



Systeemsprong Chrysant: naar een energiezuinige en emissiearme teelt

Deelrapport I: Resultaten van de eerste teelt

Janneke Grit, Wouter Konings, Celestin Kleijweg, Anja Dieleman



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Referaat

De teelt van chrysant staat voor een aantal uitdagingen in de komende jaren: teelt los van de ondergrond, geautomatiseerd planten en oogsten, en een fossielvrije en emissiearme teelt die digitaal gestuurd wordt. Een systeemsproming is nodig om deze doelen te bereiken. Teelt in bakken met substraat biedt een alternatief. Hoewel de investeringskosten hoger zijn, biedt het systeem voordelen zoals verminderd energieverbruik, hergebruik van drainwater en betere nutriëntensturing. Een mobiel systeem maakt automatisering makkelijker. Binnen het project "Systeemsproming chrysant" worden vier teeltrondes uitgevoerd, gericht op belichting, substraatkeuze en hergebruik van substraat. De eerste teeltronde richtte zich op substraatkeuze. Chrysanten werden geteeld in bakken met drie verschillende substraatmengsels, twee veenhoudend en één veenvrij. Gedurende de teelt werd de plantlengte gemeten en aan het einde van de teelt volgde een destructieve oogst. In het begin van de teelt was het lastig om de luchtvochtigheid op peil te houden, wat waarschijnlijk heeft geresulteerd in suboptimale groei. De kwaliteit van de takken was zeer goed, met een lange houdbaarheid. De gemeten parameters toonden geen significante verschillen tussen de substraten, waardoor gekozen is om met het veenvrije substraat verder te gaan in de vervolg teelten. Hierbij zal het hergebruik van de substraten onderzocht worden.

Abstract

The cultivation of chrysanthemums faces several challenges in the coming years: soil-free cultivation, automated planting and harvesting, and a fossil-free, low-emission cultivation that is digitally controlled. A system transition is needed to achieve these goals. Cultivation in containers with substrate offers an alternative. Although the investment costs are higher, the system provides benefits such as reduced energy consumption, reuse of drain water, and better nutrient management. A mobile system enables easier automation. Within the project, four cultivation rounds are conducted, focusing on lighting, substrate choice, and substrate reuse. The first round focused on substrate choice. Chrysanthemums were grown in containers with three different substrate mixtures, two containing peat and one peat-free. During cultivation, plant length was measured, and a destructive harvest was conducted at the end. Initially, maintaining humidity was challenging, likely resulting in suboptimal growth. The quality of the stems was very good, with a long shelf life. The measured parameters showed no significant differences between the substrates, leading to the decision to continue with the peat-free substrate in subsequent cultivations. The reuse of substrates will be investigated in future rounds.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1374

Projectnummer: 3742362400

BO-nummer: BO-43.10-006-036

DOI: <https://doi.org/10.18174/680726>

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Kas als Energiebron, een innovatieprogramma van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en Glastuinbouw Nederland.



Disclaimer

© 2025 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Businessunit Glastuinbouw
Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, wur.nl/plant-research
Kamer van Koophandel-nr.: 09098104 | BTW-nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, Businessunit Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

wur.nl/glastuinbouw

Postbus 644, 6700 AP Wageningen

Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen

T +31 (0)317 48 60 01

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	10
2.1 Teelt	10
2.2 Behandelingen	11
2.3 Metingen	12
2.3.1 Eindoogst	12
2.3.2 Houdbaarheid	13
2.3.3 Statistische analyse	13
3 Resultaten	14
3.1 Klimaat	14
3.2 Teeltverloop	14
3.3 Taklengte	15
3.4 Destructieve eindoogst	17
3.4.1 Uitgroeiduur en ontwikkeling	17
3.4.2 Takgewicht, productie en lichtbenuttingsefficiëntie	18
3.4.3 Kwaliteit van de tak en houdbaarheid	20
4 Conclusies en discussie	22
Literatuur	23
Bijlage 1 Nutriënten en plantsapanalyses	24

Voorwoord

De huidige teelt van chrysanten staat voor een aantal uitdagingen, waarbij het de vraag is of de huidige grondgebonden teelt in de toekomst nog mogelijk is. Daarom wordt er vanuit de sector gezocht naar duurzamere alternatieven. Teelt in bakken met substraat biedt een alternatief. In het project "Systeemsprong Chrysant: naar een energiezuinige en emissiearme teelt" vinden vier teeltrondes plaats. Dit rapport bevat de resultaten van de eerste teelt.

Dit onderzoek is gefinancierd en gecoördineerd door Kas als Energiebron, een innovatieprogramma van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en Glastuinbouw Nederland. De lampen voor de teelten zijn beschikbaar gesteld door MechaTronix en stekken door Deliflor Chrysanten. De teelt is begeleid door een begeleidingscommissie van telers en de genoemde bedrijven. Dank daarvoor.

Janneke Grit
Februari 2025

Samenvatting

De teelt van chrysant staat voor een aantal uitdagingen in de komende jaren: teelt los van de ondergrond, geautomatiseerd planten en oogsten, en een fossielvrije en emissiearme teelt die digitaal gestuurd wordt. Een systeemsprong is nodig om deze doelen te bereiken. Teelt in bakken met substraat biedt een alternatief. Hoewel de investeringskosten hoger zijn, biedt het systeem voordelen zoals verminderd energieverbruik, hergebruik van drainwater en betere nutriëntensturing. Een mobiel systeem maakt automatisering makkelijker. Binnen het project "Systeemsprong chrysant" worden vier teeltrondes uitgevoerd, gericht op belichting, substraatkeuze en hergebruik van substraat. De eerste teeltronde richtte zich op substraatkeuze.

Chrysanten cultivar "Baltica" werden geteeld in bakken met drie verschillende substraatmengsels, twee veenhoudend en één veenvrij. Gedurende de teelt werd de plantlengte gemeten en aan het einde van de teelt volgde een destructieve oogst waarbij, versgewicht, drooggewicht, takkwaliteit en houdbaarheid werd gemeten.

De taklengte, ontwikkeling, takgewicht en productie verschilden niet significant tussen de substraten. De kwaliteit van de takken was goed, zonder bladverkleuring of veroudering en met een lange houdbaarheid. Het vaasleven verschilde ook niet significant tussen de substraten.

De teelt in bakken met substraat biedt voordelen zoals energiebesparing, waterrecirculatie en automatisering, maar de hogere investeringskosten vormen een drempel. De kwaliteit van de takken was goed, met een lange houdbaarheid. De keuze van substraat had geen significante invloed op de gemeten parameters, waardoor gekozen is om met het veenvrije substraat verder te gaan in de vervolg teelten. In de volgende teeltrondes zal het hergebruik van substraten worden onderzocht om de lange termijn effecten in kaart te brengen.

1 Inleiding

De teelt van chrysant staat voor een aantal uitdagingen in de komende jaren: teelt los van de ondergrond, geautomatiseerd planten en oogsten, en een fossielvrije en emissiearme teelt die digitaal gestuurd wordt. Deze combinatie van doelen ten opzichte van de huidige grondgebonden teelt maakt een systeemspromg nodig. Pogingen tot nu toe met teelt op water of op erfgoedvloeren hebben nog geen commerciële toepassing gevonden. Een alternatief is teelt in bakken met substraat, waarmee in de praktijk en in proeven al ervaring is opgedaan, en waarin aangetoond werd dat het goed mogelijk is chrysanten in bakken te telen, en een hoge productie per m² te halen. De voordelen van teelt in bakken zijn aanzienlijk. De hoeveelheid substraat is beperkt, waardoor de energiebehoefte en daarmee CO₂ emissie voor stomen substantieel wordt verminderd: van 3 m³ gas per m² grondoppervlak in de volle grond (KWIN 2023) naar slechts 0,3 m³gas per m² grondoppervlak. Er wordt van onderaf water gegeven, waardoor er geen energie gebruikt hoeft te worden voor het drogen van het gewas, en de kans op schimmelziektes afneemt. Dit leidt gezamenlijk al tot een energiebesparing van 25% (Kierkels, 2022). Wanneer daarnaast de belichting afgestemd wordt op de behoefte van het gewas, kan het elektriciteitsgebruik van de teelt in bakken ook verder verlaagd worden. Een nadeel van de teelt in bakken is de hogere investeringskosten, die gedurende de teelt terug verdiend moeten worden. Daarentegen is een voordeel de mogelijkheid om het drainwater op te vangen, te hergebruiken en sneller in te spelen op de nutriëntenbehoeften van het gewas. Een mobiel systeem biedt mogelijkheden voor automatisering van teelthandelingen en digitalisering van de teelt. Robotisering voor oogsten in de kas is lastig. Het is eenvoudiger om per bak te oogsten in een verwerkingsruimte. Zo leidt een systeemspromg tot een integrale aanpak waarbij energiebesparing, gewasgezondheid, water en nutriënten, digitalisering en nauwkeuriger sturen gecombineerd kunnen worden.

Doelen

- Systeemspromg van grondgebonden teelt van chrysant naar een fossielvrij, emissiearm en digitaal aangestuurde teelt waarbij een energiebesparing wordt verkregen door minder energieverbruik bij stomen en optimalisatie van klimaat (met name belichting) gedurende de teelt (o.a. een droger gewas en hogere lichtbenuttingsefficiëntie).
- Verhoging van productie en mogelijkheid takkwaliteit te sturen door stuurbaar teeltsysteem.

Binnen het project "Systeemspromg chrysant" worden vier opeenvolgende teeltrondes uitgevoerd. De teelten vinden plaats in bakken met substraat. Om de teeltvragen die er leven vanuit de praktijk te kunnen beantwoorden zijn er verschillende behandelingen opgezet in de teeltrondes. De focus ligt op belichting, substraatkeuze en hergebruik van substraat. Iedere teeltronde richt zich op één van de doelen. De huidige, eerste teeltronde richtte zich op de substraatkeuze.

2 Materiaal en methoden

2.1 Teelt

Chrysanten cultivar "Baltica" werden geteeld in een kasafdeling van 144 m² van Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw in Bleiswijk met 14 tafels van 4 x 1.8 m uitgerust met verduisteringsscherm, energiescherm en dimbare LED belichting (Mechatronix 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (type CoolStack BOOST DUAL 5RBHW+FR WB; wide beam 1000W met twee kanaals sturing; basisspectrum RBW apart en verrood apart)). De teelt vond plaats in bakken (99*17,7*18,5 cm, 16 L), 13 planten per bak (65 planten m⁻²) met drie verschillende substraatmengsels op tafels. Stek beworteld in pluggen werd als uitgangsmateriaal genomen.

De behandelingen en teeltstrategie zijn voorafgaand aan de proef besproken met de begeleidingscommissie. Het experiment werd regelmatig bezocht door (een delegatie van) de begeleidingscommissie, en zij adviseerden over klimaatinstellingen en teeltmaatregelen.

Tabel 2.1 Overzicht gegevens experiment chrysant.

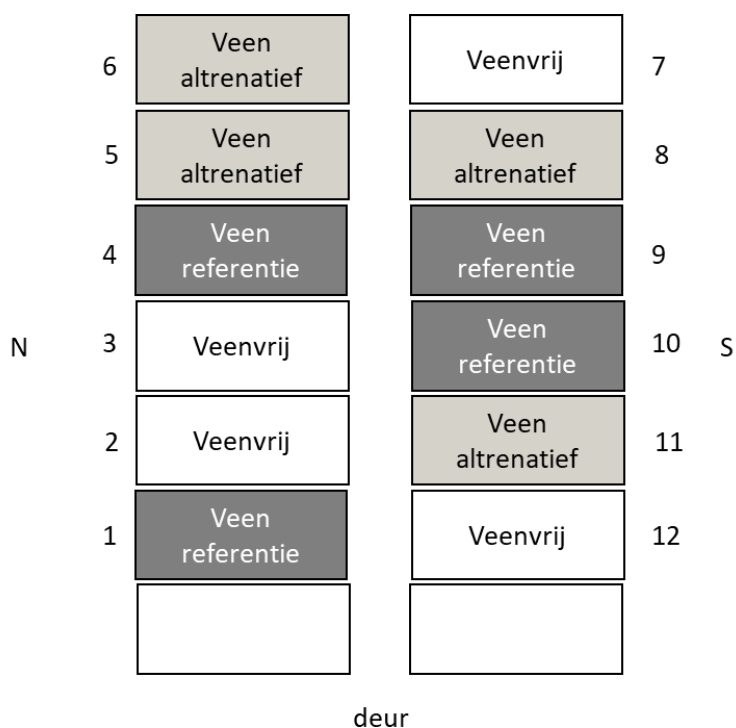
Gewas	Chrysant
Rassen	Baltica (Deliflor)
Plantdatum (start experiment)	Stekken gestoken (bij Deliflor): 24 mei 2024; stekken geplant in de kas op 17 juni 2024. Op 25 juni is de KD gestart (nacht van 24 op 25 juni was de eerste lange nacht).
Plantdichtheid	65 planten m ⁻²
Teeltstrategie	Zeven dagen lange dag waarbij belicht werd voor 4 uur tijdens de nacht, gevolgd door korte dag zonder belichting. Planten werden geoogst als ze oogstrijp waren.
Substraat en watergift	Bakken met substraat. Watergift met eb en vloed systeem.
Lichtintensiteit	200 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ 45 cm boven de bakken
Lichtspectrum	8% blauw, 6% groen, 86% rood, en 20 minuten 20 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ FR EOD
Daglengthe	LD: 21,5 uur KD: t/m 2-8: 11 uur, vanaf 3-8: 12 uur
Behandelingen	Drie verschillende substraatmengsels, zie paragraaf 2.2.
Temperatuurinstellingen	LD: 20 °C dag (met lichtverhoging ventilatietemperatuur tot 23°C), 20 °C nacht KD: 20 °C dag (met lichtverhoging ventilatietemperatuur tot 24°C), 18.0 °C nacht
Instellingen relatieve luchtvochtigheid	80% dag, 88% nacht
Scherminstrategie	Donkerdoek gesloten LD van 22:00 tot 5:30, KD t/m 2-8 van 19:00-8:00; KD vanaf 3-8 20:00-8:00
CO ₂ concentratie	Setpoint 800 ppm
Einde experiment	Er is geoogst tussen 26 en 28 augustus 2024

2.2 Behandelingen

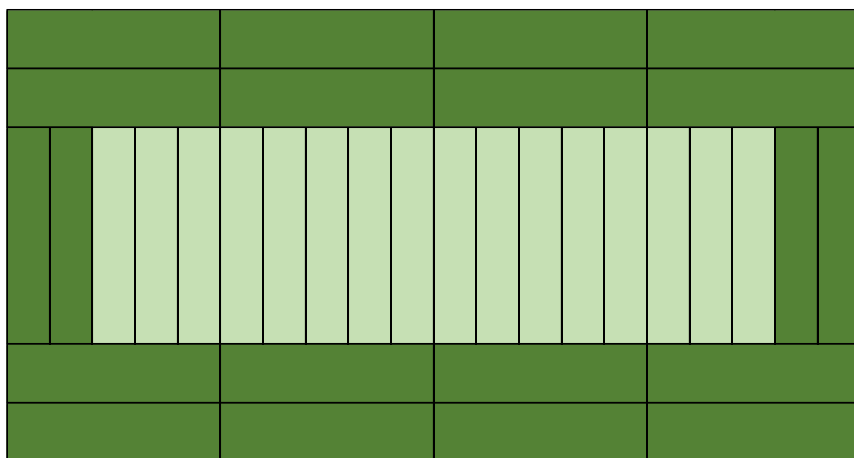
In dit experiment werden drie verschillende substraatmengsels getest (figuur 2.1). Twee substraten die gebruikelijk zijn voor de substraatteelt en één substraat zonder veen:

- Veen referentie: 30% turfstrooisel, 40% veenmosveen en 30% cocopeat
- Veen alternatief: 65% veenmosvees fijn, 15% cocopeat, 10% tuinturf, 10% perlite
- Veenvrij: 30% cocopeat, 10% perlite, 15% compost, 10% woodfibre, 10% bark, 25% accretio.

Het substraat veen referentie is eerder gebruikt in proeven waarbij chrysanten in bakken werden geteeld (Dieleman *et al.*, 2022).



Figuur 2.1 Kasindeling bij teeltronde 1. De kas heeft 14 tafels waarvan 12 tafels gebruikt werden voor de proef. Er werden 3 substraten getest. Per substraat waren er 4 tafels.



Figuur 2.2 Tafelindeling voor teeltronde 1, 36 bakken per tafel. In de eerste teeltronde werden alle bakken gevuld met nieuw substraat. De licht groene bakken in het midden worden gebruikt voor de metingen, de donkergroene bakken zijn de randbakken.

2.3 Metingen

Tijdens de teelt werd twee keer per week de plantlengte bepaald van drie willekeurige planten per tafel. Aan het einde van de teelt vond er een destructieve eindmeting plaats. Daarnaast is de houdbaarheid bepaald middels een vaasleventest.

2.3.1 Eindoogst

De eindoogst vond plaats tussen 26 en 29 augustus 2024. Er werd geoogst wanneer er tenminste één bloem per tak volledig open en plat was. Op 26 augustus (62 dagen KD) werden de takken geoogst voor de houdbaarheidstest en op 27 en 28 augustus werd de rest van de oogst uitgevoerd.

Voor de destructieve eindoogst werden van iedere substraat behandeling vier (tafels) x 15 takken geoogst voor detailmetingen en daarnaast vier (tafels) x 100 takken als extra bepaling van het versgewicht van de hele tak. Voor de oogst werden planten genomen uit de middelste 13 bakken per tafel (figuur 2.2).

Voor de detailmetingen werd bij 15 planten per tafel de totale lengte, versgewicht, versgewicht van de bovenste 72 cm van de tak en 15 cm ontbladerd, aantal internodia, totaal aantal bloemtakjes, aantal open bloemen, kwaliteit van de bladeren, drooggewicht van de bladeren, drooggewicht van de bloemen, drooggewicht stengel en drooggewicht sprout gemeten. De kwaliteit van de bladeren werd bepaald aan de hand van een score (1: goed; 2: verkleurd; 3: onderste bladeren vergeeld; 4: anders). Een open bloem werd gedefinieerd als een bloem waarbij de kroonbladeren horizontaal stonden (figuur 2.3). Sprout werd bepaald als de uitgroei in de oksels in de onderste helft van het gewas. Het drooggewicht werd bepaald nadat de planten enkele dagen gedroogd waren in een droogstoof op 80 °C. Op basis van de metingen werd de stevigheid van de tak berekend door het totaal drooggewicht van de stengel te delen door de totale lengte van de stengel. Daarnaast werd de lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) berekend door het totale aantal mol PAR licht (zon- en lamplicht) dat gedurende de teelt (planten tot eindoogst) op het gewas is gevallen te delen door de gevormde biomassa (totale tak drooggewicht). De totale hoeveelheid zonlicht in de kas werd berekend op basis van de hoeveelheid straling gemeten boven op de kas, de transmissie (0.42) en de stand van de doeken.



Figuur 2.3 Bloemen die tijdens de oogst werden gescoord als open (3 bloemen linksboven) of als dicht (3 bloemen rechtsonder).

2.3.2 Houdbaarheid

Op het moment van de eind oogst werd aan tien takken per tafel de houdbaarheid bepaald door het transport van de bloemen te simuleren en vervolgens de takken op de vaas te zetten. Vijf takken werden als bos in plastichoes gedaan en vervolgens in een chrysantendoos zeven dagen bij 7°C bewaard (RV 80%). Daarna werden de hoezen verwijderd, de onderkant van de tak werd op 15 cm afgeknipt en het onderste blad verwijderd. De takken werden op vaas gezet met schoon water, en de uitbloei van elke tak werd op de vaas gevolgd in de uitbloeiruimte. In de uitbloeiruimte was de temperatuur 20°C, 50% RV, 12 uur licht (TL lampen Osram L58W/840, 17 $\mu\text{mol PAR/m}^2/\text{s}$ op de bloem). Takken werden visueel beoordeeld op slap worden blad, stengel en/of bloem en bloemverkleuring (bruine hartjes). Per tak werd het aantal dagen vaasleven bepaald.

2.3.3 Statistische analyse

Voor de statistische analyse van de gegevens werd een one-way ANOVA uitgevoerd om de verschillen tussen de substraten te onderzoeken (Genstat 22nd edition, $n=4$ (tafel)). De tafels werden gegroepeerd op basis van hun locatie in de kas, waarbij een block factor werd toegevoegd om het linker- en rechterdeel van de kas te onderscheiden. Na de ANOVA werd een post-hoc analyse uitgevoerd met de Tukey HSD-test (95% betrouwbaarheidsinterval) om specifieke verschillen tussen de groepen te identificeren.

3 Resultaten

3.1 Klimaat

Tijdens de lange dag(LD) periode werd een gemiddelde etmaaltemperatuur gerealiseerd van 23,4°C (23,7°C dag en 21,9°C nacht) (tabel 3.1). De CO₂ concentratie was 520ppm (tijdens dag), en relatieve luchtvochtigheid was 75% tijdens de dag en 83% tijdens de nacht. De PAR som op plantniveau tijdens de LD afkomstig van de zon was 114 mol/m² en 17 mol/m² van de LED.

Tijdens de korte dag(KD) periode was de etmaaltemperatuur 22,5°C (23,9°C dag en 21,2°C nacht) (tabel 3.1). De CO₂ concentratie was 497 ppm tijdens belichte uren, en relatieve luchtvochtigheid was 72% tijdens de dag en 82% tijdens de nacht. De PAR som tijdens de KD was 960 mol/m².

Tabel 3.1 Gerealiseerd klimaat tijdens de lange dag periode (17-24 juni 2024) en korte dag periode (25 juni-28 augustus 2024).

	Lange dag periode	Korte dag periode
Temperatuur gemiddeld (°C)	23,4	22,5
Temperatuur dag (°C)	23,7	23,9
Temperatuur nacht (°C)	21,9	21,2
CO ₂ dag (ppm)	520	497
RV dag (%)	75	72
RV nacht (%)	83	82
PAR som (mol/m ²)	133	959

3.2 Teeltverloop

De start van de teelt was goed voor alle behandelingen, met een goede inworteling van de planten. In de eerste weken groeide het gewas compact en was er weinig strekking, waarschijnlijk doordat de pluggen aan de droge kant waren voordat ze geplant werden. In de verdere teeltperiode groeide het gewas krachtig (figuur 3.1). Gedurende de teelt is drie keer geremd met Dazide Enhance (11 juli: 2g/L; 16 juli: 3g/L, 20 juli: 3g/L). Op 29 juli is het gewas geknopt. De eindogst vond plaats tussen 26 en 29 augustus 2024 (62-64 dagen KD) (figuur 3.2).

Tijdens de korte dag periode kregen de planten bovenlangs water, maar vanaf de lange dag periode werd dit omgeschakeld naar eb en vloed. Gedurende de teelt zijn er tweewekelijks substraatmonsters genomen voor nutriëntenanalyse en eenmaal is een plantsapanalyse uitgevoerd door NovaCropControl (bijlage 1).

In het begin van de teelt was het lastig om een hoge luchtvochtigheid te creëren vanwege het grote stenen pad tussen de tafels en ook de stenen onder de tafels (figuur 3.2). De verschillen tussen de behandelingen waren visueel klein. Planten op het veenvrije substraat leken gedurende de teelt iets ieler en het gewas was iets opener.

Gedurende de teelt werden verschillende plagen aangetroffen: trips, mineervlieg, bladluizen, spint, witte vlieg, cicaden en rupsen. Deze plagen zijn allemaal biologisch bestreden, behalve de rupsen, waarvoor eenmaal is gespoten met Runner.



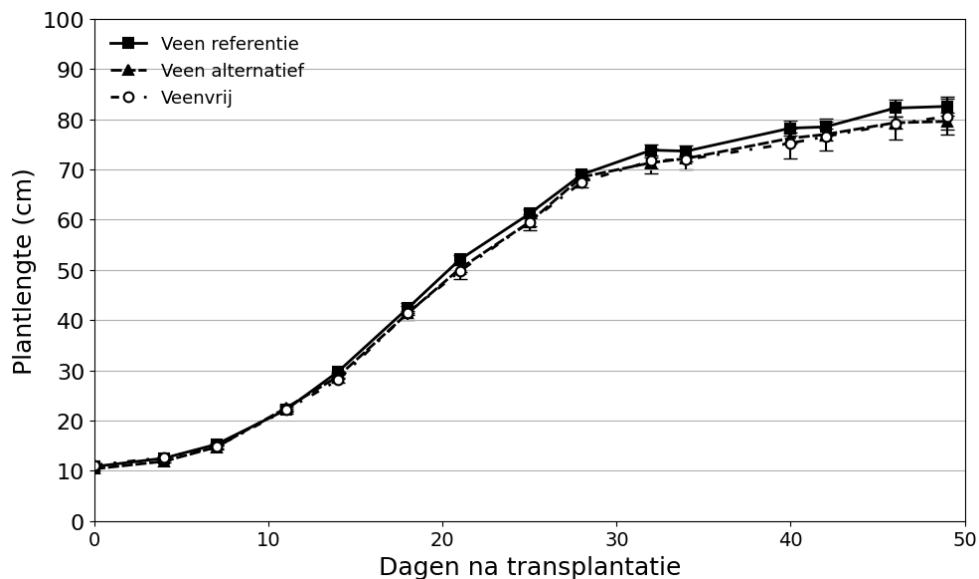
Figuur 3.1 Overzicht van de Baltica planten geteeld op alternatief veen substraat (links), referentie veen substraat (midden) en veenvrij substraat (rechts) op 24 juli 2024 (29 dagen KD).



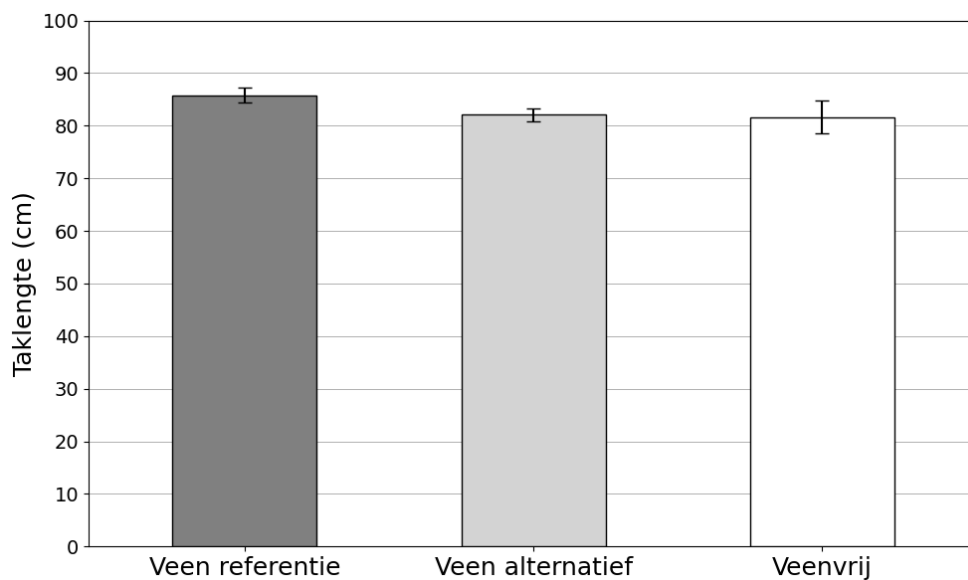
Figuur 3.2 Overzicht van de kas op 26 augustus 2024 (62 dagen KD).

3.3 Taklengte

Gedurende de teelt werd twee keer per week de taklengte gemeten per substraat behandeling. In het begin van de teelt was de strekking van de planten gelijk voor alle substraten (figuur 3.3). Vanaf halverwege de teelt was er iets meer strekking van de planten gegroeid op het substraat Veen referentie. Echter waren de verschillen minimaal. Tijdens de eind oogst werd van 15 planten per behandeling per tafel de taklengte bepaald. De taklengte verschilde niet significant tussen de drie geteste substraten (figuur 3.4). De gemiddelde taklengtes varieerden tussen de 82 en 86 cm.



Figuur 3.3 Verloop van de gemiddelde plantlengte uitgezet tegen het aantal dagen na transplantatie voor de drie geteste substraten: veen referentie, veen alternatief, veenvrij ($n=4$).



Figuur 3.4 Effect van de drie substraten (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op de taklengte bij de destructieve eind oogst (cm). De verticale lijnen geven de standaardafwijking van het gemiddelde aan ($n=4$ met 15 metingen per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer ($P<0.05$) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

3.4 Destructieve eindoogst

3.4.1 Uitgroeiduur en ontwikkeling

De eindoogst vond plaats tussen 26 en 28 augustus 2024. Op 26 augustus (62 dagen KD) werden de takken geoogst voor de houdbaarheidstest en op 27 en 28 augustus werd de rest van de oogst uitgevoerd. Het aantal internodiën (gemiddeld 30 per plant), aantal bloemstelen (gemiddeld 9 per plant) en aantal helemaal open platte bloemen (gemiddeld 2 per plant) was nagenoeg gelijk tussen de substraten en verschilde niet significant tussen de substraten (tabel 3.2, figuur 3.5).

Tabel 3.2 Effect van het substraattype (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op het aantal internodiën, bloemstelen en open bloemen (# per plant) $\pm$ de standaardafwijking van het gemiddelde ($n=4$ met 15 metingen per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer ($P<0.05$) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

Substraat	Internodiën (# plant ⁻¹)	Bloemstelen (# plant ⁻¹)	Open bloemen (# plant ⁻¹)
Veen referentie	29.8 $\pm$ 0.4	8.7 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 0.5
Veen alternatief	29.7 $\pm$ 0.3	8.9 $\pm$ 0.4	2.0 $\pm$ 0.6
Veenvrij	29.7 $\pm$ 0.4	9.0 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 0.2

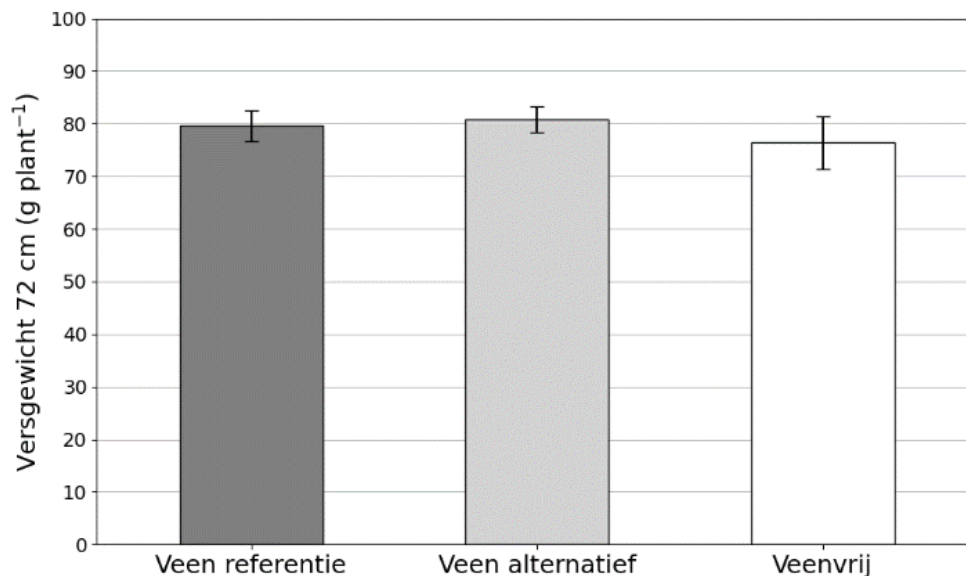


Figuur 3.5 Overzicht van het gewas van bovenaf voorafgaand aan de oogst op 26 augustus (62 dagen KD) voor de verschillende tafels per substraat; referentie veen (bovenste rij), alternatief veen (middelste rij) en veenvrij (onderste rij).

3.4.2 Takgewicht, productie en lichtbenuttingsefficiëntie

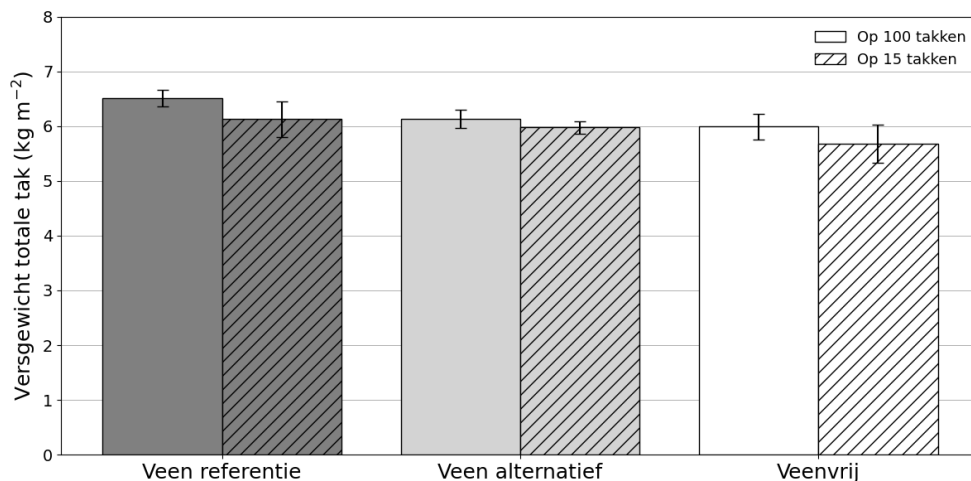
Tijdens de destructieve eind oogst werden van iedere substraat behandeling vier (tafels) x 15 takken geoogst voor detailmetingen en daarnaast vier (tafels) x 100 takken als extra bepaling van het versgewicht van de hele tak.

Wanneer de bloemtakken afgeknipt worden op 72 cm en de onderste 15 cm wordt ontbladerd is het gemiddelde versgewicht van de bloemtak over de drie substraten 79 gram (figuur 3.5). Het versgewicht verschilde niet significant tussen de substraten. Het veenvrije substraat had gemiddeld het laagste versgewicht (76 g/plant), maar met een hoge standaardafwijking van het gemiddelde.



Figuur 3.5 Effect van de drie substraten (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op het versgewicht wanneer deze was terruggeknipt tot een lengte van 72 cm en waarbij 15 cm werd ontbladerd bij de destructieve eind oogst (g plant⁻¹). De verticale lijnen geven de standaardafwijking van het gemiddelde aan (n=4 met 15 metingen per tafel).

Wanneer het gemiddelde takgewicht van de hele tak wordt omgerekend naar productie in kg per m² komt dit voor zowel detailmeting (15 takken per tafel) als de extra meting (100 takken per tafel) op een productie van ongeveer 6 kg m⁻² (figuur 3.6). Voor zowel de detailmeting als de extrameting verschilde de productie niet significant tussen de behandelingen.



Figuur 3.6 Effect van de drie substraten (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op het vergewicht wanneer deze wordt omgerekend naar productie per m² gebaseerd op de takken van de detailmeting (15 takken) en de takken van de extrametering (100 takken) (kg m⁻²). De verticale lijnen geven de standaardafwijking van het gemiddelde aan (n=4 met 15 metingen per tafel of 100 metingen per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer (P<0.05) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

Bij de eind oogst werden de bladeren, bloemen, stengels en sprout per tak enkele dagen gedroogd op 80 °C in een droogstoof. Het totale bovengrondse plantdrooggewicht (g plant⁻¹) was gemiddeld 10 gram plant⁻¹ voor de drie substraten en verschilde niet significant tussen de substraten (tabel 3.3). De verdeling van het drooggewicht over de verschillende organen is constant voor de verschillende substraten, met gemiddeld 47% naar de bloemen, 32% naar de stengel, 20% naar de bladeren en 1% naar het sprout. Ook hier werden geen significante verschillen gevonden tussen de substraten.

Tabel 3.3 Effect van het substraattype (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op het totale drooggewicht van de tak (g) en de verdeling van het drooggewicht over de bloemen inclusief bloemsteel, stengel, blad en sprout (%) ± de standaardafwijking van het gemiddelde (n=4 met 15 metingen per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer (P<0.05) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

Substraat	Totaal drooggewicht (g)	Verdeling drooggewicht (%)			
		Bloem	Stengel	Blad	Sprot
Veen referentie	10.0 ± 0.5	47.2 ± 0.7	32.8 ± 0.6	19.1 ± 1.1	0.9 ± 0.1
Veen alternatief	10.1 ± 0.3	47.8 ± 0.7	31.8 ± 0.5	19.6 ± 0.7	0.9 ± 0.2
Veen vrij	9.7 ± 0.6	46.0 ± 1.1	32.2 ± 0.6	20.7 ± 1.3	1.1 ± 0.1

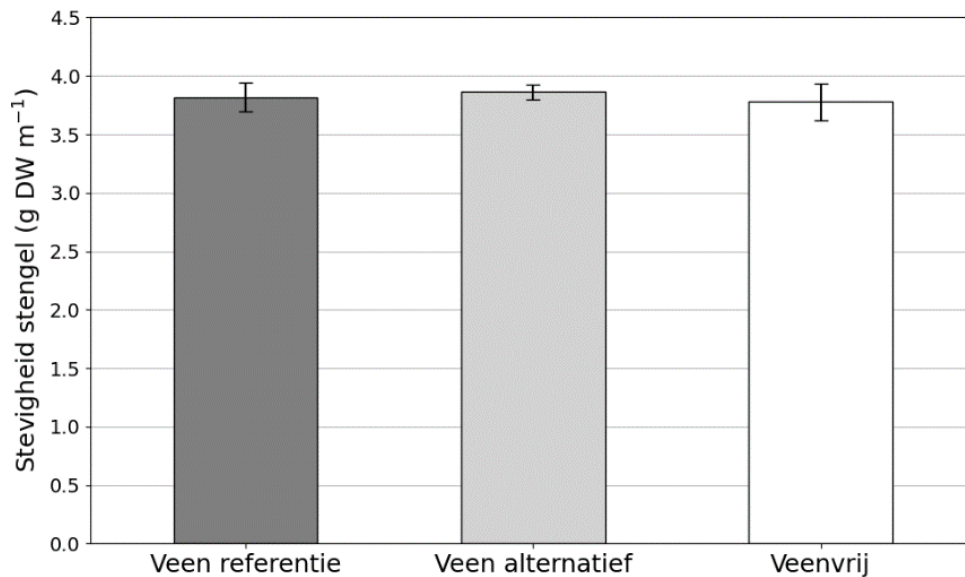
De lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) werd berekend door het totale aantal mol PAR licht (zon- en lamplicht) dat gedurende de teelt (planten tot eind oogst) op het gewas is gevallen te delen door de gevormde biomassa (totale tak drooggewicht). De LBE was voor alle substraten gemiddeld 0.6 g drooggewicht/mol (tabel 3.4).

Tabel 3.4 Effect van het substraattype (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op de lichtbenuttingsefficiëntie (LBE) (g drooggewicht mol⁻¹) ± de standaardafwijking van het gemiddelde (n=4 met 15 metingen per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer (P<0.05) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

Substraat	LBE (g DW mol ⁻¹)
Veen referentie	0,60
Veen alternatief	0,60
Veen vrij	0,58

3.4.3 Kwaliteit van de tak en houdbaarheid

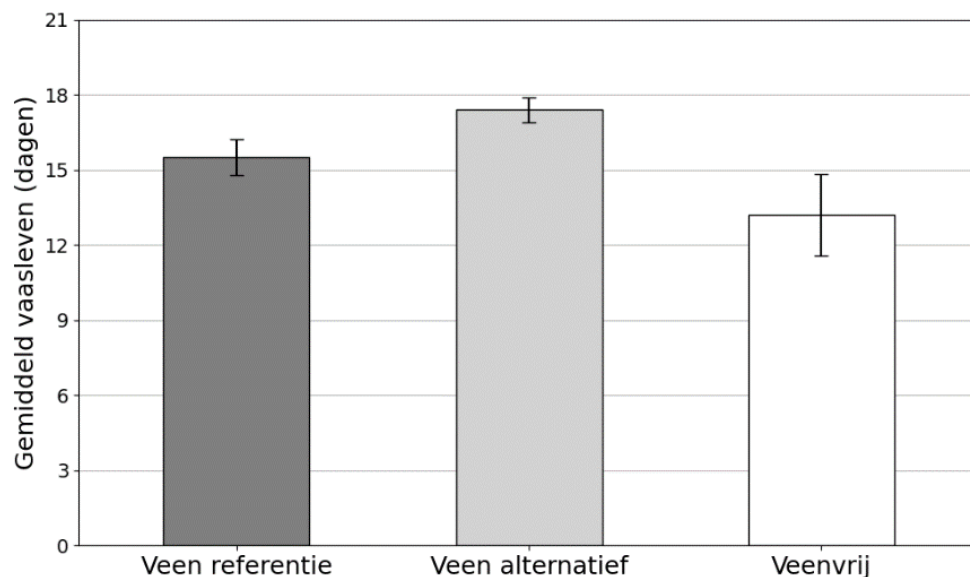
Eén van de kwaliteitskenmerken van de bloemtak is de stevigheid ervan. De stevigheid van de bloemtakken kan bepaald worden door het totaal drooggewicht van de stengel te delen door de totale lengte van de stengel. Het blijkt dat stengelstevigheid nauwelijks wordt beïnvloed door de substraatkeuze (figuur 3.7). Voor alle behandelingen was deze rond de 3,8 g DW m⁻¹ en dit verschilde niet significant van elkaar.



Figuur 3.7 Effect van de drie substraten (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op de stevigheid van de stengel (g DW m⁻¹). De verticale lijnen geven de standaardafwijking van het gemiddelde aan (n=4 met 15 metingen per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer (P<0.05) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

Het is daarnaast van belang dat de bladkwaliteit goed is. Dat er geen verkleuring en veroudering van het blad optreedt. Voor alle substraten was de bladkwaliteit goed, er is geen verkleuring of veroudering geconstateerd.

Een vaasleventest werd uitgevoerd om het verschil in houdbaarheid te bepalen tussen de verschillende substraten. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de substraten voor het vaasleven. Het gemiddeld vaasleven varieerde van 13 dagen op veenvrij substraat tot 17 dagen op veen alternatief substraat.



Figuur 3.8 Effect van de drie substraten (veen referentie, veen alternatief, veenvrij) op het gemiddeld vaasleven (dagen). De verticale lijnen geven de standaardafwijking van het gemiddelde aan ($n=4$ met 2 bossen van 5 takken per tafel). Eventuele letters geven statistisch aantoonbare verschillen weer ($P<0.05$) (Geen letters betekent geen statistisch aantoonbare verschillen).

4 Conclusies en discussie

De teelt van chrysant staat voor een aantal uitdagingen in de komende jaren: teelt los van de ondergrond, geautomatiseerd planten en oogsten, en een fossielvrije en emissiearme teelt die digitaal gestuurd wordt. Deze combinatie van doelen ten opzichte van de huidige grondgebonden teelt maakt een systeemsprong nodig. Een mogelijke systeemsprong is de teelt in bakken met substraat. Er zullen voordelen zijn voor energiegebruik, waterrecirculatie en automatisering. Maar de hogere investeringskosten vormen een drempel voor telers. Voorgaande onderzoeken hebben al laten zien dat het mogelijk is om in bakken chrysanten te telen en ook het huidige onderzoek bevestigt dit.

In het begin van de teelt was het lastiger om de luchtvochtigheid op peil te houden, doordat er relatief veel tegels zijn ten opzichte van teeltoppervlak daarnaast staat er in deze kas ook geen volwassen gewas naast, wat normaal gesproken bij een teler wel het geval is. De verwachting is dan ook dat luchtvochtigheid in een teeltsituatie bij de teler makkelijker op peil te houden is, al zal je altijd bij deze manier van telen, onder droge omstandigheden, het verdampende vocht missen vanuit het bovenlangs water geven. Waarschijnlijk heeft dit in combinatie met het feit dat er in de onderzoeksafdeling een lagere lichttransmissie is dan in de praktijk geresulteerd in wat lagere takgewichten dan in de praktijk. Echter is de verwachting dat door optimalisatie de gewichten kunnen toenemen.

De kwaliteit van de takken was zeer goed. De takken waren stevig en er was geen blad verkleuring of veroudering. Daarnaast was het vaasleven met gemiddeld 15,3 dagen voor alle drie de substraten ook erg goed. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn dat het gewas niet nat wordt doordat er water wordt gegeven door middel van eb-en-vloed in plaats van bovenlangs en het feit dat er bij deze manier van telen langer water gegeven kan worden aan de planten in vergelijking met de teelt in de grond.

De keuze van substraat is één van de vragen die speelde bij de telers. In dit onderzoek werden drie verschillende substraatmengsels getest, waaronder een veenvrij alternatief. Met het oog op de toekomst is dit zeker een must. De ontwikkeling, productie en kwaliteit van de chrysanten, gemeten aan de hand van onder andere taklengte, versgewicht, drooggewicht, aantal open bloemen en houdbaarheid, was vergelijkbaar tussen de verschillende substraatmengsels, met geen significante verschillen in de gemeten parameters. Er is daarom ook besloten in de volgende teeltrondes door te gaan met het veenvrije substraat en het veenreferentie substraat. In de volgende teeltrondes zal het hergebruik van de substraten worden onderzocht om zo ook een beter beeld te krijgen van de lange termijn effecten van het gebruik van de substraten.

Literatuur

Dieleman, A., de Jager, D., & Carpineti, C. (2022). Naar een duurzame chrysantenteelt: effect van LED lichtspectra en -intensiteit: Deelrapport I van het project "LED licht met de zon mee". (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw; No. WPR-1157). Wageningen Plant Research. <https://doi.org/10.18174/583570>.

Kierkels, T. (2022). Eerste ervaringen positief bij teelt chrysant in potten op roltafels: Mobiel teeltsysteem in plaats van grondeelt. Web publicatie/site, Onder Glas. <https://www.underglas.nl/eerste-ervaringen-positief-bij-teelt-chrysant-in-potten-op-roltafels/>.

Raaphorst, M.G.M., Van Tuyl van Serooskerken, A.R. (2023). Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 2023. Kengetallen voor Groenten-Snijbloemen-Pot en perkplanten teelten Editie 27. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport WPR-1251.

Bijlage 1 Nutriënten en plantsapanalyses

Tabel B1.1 Substraat nutriënten analyses uitgevoerd voor het planten (start), 2 juli 2024, 15 juli 2024, 29 juli 2024 en 12 augustus 2024 bij de 3 verschillende substraten en daarnaast een analyse van de gift op 12 augustus 2024.

Substraat	Datum	EC (mS/cm)	pH	NH4 (mmol)	K (mmol)	Na (mmol)	Ca (mmol)	Mg (mmol)
Referentie	Start	0,68	5,2	0,99	1,1	0,5	1	0,5
Referentie	2-7-2024	1,7	5,6	2,3	2,7	0,8	3,5	1,6
Referentie bovenin bak	15-7-2024	1,8	5,6	1,20	2,20	1,10	4,30	2,30
Referentie onderin bak	15-7-2024	1,10	5,60	0,30	1,80	0,30	2,60	1,00
Referentie	29-7-2024	1,40	5,40	0,10	1,50	0,80	3,80	2,00
Referentie	12-8-2024	1,60	5,50	0,20	1,90	0,50	4,30	1,70
Veen alternatief	Start	0,73	5,2	1,06	1,4	0,5	1	0,5
Veen alternatief	2-7-2024	1,4	5,7	1,9	1,8	0,6	2,8	1,4
Veen alternatief bovenin bak	15-7-2024	1,90	5,30	0,90	1,70	1,10	5,30	2,60
Veen alternatief onderin bak	15-7-2024	1,20	5,60	0,10	1,60	0,30	2,70	1,20
Veen alternatief	29-7-2024	1,50	5,50	0,10	1,00	0,60	4,10	2,10
Veen alternatief	12-8-2024	1,50	5,60	0,10	1,40	0,50	3,90	1,80
Veen vrij	Start	1,13	5,5	0,12	4,4	1,1	1,6	0,6
Veen vrij	2-7-2024	1,9	5,8	0,5	5,4	1,2	3,4	1,3
Veen vrij bovenin bak	15-7-2024	2,20	5,60	0,10	6,10	1,70	4,00	1,70
Veen vrij onderin bak	15-7-2024	1,60	5,90	0,10	4,00	0,90	3,20	1,20
Veen vrij	29-7-2024	1,40	6,00	0,10	3,50	1,20	2,70	1,30
Veen vrij	12-8-2024	1,50	6,10	0,10	3,10	0,80	3,30	1,20

GIFT	12-8-2024	2,70	5,80	1,00	6,80	0,20	6,40	1,30
------	-----------	------	------	------	------	------	------	------

Substraat	Datum	NO3 (mmol)	Cl (mmol)	SO4 (mmol)	HCO3 (mmol)	P (mmol)	Si (mmol)	Fe (μmol)
Referentie	Start	3,4	0,1	0,7	<0,1	2PO4 0,36	0,17	7,9
Referentie	2-7-2024	9,5	1	1,9	<0,1	1,01	0,19	12
Referentie bovenin bak	15-7-2024	9,00	1,60	2,60	<0,1	1,10	0,20	16,00
Referentie onderin bak	15-7-2024	5,00	1,10	1,30	<0,1	0,52	0,06	9,20
Referentie	29-7-2024	6,60	1,50	2,00	<0,1	0,63	0,08	14,00
Referentie	12-8-2024	7,20	1,60	2,30	<0,1	0,60	0,06	14,00
Veen alternatief	Start	3,5	0,2	0,7	<0,1	2PO4 0,47	0,14	8,1
Veen alternatief	2-7-2024	7,2	0,8	1,7	<0,1	0,63	0,19	8,7
Veen alternatief bovenin bak	15-7-2024	10,20	1,60	3,10	<0,1	0,91	0,25	15,00
Veen alternatief onderin bak	15-7-2024	5,20	1,10	1,50	<0,1	0,50	0,07	9,90
Veen alternatief	29-7-2024	6,50	1,40	2,30	<0,1	0,58	0,11	15,00
Veen alternatief	12-8-2024	6,50	1,40	2,30	<0,1	0,51	0,08	12,00
Veen vrij	Start	4,9	1,1	1,1	<0,1	2PO4 0,71	0,34	5
Veen vrij	2-7-2024	8,8	2	2	<0,1	0,91	0,33	3,2
Veen vrij bovenin bak	15-7-2024	9,70	2,80	2,70	<0,1	1,08	0,30	4,10
Veen vrij onderin bak	15-7-2024	6,50	2,00	2,00	<0,1	0,68	0,14	2,10
Veen vrij	29-7-2024	5,30	1,90	2,10	<0,1	0,60	0,15	1,60
Veen vrij	12-8-2024	5,10	2,10	2,50	<0,1	0,47	0,13	1,60

GIFT	12-8-2024	15,30	2,50	3,00	<0,1	1,28	0,05	15,00
------	-----------	-------	------	------	------	------	------	-------

Substraat	Datum	Mn (μmol)	Zn (μmol)	B (μmol)	Cu (μmol)	Mo (μmol)
Referentie	Start	2	0,4	4	0,2	0,01
Referentie	2-7-2024	7,7	1,1	9,2	0,2	<0,1
Referentie bovenin bak	15-7-2024	8,50	1,60	11,00	0,40	<0,1
Referentie onderin bak	15-7-2024	3,10	1,00	7,90	<0,1	<0,1
Referentie	29-7-2024	3,20	0,90	6,80	<0,1	<0,1
Referentie	12-8-2024	2,90	0,90	5,00	<0,1	<0,1
Veen alternatief	Start	2	0,4	5	0,2	0
Veen alternatief	2-7-2024	4,6	0,5	4,9	<0,1	<0,1
Veen alternatief bovenin bak	15-7-2024	5,30	0,90	7,60	<0,1	<0,1
Veen alternatief onderin bak	15-7-2024	1,20	0,50	6,50	<0,1	<0,1
Veen alternatief	29-7-2024	1,90	0,50	5,20	<0,1	<0,1
Veen alternatief	12-8-2024	1,30	0,70	2,30	<0,1	<0,1
Veen vrij	Start	11	2,4	19	0,4	0
Veen vrij	2-7-2024	18	3,1	20	0,2	<0,1
Veen vrij bovenin bak	15-7-2024	11,00	2,60	25,00	0,20	<0,1
Veen vrij onderin bak	15-7-2024	3,50	1,70	16,00	<0,1	<0,1
Veen vrij	29-7-2024	0,60	1,00	9,10	0,20	<0,1
Veen vrij	12-8-2024	0,40	1,10	11,00	<0,1	<0,1

GIFT	12-8-2024	9,60	6,10	24,00	2,00	0,50
------	-----------	------	------	-------	------	------

Tabel B1.2 Plantsapanalyses uitgevoerd op 14 augustus 2024 bij zowel het jonge als oude blad van de drie verschillende substraten. Daarnaast is het optimum voor Chrysant gegeven volgens NovaCropControl.

		Veen Referentie	Veen Referentie	Veen alternatief	Veen alternatief	Veenvrij	Veenvrij
Mineraal	Optimum	Jong blad	Oud blad	Jong blad	Oud blad	Jong blad	Oud blad
Suikers	0.1 - 0.5 %	0,45	0,1	0,3	0,1	0,4	<0,1
pH	5.8 - 6.0	5,95	5,75	6	5,65	5,95	5,75
EC	14.4 - 16.5 mS/cm	18,85	15,75	17,55	14,95	18,4	16,1
K - Kalium	5250 - 6675 ppm	8085	5516,5	6969	5043	7674	5851
Ca - Calcium	590 - 1070 ppm	2028	846	2160,5	822,5	2202	932,5
K / Ca		4,015	6,605	3,25	6,13	3,5	6,405
Mg - Magnesium	300 - 460 ppm	357,5	155,5	334	176	307,5	135
Na - Natrium	14 - 63 ppm	10,5	7,5	20	9	16	8,5
NH ₄ - Ammonium	20 - 45 ppm	36	17	31	17	40	15,5
NO ₃ - Nitraat	3280 - 5730 ppm	5204,5	7513,5	5097	7059	4358,5	6952,5
N uit Nitraat	740 - 1293 ppm	1175	1696	1150,5	1593,5	984	1569,5
N - Stikstof totaal	1250 - 1810 ppm	1831	2010,5	1770	1806	1647,5	1843
Cl - Chloride	930 - 1560 ppm	1053	360	975	335	1294,5	589,5
S - Zwavel	80 - 130 ppm	133,5	72,5	127	80	147	90,5
P - Fosfaat	240 - 450 ppm	531	438	471	504	530,5	585,5
Si - Silicium	9.0 - 16.4 ppm	12,6	9,6	14,4	10,55	19,2	16,8
Fe - IJzer	0.80 - 1.90 ppm	0,55	0,445	0,565	0,365	0,415	0,34
Mn - Mangaan	2.50 - 6.20 ppm	25,675	13,635	20,23	11,57	21,915	22,135
Zn - Zink	2.40 - 4.20 ppm	1,495	0,735	1,705	0,72	2,435	1,325
B - Borium	1.00 - 2.40 ppm	0,55	0,54	0,94	0,73	0,995	1,62
Cu - Koper	0.50 - 1.10 ppm	0,83	0,58	1,21	0,72	1,27	0,675
Mo - Molybdeen	0.05 - 0.10 ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Al - Aluminium	<0.50 ppm	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50

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



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

Rapport WPR-1374



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
