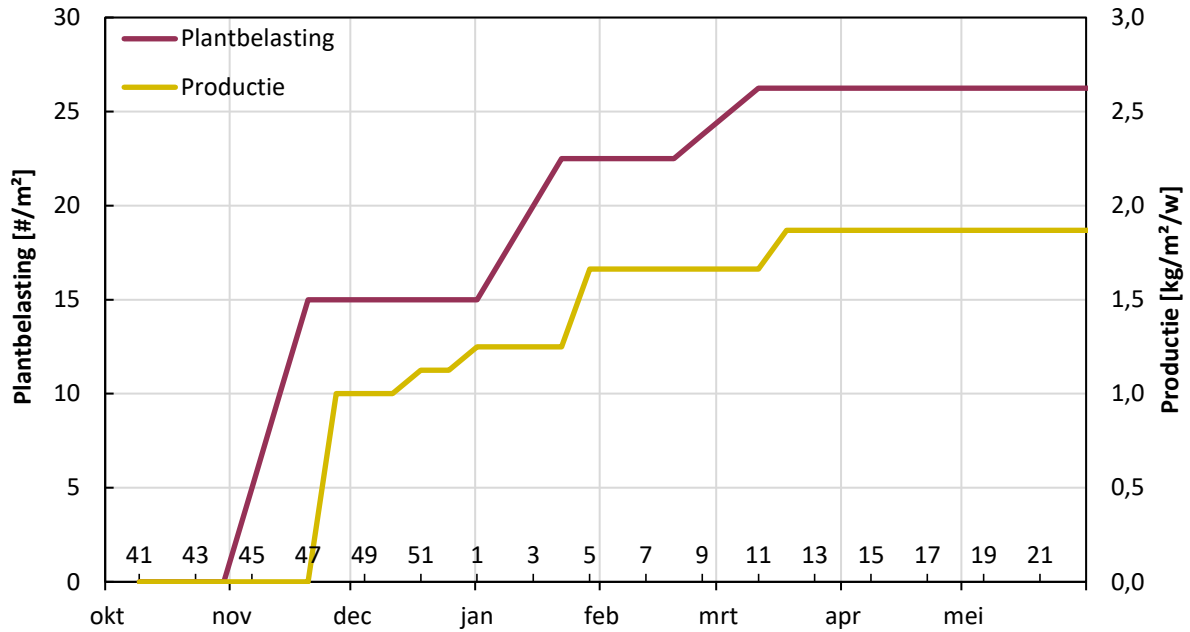


Figuur 4-2. Lichtbehoefte aubergine. De lichtbehoefte (op basis van de assimilatenbehoefte) is opgesplitst in vegetatieve en generatieve delen op basis van een groeimodel. De relatief hoge vraag van vegetatieve delen bij de start van de teelt komt door het feit dat het gewas op dat moment het licht nog niet volledig onderschept. Naarmate er meer licht beschikbaar is—vanaf week 16—gaat er relatief meer richting de generatieve delen.

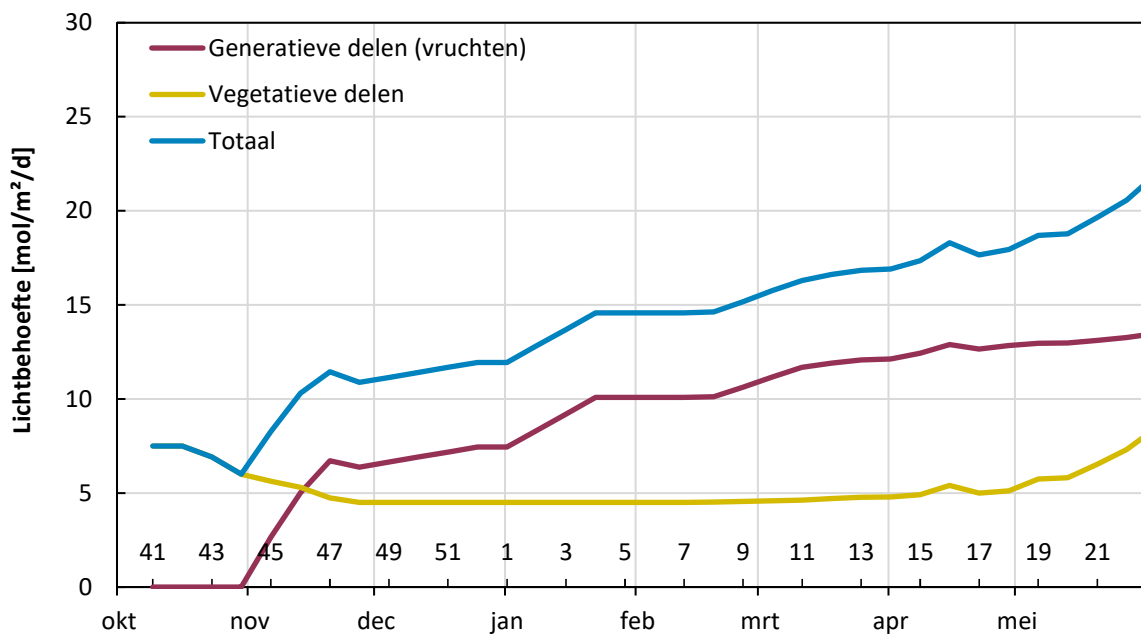


Figuur 4-3. Invulling van lichtbehoefte. Zonlicht wordt zo optimaal mogelijk gebruikt en er wordt niet meer belicht dan benodigd is op basis van de assimilatiebehoefte. De totale belichtingsbehoefte komt neer op 1800 uur/jaar met 240 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR.

Er is een bijgestelde prognose opgesteld op basis van de gerealiseerde gewasontwikkeling en gerealiseerde lichtsommen. Deze prognose sluit daarmee beter aan bij de te verwachte oogst en plantbelasting.



Figuur 4-4. Bijgestelde prognose op basis van gerealiseerde gewasontwikkeling en gerealiseerde lichtsommen voor plantbelasting en geplande productie gedurende de teelt met plantdatum half oktober. De geplande productie in de winter is gebaseerd op $240 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR bijbelichting voor 15,5 uur per dag, resulterende in een totale lichtsom van lamplicht+daglicht van $\pm 13,5 \text{ mol}/\text{m}^2/\text{d}$.



Figuur 4-5. Lichtbehoefte aubergine. De lichtbehoefte is opgesplitst in vegetatieve en generatieve delen. De lichtbehoefte voor de generatieve delen is in januari en februari aanzienlijk hoger dan in november en december. Dit verschil is ontstaan door de zwakke zetting van vruchten in november en december.

Het plantmateriaal was gezond, maar miste uniformiteit. Er werd daarom gekozen om de dunstrategie pas toe te passen als de stengels gelijk trokken. Om ze gelijk te laten groeien, werd een vrucht verwijderd of juist niet om de vier stengels per plant gelijk weg te laten groeien.



Foto 2. Plantmateriaal 10-127 RZ (foto genomen 10 oktober 2023).

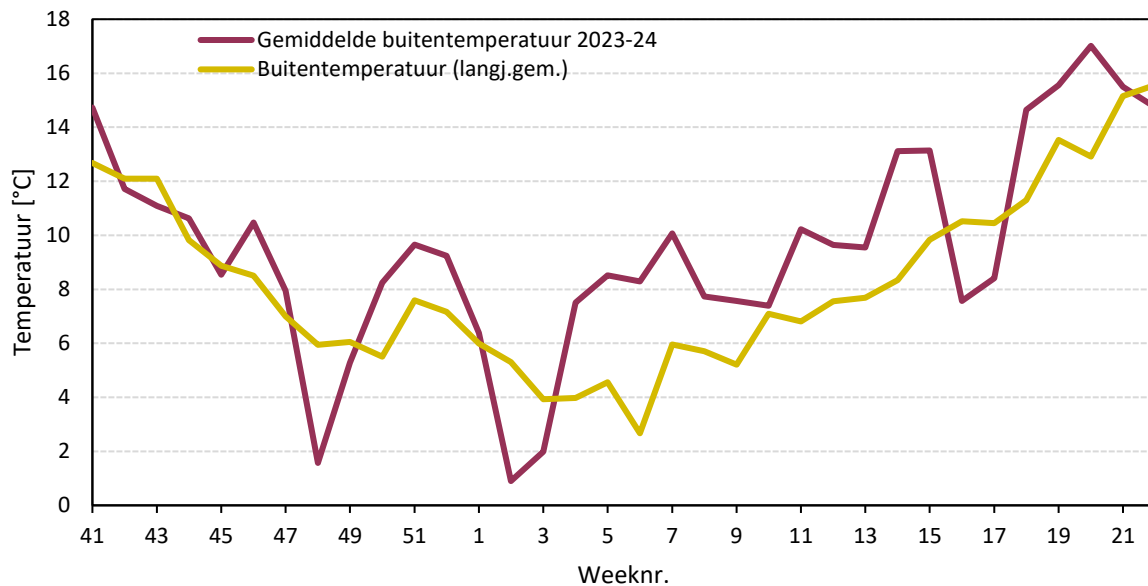


Foto 3. Plantmateriaal Tracey RZ (foto genomen 10 oktober 2023).

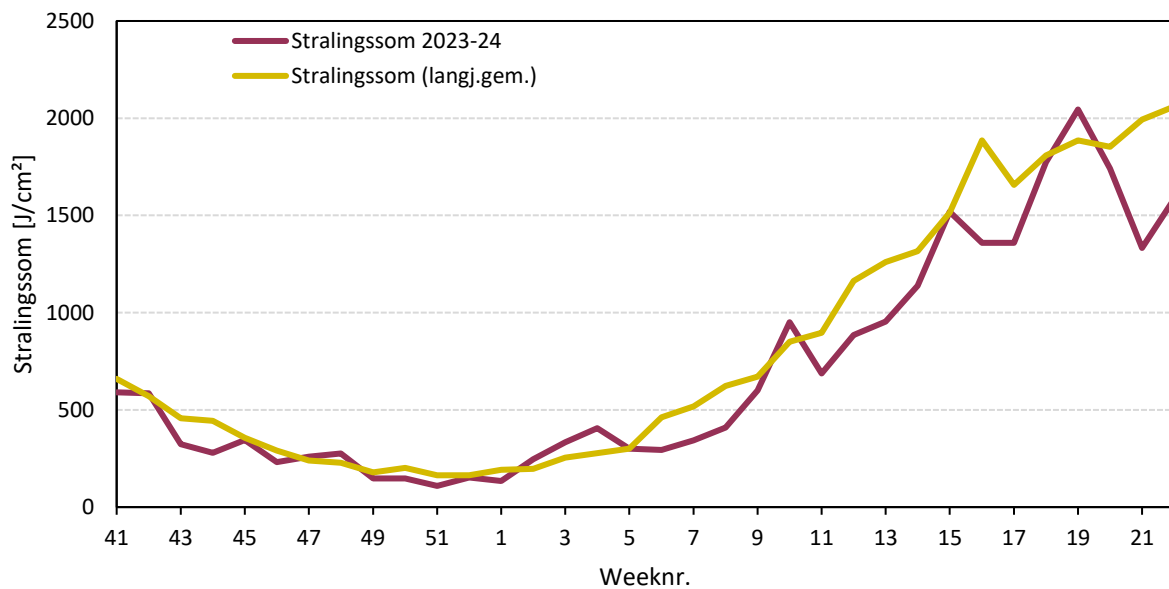
5. Resultaten en discussie

5.1. Buitenomstandigheden

Het teeltseizoen 2023-24 kenmerkte zich door een zachte maar donkere winter en voorjaar. Vergeleken met het langjarige gemiddelde (de afgelopen 10 jaar) was het 15% warmer, en lag de stralingsom 14% lager (Figuur 5-1 en Figuur 5-2). Er waren koude uitschieters in week 48 (2023), 2 en 3 (2024), en in het voorjaar in weken 16-17 (2024).



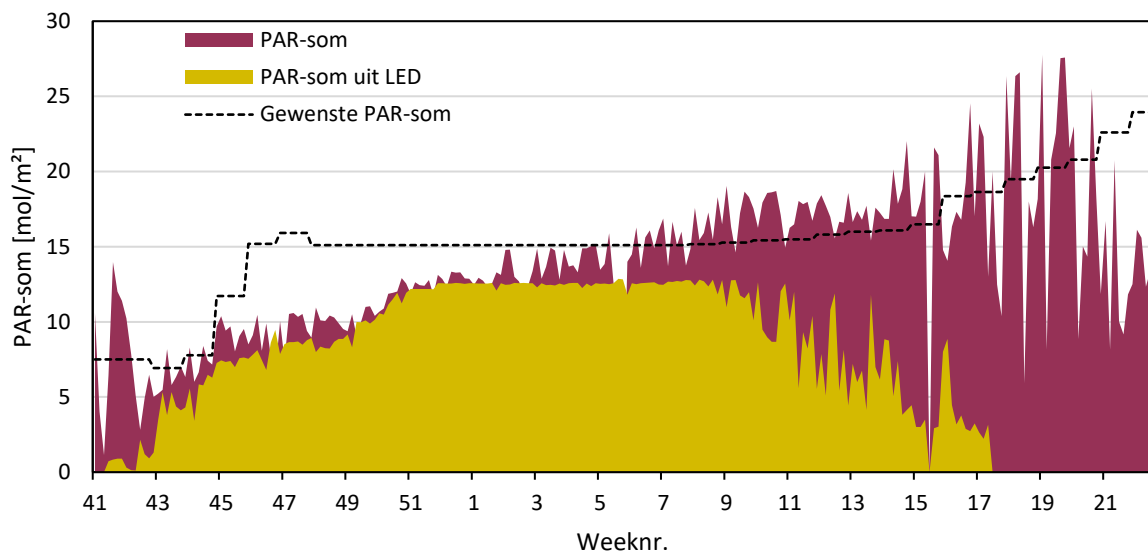
Figuur 5-1. Buitentemperatuur gedurende de proef vergeleken met het langjarige gemiddelde.



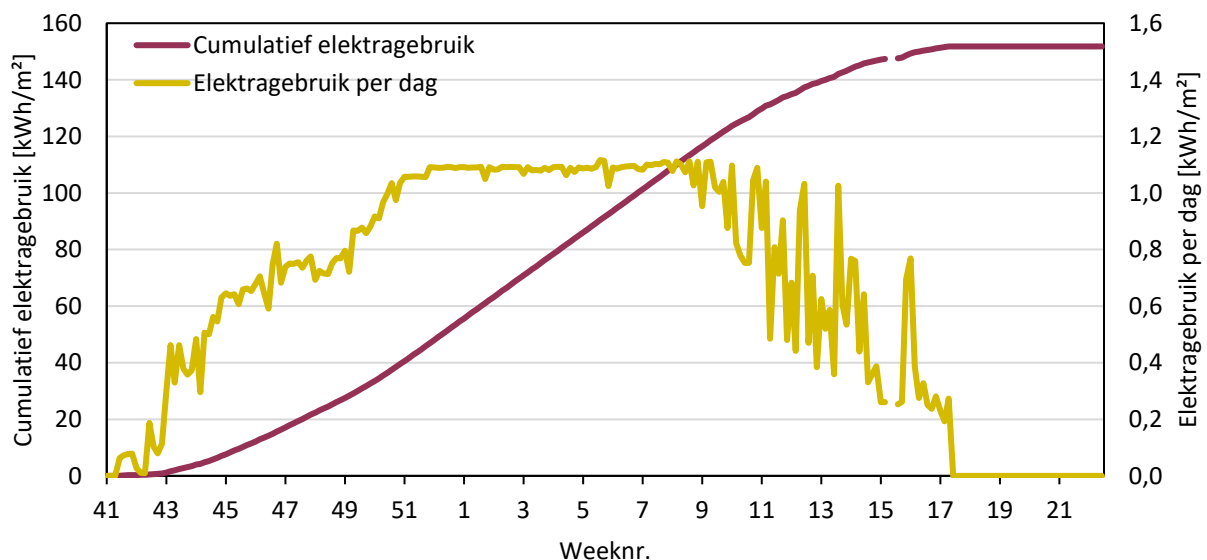
Figuur 5-2. Stralingsom gedurende de proef vergeleken met het langjarige gemiddelde.

5.2. Belichtingsstrategie

De belichtingsstrategie was gebaseerd op de assimilatievraag van het gewas. Door de trage opbouw van plantbelasting (door het gelijktrekken van de stengels) werd ook de belichting langzaam opgebouwd. Mede dankzij de donkere omstandigheden werd er in de winter en het eerste deel van het voorjaar maximaal belicht (Figuur 5-3). Er werd gekozen om in de schoudermaanden (oktober, november, februari, maart) met een lagere intensiteit te belichten met een maximale belichtingsduur van 15 uur, in plaats van een kortere periode met een hogere intensiteit. Daarmee werden de lampen langer gebruikt en kon het gasgebruik worden teruggedrongen door de lampwarmte langer te benutten. Eind april werd gestopt met belichten. Voor de belichting is totaal 151.8 kWh/m² ingezet (Figuur 5-4).



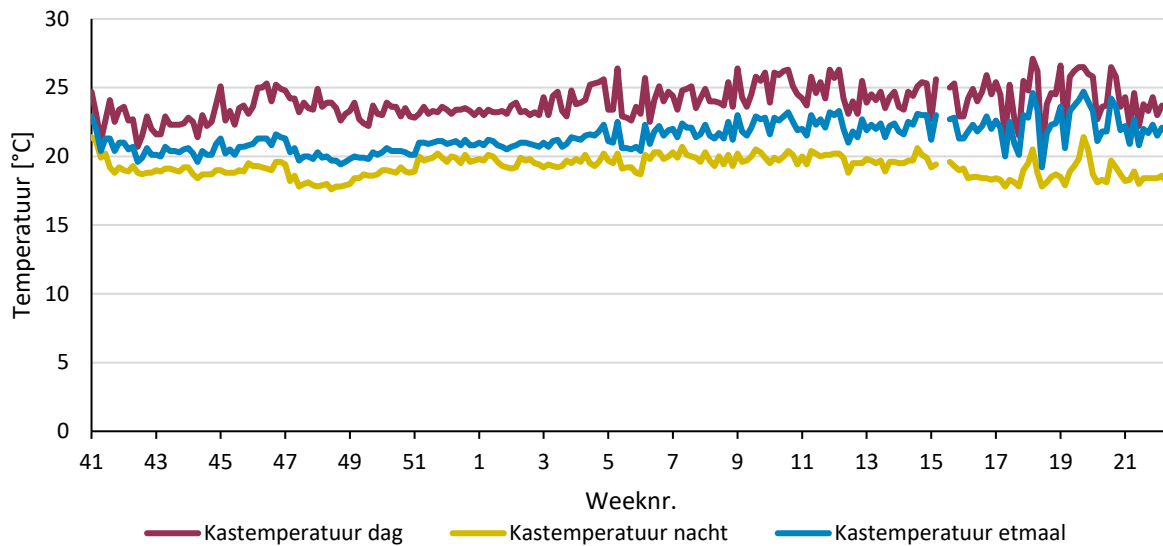
Figuur 5-3. Opbouw van PAR-som per dag in de belichtingsperiode.



Figuur 5-4. Elektraverbruik per week en cumulatief.

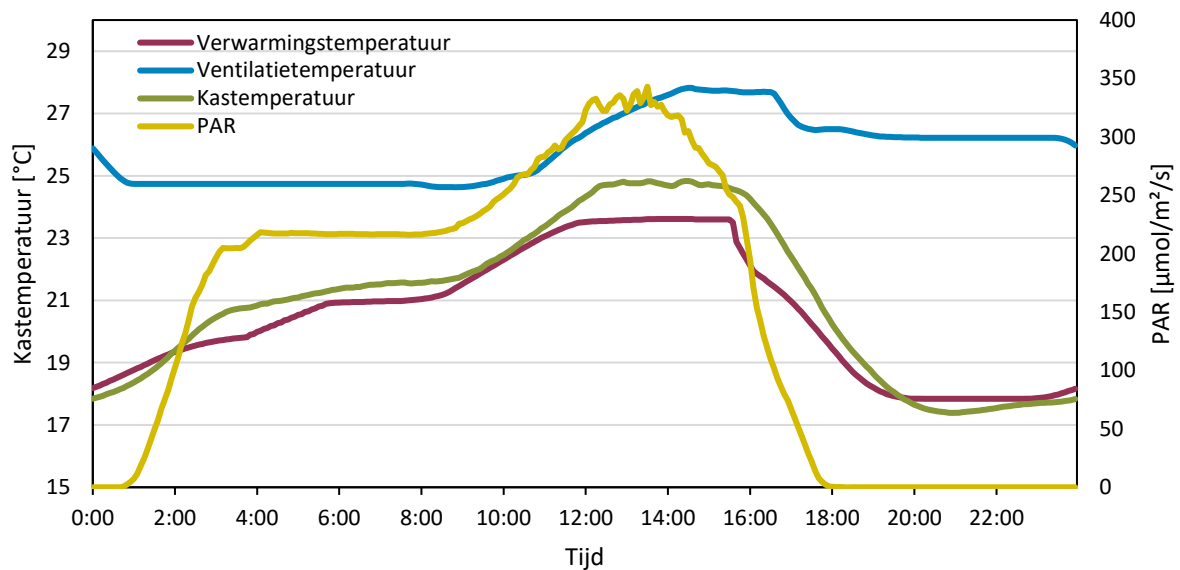
5.3. Klimaatstrategie

De gebruikte temperatuurstrategie in de winter werd ingezet om voldoende snelheid in de ontwikkeling van de plant en uitgroei duur van vruchten te houden. Over de hele proef lag de gemiddelde dagtemperatuur rond 23-24°C, de nachttemperatuur rond 18-19°C. De gerealiseerde etmaaltemperatuur was ongeveer 21°C (Figuur 5-5).



Figuur 5-5. Dag-, nacht- en etmaaltemperaturen per dag. In de belichte winterperiode (week 48 t/m week 8) is een gemiddelde etmaaltemperatuur van 20.6°C gerealiseerd.

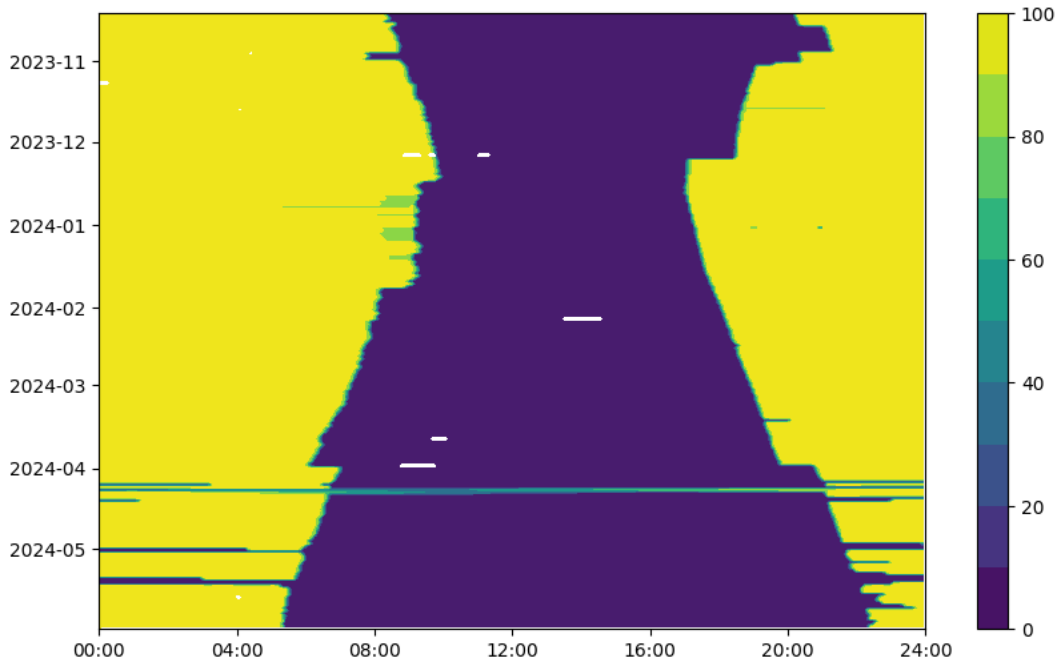
In de winter werd een nachttemperatuur van 18°C aangehouden, die langzaam werd opgebouwd naar 23.5°C overdag. Deze temperaturen zijn hoger dan in het seizoen 2022-23. De dagtemperatuur kon hoger worden zonder extra energie vanwege de hogere lichtintensiteit. De verwarmingstemperatuur in de nacht is verhoogd voor voldoende ontwikkelingssnelheid (in 2022-23 was de ingestelde temperatuur 17°C). Zodra de lampen werden aangezet vervalt de buisvraag en stijgt de temperatuur boven de verwarmingstemperatuur (Figuur 5-6).



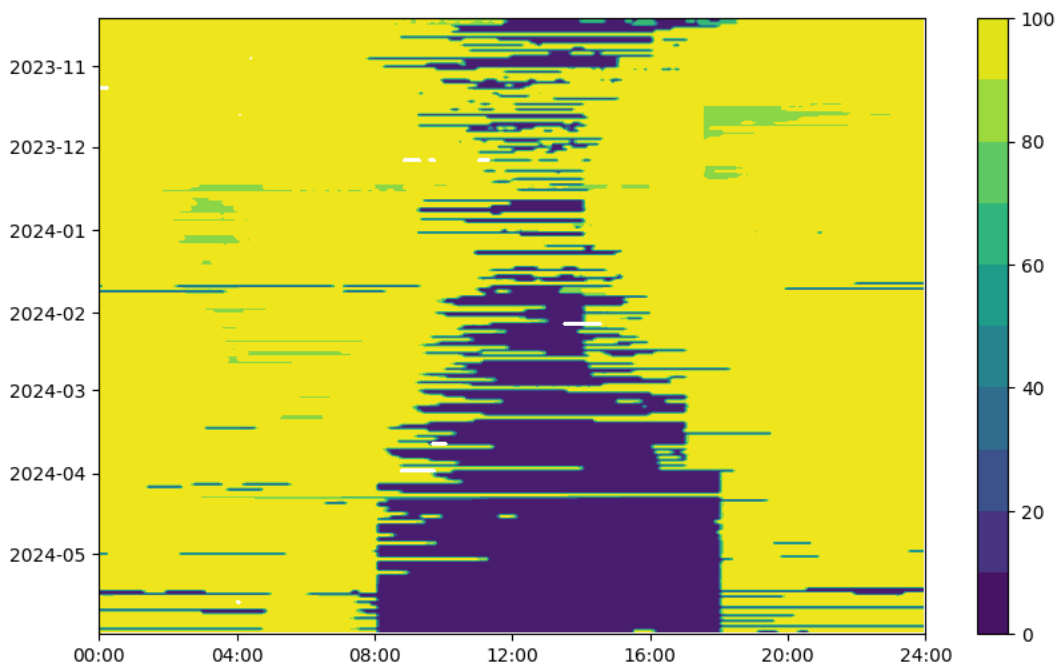
Figuur 5-6. Cyclisch verloop van de verwarmings-, ventilatie-, kasttemperatuur en gemeten PAR van 1-12-2023 t/m 29-2-2024.

5.4. Schermstrategie, buisgebruik en energie

Om de lampwarmte zo lang mogelijk binnen te houden werd het verduisterscherf (Figuur 5-7) en het energiescherf met spouw (Figuur 5-8) intensief ingezet. Van zononder tot zonop werd het verduisterscherf volledig gesloten. Het energiescherf bleef ook overdag bij $<50 \text{ W/m}^2$ gesloten in de winter, mits er wel eens in de drie dagen het scherf opening voor voldoende bevlieging van hommels. Omdat het energiescherf een spouw had, werd dit scherf eerst gebruikt om te kieren op vocht. Dat werd gedaan als de relatieve luchtvochtigheid boven 88% kwam, en er boven het scherf geen ruimte meer was om meer te luchten.

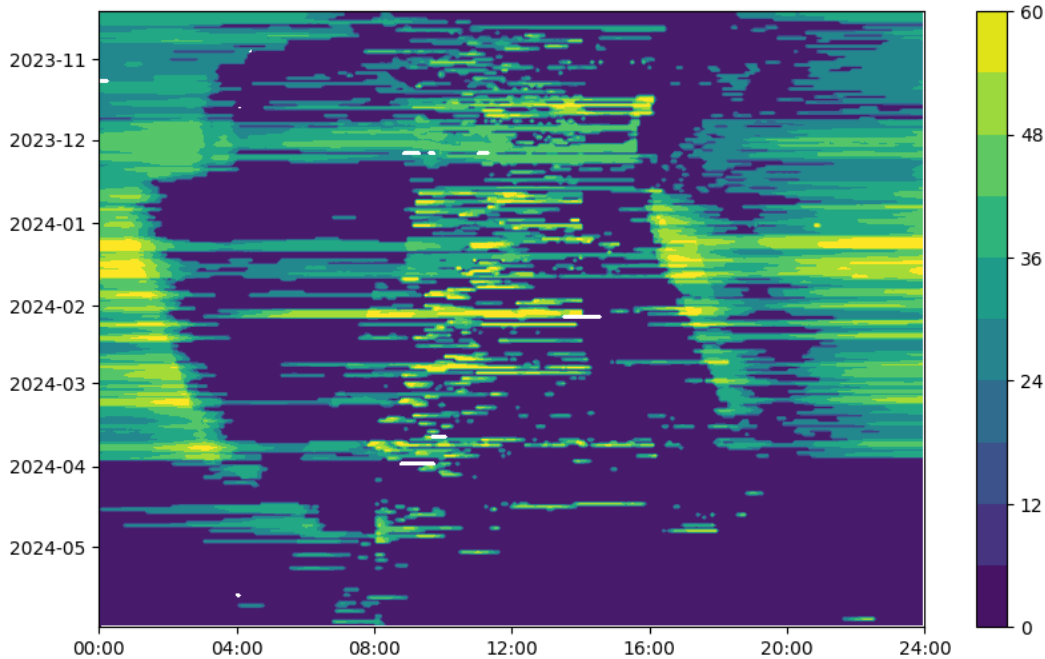


Figuur 5-7. Grafische weergave van het verduisterscherf van 0 tot 100% stand (zie kleurschaal rechts), met op de X-as het cyclisch verloop en op de linker-as de tijd in maanden.

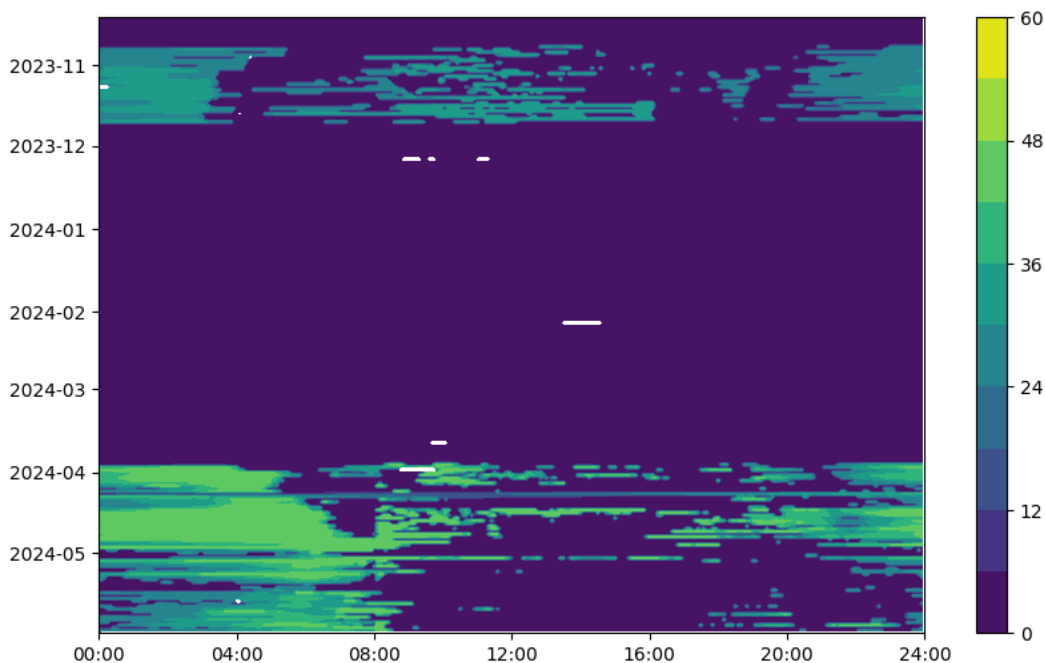


Figuur 5-8. Grafische weergave energiescherf van 0 tot 100% stand (zie kleurschaal rechts), met op de X-as het cyclisch verloop en op de linker-as de tijd in maanden.

De buisrail en het groeibuisnet werden alleen ingezet op warmtevraag. De eerste weken werd het buisrailnet primair gebruikt (groeibuisnet is immers te dicht bij het kleine plantje). Vanaf november werd het groeibuisnet primair gebruikt, met het idee dat met relatieve lage temperaturen de planttemperatuur optimaal kan worden gestuurd. Met de groeibuis als primair net werd de groei van de plant als sterk en vegetatief beoordeeld, met groot blad en een hoge bloeihoogte. Vanaf december werd het buisrailnet alsnog als primair net ingezet om de totale gewasverdamping te stimuleren en minder warmte bovenin bij de kop te hebben. De buisrail werd begrensd op 60°C, het groeibuisnet op 40°C. In Figuur 5-9 en Figuur 5-10 is te zien dat er vooral in de onbelichte nacht buisvraag is.

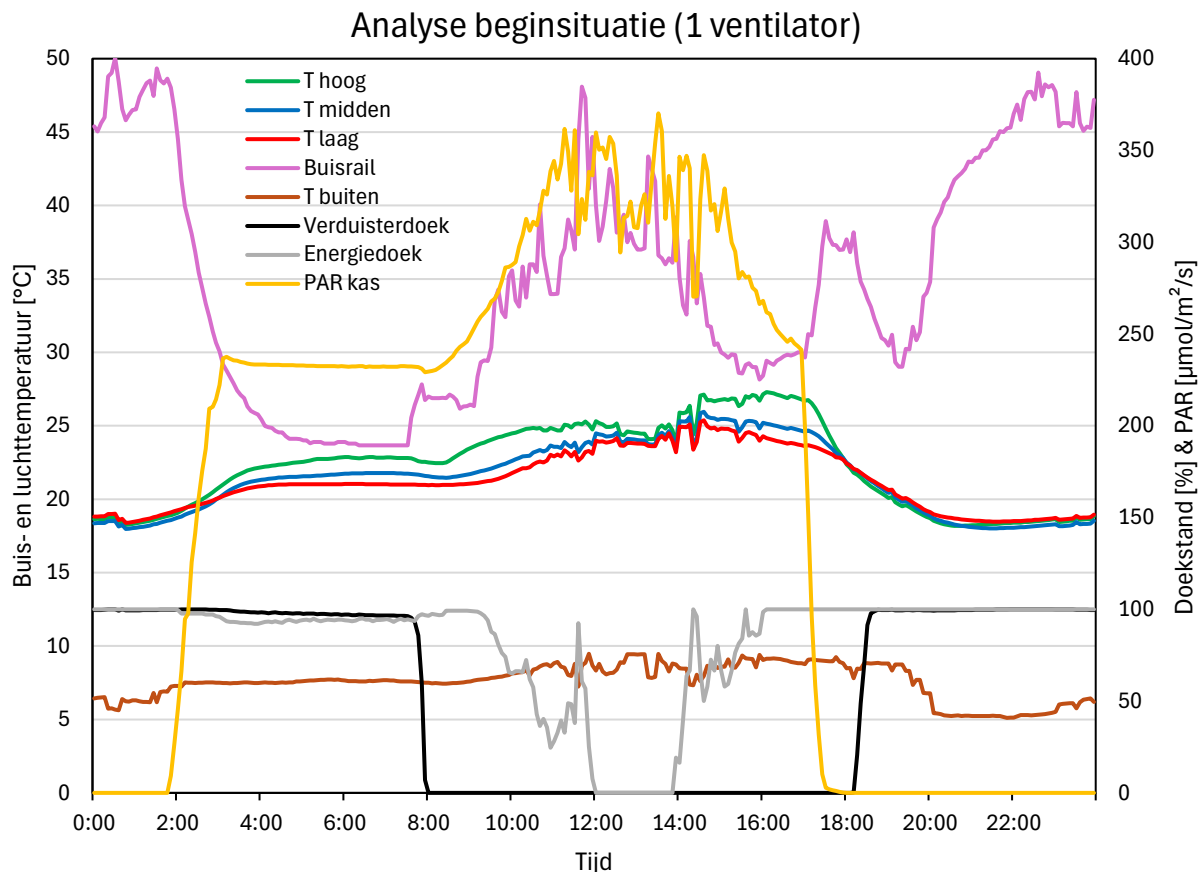


Figuur 5-9. Grafische weergave input van de buisrail van 0 tot 60°C (zie kleurschaal rechts), met op de X-as het cyclisch verloop en op de linkeras de tijd in maanden.



Figuur 5-10. Grafische weergave input van de groeibuis van 0 tot 60°C (zie kleurschaal rechts), met op de X-as het cyclisch verloop, en op de linkeras de tijd in maanden.

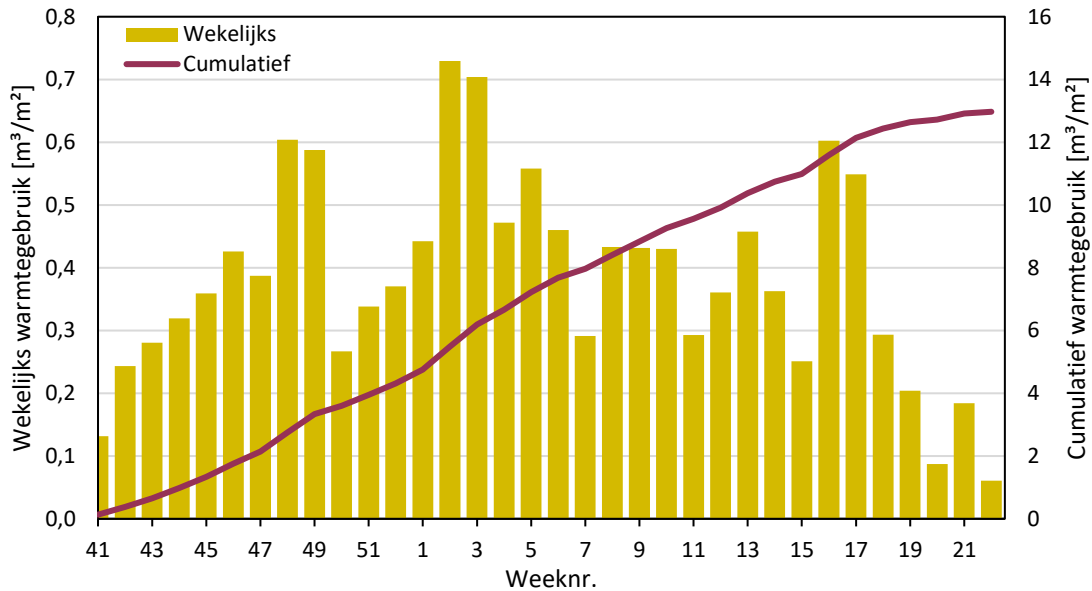
In de belichte nacht, met intensief schermen, weinig/geen buisinput en de warmte van de lampen die de kas op temperatuur houden, bleef de lampwarmte vooral bovenin de kas. Ondanks een verticale ventilator leek het blad een goede doordringing te voorkomen. Dat werd ook bevestigd met een rookproef. De bladvorm en -stand van de aubergine, in combinatie met een hoge stengeldichtheid, hebben daarbij vermoedelijk een grote invloed. Om het effect van het temperatuurprofiel in kaart te brengen, zijn sensoren opgehangen ter hoogte van de oogstbare vruchten, de kop en een halve meter boven de kop. Het verschil tussen de temperatuur boven de kop en bij de vruchten is op zijn hoogst als de lampen een tijd aan hebben gestaan en de buizen een tijd niet gebruikt worden, met de schermen en ramen volledig gesloten. In de eerste opzet van de kas was dat verschil gemiddeld 1.8°C (Figuur 5-11).



Figuur 5-11. Analyse van de temperatuurverschillen hoog (halve meter boven de kop), midden (ter hoogte van de kop), en laag (ter hoogte van oogstbare vrucht) met de gemeten buistemperaturen en doekstanden, PAR, en buitentemperatuur. Te zien is dat bij het aanzetten van de lampen (~2:00), de temperatuur rond de kop van het gewas en daarboven sterk toeneemt ten opzichte van de temperatuur bij de vruchten. Cyclisch gemiddelde van 2 t/m 14 februari 2024.

Om het verschil te verkleinen werd een ClimaFlow (Ludvig Svensson) opgehangen. Daarbij werd het verschil met vergelijkbare omstandigheden verlaagd naar 1.0°C. Met twee ClimaFlow ventilatoren werd het verschil verder verkleind naar 0.8°C. Met aanzuiging van de lucht onder het scherm en uitblazing middels slurven onder de goot, werd het verschil verkleind tot 0.4°C. Zonder enkele vorm van geforceerde luchtbeweging is het verschil boven en onder het gewas 2°C. Grafieken van deze analyses zijn opgenomen in Bijlage II.

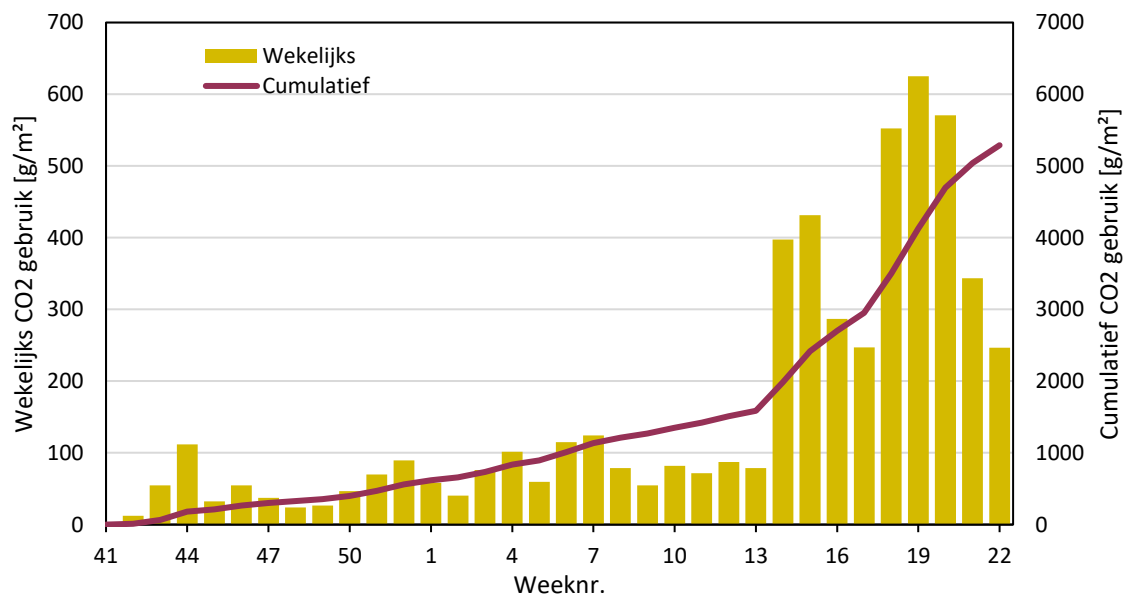
In het wekelijkse warmtegebruik zijn duidelijk de koude buitenomstandigheden terug te zien (week 48 (2023) en weken 2, 3, 16 en 17 (2024)). Het piekverbruik loopt daarop tot 0.7 m³/m²/week, of 0.1 m³/m² per dag. Gemiddeld is het gebruik ongeveer 0.4 m³/m²/week, totaal is 13.0 m³/m² ingezet op warmtevraag (Figuur 5-12). Als de elektra van de lampen wordt omgerekend naar aardgasequivalenten, en aangenomen wordt dat de lampwarmte volledig benut kan worden, is de totale warmtevraag van deze teelt 30.2 m³/m². Dat is vergelijkbaar met de warmtevraag van een belichte tomatenteelt.



Figuur 5-12. Wekelijks en cumulatief energiegebruik gedurende de teelt.

5.5. CO₂

In de belichte nacht en overdag werd er gestreefd naar een CO₂-concentratie van 800 ppm. In de belichtingsperiode wordt vaak weinig gelucht en wordt gedoseerde CO₂ efficiënt benut, per dag wordt 10-20 gram/m² gedoseerd. De hoogste doseringen worden gerealiseerd in het voorjaar en in de zomer, daarbij werd gemiddeld 400 gram per week (~60 gram/m² per dag) gedoseerd. Cumulatief komt het CO₂ gebruik in deze teelt lopend tot eind mei uit op 5.3 kg/m² (Figuur 5-13).



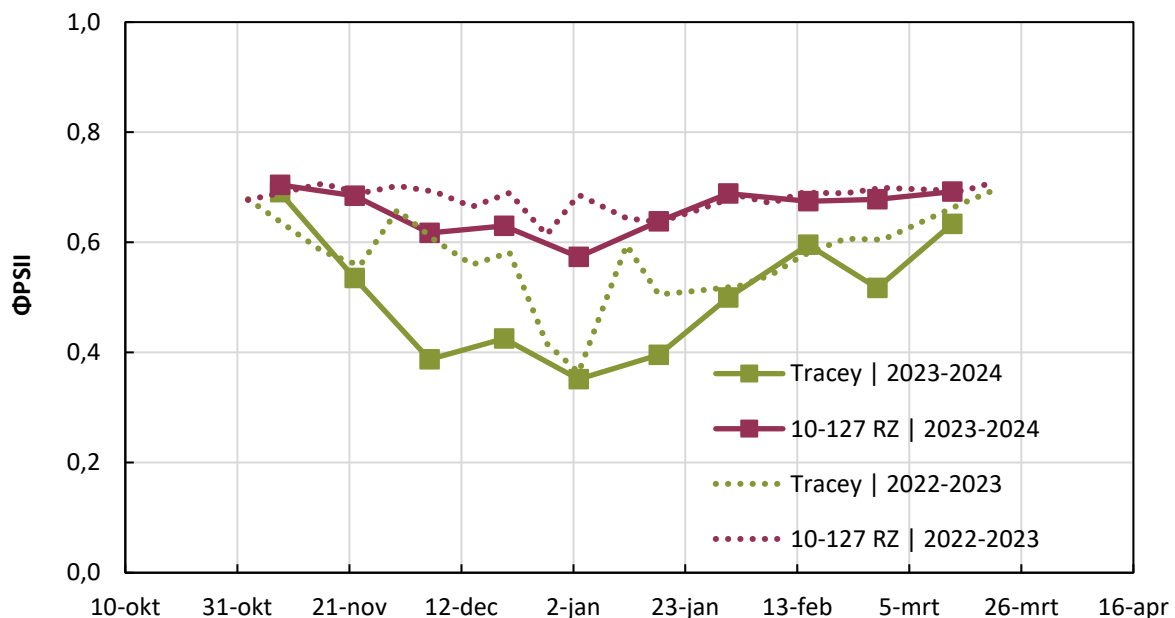
Figuur 5-13. Grafisch verloop gedoseerde CO₂ gedurende de teelt.

5.6. Fotosynthese metingen

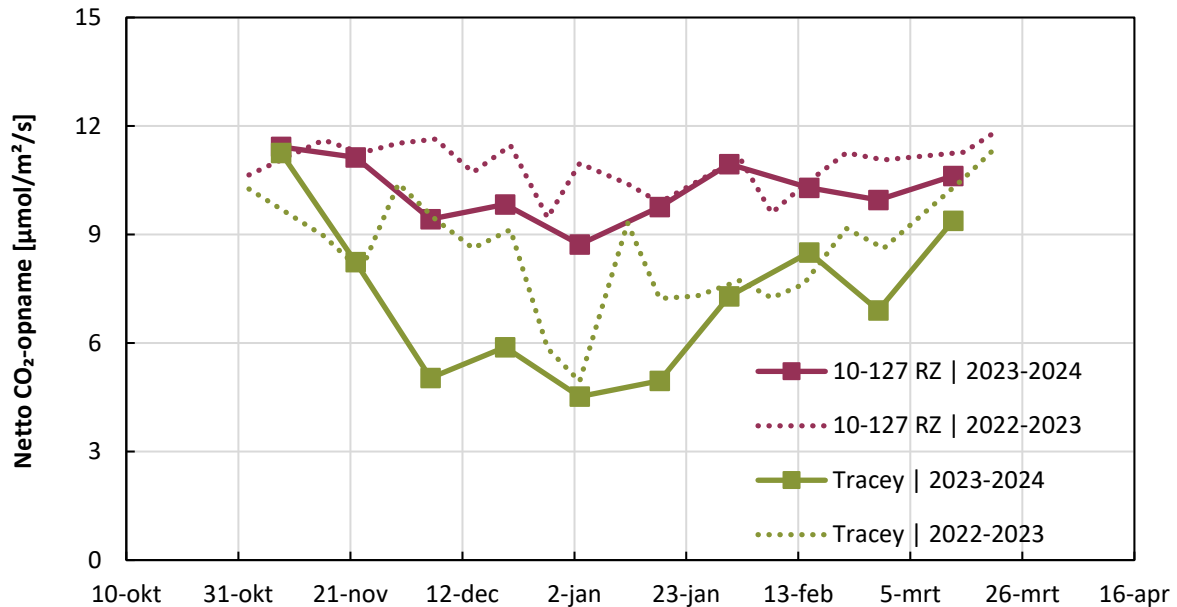
Net zoals het vorige belichtingsseizoen (Jochems et al., 2024) is er ook tijdens dit belichtingsseizoen schade geconstateerd aan het fotosynthese-systeem (NB visueel niet zichtbaar voor het menselijk oog). Dit was ook te verwachten, zeker bij Tracey, omdat de schade enkel heviger wordt bij hogere licht-intensiteiten en of sommen. Bij aanvang van het belichtingsseizoen waren zowel Tracey als 10-127 RZ vrij van schade. De Φ PSII was op dat moment namelijk gemiddeld 0.70 bij 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR en 800 ppm CO_2 (Figuur 5-14), bij een optimaal functionerend blad kan een Φ PSII van 0.70 worden verwacht bij deze omstandigheden. Ook de netto CO_2 -opname was op dit moment nog goed, namelijk gemiddeld 11.3 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (Figuur 5-15), waarbij dit onder optimale omstandigheden rond de 11.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ligt. De netto CO_2 -opname wordt sterker beïnvloed door de klimaatomstandigheden dan de Φ PSII. Wanneer de bladtemperatuur toeneemt stijgt de onderhoudsademhaling, dit heeft een direct negatief effect op de netto CO_2 -opname door de verhoogde onderhoudsademhaling. Dit resulteert in een minder stabiele grafiek voor netto CO_2 -opname dan de grafiek voor Φ PSII.

Direct aan het begin van het belichtingseizoen, november, laat Tracey schade zien, ondanks dat er in deze periode nog niet maximaal werd belicht. Ras 10-127 RZ blijft nagenoeg het gehele belichtingsseizoen vrij van schade. Enkel rondom de donkerste dagen van het jaar, december en januari, is er bij alle rassen schade waarneembaar. Bij 10-127 RZ was de schade zeer beperkt, deze zat namelijk op het dieptepunt nog altijd op 90% van diens oorspronkelijke efficiëntie. Vanaf februari is langzaam herstel bij Tracey, welke duurt tot eind maart. Bij 10-127 RZ is er vanaf februari al geen sprake meer van schade aan het fotosynthese-systeem.

De assimilatenproductie bij 10-127 RZ heeft dus wederom bij 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR weinig beperkingen gekend. Wel zou het kunnen zijn dat bij hogere lichtintensiteiten er verminderde fotosynthese-efficiëntie was, maar de momenten met aanzienlijk meer dan 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR blijven in de wintermaanden zeer beperkt. Bij Tracey lag de gemiddelde efficiëntie van de topbladeren in de wintermaanden, december en januari, op 55% ten opzichte van een gezond blad bij 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR. Dus vanuit fotosynthese gezien is er een fors potentieverlies op de assimilatenproductie bij Tracey. Ras 10-127 RZ zou daarom in de wintermaanden aanzienlijk meer moeten kunnen produceren dan een Tracey.



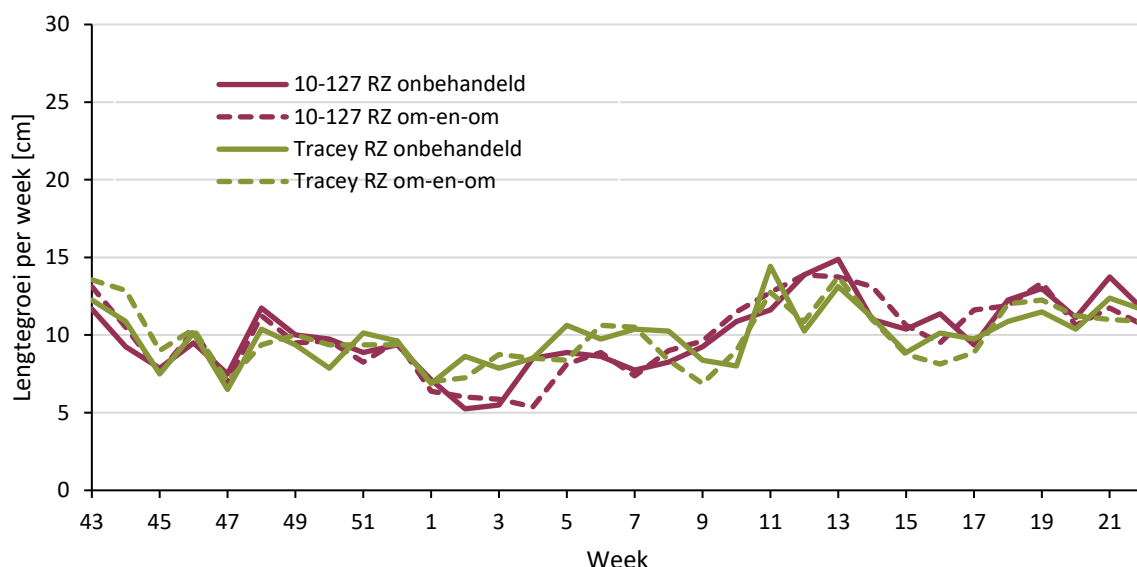
Figuur 5-14. De ontwikkeling van de Φ PSII (lichtreactie) van onbeschaduwde topbladeren gedurende de belichte wintermaanden van de teelt. De metingen zijn verricht bij 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR en 800 ppm CO_2 . Onder ideale omstandigheden zou de Φ PSII ~ 0.7 zijn bij de gegeven omstandigheden. De Φ PSII gegevens zijn stabiel over de tijd, omdat deze minder afhankelijk zijn van de momentane klimaatomstandigheden.



Figuur 5-15. De ontwikkeling van de netto CO₂-opname van onbeschaduwde topbladeren gedurende de belichte wintermaanden van de teelt. De metingen zijn verricht bij 200 µmol/m²/s PAR en 800 ppm CO₂. Onder ideale omstandigheden zou de netto CO₂-opname ~11.5 µmol/m²/s zijn bij de gegeven omstandigheden. Tracey functioneerde duidelijk minder. De grootste reductie lag rond de donkerste dag (december en januari).

5.7. Gewasontwikkeling en productie

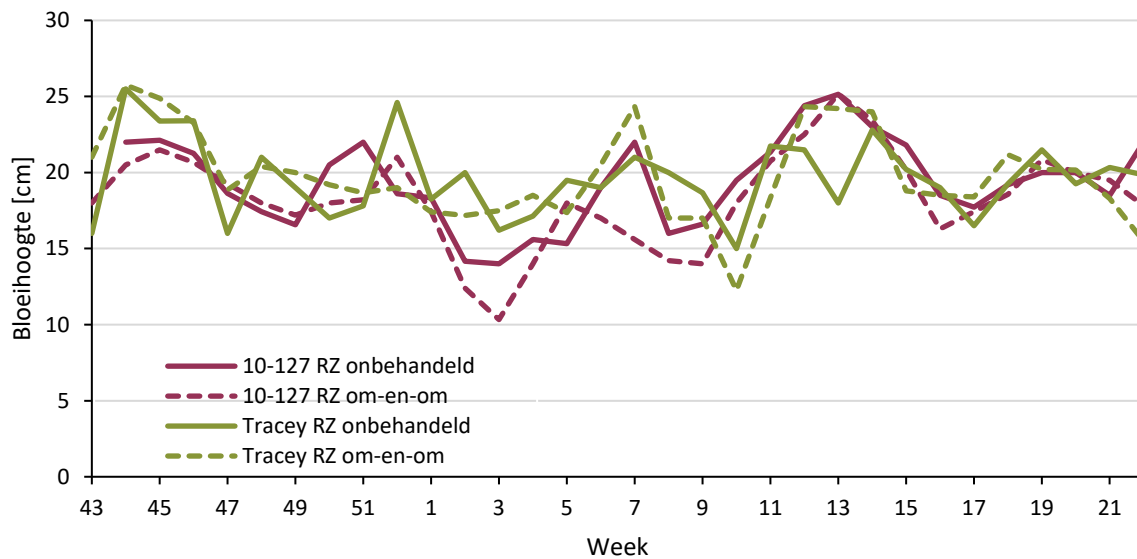
Kort na het planten werd de focus gelegd op het inbrengen van meer uniformiteit van de stengels. Dat werd gedaan door vruchten bij zwakkere stengels te snoeien, en ze bij de sterkere stengels juist te laten zitten. De twee rassen bouwden gelijkmatig plantmassa op, te zien in de lengtegroei (Figuur 5-16). In de winter (week 1 t/m week 5) heeft 10-127 RZ minder snel gegroeid dan Tracey RZ, vermoedelijk door een hogere plantbelasting. Tussen de behandelingen werden weinig verschillen waargenomen. Aan het einde van de teelt waren alle rassen en behandelingen cumulatief rond 355 cm groot.



Figuur 5-16. Wekelijkse lengtegroei gedurende het teeltseizoen.

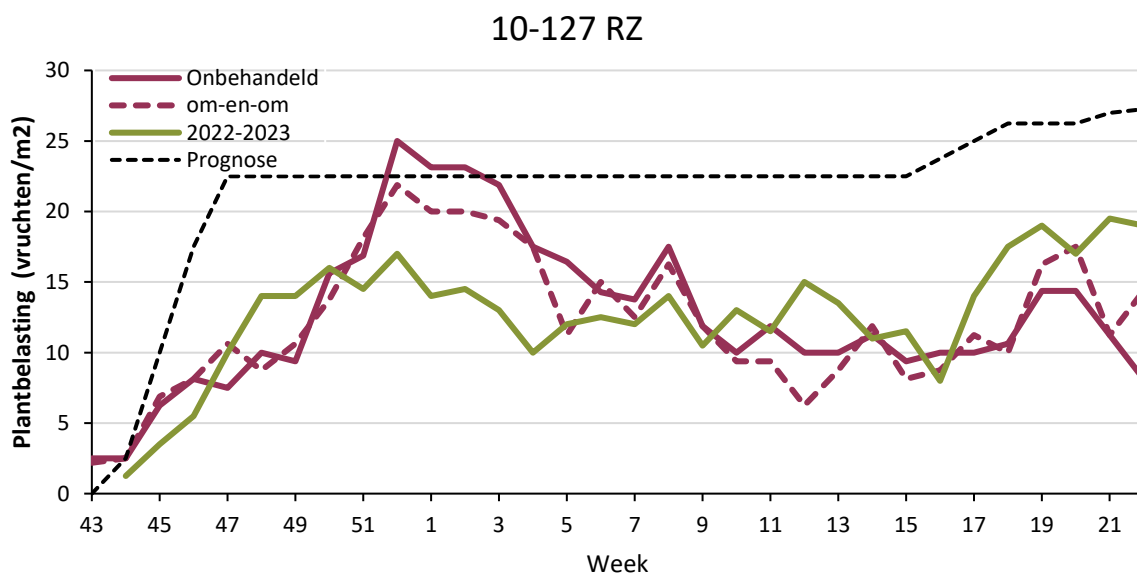
De bloeihoogte (de afstand tussen het groeipunt in de kop en de eerste bloeiende bloem) is een indicator voor de generativiteit van het gewas; hoe korter deze afstand hoe generatiever het gewas. Ten opzichte van vorig jaar is de bloeihoogte een stuk lager (gemiddeld was de bloeihoogte

van 10-127 RZ vorig jaar over dezelfde periode 22.6 cm), gemiddeld 19.5 voor zowel Tracey RZ als 10-127 RZ. Bij 10-127 RZ lijkt een trend te wijzen op een iets lagere bloeihoogte in de om-en-om behandeling (Figuur 5-17).

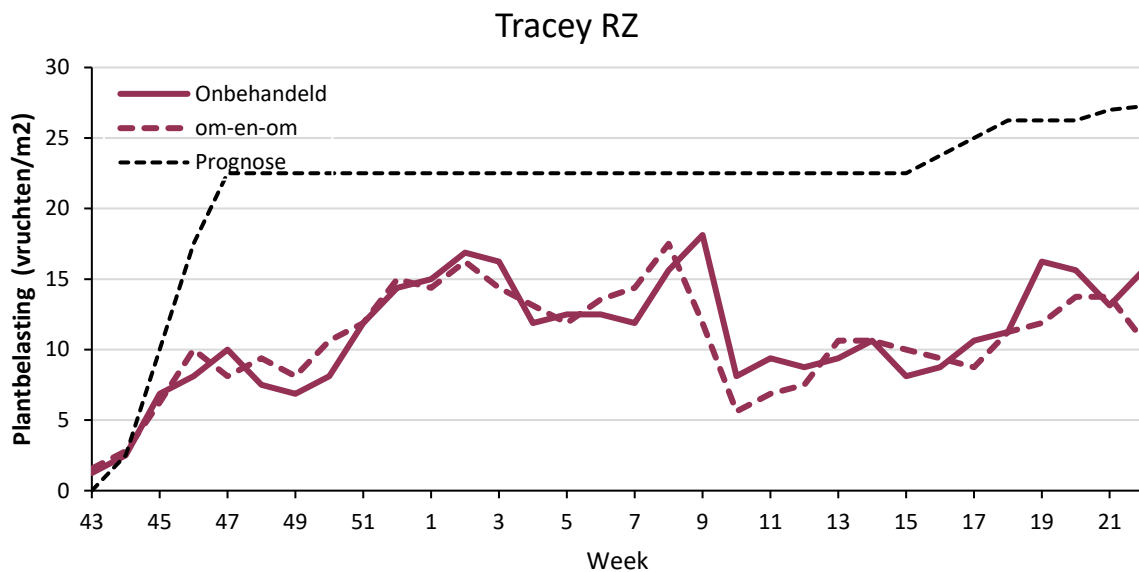


Figuur 5-17. Gemiddelde bloeihoogte per ras en behandeling per week.

De plantbelasting steeg minder snel dan gepland door het verwijderen van vruchten van zwakke stengels om uniformiteit te bevorderen. Rond de donkerste periode werd een piek plantbelasting gerealiseerd van tot 25 vruchten per m² bij onbehandelde stengels van 10-127 RZ (Figuur 5-18) vanwege de stapeling van vruchten. Hierop werd besloten om de vruchten lichter te oogsten zodat de ontwikkeling en zetting van nieuwe vruchten door kon zetten. De plantbelasting bij Tracey RZ was in deze periode lager dan 10-127 RZ ondanks een gelijke ontwikkelingssnelheid, als gevolg van meer geaborteerde vruchten (Figuur 5-19). Gemiddeld zijn er bij beide rassen en behandelingen in totaal 27 tot 28 vruchten per stengel gezet.

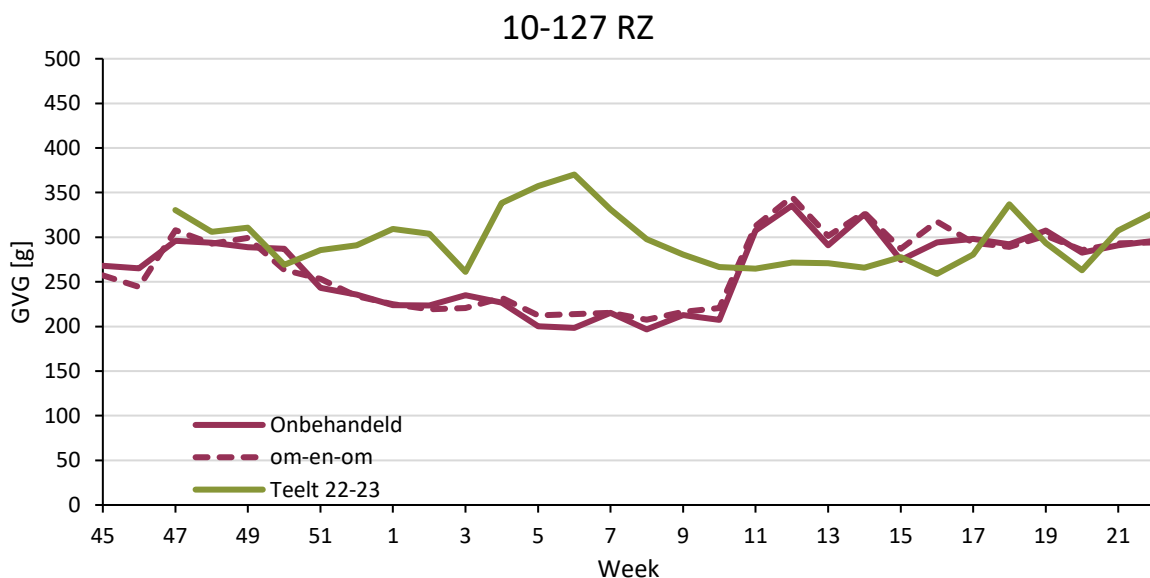


Figuur 5-18. Plantbelasting per week en behandeling in 10-127 RZ.

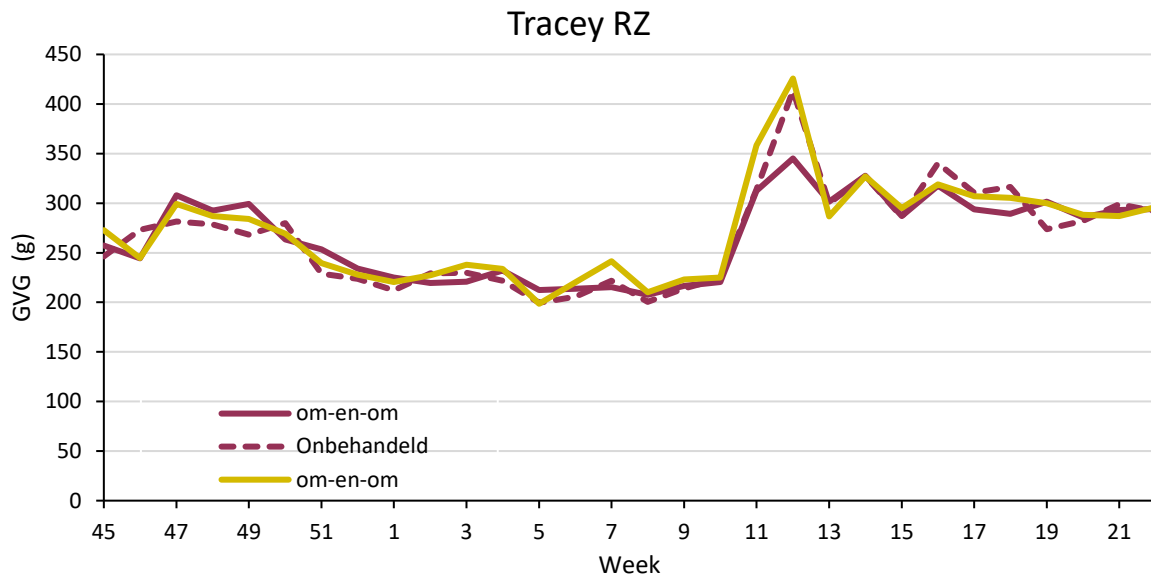


Figuur 5-19. Plantbelasting per week en behandeling in Tracey RZ.

Het gemiddelde vruchtgewicht van geogoste vruchten was in de winter veel lager dan het voorgaande jaar omdat er meer scheutvruchten werden geogost (Figuur 5-20). Het streefgewicht voor deze vruchten lag lager omdat ze ook minder snel uitgroeiden en een lager gewicht haalden. Voor stengelvruchten werd, afhankelijk van de plantbelasting, gestreefd naar een vruchtgewicht van 280-300 gram. Er werd gestreefd naar een vergelijkbaar vruchtgewicht tussen de rassen en behandelingen om de productie- en ontwikkelingsverschillen eerlijker te kunnen beoordelen. In de winter werd vaker geogost om de plantbelasting niet te ver op te laten hopen, wat ervoor zorgde dat het vruchtgewicht lager was dan in het voorjaar.

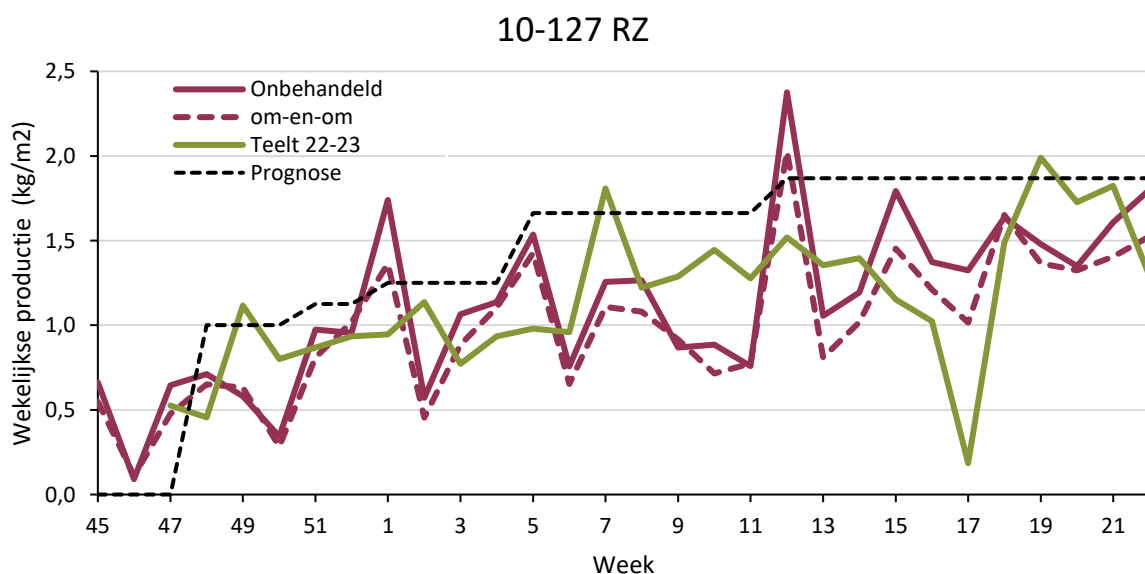


Figuur 5-20. Gemiddeld vruchtgewicht van 10-127 RZ per week van beide behandelingen, ten opzichte van het gemiddeld vruchtgewicht in teeltseizoen 2022-23. Het gemiddelde is bepaald uit zowel stengel- als scheutvruchten.



Figuur 5-21. Gemiddeld vruchtgewicht van Tracey RZ per week van de verschillende behandelingen. Data ontbreekt van Tracey RZ – behandeling Strategie 22-23 in week 5. Het gemiddelde is bepaald uit zowel stengel- als scheutvruchten.

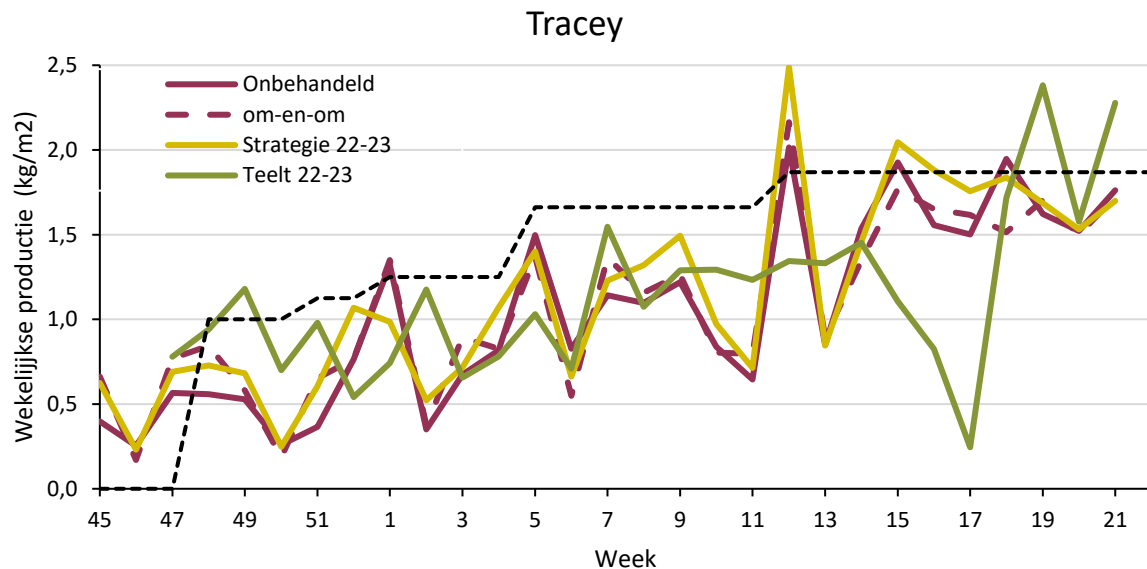
De productie in de winterperiode (week 48 t/m week 8) lag van ras 10-127 RZ hoger dan Tracey RZ (Figuur 5-22 en Figuur 5-23). Bij 10-127 RZ was de productie in die periode met 0.99 kg/m²/week hoger bij de onbehandelde stengels, ten opzichte van de 0.88 kg/m²/week in de om-en-om strategie. De productie in diezelfde periode is vergelijkbaar met die van het teeltseizoen 2022-23, dat uitkwam op 1.00 kg/m²/week. Dat lag deels aan de trage opbouw aan de start van de teelt, vanaf week 51 lag de productie in de winterperiode hoger dan het vorige teeltseizoen. In het voorjaar (vanaf week 9 t/m 22) lag de productie van onbehandelde stengels hoger dan het vorige seizoen. De lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) van 10-127 RZ in de belichte periode (W48-W8) uitgedrukt in gram vers vruchtgewicht per mol PAR-licht, is 11 en 10 g/mol voor respectievelijk onbehandelde en om-en-om gesnoeide stengels, dat niet hoger was dan de LBE van teeltseizoen 2022-23 (11.7).



Figuur 5-22. Wekelijkse productie exclusief afval per behandeling, afgezet tegen de prognose en gerealiseerde oogst van kasproef 2019/20.

In de winterperiode is de wekelijkse productie van Tracey RZ ten opzichte van vorig jaar lager (0.78 en 0.84 kg/m² voor de onbehandelde en om-en-om behandeling respectievelijk) dan het vorige teeltseizoen (0.93 kg/m²), dat veroorzaakt kon worden door de trage start, de abortie in de winterperiode, en de schade aan het fotosysteem (dat ook een directe invloed op de abortie heeft kunnen hebben). Tracey RZ heeft in de voorjaarsperiode een vergelijkbare of iets hogere productie gehaald dan 10-127 RZ. De lichtbenuttingsefficiëntie in de belichtingsperiode is lager dan 10-127 RZ (8.7, 9.3 en 9.6 g/mol voor respectievelijk onbehandelde, om-en-om gesnoeide, en stengels geteeld als de 2022-23 strategie).

De cumulatieve oogstcijfers van zowel 10-127 RZ als Tracey RZ zijn weergegeven in Tabel 2.



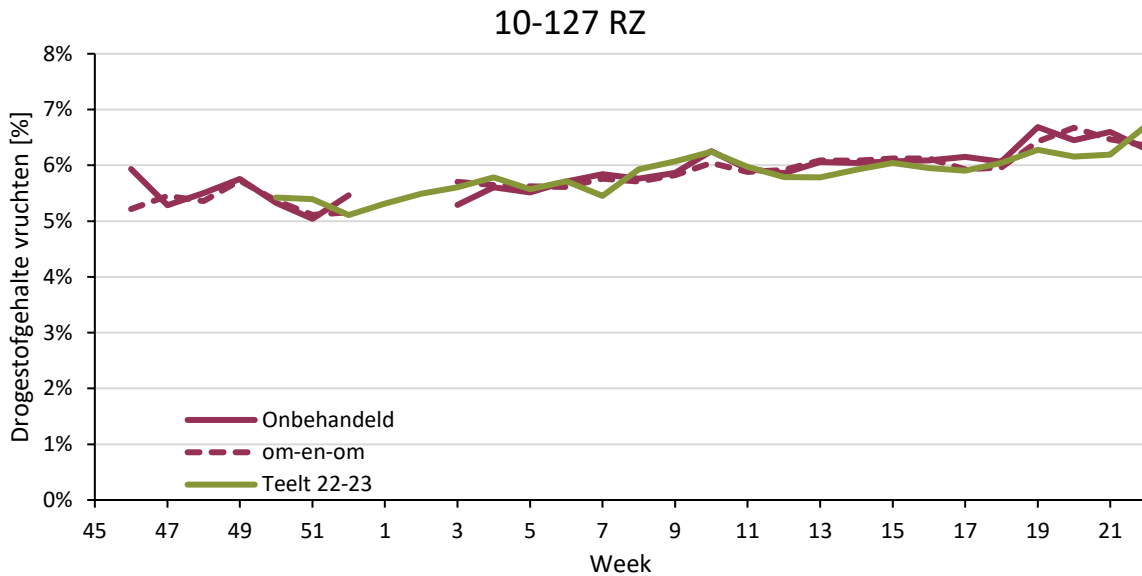
Figuur 5-23. Cumulatieve productie exclusief afval per ras, afgezet tegen de prognose en gerealiseerde oogst van kasproef 2019/20.

Tabel 2. Cumulatieve oogst (prod.) en lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) per ras, behandeling en periode uitgedrukt in kilogram per m² en versgewicht (g) per mol PAR-licht.

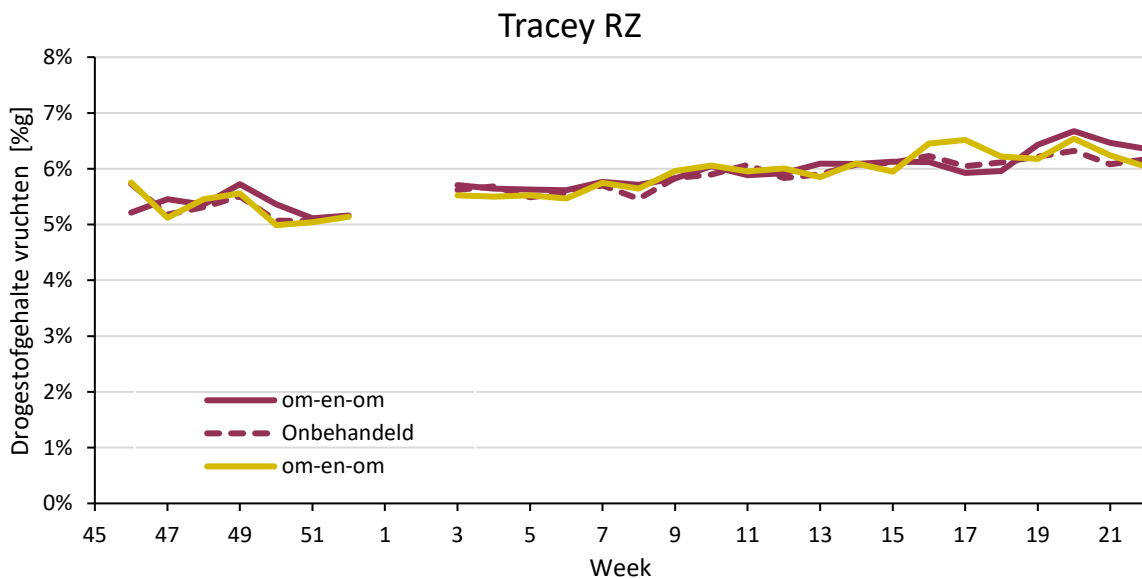
Periode	10-127 RZ			Tracey RZ			
	Onbehandeld	Om-en-om	Teeltseizoen 22-23	Onbehandeld	Om-en-om	Teeltseizoen 22-23	Strategie 22-23
Prod. W45-W8	14.3	12.6	13.5	11.4	12.5	12.8	12.8
Prod. W9-W22	19.5	17.2	19.0	20.4	20.5	19.4	22.2
Prod. Totaal	33.8	29.8	32.4	31.8	33.0	32.2	35.0
LBE W45-W8	10.2	9.0	11.4	8.2	9.1	10.9	9.2
LBE W9-W22	10.5	9.2	12.5	10.9	10.9	12.5	12.0
LBE Totaal	10.3	9.1	11.9	9.4	9.9	11.7	10.5

5.8. Drogestofgehalte en -verdeling

Het drogestofgehalte van de vruchten lag in de winter ongeveer rond 5 - 5.5% in beide rassen en alle behandelingen (Figuur 5-24 en Figuur 5-25). Het aanhouden van scheutvruchten heeft in deze proef dus niet kunnen leiden tot een lager drogestofgehalte van vruchten.

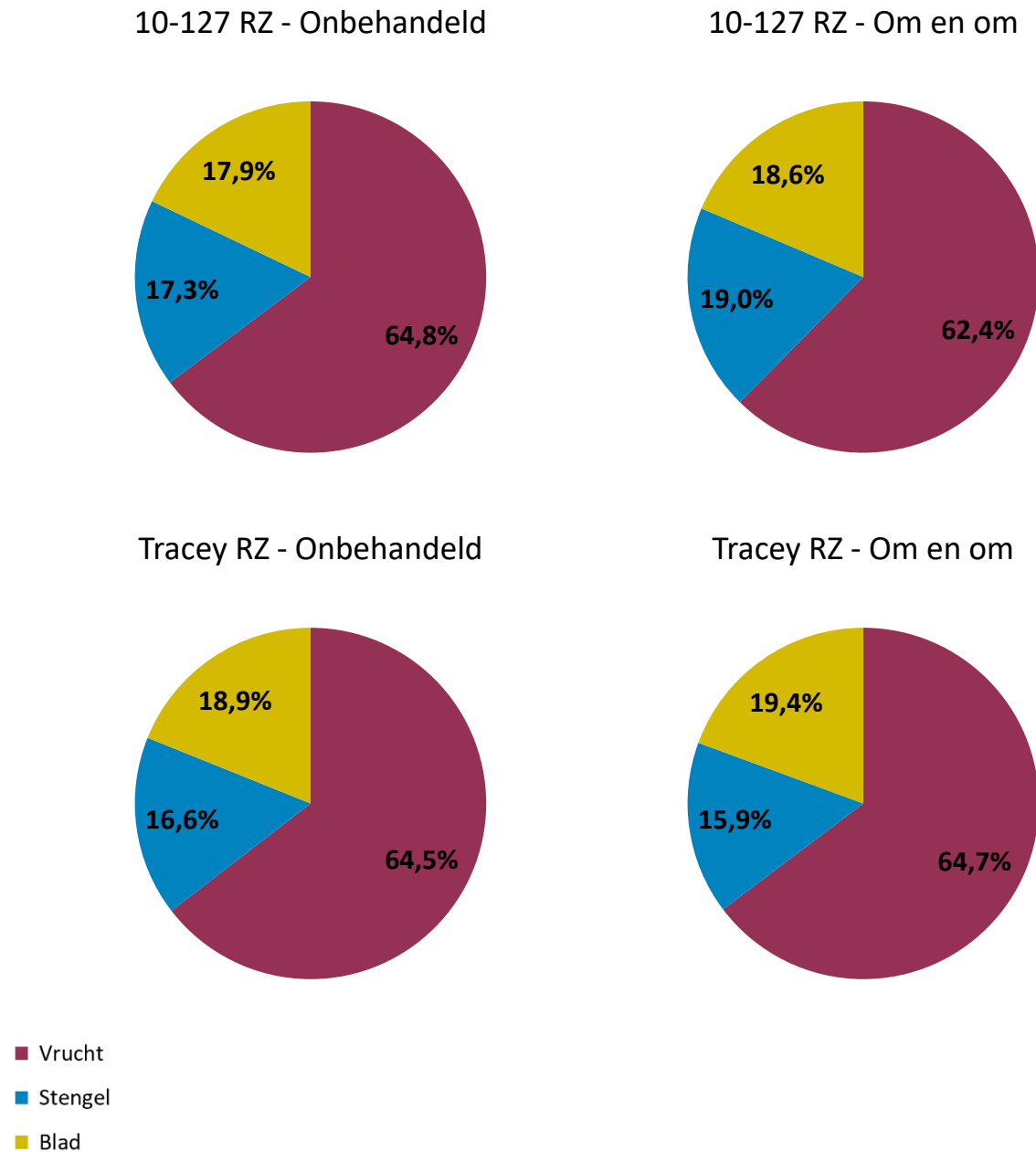


Figuur 5-24. Gemiddeld drogestofgehalte van vruchten per behandeling van 10-127 RZ per week. Data van week



Figuur 5-25. Gemiddeld drogestofgehalte van vruchten per behandeling van Tracey RZ per week.

De drogestofverdeling over de gehele periode in de verschillende plantorganen (wortels uitgezonderd) is grafisch weergegeven in Figuur 5-26. Daarin valt te zien dat de meeste assimilaten worden verdeeld naar de vruchten. Tussen de rassen en behandelingen zijn geen grote verschillen waargenomen. De achterliggende data in grammen versgewicht, drooggewicht en drogestofgehalte zijn opgenomen in Bijlage III.



Figuur 5-26. Drogestofverdeling per ras en behandeling in aandeel (%) van de totale drogestof.

6. Conclusies en aanbevelingen

Het veranderen van het teeltplan door middel van het aanhouden van scheutvruchten en verhogen van de belichtingsintensiteit werd gedaan om een hogere oogst te realiseren in de winterperiode, zonder concessies te doen aan de productie in de zomer. De resultaten van dit project hebben vragen beantwoord over deze acties en kunnen worden samengevat in de volgende leerpunten:

- Een hoge plantbelasting (middels aanhouden van de scheutvruchten) heeft invloed op de gewasmorfologie en kan worden gebruikt om bloeihoogte en bladgrootte te sturen, en is daarmee een stuurmiddel voor de generatieve en vegetatieve balans voor de plant.
- Bij het aanhouden van de zijscheuten is het risico op stapeling van vruchten groter. Het is daarbij belangrijk om de uitgroeiduur te monitoren en eventueel te beïnvloeden door:
 - o De zetting te verbeteren door het lichter oogsten van de vruchten, en maximaal 4 vruchten per stengel aan te houden.
 - o Het verhogen van de temperatuur rondom de vruchten.
- In deze belichte teelt met een hogere lichtintensiteit was de schade aan fotosysteem II bij Tracey RZ (het gevoelige ras) nog groter dan het voorgaande jaar.
- De lichtbenuttingsefficiëntie van Tracey RZ ten opzichte van vorig jaar was lager. Voor 10-127 RZ was die vergelijkbaar of iets lager. Dit geeft aan dat een hogere plantbelasting bij deze lichtintensiteit niet tot hogere productie heeft geleid, ondanks dat de potentie er qua gewasfotosynthese wel was.

Aanbevelingen:

- Het verhogen van de vruchttemperatuur kan middels een buis bij de vruchten, maar idealiter wordt de energie van de lampen beter benut door het verkleinen van verticale temperatuurverschillen. Hiervoor kan gedacht worden aan (krachtige) verticale ventilatoren of geforceerde luchtcirculatie met lucht aanzuiging en slurven onder de goot.
- Voor een zwaar belicht teeltsysteem is raskeuze belangrijk om een hoge fotosynthese efficiëntie te realiseren.

Het onderzoek naar een energiezuinige, belichte aubergineteelt met hoog rendement wordt tijdelijk gepauzeerd om een aantal redenen:

- Er is geen ras dat op dit moment in het voorjaar en de zomer een hoge productie realiseert, en niet gevoelig is voor schade aan het fotosynthesesysteem door assimilatiebelichting.
- Rassen die minder gevoelig zijn voor assimilatiebelichting halen lagere producties in het voorjaar en de zomer.
- De aubergineteelt in Nederland is op dit moment onbelicht. De investering in belichting zal zorgen voor hogere investeringen, maar ook hogere operationele kosten, dat het risico op een niet rendabele teelt vergroot.

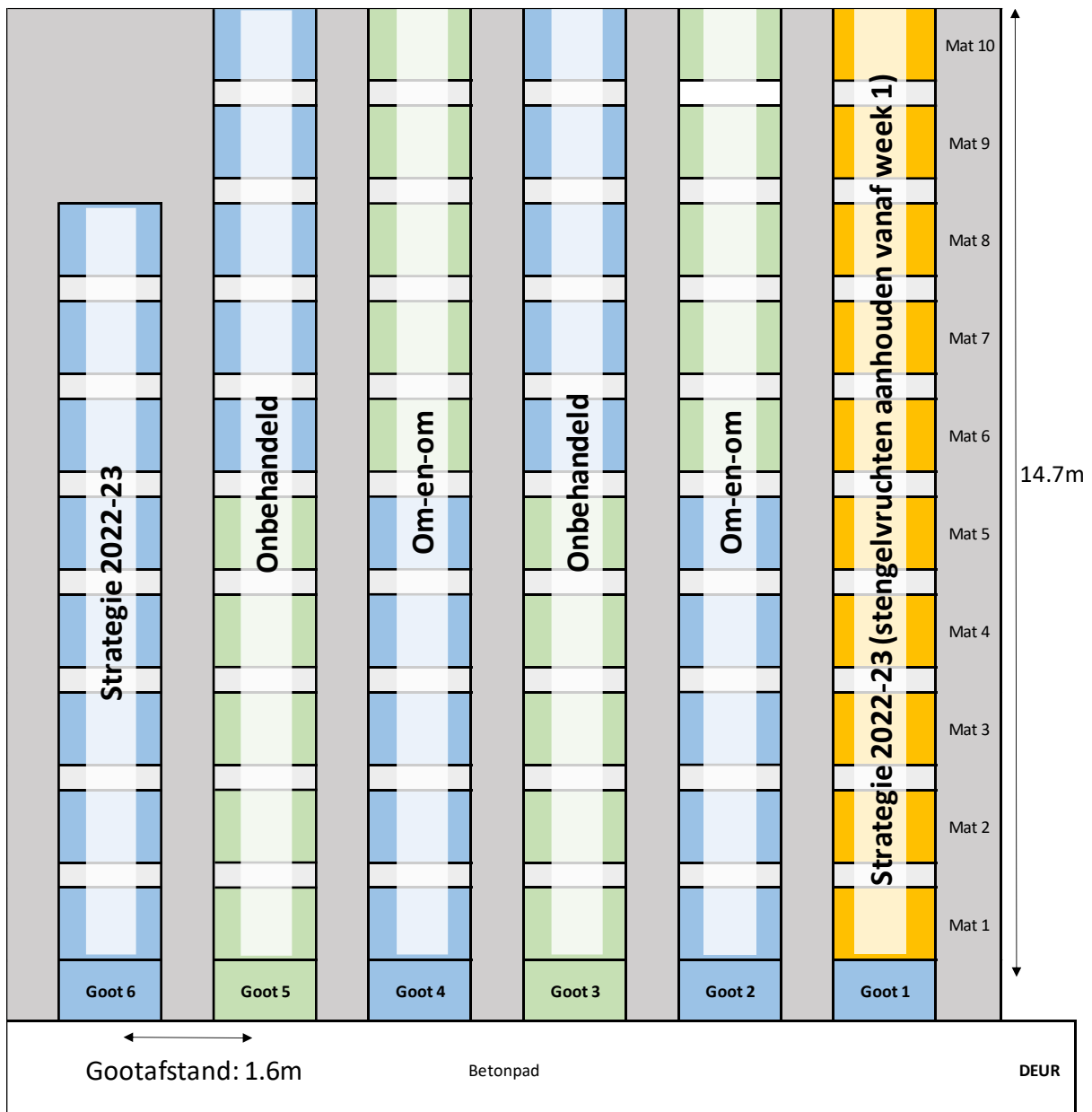
Verdere onderzoeken naar het verhogen van de productie in de winter dienen te focussen op rassen die veel potentie hebben (weinig fotosyntheseschade bij assimilatiebelichting), waarbij in de teeltmethode gemonitord moet worden op uitgroeiduur, zetting per week, en assimilatenverdeling. Een mogelijke stap zou gemaakt kunnen worden door te telen met een lagere stengeldichtheid in de winter waardoor de assimilatenvraag van groene vegetatieve delen wordt beperkt, en waardoor ook teelttechnische voordelen worden behaald zoals een betere licht- en temperatuurverdeling.

7. Literatuur

Jochems, S., Nooren, L., & Van Den Boogaart, S. (2024). *Eindrapport Jaarrond energiezuinige aubergine met LED*.

van den Boogaart, S. A. J., Kunz, W. A., Trouwborst, G., & Hogewoning, S. W. (2022). *Aubergine, effecten van fotoperiode, lightspectrum en intensiteit*.

8. Bijlage I: Kasplattegrond



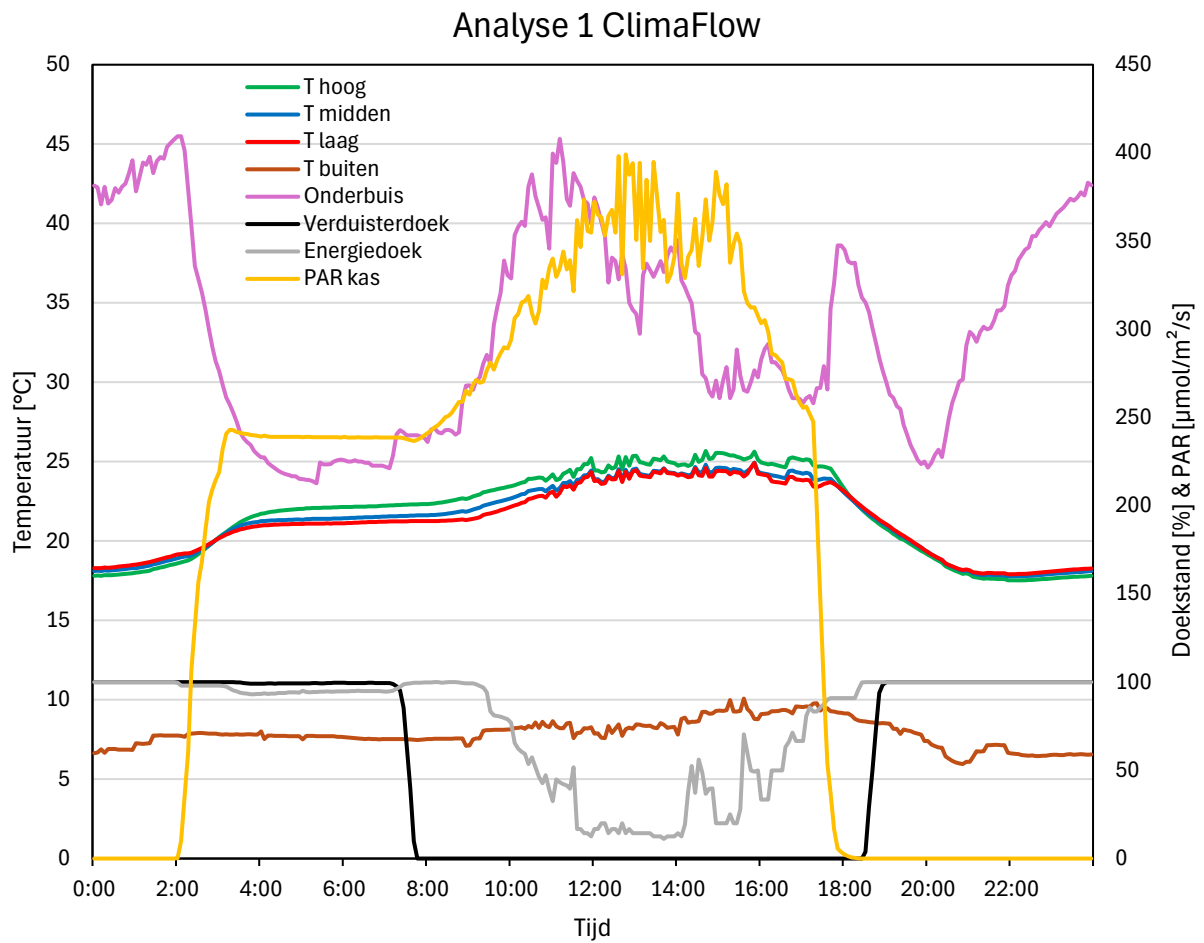
Kleurlegenda:

10-127 RZ

Tracey RZ

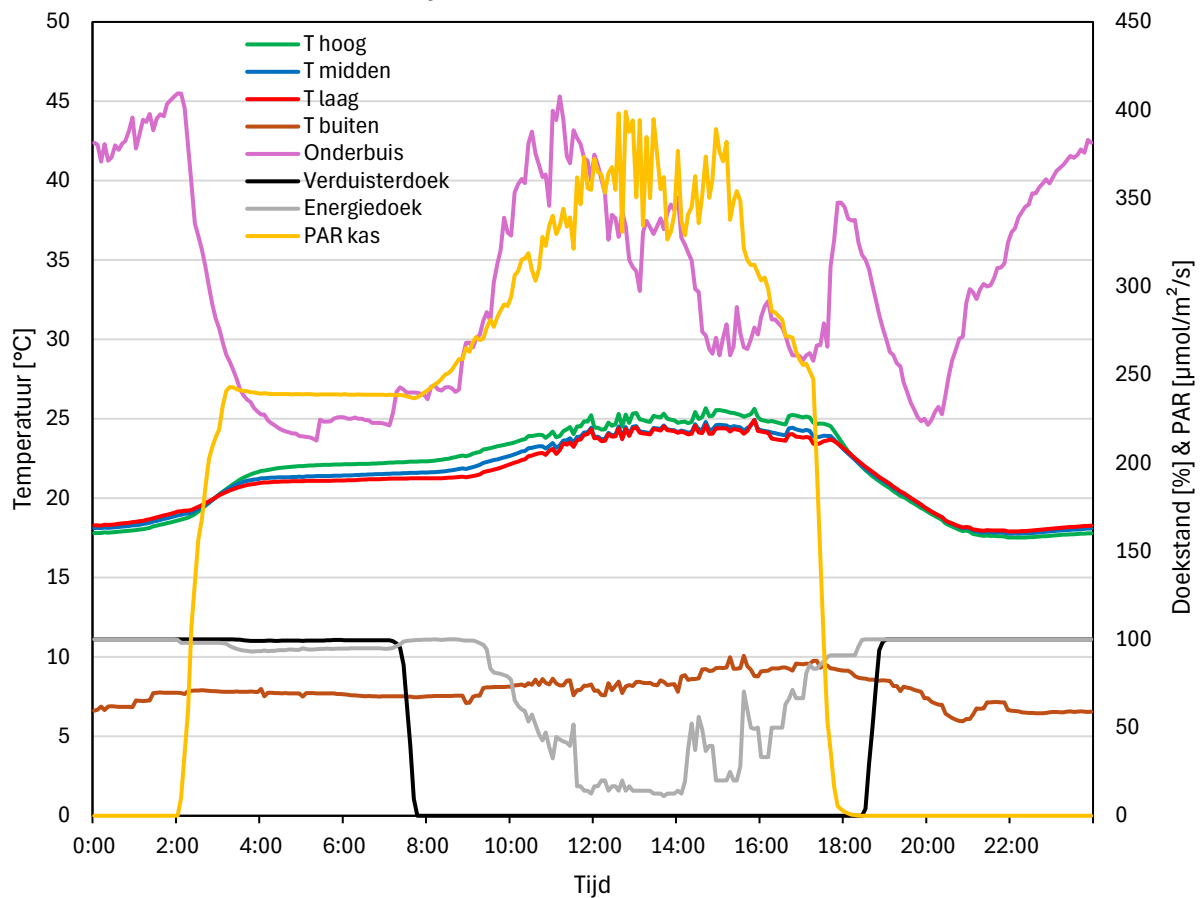
Tracey RZ

9. Bijlage II: Analyse kasklimaat

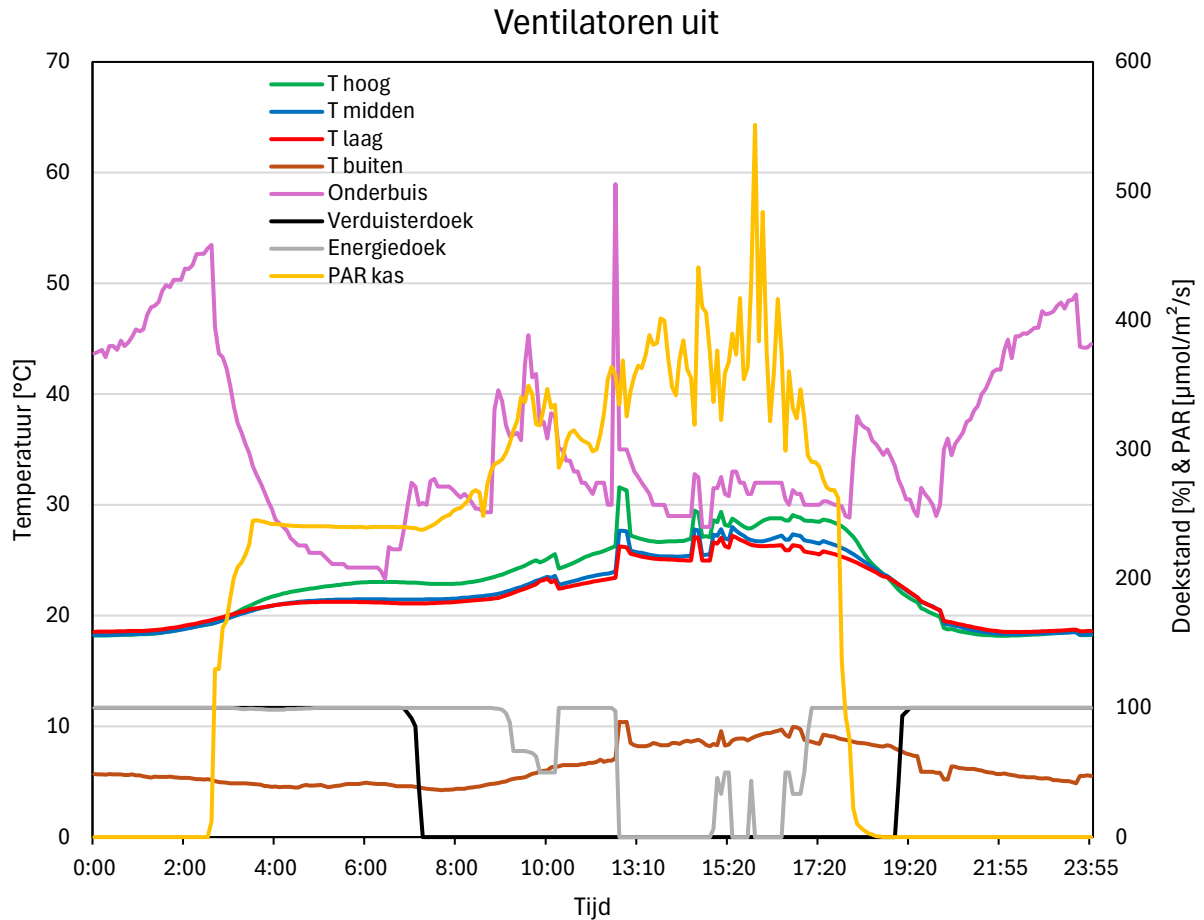


Figuur 9-1. Analyse van de temperatuurverschillen hoog (halve meter boven de kop), midden (ter hoogte van de kop), en laag (ter hoogte van oogstbare vrucht) met de gemeten buistemperaturen en doekstanden, PAR, en buitentemperatuur. Te zien is dat bij het aanzetten van de lampen, de temperatuur rond de kop van het gewas en daarboven sterk toeneemt ten opzichte van de temperatuur bij de vruchten. Cyclisch gemiddelde van 16 t/m 27 februari 2024.

Analyse 2 ClimaFlow ventilatoren

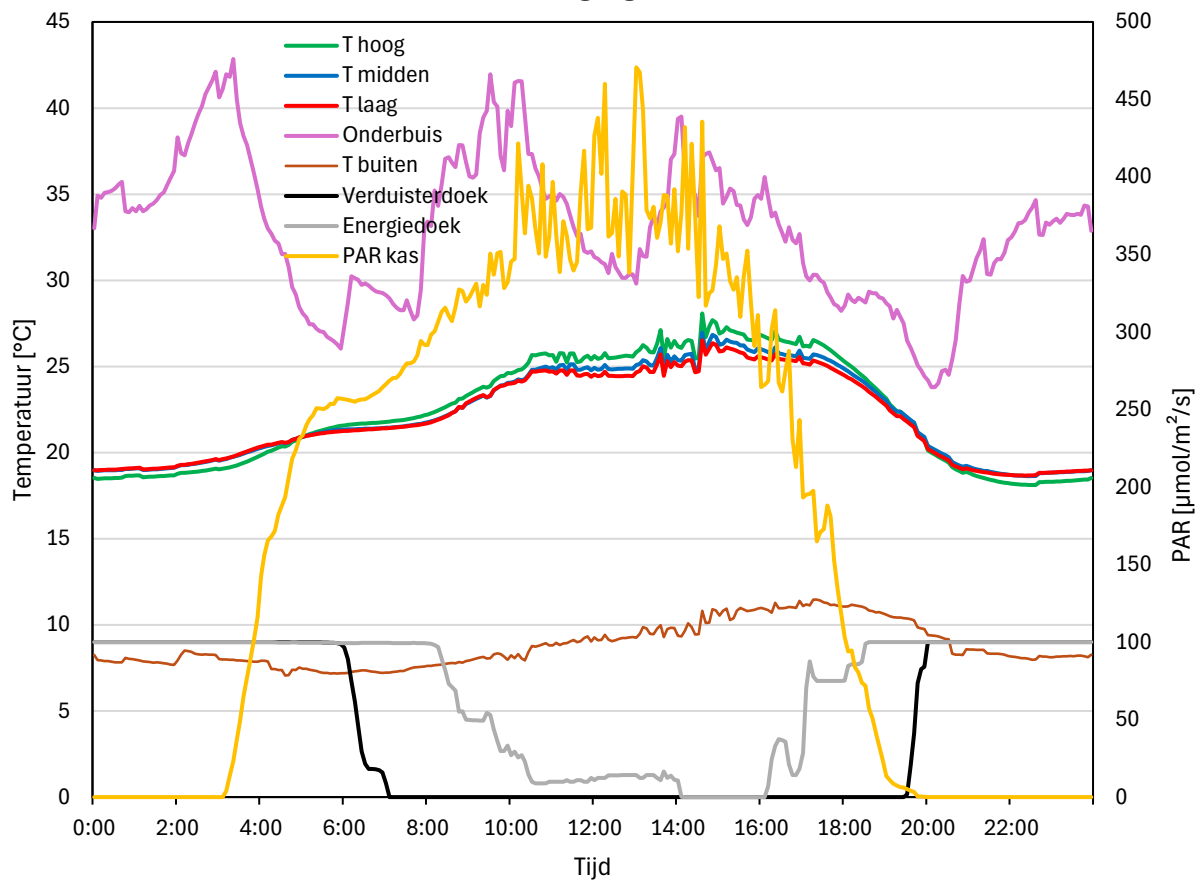


Figuur 9-2. Analyse van de temperatuurverschillen hoog (halve meter boven de kop), midden (ter hoogte van de kop), en laag (ter hoogte van oogstbare vrucht) met de gemeten buistemperaturen en doekstanden, PAR, en buitentemperatuur. Te zien is dat bij het aanzetten van de lampen, de temperatuur rond de kop van het gewas en daarboven sterk toeneemt ten opzichte van de temperatuur bij de vruchten. Cyclisch gemiddelde van 9 t/m 12 maart 2024.



Figuur 9-3. Analyse van de temperatuurverschillen hoog (halve meter boven de kop), midden (ter hoogte van de kop), en laag (ter hoogte van oogstbare vrucht) met de gemeten buistemperaturen en doekstanden, PAR, en buitentemperatuur. Te zien is dat bij het aanzetten van de lampen, de temperatuur rond de kop van het gewas en daarboven sterk toeneemt ten opzichte van de temperatuur bij de vruchten. Cyclisch gemiddelde van 5 t/m 7 maart 2024.

Luchtaanzuiging met slurven



Figuur 9-4. Analyse van de temperatuurverschillen hoog (halve meter boven de kop), midden (ter hoogte van de kop), en laag (ter hoogte van oogstbare vrucht) met de gemeten buistemperaturen en doekstanden, PAR, en buitentemperatuur. Te zien is dat bij het aanzetten van de lampen, de temperatuur rond de kop van het gewas en daarboven sterk toeneemt ten opzichte van de temperatuur bij de vruchten. Cyclisch gemiddelde van 5 t/m 7 maart 2024.

10. Bijlage III: Drogestofverdeling

Tabel 3. Drogestofverdeling per ras en behandeling, uitgedrukt per stengel.

	10-127 RZ								Tracey							
	Onbehandeld				Om-en-om				Onbehandeld				Om-en-om			
	Gram vers	Drogestof gehalte [%]	Gram droog	Aandeel van totaal [%]	Gram vers	Drogestof gehalte [%]	Gram droog	Aandeel van totaal [%]	Gram vers	Drogestof gehalte [%]	Gram droog	Aandeel van totaal [%]	Gram vers	Drogestof gehalte [%]	Gram droog	Aandeel van totaal [%]
Vruchten	6759	5.87	396	64.8	5964	5.85	349	62.4	6596	5.76	366	64.5	6999	5.80	382	64.7
Stengel*	551	19.3	106	17.3	551	19.3	106	19.0	484	19.4	94	16.6	484	19.4	94	15.9
Bladeren	777	14.1	110	17.9	749	13.9	104	18.6	756	14.2	107	18.9	802	14.3	115	19.4
Totaal	8087		612		7264		559		7606		568		7882		591	

*voor stengel is geen onderscheid gemaakt tussen de behandelingen. De data is verzameld van behandeling 'Onbehandeld', n=5 per ras.

