

Inventarisatie oorzaak brandkoppen Lisianthus

Caroline Labrie





Inventarisatie oorzaak brandkoppen Lisianthus

Caroline Labrie

© 2009 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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 Wageningen UR Glastuinbouw



Projectnummer Productschap Tuinbouw: 13398

Projectnummer Wageningen UR Glastuinbouw: 3242045200

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	1
Voorwoord	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Probleemstelling	7
1.2 Doel	7
1.3 Achtergrond	7
1.4 Hypotheses	8
2 Materiaal en Methode	9
2.1 Proefopzet	9
2.2 Klimaatregistraties	9
2.3 Gewasregistraties en nutriëntenanalyses	9
2.4 Teeltwijze	11
3 Resultaten	13
3.1 Brandkoppen	13
3.2 Gewasgroei	14
3.3 Bodem- en bladanalyses	15
3.3.1 EC en pH	15
3.3.2 Calcium	16
3.3.3 Kalium	18
3.3.4 Magnesium	19
3.3.5 Overige elementen	21
3.4 Klimaatgegevens	21
3.4.1 PAR	21
3.4.2 Kas- en planttemperatuur	22
3.4.3 Relatieve luchtvochtigheid	24
3.4.4 CO ₂	25
3.4.5 Bodemklimaat	26
4 Discussie	29
5 Conclusies	35
6 Referenties	37
Bijlage I. Bodemanalyses	2 pp.
Bijlage II. Bladanalyses	7 pp.

Abstract

Er is een inventarisatie uitgevoerd naar de oorzaak van brandkoppen in Lisianthus. Op twee praktijkbedrijven is van een najaarsplanting met vier cultivars het aantal brandkoppen, de groei, het boven- en ondergronds klimaat en de nutriëntengehaltes in bodem en blad gevolgd. Er zijn duidelijke verschillen gevonden in aantal brandkoppen tussen de bedrijven en tussen de cultivars. Op het bedrijf waar de meeste brandkoppen zijn ontstaan, was het Ca-gehalte in het blad het laagst. Ca is belangrijk voor celstevigheid. Relatief hoge gehalten van de antagonisten Mg en K in de bodem hebben op dit bedrijf de opname van Ca waarschijnlijk beperkt. In de top is minder Ca aanwezig dan onderin, dus ook Ca-transport en daarmee verdamping en worteldruk spelen een rol. Het effect van het klimaat is nog niet duidelijk. Meest aannemelijk is dat in deze najaarsperiode de verdamping in de top te beperkt is geweest. Er zijn suggesties gedaan voor verder onderzoek om bodemklimaat en verdamping beter te sturen.

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de Landelijke Commissie Lisianthus van LTO-Groeiservice. Het Productschap Tuinbouw heeft dit onderzoek gefinancierd. De proef is uitgevoerd op twee Lisianthusbedrijven. In dit voorwoord wil ik deze twee heren graag bedanken voor het beschikbaar stellen van hun bedrijf en hun inzet. Bij de uitvoering van het onderzoek is samengewerkt met een begeleidingscommissie onderzoek (BCO). Deze bestond uit de heren Hans van de Berg, Alex van Holsteijn en Hans van der Lugt en Frank van Holst. Deze hebben de proef regelmatig bezocht en geadviseerd. Ook hen wil ik graag bedanken voor hun adviezen bij de uitvoering van dit onderzoek.

In dit voorwoord wil ik ook graag collega's van Wageningen UR Glastuinbouw bedanken voor hun adviezen en hulp bij de uitvoering van dit onderzoek. Ruud Maaswinkel voor zijn ondersteuning bij de opzet, Wim Voogt voor zijn kennis op het gebied van bodemkunde en bemesting, Bart van Tuijl voor zijn inzet voor de microsensoren, Peter Lagas bij de dataverwerking en Eric Poot voor het becommentariëren van het eindrapport.

Caroline Labrie

Samenvatting

Probleemstelling

In Lisianthus is het probleem van brandkoppen toegenomen. Voorheen kwam het bijna alleen in het voorjaar voor, maar de laatste jaren ook in najaar en winter. De gevoeligheid verschilt per cultivar. Brandkoppen zorgen voor misvorming van de takken. Het groeipunt verbrandt, waarna de tak opnieuw gaat uitlopen met een tot meerdere scheuten. Hierdoor groeit de tak niet verder als een hoofdtak, maar als een gespleten bos. Deze heeft veel minder sierwaarde en levert weinig op. Ook veroorzaken brandkoppen een ongelijkmatigere oogst en minimaal een week vertraging in teeltsnelheid. Brandkoppen is dus een probleem dat voorkomen moet zien te worden. Doel van dit onderzoek is om een beter inzicht te krijgen in wat er gebeurt en wat daarvan de oorzaak is.

Proefopzet

In week 44 zijn gevoelige en minder gevoelige cultivars uitgeplant op twee praktijkbedrijven. De proefperiode was van 2 tot 5 weken na uitplanten; de periode waarin brandkoppen waarschijnlijk ontstaan tot dat zij duidelijk zichtbaar zijn. Er is geïnventariseerd wat de effecten van diverse klimaatfactoren en voedingselementen zijn op het ontstaan van brandkoppen. Ook vochtgehalte van de bodem en het microklimaat rondom de knop zijn gemonitord. Om te bepalen in hoeverre calcium wordt opgenomen en getransporteerd in de plant zijn regelmatig blad- en bodemonsters genomen voor een analyse op voedingselementen. Vanuit andere gewassen is bekend dat deze factoren van invloed kunnen zijn op fysiologische afwijkingen.

Resultaten en conclusies

Er zijn duidelijke verschillen gevonden in aantal brandkoppen tussen de bedrijven en tussen de cultivars. Op het bedrijf waar de meeste brandkoppen zijn ontstaan, was het calciumgehalte in het blad het laagst. Relatief hoge gehalten van de antagonist magnesium en kali in de bodem hebben op dit bedrijf de opname van calcium waarschijnlijk beperkt. Naast de calciumopname speelt het calciumtransport en verdeling een belangrijke rol. Uit het onderzoek blijkt dat in de top van de plant minder calcium aanwezig is dan in de oudere bladeren onder in de plant. Calcium is belangrijk voor celstevigheid. Door calciumgebrek ontstaan zwakke cellen.

Lichtniveau, temperatuur en RV spelen daarom waarschijnlijk ook een rol bij het ontstaan van brandkoppen, maar hier zijn op basis van dit onderzoek nog geen conclusies over te trekken. Er waren meerdere momenten aanwezig waarop het zou kunnen zijn ontstaan. Een relatie is aannemelijk vanwege het effect op verdamping en in samenhang daarmee de calciumverdeling over de bladeren en de groeipunten. Vanuit eerder onderzoek is bekend dat verdamping een belangrijke rol speelt bij de calciumopname en daarmee celstevigheid. Vanuit literatuur is bekend dat een RV boven de 95% brandkoppen in Lisianthus bevordert. Ook bij komkommer en lelie is dit bekend.

De directe oorzaak van brandkoppen is nog niet aangetoond. Meest aannemelijk is dat het in de najaarsperiode wordt veroorzaakt doordat de verdamping 's nachts te laag is ten opzichte van de worteldruk. Hierdoor worden de cellen in de top kapot gedrukt. In het voorjaar kan de verdamping van de top te laag zijn, waardoor deze zich bij hoge instraling onvoldoende kan koelen en verbrand. Hiervoor is verder onderzoek vereist.

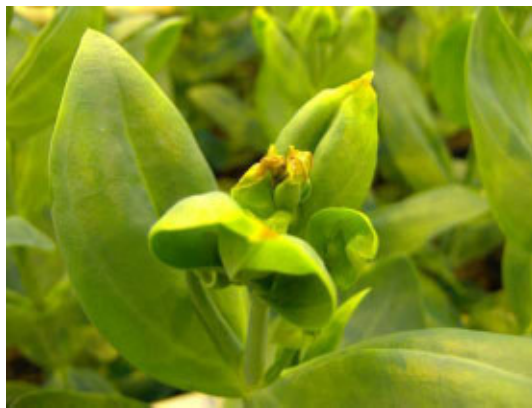
Aanbevelingen

Kies voor minder gevoelige rassen. Stimuleer de calciumopname door de gehalten aan de antagonist kali en magnesium in de bodem niet te hoog te laten worden ten opzichte van het calciumgehalte, omdat deze de calciumopname beperken. Een wortelgestel met jonge wortelpunten kan de calciumopname verbeteren. Stuur op de juiste mate van verdamping en worteldruk, door bijvoorbeeld op donkere dagen de verdamping te stimuleren. Daarnaast lijkt het ook aanbevelenswaardig om sterke klimaatwisselingen te voorkomen. Verder onderzoek naar teelt op substraat, luchtbeweging en verneveling kunnen bijdragen om de stuurbaarheid van resp. de bodem en de verdamping te verbeteren. Mogelijk biedt ook bladbemesting nog perspectief.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de teelt van *Lisianthus* zorgt het ontstaan van brandkoppen voor misvorming van de takken. Het groeipunt verbrandt (Figuur 1), waarna de tak opnieuw gaat uitlopen met een tot meerdere scheuten. Hierdoor groeit de tak niet verder als een hoofdtak, maar als een gespleten bos, die niet de sierwaarde, en dus ook niet de opbrengst heeft, die bedoeld is. Ook veroorzaken brandkoppen een ongelijkmatigere oogst en minimaal een week vertraging in teeltsnelheid. De gevoeligheid verschilt per cultivar. Voorheen deed dit probleem zich bijna alleen in het voorjaar voor, maar de laatste jaren ook in het najaar en in de winter. De eerste vraag in dit onderzoek is wat er gebeurt op het moment dat een brandkop (of broeikop) ontstaat in *Lisianthus* en wat de oorzaak daarvan is. Vervolgens is de vraag hoe dit voorkomen kan worden.



Figuur 1. Brandkop in Lisianthus (4 weken na planten).

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek is het inventariseren van het effect van klimaatfactoren en nutriënten op het ontstaan van brandkoppen in *Lisianthus*. Hiermee wordt meer inzicht verkregen in wat de oorzaak is van brandkoppen, zodat gericht naar een praktische oplossing gezocht kan worden.

1.3 Achtergrond

Vanuit andere gewassen is zowel bij experts (Wageningen UR Glastuinbouw) als in de literatuur kennis aanwezig over brandkoppen, vooral in de groenteteelt. In komkommer wordt onderscheid gemaakt tussen broeikoppen en brandkoppen. De klimaatomstandigheden waarbij zij ontstaan verschillen sterk. Broeikoppen in komkommer ontstaan vooral bij donker, klam weer (weinig licht, hoge RV). De plant en vooral de top kan hierdoor onvoldoende verdampen. Het gevolg van de te geringe verdamping in de top is een gebrek aan calcium, waardoor zwakke cellen en uiteindelijk broeikoppen ontstaan. Om broeikoppen te voorkomen wordt in dit geval vaak de EC verhoogd om de worteldruk te verlagen en middels een buis de verdamping gestimuleerd om calcium in de top te krijgen. Brandkoppen in komkommer ontstaan juist vooral bij fel zonnig weer (veel licht, lage RV). De plant kan dan de verdamping niet aan ten opzichte van de wateropname, waardoor vooral de koptemperatuur te hoog oploopt en verbrand. Om brandkoppen te voorkomen wordt in dit geval vaak de EC juist verlaagd om vochtopname te bevorderen. In komkommer zijn positieve effecten gevonden van verneveling bij het voorkomen van brandkoppen (Janse, pers.comm.).

Vanuit literatuur bij andere gewassen dan *Lisianthus* is bekend dat vooral calcium belangrijk is voor celstevigheid (Chang & Miller, 2005; Saure, 1998). Calciumtekort rondom het groeipunt kan meerdere oorzaken hebben. Deze wordt bepaald door calciumopname, calciumtransport en de calciumverdeling in de plant. Ook als voldoende calcium aanwezig is in de bodem, is opname en vooral transport moeilijk, omdat calcium nauwelijks mobiel is en via de sapstroom getransporteerd moet worden. Calciumopname wordt vooral beïnvloedt door bemesting, watergift en de hoeveelheid calcium die vrij opneembaar is. Calciumtransport en verdeling worden vooral beïnvloed door het klimaat. De mate van verdamping en worteldruk hebben hier namelijk invloed op. De minst verdampende delen tonen als eerste gebreksymptomen, zoals jonge bladranden rondom het groeipunt. Wanneer oudere bladeren sterk verdampen, kan in de jongere delen van de plant een tekort aan calcium ontstaan. Terwijl juist groeiend weefsel veel calcium nodig heeft. Volgens de telers is bij zware groei het probleem met brandkoppen in *Lisianthus* groter. Mogelijk komt dit door een calciumtekort ten opzichte van de groei.

Bij lelie is bekend dat de bladverbranding van de bovenste bladeren, net onder de knop, ontstaan doordat die bladeren moeilijk verdampen omdat ze dicht op elkaar zitten en daardoor calcium tekort hebben. Dit probleem ontstaat voordat de knop zichtbaar is. Indien de knop eenmaal zichtbaar is, ontstaat geen bladverbranding meer. Door de bovenste bladeren uit elkaar te vouwen, nam de calciumconcentratie in die bladeren toe van 0,05% naar 0,20% en nam de bladverbranding af. Het gebruik van verticale ventilatoren ($0,75$ en $0,97 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) gaf aantoonbaar minder brandkoppen (Chang, 2004). Ook werden bij een hogere lichtintensiteit veel minder brandkoppen gevonden, door de hogere verdamping (Chang, 2005). In het algemeen wordt een tekort aan calcium rondom de groeipunt in combinatie met fysiologische stress als oorzaak van brandkoppen aangewezen (Saure, 1998).

Naast klimaat zijn ook nutriëntengehaltes in de bodem belangrijk voor calciumopname. Van kalium, magnesium en vooral ammonium is bekend dat zij door de antagonistische werking de opname van calcium remmen (Voogt, pers.comm.).

In de *Lisianthus* teelt wordt op dit moment geen onderscheid gemaakt in brandkoppen of broeikoppen. Volgens onderzoek uit Noorwegen met *Lisianthus* ontstaat bij continu hoge RV (90%) meer 'tipburn' dan bij lage RV (65%). Als verklaring geven zij dat door de hoge RV het calciumtransport naar de top bemoeilijkt wordt (Islam *et al.*, 2004). Dit lijkt eerder te duiden op broeikoppen dan op brandkoppen. Verder is in de literatuur nog weinig bekend over brandkoppen of broeikoppen specifiek bij *Lisianthus*. Bij de telers van *Lisianthus* is kennis aanwezig over het stadium waarin de schade zichtbaar is, de seizoenen waarin het voorkomt en bij welk type groei brandkoppen ontstaan, maar nog niet hoe het te voorkomen is.

1.4 Hypotheses

Uit de literatuur blijkt dat er een aantal hypothesen mogelijk zijn voor het optreden van brandkoppen. Aan de hand hiervan is bepaald welke metingen worden uitgevoerd. Deze hypothesen zijn als volgt:

- Calciumgebrek door beperkte opname leidt tot zwakkere cellen welke gevoeliger zijn voor brandkoppen.
- De antagonistische magnesium, kali en ammonium in de bodem beperken de calciumopname.
- Calcium kan alleen via de waterstroom getransporteerd worden getransporteerd waardoor in de top van de plant minder calcium aanwezig is dan onderin de plant.

Bij een hoge luchtvochtigheid is de verdamping lager. In combinatie met een hoge worteldruk (door lage EC of hoge bodemtemperatuur) kunnen de cellen kapot worden gedrukt waardoor brandkoppen kunnen ontstaan.

2 Materiaal en Methode

2.1 Proefopzet

In week 44 in 2008 zijn bij twee praktijkbedrijven in dezelfde regio gevoelige en een minder gevoelige cultivars uitgeplant en gevolgd tijdens de periode waarin brandkoppen waarschijnlijk ontstaan totdat zij duidelijk zichtbaar zijn (van 2 tot 5 weken na uitplanten). Op bedrijf A zijn van de dubbele cultivars Cessna White en Cessna roze een kap geplant. Tussen de Cessna roze is een bak Piccolo Picotee Blue geplant, afkomstig van de partij plantmateriaal van bedrijf B. Bij bedrijf B zijn van de enkele cultivars Piccolo Picotee Blue en Piccolo Picotee Wit een kap geplant. Tussen de Piccolo Picotee Blue is een bak Cessna roze geplant, afkomstig van de partij plantmateriaal van bedrijf A.

2.2 Klimaatregistraties

Tijdens de periode waarin brandkoppen waarschijnlijk ontstaan totdat zij duidelijk zichtbaar zijn (van 2 tot 5 weken na uitplanten) is middels een aantal sensoren het klimaat en de plant gemonitord.

Kasklimaat: kasttemperatuur, RV, PAR-licht en CO₂ met een I4all meetset aangesloten op Let's grow.

Bodem: vochtgehalte, EC, bodemtemperatuur, met een WET-sensor aangesloten op Let's grow.

Plant: planttemperatuur met een I4all meetset aangesloten op Let's grow.

Microklimaat: RV en temperatuur rond de knop met draadloze sensoren van Wisensys welke zijn aangebracht zo dicht mogelijk naast de knop van de plant (Figuur 2).

2.3 Gewasregistraties en nutriëntenanalyses

Van de cultivars waar een hele kap was geplant zijn gedurende de proefperiode monsters genomen. De cultivars waar maar een bak van was geplant zijn gedurende de proefperiode alleen visueel beoordeeld. Gedurende de proef bleken de verschillen tussen de bedrijven groot. Om uit te kunnen sluiten dat dit alleen cultivarverschillen betrof, zijn bij de eindmeting ook de cultivars bemonsterd waarvan een bak tussen de bedrijven was uitgewisseld. Hiervoor waren niet voldoende planten aanwezig om meerdere metingen gedurende de proef te verrichten.

Ter bepaling van het vers- en drooggewicht zijn per behandeling 10 planten gemeten. Voor de bladmonsters is per monster 150 gram versgewicht gebruikt (1 tot 3 gram per plant). Voor de top waren dit de bovenste 4-6 blaadjes. Voor het onderste blad waren dit de onderste 4-6 blaadjes plus de rozetblaadjes indien deze nog aanwezig waren. Bij de eerste meting betrof dit samen de gehele plant. In de latere stadia viel het middenstuk van de plant buiten de metingen.

Wekelijks zijn visuele waarnemingen uitgevoerd, waarbij het aantal planten met een lichte tot volledige brandkop is geteld. Hiervoor zijn per cultivar wekelijks vier keer 48 planten, verspreid over het bed beoordeeld.

Als test is op bedrijf B is bij Cessna roze een webcam geplaatst om de bladstand te zien.

Gedurende de proef zijn de volgende metingen uitgevoerd:

Moment van uitplanten:

- bodemonsters voor nutriëntenanalyse
- vers- en drooggewicht (% DS)

2 weken na uitplanten:

- bodemonsters voor nutriëntenanalyse
- bladmonsters voor nutriëntenanalyse van top en onderste blad

3 weken na uitplanten:

- bodemmonsters voor nutriëntenanalyse
- bladmonsters voor nutriëntenanalyse van top en onderste blad
- vers- en drooggewicht (% DS)

4 weken na uitplanten:

- bodemmonsters voor nutriëntenanalyse
- bladmonsters voor nutriëntenanalyse van top en onderste blad

5 weken na uitplanten (eindwaarnemingen):

- bodemmonsters voor nutriëntenanalyse
- bladmonsters voor nutriëntenanalyse van top versus onderste blad en met brandkoppen versus zonder brandkoppen.
- vers- en drooggewicht (% DS) met versus zonder brandkoppen



Figuur 2. Sensoren temperatuur en RV microklimaat. Links is de sensor tegen het bovenste blad geplaatst. Rechts is de sensor vlakbij het bovenste blad geplaatst. Op de achtergrond is de I4all meetpaal met klimaatsensoren te zien.

2.4 Teeltwijze

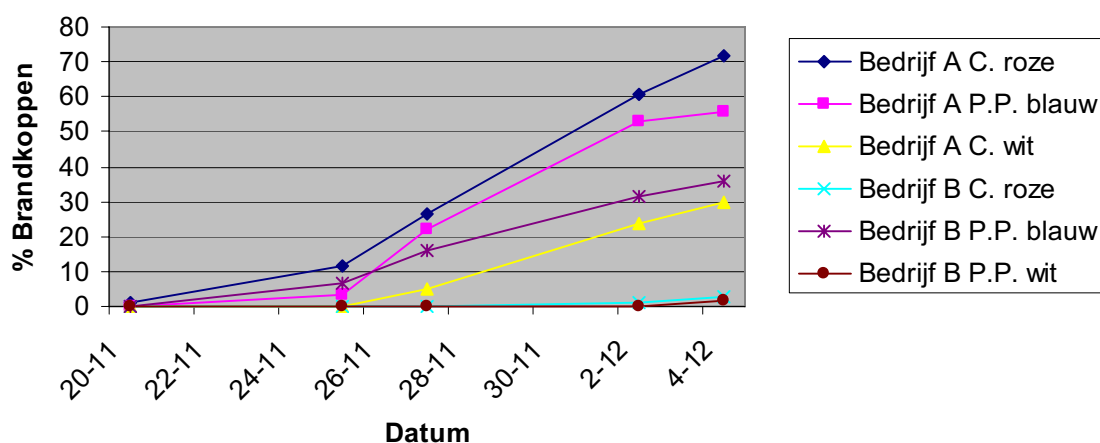
Tabel 1. Teeltwijze gedurende proefperiode.

	Bedrijf A	Bedrijf B
Plantdichtheid	16 per regel	15 per regel (83 planten/m ²)
Pluggrootte	klein	klein
Water	Slootwater (EC 0.7) aangevuld tot EC 2,3 en pH 5,6 met salpeterzuur	Slootwater (EC 0.8) aangevuld tot EC 2.8.
Aantal beurten/dag	0-1	0-2
Aantal liter/m ² /beurt	Gemiddeld 9,6 (6-10)	Gemiddeld 7,7 (5-10)
Gerealiseerde watergift (liter/m ²) per week na plantdatum	Week 1: 26 Week 2: 10 Week 3: 20 Week 4: 20 Week 5: 20	Week 1: 52 Week 2: 39 Week 3: 9 Week 4: 9 Week 5: 9
Tijdstip watergift	Tussen 9:00 en 13:00	namiddag
Bemesting	50 kg/m ³ kalksalpeter (vast) 20 liter/m ³ salpeterzuur (HNO ₃) 500 g/m ³ EDDHA ijzer 100 kg/m ³ kalisalpeter (vast) 100 kg/m ³ bitterzout (MgSO ₄) (vast) 25 kg/m ³ MKP (vast)	120 kg/m ³ kalksalpeter (vast) 120 kg/m ³ kalisalpeter (vast) 32 gram/m ² MAS voorbemesting (vast).
Bemesting in mmol/l berekend op de basis standaard voedingoplossing, gecorrigeerd voor de ionensom zodat er een vergelijking tussen de bedrijven mogelijk is.		
NH ₄	0.17	0.44
K	4.25	4.73
Ca	0.84	2.21
Mg	1.47	0.00
H ⁺	0.57	0.00
NO ₃	6.00	9.60
SO ₄	1.47	0.00
H ₂ PO ₄	0.67	0.00
Bodemtype	Lichte zavel	Lichte zavel (iets zanderiger dan bedrijf A)
Assimilatie belichting	6000 lux Vanaf 21-11 10.000 lux Vanaf 4-12 14.000 lux	6000 lux, vanaf 23-11 12000 lux
Grenswaarde aan		250 W/m ²
Grenswaarde uit		250 W/m ²
Daglengthe	11 uur C.wit vanaf 11-11 20 uur C. roze vanaf 19-11 20 uur	Vanaf 9-11 13 uur Vanaf 16-11 15 uur Vanaf 23-11 17 uur Vanaf 30-11 19-20 uur
Verduistering dicht	±17 uur (meelopend met zon onder)	17 uur (meelopend met zon onder)
Verduistering open	±8 uur (meelopend met zon op)	8 uur (meelopend met zon op)
Energiedoek dicht	Bij buitentemperatuur < 8C na 16:00 en voor 9:30.	Bij buitentemperatuur < 8C na 16:00 en voor 9:30.
Schermttype	PH99	Revolux
Kastemperatuur streefwaarde	Minimaal 20C, gemiddeld 24C	Ventileren vanaf 24 C
Ondernet buisverwarming	40°C (max 45C)	40°C (max 40 C)
Minimumbuis ondernet	40°C	40°C
Bovennet buisverwarming	n.v.t.	Van 6:00 tot 16:00
Minimumbuis bovennet	n.v.t.	50°C
CO ₂ streefwaarde	500 ppm Max 2500	900 ppm
CO ₂ dosering	stoomketel	WKK met rookgasreiniger

3 Resultaten

3.1 Brandkoppen

Het verloop van het percentage planten met een teken van brandkoppen gedurende de proef is weergegeven in Figuur 3. De tekenen van brandkoppen zijn gesignaleerd vanaf 4 weken na plantdatum. Vanaf 6 weken na plantdatum neemt de toename af. Bij bedrijf A hebben vooral C. roze, maar ook P.P. blauw meer brandkoppen dan bij bedrijf B. P.P. wit van bedrijf B heeft nauwelijks brandkoppen. In Tabel 2 is het percentage planten weergegeven met een teken van brandkoppen aan het einde van de proef. Opgemerkt moet worden dat bij C. roze naast het bedrijfsverschil, mogelijk ook het partijverschil van invloed is geweest op de grote verschillen in aantal brandkoppen. Op bedrijf A verschilde het aantal brandkoppen in C. roze namelijk ook tussen de bedden. Een partij planten van de opkweek blijkt uit drie verschillende moederpartijen te bestaan, waardoor de C. roze van bedrijf A dus van een andere moederpartij afkomstig kunnen zijn dan de C. roze van bedrijf B.



Figuur 3. Ontstaan van brandkoppen gedurende de proefperiode. 20 november is 29 dagen na plantdatum ($n=192$).

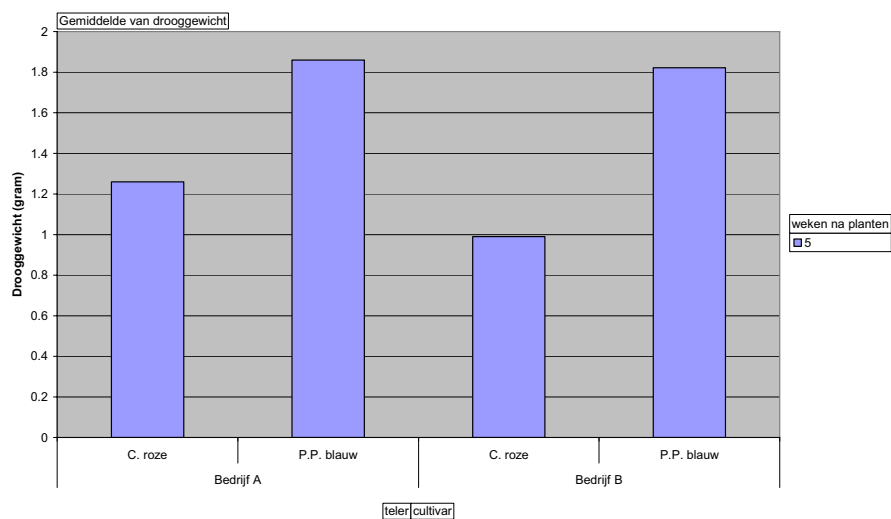
Tabel 2. Percentage planten met lichte tot volledige brandkop ($n=192$).

	Bedrijf A	Bedrijf B
Piccolo Picotee Blue	53	36
Cessna Roze	72	5
Piccolo Pure White		2
Cessna Wit	30	

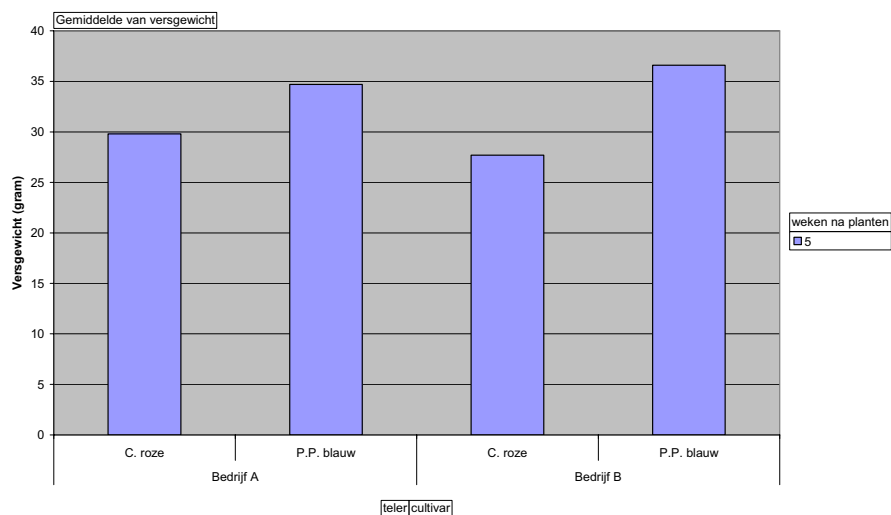
Als mini-experiment zijn bij 5 planten van P.P. blauw bij bedrijf B plastic zakjes over de top geplaatst en bij 5 andere planten plastic zakjes over de onderste bladeren geplaatst. Hiermee is getracht de verdamping van respectievelijk de bovenste en de onderste bladeren af te remmen. Bij beide behandelingen kregen 4 van de 5 planten brandkoppen. Er was dus geen verschil te zien tussen beide behandelingen.

3.2 Gewasgroei

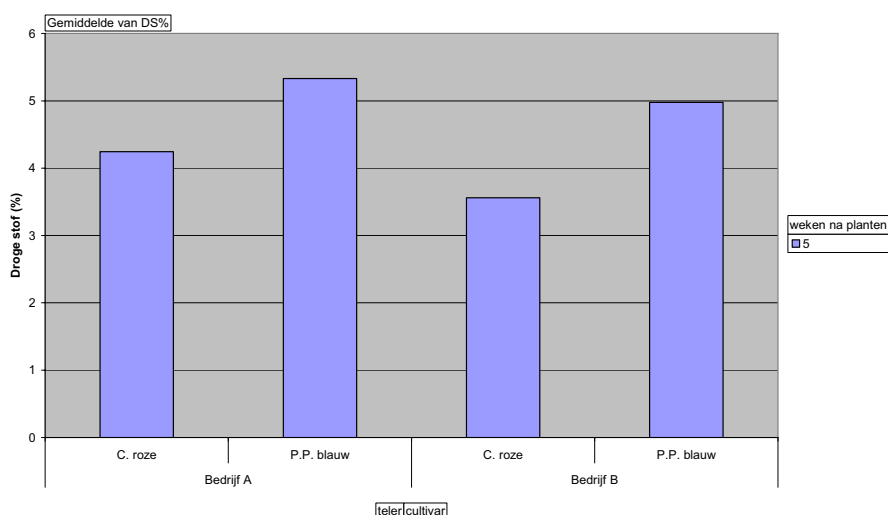
In Figuur 4 is het drooggewicht weergegeven na 5 weken van C. roze en P.P. blauw van de twee bedrijven. Ten eerste is duidelijk zichtbaar dat de drooggewichten sterk verschillen per cultivar. Het drooggewicht van C. roze is bij bedrijf A hoger dan bij bedrijf B. Bij P.P. blauw zijn de gewichten niet betrouwbaar verschillend tussen de bedrijven. Het versgewicht (Figuur 5) geeft dezelfde trend, maar met kleinere verschillen. Het droge stof percentage van de P.P. blauw is hoger dan van C. roze. Bedrijf A heeft een iets hoger droge stof percentage dan bedrijf B (Figuur 6). Er is geen eenduidig verband gevonden tussen het droge stof percentage en het aantal brandkoppen. Op bedrijf A zijn beide cultivars na vijf weken iets langer dan op bedrijf B (Figuur 7). Het drooggewicht per cm plant is op bedrijf B voor C. roze 14% en P.P. blauw 7% hoger. Op bedrijf A kon een week eerder worden geoogst dan bij bedrijf B.



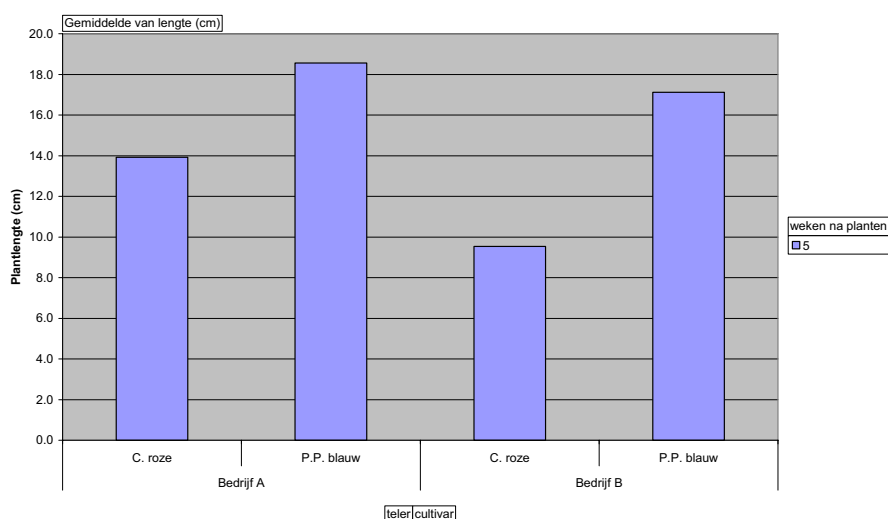
Figuur 4. Gemiddeld drooggewicht per plant 5 weken na planten bij twee telers en twee cultivars ($n=10$).



Figuur 5. Gemiddeld versgewicht per plant 5 weken na planten bij twee telers en twee cultivars ($n=10$).



Figuur 6. Gemiddeld droge stof percentage 5 weken na planten bij twee telers en twee cultivars ($n=10$).



Figuur 7. Gemiddelde plantlengte 5 weken na planten bij twee telers en twee cultivars ($n=10$).

De planten waar de webcam bij geplaatst stond (C. roze op bedrijf B) vertoonden geen brandkoppen. Wel was te zien dat het blad 's morgens vroeg spitsers stond en zich vervolgens openvouwde. 's Nachts was het te donker om iets op de foto's te zien.

3.3 Bodem- en bladanalyses

De belangrijkste resultaten van de bodem- en bladanalyses zijn hieronder weergegeven. De overige resultaten van de bodemanalyses zijn in tabelvorm weergegeven in Bijlage I en van de bladanalyses in Bijlage II.

3.3.1 EC en pH

De EC bij bedrijf A was duidelijk hoger dan bij bedrijf B (Tabel 3). De verschillen in pH zijn kleiner, maar bedrijf A heeft een lagere pH dan bedrijf B (Tabel 4).

Tabel 3. *EC (mS/cm) gedurende de proefperiode.*

		weken na planten					Gemiddeld
		0	2	3	4	5	
Bedrijf A	C. roze	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	C. wit	1.0	1.4	1.2	1.3	-	1.2
	P.P. blauw	¹	-	-	-	1.3	1.3
Bedrijf B	C. roze	-	-	-	-	1.0	1.0
	P.P. blauw	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9
	P.P. wit	0.9	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0

¹ Van P.P. blauw en C. roze is alleen in week 5 een meting op beide bedrijven gedaan.

Tabel 4. *pH gedurende de proefperiode.*

		weken na planten					Gemiddeld
		0	2	3	4	5	
Bedrijf A	C. roze	6.7	6.5	6.6	6.6	6.5	6.6
	C. wit	7	6.7	6.8	6.8	-	6.8
	P.P. blauw	¹	-	-	-	6.5	6.5
Bedrijf B	C. roze	-	-	-	-	6.9	6.9
	P.P. blauw	7.3	7	6.9	7.1	6.9	7.0
	P.P. wit	7.2	6.9	6.9	7	6.9	7.0

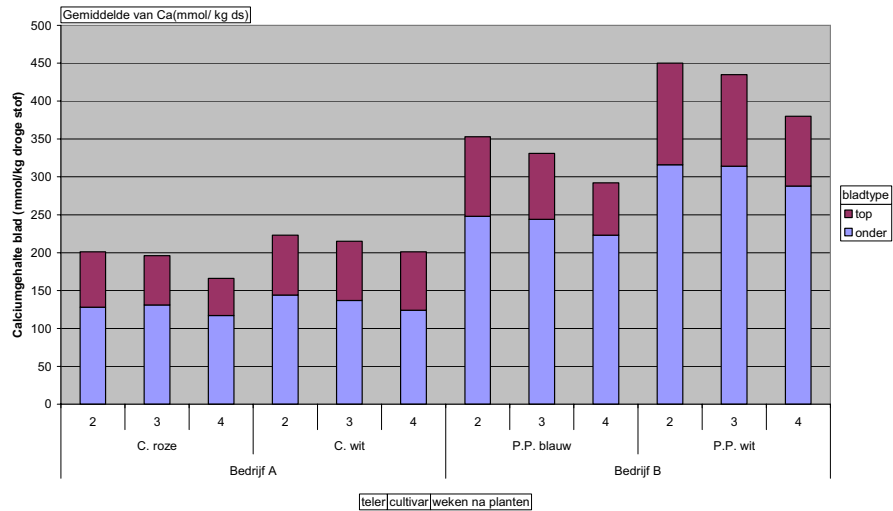
¹ Van P.P. blauw en C. roze is alleen in week 5 een meting op beide bedrijven gedaan.

3.3.2 Calcium

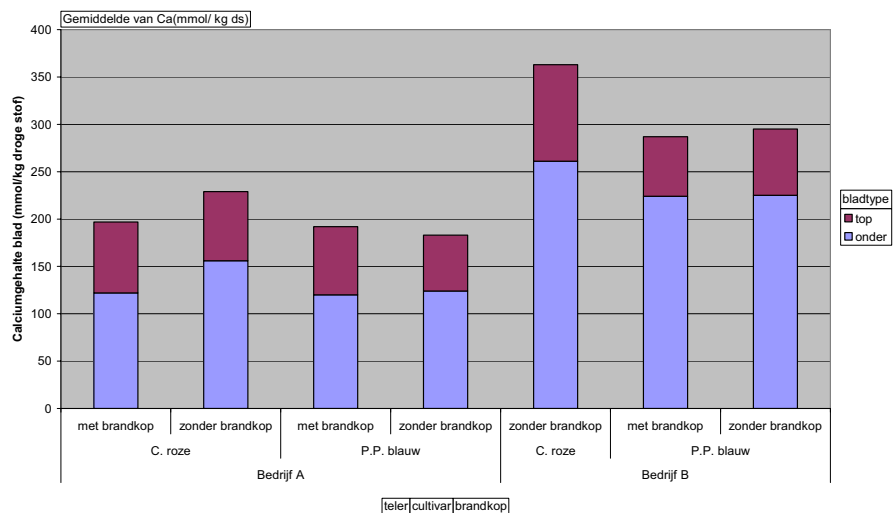
Het calciumgehalte in het onderste blad is bij bedrijf A voor alle cultivars duidelijk lager dan bij bedrijf B (Figuur 7 en 8). In de top van de plant is bij C. roze van bedrijf A minder calcium (74 mmol/kg droge stof) aanwezig dan bij C. roze van bedrijf B (102 mmol/kg droge stof). Voor P.P. blauw is dit verschil in de top minder duidelijk. Bij P.P. wit is duidelijk meer calcium in de top aanwezig dan bij C. wit, maar voor deze cultivars kunnen de bedrijven niet worden vergeleken.

In de top is duidelijk minder calcium aanwezig dan in de onderste bladeren. Bij beide bedrijven en alle cultivars neemt het calciumgehalte in het blad van de tweede week na planten naar de vierde week na planten iets af (Figuur 8).

In Figuur 9 is ook het calciumgehalte weergegeven van planten met en zonder brandkoppen, nu alleen 5 weken na planten. Bij C. roze bij bedrijf A is het calciumgehalte in de planten met brandkoppen iets lager, maar bij P.P. blauw is dit niet te zien. Ook is te zien dat het calciumgehalte van de C. roze bij bedrijf A zowel met als zonder brandkoppen een stuk lager is dan de C. roze bij bedrijf B. Dit laat een verband zien met het verschil in percentage brandkoppen tussen de bedrijven, welke bij bedrijf A hoger is dan bij bedrijf B. De verschillen tussen de cultivars laten dit verband ook enigszins zien, maar minder duidelijk dan tussen de bedrijven. P.P. wit heeft de minste brandkoppen en het hoogste calciumgehalte.

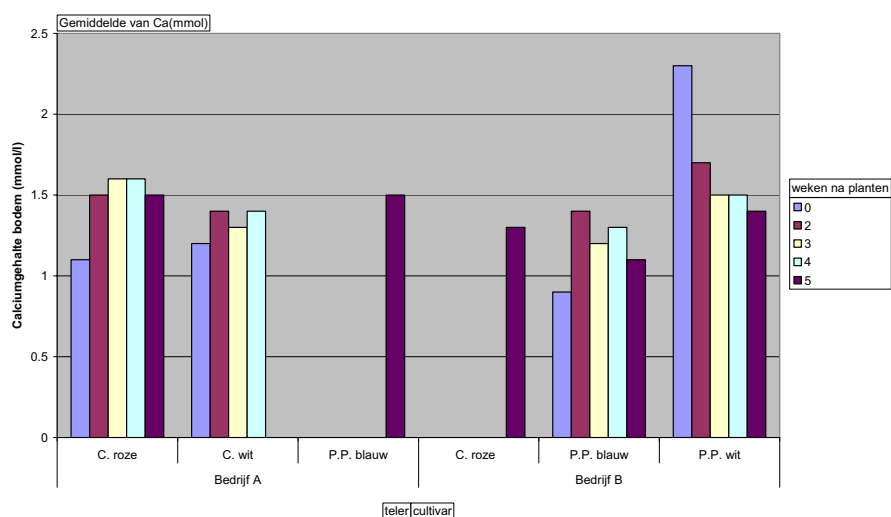


Figuur 8. Het verloop van het calciumgehalte in het blad van de top van de plant en de onderste bladparen bij twee bedrijven en vier verschillende cultivars (!) van 2, 3 en 4 weken na plantdatum.



Figuur 9. Calciumgehalte in het blad van de top van de plant en de onderste bladparen bij twee bedrijven en twee cultivars, 5 weken na plantdatum. Planten met en zonder brandkoppen zijn apart bemonsterd. Van C. roze bij bedrijf B waren te weinig planten met brandkoppen aanwezig om te kunnen bemonsteren.

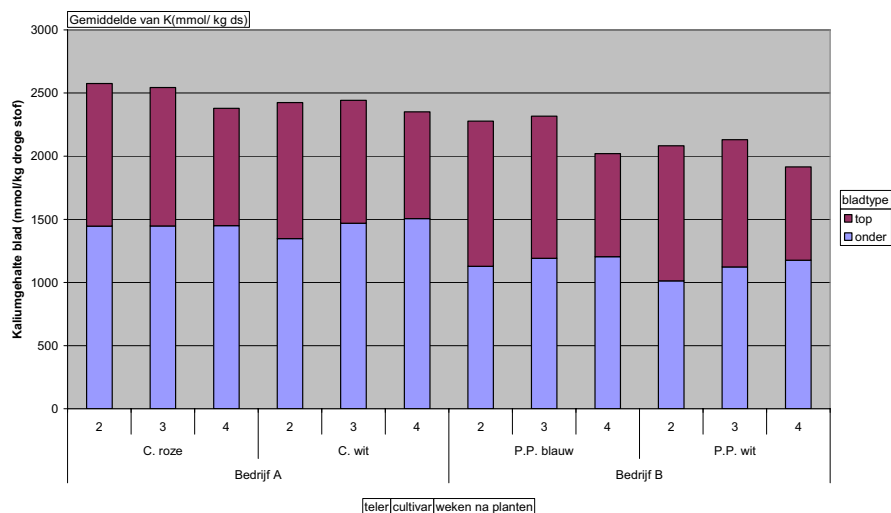
Ondanks het verschil in calciumgehalte in het blad tussen beide bedrijven, lijkt het calciumgehalte in de bodem voor beide bedrijven ongeveer gelijk (Figuur 10). Opgemerkt moet worden dat deze analyse geen onderscheid kan maken in gebonden en vrij opneembare calcium. De gemeten waarden komen dus niet helemaal overeen met de hoeveelheid calcium die daadwerkelijk voor directe opname aanwezig is.



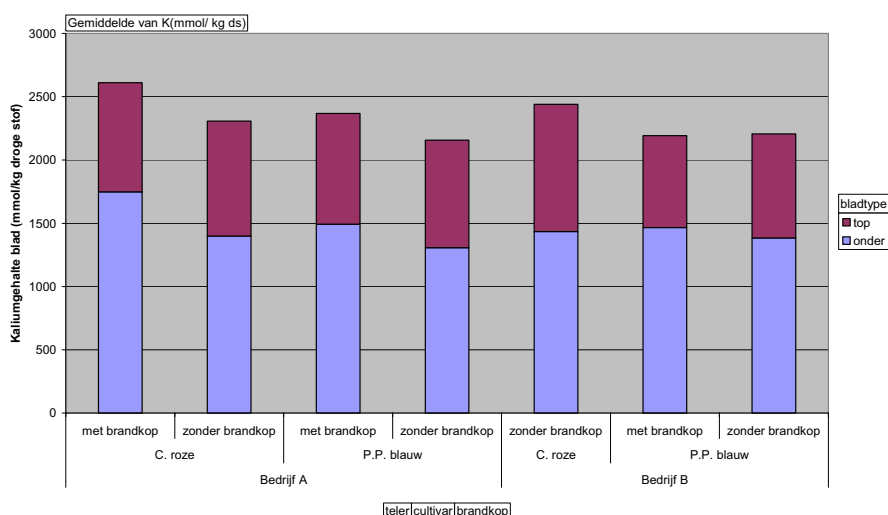
Figuur 10. Verloop van het calciumgehalte gedurende de proefperiode in de bodem bij twee bedrijven en vier verschillende cultivars van 0 tot 5 weken na plantdatum. Van P.P. blauw op bedrijf A en C. roze op bedrijf B zijn alleen 5 weken na plantdatum monsters genomen.

3.3.3 Kalium

Het kaliumgehalte in het blad laat geen duidelijke verschillen zien tussen beide bedrijven (Figuur 11 en 12). Het kaliumgehalte in de top is lager dan in de onderste bladeren en neemt bij beide bedrijven voor alle cultivars iets af van 2 tot 4 weken na planten (Figuur 11). Planten met brandkoppen hebben een iets hoger kaliumgehalte in het blad dan planten zonder brandkoppen (Figuur 12).

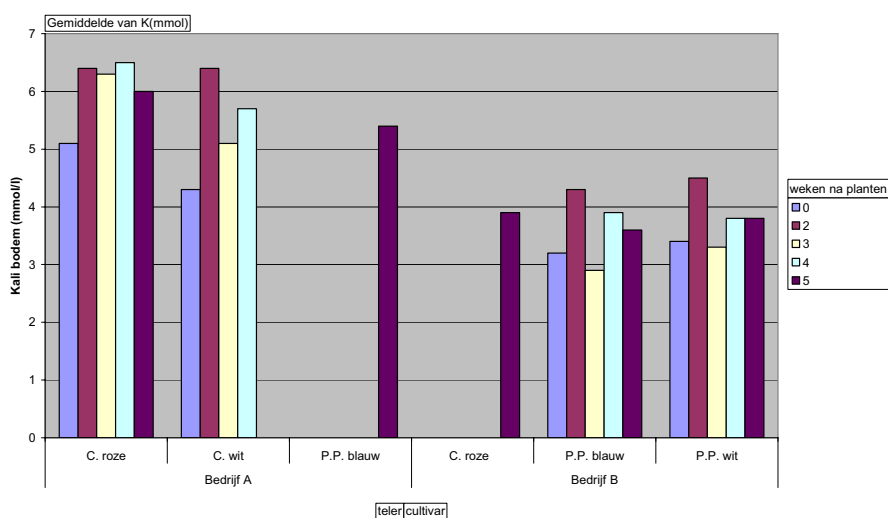


Figuur 11. Het verloop van het kaliumgehalte in het blad van de top van de plant en de onderste bladparen bij twee bedrijven en vier verschillende cultivars van 2, 3 en 4 weken na plantdatum.



Figuur 12. Kaliumgehalte in het blad van de top van de plant en de onderste bladparen bij twee bedrijven en twee cultivars, 5 weken na plantdatum. Planten met en zonder brandkoppes zijn apart bemonsterd. Van C. roze bij bedrijf B waren te weinig planten met brandkoppes aanwezig om te kunnen bemonsteren.

Ondanks het vergelijkbare kaliumgehalte in het blad, is het kaligehalte in de bodem bij bedrijf A duidelijk hoger dan bij bedrijf B. Er is geen duidelijke toe- of afnemende trend van het kaligehalte in de bodem gedurende het verloop van de proef (Figuur 13).

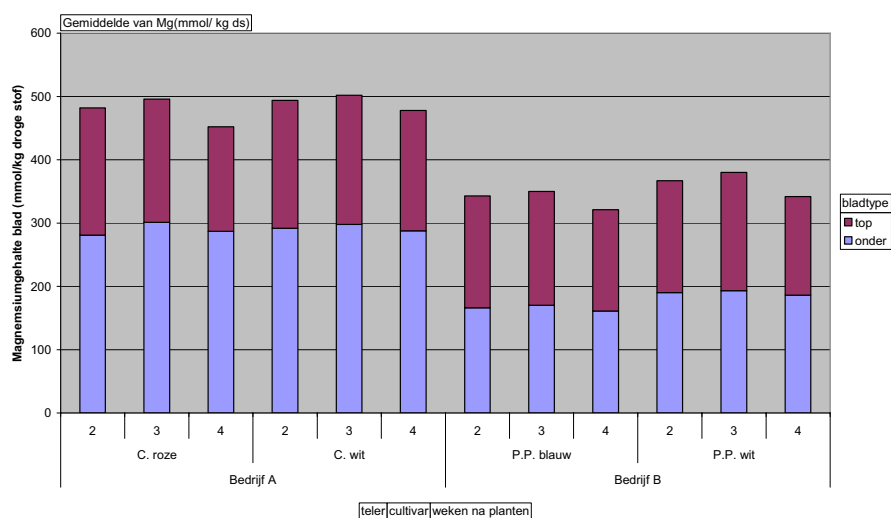


Figuur 13. Verloop van het kaligehalte gedurende de proefperiode in de bodem bij twee bedrijven en vier verschillende cultivars van 0 tot 5 weken na plantdatum.

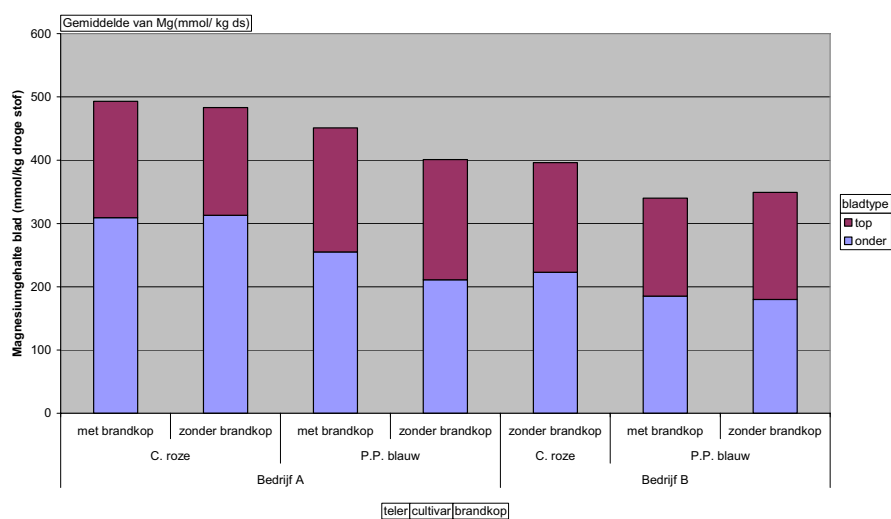
3.3.4 Magnesium

Het magnesiumgehalte in het onderste blad is bij bedrijf A duidelijk hoger dan bij bedrijf B. Het gehalte in de top is vergelijkbaar. Het magnesiumgehalte in de top neemt bij beide bedrijven voor alle cultivars enigszins af van 2 tot

4 weken na planten (Figuur 14). Er is geen verschil waarneembaar in magnesiumgehalte tussen planten met en zonder brandkoppen (Figuur 15).

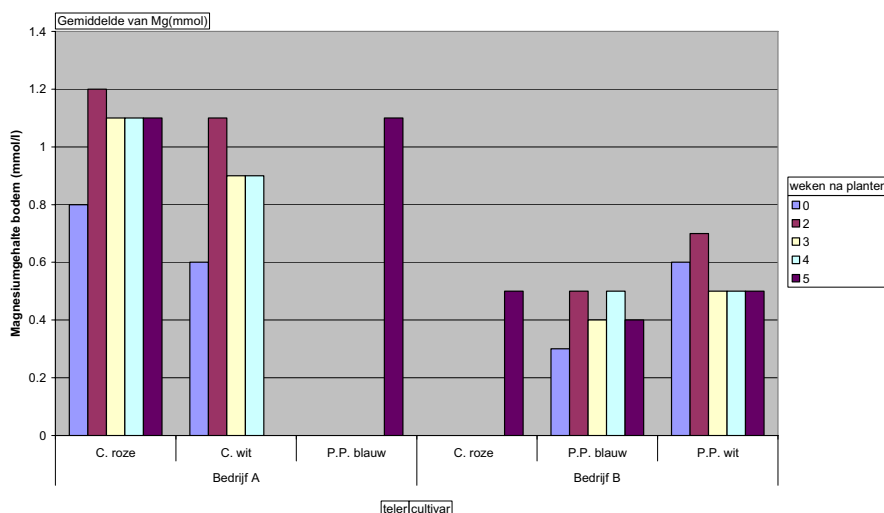


Figuur 14. Het verloop van het magnesiumgehalte in het blad van de top van de plant en de onderste bladparen bij twee bedrijven en vier verschillende cultivars van 2, 3 en 4 weken na plantdatum.



Figuur 15. Magnesiumgehalte in het blad van de top van de plant en de onderste bladparen bij twee bedrijven en twee cultivars, 5 weken na plantdatum. Planten met en zonder brandkoppen zijn apart bemonsterd. Van C. roze bij bedrijf B waren te weinig planten met brandkoppen aanwezig om te kunnen bemonsteren.

Het magnesiumgehalte in de bodem is bij bedrijf A duidelijk hoger dan bij bedrijf B. Er is geen duidelijk toe- of afnemende trend te zien gedurende het verloop van de proef (Figuur 16).



Figuur 16. Verloop van het magnesiumgehalte gedurende de proefperiode in de bodem bij twee bedrijven en vier verschillende cultivars van 0 tot 5 weken na plantdatum.

3.3.5 Overige elementen

Van de overige bodemelementen zijn de meest opmerkelijke verschillen als volgt. Het natrium-, SO_4 , P en Si gehalte zijn bij bedrijf A hoger dan bij bedrijf B. HCO_3 is bij bedrijf A lager dan bij bedrijf B. Er zijn enige verschillen in sporenelementen aanwezig, maar deze zijn van minder belang vanwege de grondgebonden teelt. De resultaten van de bodemanalyses per element, teler en cultivar zijn weergegeven in Bijlage I.

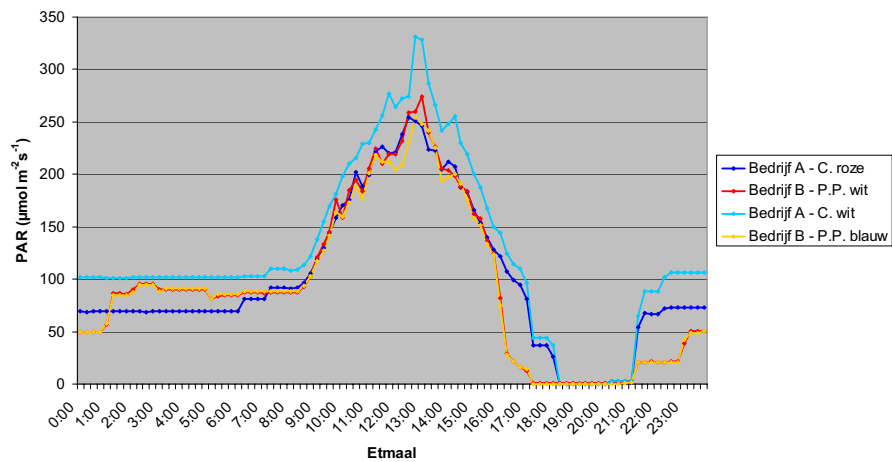
Bij de bladanalyses valt op dat het natriumgehalte en S-gehalte in het blad bij bedrijf A hoger is dan bij bedrijf B, zowel in de top als het onderste blad. De resultaten van de bladanalyses per element, bedrijf, cultivar, bladtype en met of zonder brandkop zijn weergegeven in Bijlage II.

3.4 Klimaatgegevens

3.4.1 PAR

De lichtintensiteit op gewasniveau is weergegeven in Figuur 16. Hierbij is het verloop gedurende het etmaal weergegeven, gemiddeld over de proefperiode. Hier is te zien dat bedrijf A bij de C. wit meer heeft belicht dan bij de C. roze. Bedrijf B is in de namiddag eerder gaan verduisteren dan bedrijf A en heeft kortere daglengtes.

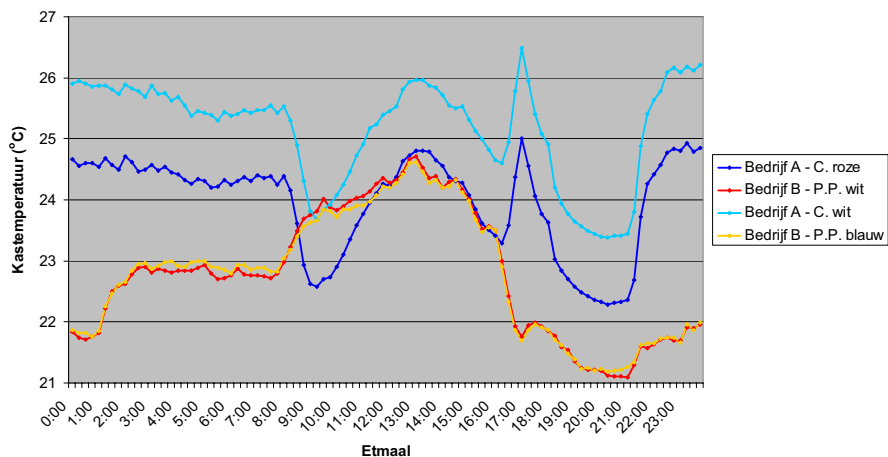
De natuurlijke instraling was de eerste week na planten vrij laag. Op gewasniveau inclusief belichting, varieerde de maximale lichtintensiteit per dag in die week tussen de 100 en 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. In de tweede en derde week na planten was er wat meer licht (250-500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) en in de vierde week waren er weer wat donkerdere dagen bij (200-500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). De dagen 23, 28 en 32 dagen na plantdatum waren donkere dagen direct na relatief lichte dagen.



Figuur 17. Lichtintensiteit op gewasniveau gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.

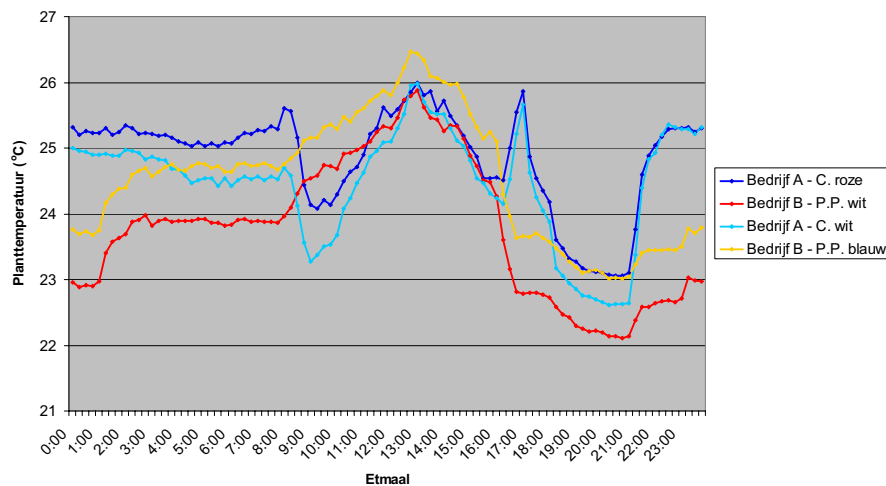
3.4.2 Kas- en planttemperatuur

Bedrijf A heeft met name in de nacht een hogere kasttemperatuur gerealiseerd dan bedrijf B (Figuur 18). Het verschil tussen C. wit en C. roze op bedrijf A komt door het verschil in belichtingsniveau. Opmerkelijk op bedrijf A zijn de temperatuurschommelingen. De daling van de kasttemperatuur in de ochtend op bedrijf A (ca. 1,5°C gemiddeld) komt voornamelijk door de opening van het scherm (zie ook Figuur 20) en ook enigszins door de watergift in de morgen. Bedrijf B gaf in de namiddag water, waardoor de temperatuurdaling gelijk valt met de natuurlijke temperatuurdaling. De piek in de namiddag bij bedrijf A komt doordat de lampen nog aan staan en het doek dichtgaat. Rond 21 uur stijgt de temperatuur weer op beide bedrijven, omdat de lampen weer aangaan.

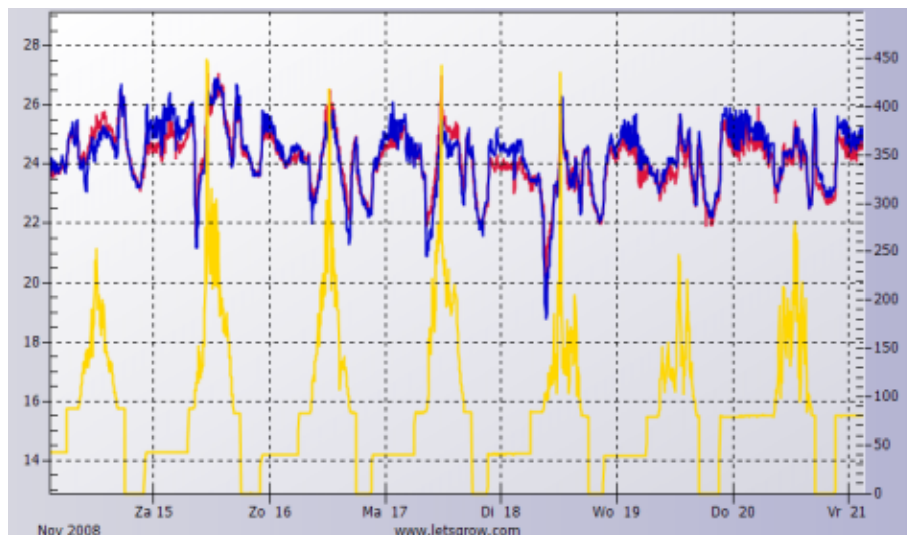


Figuur 18. Kasttemperatuur gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.

De planttemperatuur loopt mee met de kasttemperatuur (Figuur 19). Opmerkelijk is dat de planttemperatuur bij bedrijf B hoger ligt dan de kasttemperatuur. Op bedrijf A liggen deze dicht bij elkaar. De sensoren zijn bij beide bedrijven op het Noorden gericht om directe instraling te voorkomen, maar mogelijk was er op bedrijf B relatief veel verwarmingsbuis in het meetvlak van de planttemperatuursensor aanwezig vanwege de ligging. De planten hadden de bodem en de verwarmingsbuizen nog niet bedekt in het jonge stadium waarin de proef is uitgevoerd. Om de fluctuaties weer te geven is in Figuur 20 het verloop van de plant- en kasttemperatuur weergegeven van een aantal dagen. Hier is te zien dat de planttemperatuur op 14, 16 en 17 november ongeveer een halve graad boven de kasttemperatuur stijgt. Dit valt gelijk met en na een stijging van de lichtintensiteit. De RV was op deze momenten ruim boven de 70%.



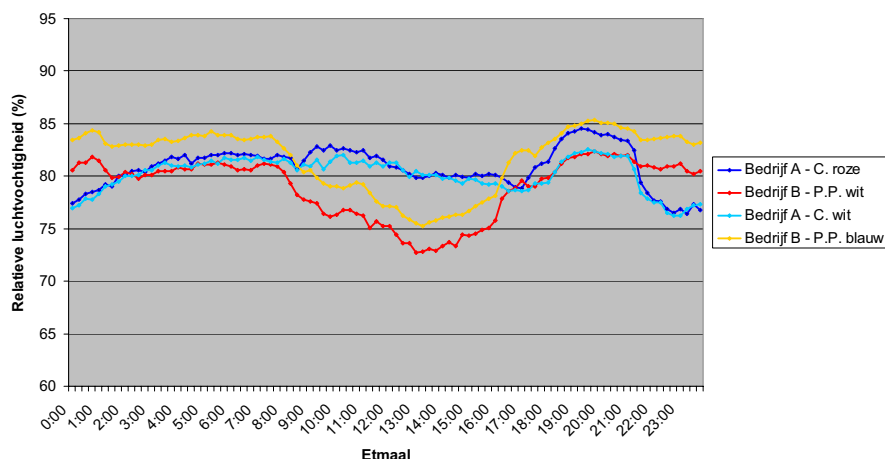
Figuur 19. Planttemperatuur gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.



Figuur 20. Planttemperatuur (rood), kasttemperatuur (blauw) in °C en lichtintensiteit (geel) in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ van bedrijf A bij cultivar C. roze van 14 t/m 21 november. De verticale stippellijn is om 00:00 uur van die dag.

3.4.3 Relatieve luchtvochtigheid

Als wordt gekeken naar de relatieve luchtvochtigheid gedurende het etmaal (gemiddeld over de proefperiode) zijn verschillen tussen de bedrijven te zien (Figuur 21). Bij bedrijf B zakt de RV overdag ongeveer 10% omlaag ten opzichte van de nacht. In de namiddag loopt deze weer op door de watergift. Bij bedrijf A blijft de RV gedurende de dag wat hoger, waarschijnlijk dankzij de watergift in de ochtend. Desondanks zijn de verschillen tussen beide bedrijven gemiddeld niet groter dan 7%. De hoogste RV wordt bereikt in de avond rond 20 uur.



Figuur 21. Relatieve luchtvochtigheid gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.

In Tabel 5 en 6 zijn de uitersten van de relatieve luchtvochtigheid in tabel weergegeven, gemeten met de meetbox van I4all. Iedere 5 minuten was er een meting. De relatieve luchtvochtigheid is gedurende de proefperiode nooit lager geweest dan 63% en nooit hoger dan 95% (Tabel 5). De bedrijven zijn hierin ongeveer gelijk. De momenten waarop de RV zo hoog opliep, komen overeen met de momenten van watergift. Ook het aantal momenten dat de relatieve luchtvochtigheid boven de 85% is laat geen eenduidige verschillen zien tussen de bedrijven. De verschillen tussen de twee sensoren per bedrijf, ieder bij een andere cultivar geplaatst, zijn namelijk groter. Een percentage van 10% >85% RV, in deze Tabel 6 houdt in dat gedurende 10% van de proefperiode de RV boven de 85% was. Gemiddeld is dit dus ca. 2,4 uur per etmaal. 1% >90% komt grofweg overeen met gemiddeld een kwartier per etmaal. In de week voordat de eerste brandkoppelen zichtbaar waren, was bij bedrijf A de RV tweemaal boven de 90%. Ook dit was op de momenten van watergift. Bij de watergift van bedrijf B in die week (eenmaal), bleef de RV onder de 85%. De temperatuurfluctuaties zijn ook enigszins terug te zien in het verloop van de RV.

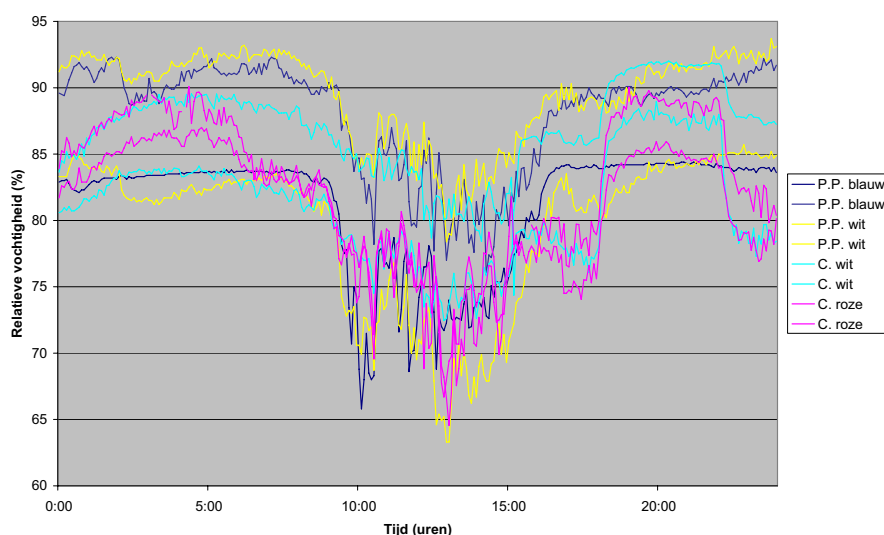
Tabel 5. Laagst en hoogst gemeten relatieve luchtvochtigheid (%) gedurende de proef.

	Laagst gemeten RV	Hoogst gemeten RV
Bedrijf A – C. roze	68	94
Bedrijf A – C. wit	67	95
Bedrijf B. – P.P. blauw	66	94
Bedrijf B. – P.P. wit	63	91

Tabel 6. *Percentage van de gemeten waarden (5-minutenwaarden) gedurende de proefperiode waarbij de relatieve luchtvochtigheid hoger was dan respectievelijk 85 en 90%.*

	>85	>90
Bedrijf A – C. roze	10.2	0.8
Bedrijf A – C. wit	12.7	1.5
Bedrijf B. – P.P. blauw	18.2	0.7
Bedrijf B. – P.P. wit	3.0	0.1

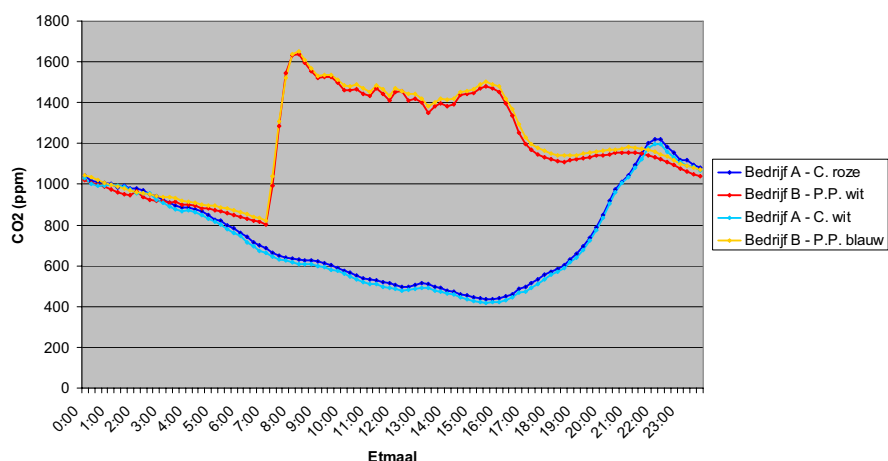
De meetgegevens van de draadloze sensoren vlakbij de knop laten zien dat op 13 november de RV redelijk fluctueert in vergelijking met de andere dagen van de proef. Op deze dag is op gewasniveau rond het middaguur een instraling gemeten van 400-600 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Per cultivar zijn twee sensoren geplaatst. In Figuur 22 zijn deze resultaten voor beide bedrijven weergegeven. Hier is te zien dat de verschillen tussen de sensoren die bij dezelfde cultivar op hetzelfde bedrijf hebben gestaan, onderling groter zijn dan de verschillen tussen de bedrijven of de cultivars. Uit deze meting kunnen dus geen betrouwbare verschillen tussen de bedrijven worden aangetoond.



Figuur 22. *Relatieve luchtvochtigheid rondom de knop op 13 november (22 dagen na planten) op bedrijf A (C. wit en C. roze) en bedrijf B (P.P. blauw en P.P. wit). Per cultivar waren twee microsensoren aanwezig.*

3.4.4 CO₂

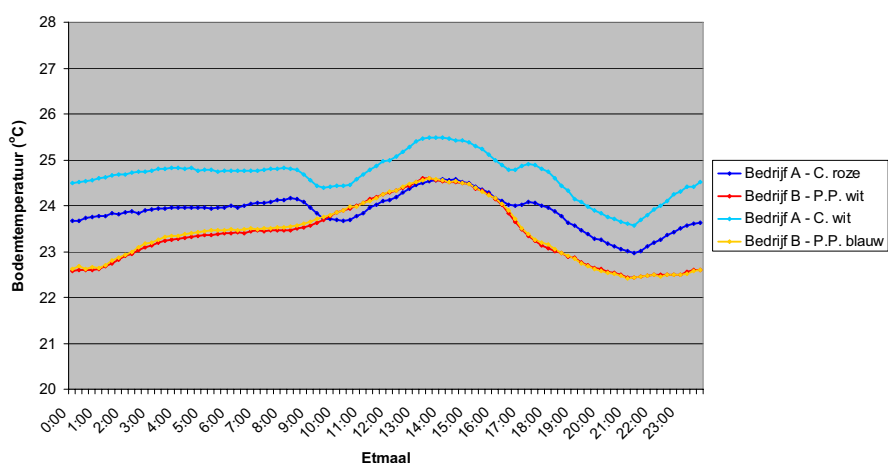
Het CO₂ niveau is op bedrijf B veel hoger dan op bedrijf A, vooral gedurende de dag (Figuur 23). Op bedrijf B is er wel sprake geweest van een storing half november, waardoor teveel CO₂ werd gedoseerd. Dit leidde 's nachts tot pieken boven de 2000 ppm (maximale bereik sensor). Ook bij bedrijf A liep vanwege het stomen de CO₂ 's nachts weleens op tot boven de 2000 ppm.



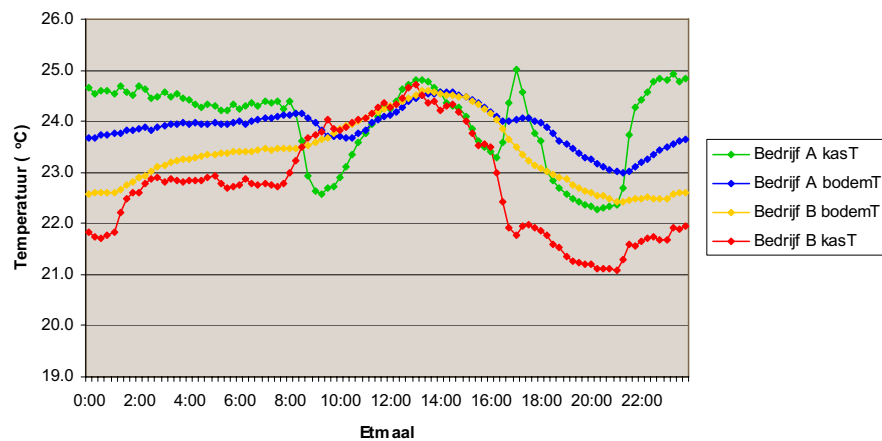
Figuur 23. CO_2 niveau gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.

3.4.5 Bodemklimaat

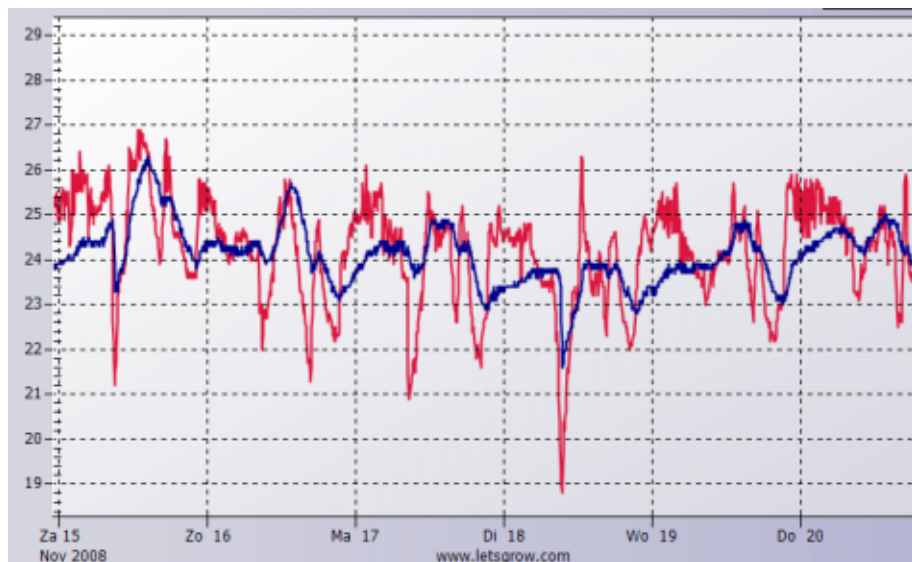
In Figuur 24 is te zien dat net als bij de kasttemperatuur, de bodemtemperatuur bij bedrijf A hoger is dan bij bedrijf B. Het verloop van de bodemtemperatuur gedurende het etmaal, loopt vertraagd mee met het verloop van de kasttemperatuur (Figuur 25). Tijdens de piekmomenten kunnen de verschillen oplopen tot ruim 2°C. Er zijn geen sterke fluctuaties in bodemtemperatuur waargenomen. In vergelijking met de kasttemperatuur valt op dat op bedrijf B de bodemtemperatuur bijna altijd hoger is dan de kasttemperatuur. Op bedrijf A is 's nachts de bodemtemperatuur lager dan de kasttemperatuur. 's Morgens en 's avonds is de bodemtemperatuur hoger dan de kasttemperatuur.



Figuur 24. Bodemtemperatuur gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.

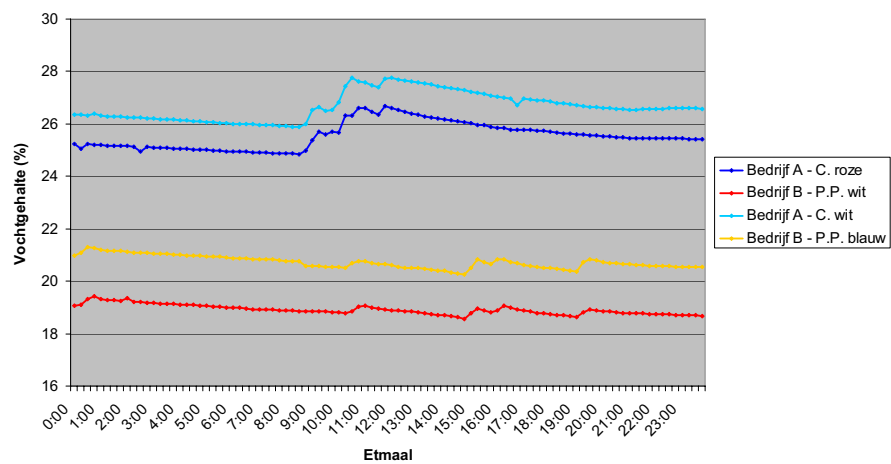


Figuur 25. Bodem- en kastemperatuur gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op Bedrijf A bij C. roze en op bedrijf B bij P.P. wit.



Figuur 26. Bodemtemperatuur (blauw) en kastemperatuur (rood) in °C van bedrijf A bij cultivar C. roze van 15 t/m 20 november. De verticale stippellijn is om 00:00 uur van die dag.

Het gemeten vochtgehalte ligt bij bedrijf A hoger dan bij bedrijf B. Hier moet voorzichtig mee om worden gegaan, omdat het vochtgehalte sterk afhankelijk is van het bodemtype. Het bodemtype van bedrijf B is zanderiger dan bedrijf A. De totale watergift tussen de bedrijven was ongeveer gelijk. De pieken in de grafiek zijn de momenten van watergift.



Figuur 27. Vochtgehalte in de bodem gedurende het etmaal, gemiddeld over de proefperiode op twee bedrijven van vier cultivars.

4 Discussie

Brandkoppen

Tussen de bedrijven zijn grote verschillen gevonden in percentage brandkoppen. Het percentage brandkoppen mag alleen tussen de bedrijven vergeleken worden voor de cultivars C. roze en P.P. blauw omdat alleen deze cultivars op beide bedrijven aanwezig waren. Meest opmerkelijk was het grote verschil (67%) tussen de bedrijven in percentage brandkoppen van C. roze. Mogelijk is dit niet alleen veroorzaakt door bedrijfsverschil, maar ook door een partijverschil. Omdat er tussen de bedden bij bedrijf A ook verschil was in percentage brandkoppen, is mogelijk de partij C. roze niet homogeen geweest. Achteraf gezien kan dit zijn ontstaan doordat een partij planten uit een sortering bestaat van drie andere partijen. Ondanks dat de C. roze bij bedrijf A en B van dezelfde partij afkomstig zijn, kan de oorspronkelijke partij toch verschillend zijn geweest. In het vervolg zullen dus meerdere bakken of een steekproef uit meerdere bakken genomen moeten worden, in plaats van een gehele bak te nemen.

Omdat ook bij P.P. blauw het percentage brandkoppen bij bedrijf A groter is dan bij bedrijf B, lijkt er wel een effect te zijn van teeltwijze op het percentage brandkoppen. Het is dus niet alleen een cultivareffect. Om dit met meer zekerheid te kunnen zeggen, zullen bij beide bedrijven groter of vaker partijen van dezelfde cultivar uitgeplant en waargenomen moeten worden.

Het moment waarop de eerste brandkoppen ontstonden was vanaf 4 à 5 weken na plantdatum en stabiliseert na ongeveer 6 weken na plantdatum. Dit is tijdens de knopontwikkeling, wat aantoont dat dit een gevoelige periode is. Dit is ook in eerder onderzoek naar voren gekomen (Islam *et al.*, 2004). Mogelijk is de aanleg van nieuwe wortels in deze periode van knopaanleg beperkt. Er zijn meerdere onderdelen van de teeltwijze die verschillen tussen de bedrijven, waarvan waarschijnlijk meerdere het verschil in brandkoppen tussen bedrijf A en bedrijf B veroorzaken.

Gewasgroei

Volgens de telers ontstaan brandkoppen vooral bij planten met een zware groei, maar dat is in dit onderzoek niet aangetoond. Alleen bij C. roze was het drooggewicht en droge stof percentage bij bedrijf A hoger dan bij bedrijf B, maar bij P.P. blauw is dit verschil zeer klein. Bij snelle groei van blad dat weinig kan verdampen, kan het calciumgehalte in het blad ook dalen. Hierdoor zijn de celwanden en membranen minder stevig, wat een verhoogde gevoeligheid voor brandkoppen kan veroorzaken (Islam *et al.*, 2004). Er is echter geen eenduidig verband gevonden tussen brandkopgevoeligheid van de cultivar en het droge stof percentage van de cultivar.

Duits onderzoek (Saure, 1998) meldt dat antigibbelerine brandkoppen in groenten kunnen verminderen. Het hormoon gibbelerine stimuleert de strekking en werkt calciumtransport naar snelgroeiend weefsel tegen. Hierdoor worden de celwanden zwakker en kunnen ze sneller strekken. Door antigibbelerine te spuiten worden de celwanden sterker, maar heeft echter wel groeiremming tot gevolg. Op bedrijf A hadden beide cultivars iets meer lengtegroei dan op bedrijf B en het drooggewicht/cm is daarmee iets lager op bedrijf A. Hoewel de verschillen niet groot zijn, sluit het wel aan bij deze theorie dat meer gestrekte cellen gevoeliger zijn voor brandkoppen. Het zou onderzocht kunnen worden of het bespuiten met een antigibbelerine (bijvoorbeeld Alar of Cycocel) brandkoppen kan verminderen. De vraag is of de groeiremming dan nog acceptabel is.

Van een relatie tussen autotoxiteit en brandkoppen in *Lisianthus* is nog niets bekend.

Nutriënten

Er zijn duidelijke verschillen gevonden in nutriëntengehaltes in bodem en blad tussen bedrijf A en B. Gebaseerd op bestaande kennis, bieden deze verschillen een verklaring van het verschil in aanwezigheid van brandkoppen tussen beide bedrijven. Het meest opmerkelijke verschil is het hoge magnesiumgehalte in de bodem bij bedrijf A in vergelijking met bedrijf B. Van magnesium is bekend dat het een antagonistische werking heeft met calcium. Waar magnesium en calcium beiden in de bodem aanwezig zijn, wordt magnesium makkelijker door de plant opgenomen, ten koste van de calciumopname. Dat magnesium wel goed opgenomen wordt is te zien aan het hogere magnesiumgehalte in het blad bij bedrijf A. Ook het kali gehalte in de bodem is bij bedrijf A hoger dan bij bedrijf B. Van kali is ook bekend dat het een antagonistische werking heeft met calcium, al is het in mindere mate dan magnesium.

De verschillen in EC en pH tussen de bedrijven waren dermate gering, dat deze tijdens deze proef waarschijnlijk geen groot effect hebben gehad op het verschil in brandkoppen. Wel is bekend dat een te hoge EC de opname van nutriënten in het algemeen kan remmen, doordat de wateropname wordt bemoeilijkt vanwege het kleinere potentiaalverschil tussen de plant en het wortelmilieu. Dit is dus ook niet bevorderlijk voor de calciumopname. Door deze beperkte wateropname krijgt de plant een hoger droge stof gehalte. Een lage EC kan zorgen voor een hogere worteldruk. Dit is gunstig om calcium in de top te krijgen, maar ongunstig als de verdamping heel laag is. Dan kunnen problemen ontstaan doordat de worteldruk de cellen kapot drukt. De pH beïnvloedt het bodemevenwicht. Bij een lage pH is er een gunstiger evenwicht omdat er meer CaCO_3 vrij in oplossing is dan bij een hoge pH. De hoeveelheid calcium gemeten in de bodem zegt weinig over de hoeveelheid calcium die vrij beschikbaar is voor opname. In het algemeen is circa 80% van de calcium geadsorbeerd aan de bodemdeeltjes. Het lagere calciumgehalte van het blad bij bedrijf A geeft aan dat er minder calcium in het blad terecht is gekomen. Eerder onderzoek toont aan dat bij *Lisianthus* visuele symptomen ontstaan van brandkoppen bij een calciumgehalte onder de 3,5 mg/g droge stof (Islam *et al.*, 2004). Dit komt overeen met 88 mmol/kg droge stof. De waarden die op bedrijf A en soms bij bedrijf B zijn gevonden in het bovenste blad, zijn vaak lager dan 88 mmol/kg droge stof. In de onderste bladeren wordt deze grenswaarde wel bereikt en daar zijn dan ook geen symptomen van brandkoppen aanwezig. In eerder onderzoek werd ook gevonden dat de bladrandjes met brandkoppen, minder calcium bevatten dan bladrandjes zonder brandkoppen (Islam *et al.*, 2004). Nu is dat verschil niet duidelijk aangetoond, maar dat komt waarschijnlijk doordat nu de gehele bovenste blaadjes zijn bemonsterd om een voldoende groot monster te hebben, in plaats van alleen het uiterste bladrandje.

Deze resultaten indiceren dat de calciumopname en daarmee de gehalten van magnesium en kali in de bodem van invloed zijn op de aanwezigheid van brandkoppen. Dit sluit ook aan bij veel andere gewassen waarvan bekend is dat fysiologische afwijkingen welke lijken op brandkoppen, vaak gerelateerd zijn aan calciumgebrek.

Licht en temperatuur

Transport en verdeling van calcium in de plant is afhankelijk van het klimaat, omdat het via het water opgenomen en verdeeld wordt, speelt de mate van verdamping een belangrijke rol. Praktijkervaring is dat brandkoppen vaak ontstaan in een periode met sterk wisselende instraling en temperatuurschommelingen. Dit is ook vanuit andere gewassen bekend. Een mogelijke verklaring vanuit de vruchtgroenten is dat donkere dagen een afname in de scheut- en wortelgroei veroorzaken. Alleen neemt de wortelgroei sterker af dan de scheutgroei. Bij sterke wisselingen kan dit een onbalans geven in wateropname en verdamping. Bij een hoge kasttemperatuur wordt dit effect versterkt (Dieleman, 2007). Mogelijk is bij bedrijf A ook de verhouding tussen wortel en scheut minder gunstig, vanwege de hogere kasttemperatuur. Het is niet uit te sluiten dat dit een rol speelt bij het ontstaan van brandkoppen.

Bedrijf A heeft een iets hogere lichtsom gerealiseerd en een hogere temperatuursom dan bedrijf B, maar vooral gedurende de nacht. Door de hogere temperatuur zijn de planten iets sneller gegroeid bij bedrijf A, terwijl het lichtniveau relatief niet veel hoger lag. Hierdoor zijn er minder assimilaten beschikbaar ten opzichte van de groeisnelheid, wat kan leiden tot zwakkere celwanden. Bij lelie is bekend dat in het gevoelige stadium beter is om de planten rustig, bij een lagere temperatuur, te laten groeien.

Opmerkelijk zijn de fluctuaties in kasttemperatuur op bedrijf A. 's Morgens zakt de temperatuur vrij snel met bijna 2 graden en aan het einde van de middag is er vaak een temperatuurpiek van 2 à 3 graden. Dit komt doordat het scherm dichtgaat terwijl de lampen aan staan. Zodra de lampen uitgaan, zakt de temperatuur weer. Door deze fluctuaties is het mogelijk dat de wateropname en verdamping niet in balans zijn. Dit zou een rol kunnen spelen bij fysiologische stress, maar hiervoor zijn gegevens van meerdere bedrijven en meer specifieke metingen vereist. Gedurende de proefperiode is sprake geweest van donkere dagen na relatief lichte dagen en andersom. Dit was op vijf dagen en op een dag voordat de eerste symptomen zichtbaar waren. Mogelijk hebben deze dagen ook een rol gespeeld bij het ontstaan van brandkoppen.

Relatieve vochtigheid

De fluctuaties in RV verschillen nauwelijks tussen de bedrijven en de gemeten RV zakt niet lager weg dan 63%. Gebaseerd op deze resultaten is het dus vrijwel uit te sluiten dat droogtestress in deze periode de brandkoppen heeft veroorzaakt. Een te hoge RV is aan de hand van deze resultaten ook niet direct als oorzaak aan te wijzen, want deze is op beide bedrijven maar zelden boven de 90% geweest. Van een RV boven de 95% is bekend dat het

calcium transport belemmert, met name gedurende de nacht (Islam et al, 2004). Deze hoge waarden zijn in dit onderzoek niet gesignaleerd, al kan de RV plaatselijk wel dit punt hebben bereikt. Tijdens en na de watergift bleef bijvoorbeeld het water in de koppen staan. Dit geeft wel aan dat de RV rond de top op dat moment 100% is geweest. In combinatie met hoge instraling zou dit ook necrotische plekken kunnen geven, maar dat is met dit onderzoek in de najaarsperiode niet aan te tonen. De RV was bij bedrijf A gedurende de dag wat hoger dan bij bedrijf B en in de nacht andersom, maar was beneden de 95%. Vanwege de kleine verschillen in RV tussen de bedrijven, het ontbreken van gemeten extremen in RV en omdat bedrijf B juist minder brandkoppen had dan bedrijf A, is de RV in de periode van dit onderzoek niet als duidelijke oorzaak van brandkoppen aan te wijzen.

CO₂

Op beide bedrijven loopt het CO₂ niveau 's nachts regelmatig op tot boven de 2000 ppm. Van veel gewassen is bekend dat boven de 1000 ppm al schade kan ontstaan. Ook het risico van schadelijke rookgassen wordt met deze hoge (WKK) CO₂ dosering vergroot. De huidmondjes kunnen dan sluiten. Er is in dit onderzoek echter geen verband gevonden tussen hoge CO₂ niveaus met de aanwezigheid van brandkoppen in *Lisianthus* gevonden.

Bodemtemperatuur

Het grootste deel van het opgenomen calcium gaat naar de onderste delen van de plant. Dit is ook in de resultaten van dit onderzoek voor *Lisianthus* te zien. Van calcium is bekend dat het eenmaal getransporteerd naar de meest verdampende, onderste delen, niet herverdeeld wordt naar de minder verdampende, jongere plantendelen. Vanwege de lage verdamping van de jongere delen moet calcium daar vooral via de worteldruk terechtkomen. In vergelijking met de verdamping, is de worteldruk zeer laag. Worteldruk en opname van calcium neemt enigszins toe bij een hogere bodemtemperatuur. Op bedrijf A is de bodemtemperatuur hoger geweest dan bij bedrijf B, vooral gedurende de nacht. Het is zeer de vraag of deze temperatuursverschillen groot genoeg zijn om een noemenswaardig verschil in effect op brandkoppen te verklaren. In theorie zou door de hogere bodemtemperatuur bij bedrijf A meer calcium via de worteldruk naar de top getransporteerd moeten kunnen worden. Dit is echter niet terug te zien in de calcium-opname. Waarschijnlijk is de calciumopname op dit bedrijf onderdrukt door de aanwezigheid van antagonisten. Ook de verhouding met de kasttemperatuur kan hierbij een rol spelen. Op bedrijf A varieert deze gedurende het etmaal. Bij lelie is ondervonden dat actieve bodemkoeling in de zomer kan leiden tot meer brandkoppen. De verdamping en daarmee calciumtransport is in deze situatie voldoende, dus vermoedelijk is door de lage bodemtemperatuur de calciumopname te beperkt (Kok, 2009). In deze situatie waren de temperatuurverschillen tussen bodem en kas echter veel extremer, dan in de *Lisianthus*proef.

In situaties met weinig instraling is de theorie dat te hoge worteldruk gedurende de nacht, de jonge cellen kapot kan drukken, omdat zij niet verdampen en nog dunne celwanden hebben. Dit is vooral het geval aan het einde van de nacht, na een heel zonnige dag. De plant heeft dan veel suikers aangemaakt en dan kan een grote opname van ionen in de wortels plaatsvinden. Daardoor trekken de wortels ook meer water aan en zal de worteldruk stijgen. Theorieën over worteldruk zijn moeilijk aan te tonen, omdat de worteldruk niet goed gemeten kan worden (Kamminga, 2009). Uitgaande van deze theorie zou bij bedrijf A vanwege de hogere bodemtemperatuur, de worteldruk hoger zijn en daardoor meer schade aan kunnen richten als de verdamping laag is. Dit sluit wel aan bij de hogere hoeveelheid brandkoppen op bedrijf A, maar er is onvoldoende bekend over de relatie tussen worteldruk en brandkoppen om deze conclusie te mogen trekken.

Ontstaan brandkop

Wat er precies gebeurt op het moment dat een brandkop ontstaat, is met dit onderzoek nog niet aangetoond. Er waren gedurende de proef namelijk meerdere momenten aanwezig waarop de brandkoppen zouden kunnen zijn ontstaan. Omdat de planten voor de webcam geen brandkoppen vertoonden, was het kritieke moment niet uit deze beelden af te leiden. In vervolgonderzoek moet met meerdere webcams worden gewerkt om dit risico te beperken. Wel zijn er een aantal aanknopingspunten. Gebaseerd op de resultaten is in eerste instantie de calciumopname te laag. Hierdoor zijn de celwanden minder sterk, waardoor deze eerder kapot gaan. Calciumgebrek zorgt er daardoor voor dat brandkoppen sneller kunnen optreden. Voldoende calcium in de top is dus een eerste voorwaarde waar aan

voldaan moet worden om tolerantie op te bouwen tegen ongunstige klimaatomstandigheden. Grofweg zijn er drie mogelijkheden van wat er gebeurt om het moment dat een brandkop ontstaat.

De eerste is een te hoge verdamping ten opzichte van de wateropname, waardoor droogtestress ontstaat en het water uit de bladpunten en top wordt onttrokken. De cellen drogen uit.

De tweede is dat de top zich door te lage verdamping t.o.v. de instraling onvoldoende kan koelen, de koptemperatuur te hoog oploopt en de cellen uitdrogen.

De derde is een te lage verdamping ten opzichte van de worteldruk, waardoor de cellen in de top kapot worden gedrukt en vervolgens verdrogen. Omdat brandkoppen in *Lisianthus* zich vooral in het voorjaar, najaar en winter voordoen en nauwelijks in de zomer en omdat geen extreem hoge planttemperaturen t.o.v. kasttemperaturen zijn waargenomen in dit onderzoek, is in deze najaarsperiode een te lage verdamping ten opzichte van de worteldruk het meest aannemelijk als oorzaak. In het voorjaar zou het ook de lage verdamping van de top t.o.v. de instraling kunnen zijn.

Aanbevelingen

Vanuit dit onderzoek komt naar voren dat calcium een belangrijke rol speelt in brandkopgevoeligheid. Het is daarom belangrijk om naast de calciumgift, vooral het gehalte aan magnesium en kali in de gaten te houden omdat deze de calciumopname bemoeilijken. Deze mogen niet te hoog oplopen. Voor concrete voedingsadviezen wordt aangeraden om een bodemanalyse uit te laten voeren, omdat dit advies per bedrijf zal variëren. Het hoge magnesiumgehalte in de bodem bij bedrijf A wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het gebruik van bitterzout (MgSO_4). Voor dit bedrijf is het aan te bevelen om de magnesiummeststof te vervangen voor een calciummeststof, totdat het magnesiumgehalte in de bodem is gezakt tot ruim beneden 0.80 mmol/l. Ammonium (NH_4) en in mindere mate kali zijn ook antagonisten van calcium en worden daarom niet aanbevolen als tijdelijke vervanging van de magnesiummeststof. Gebaseerd op de cultivarverschillen, kan ook gekozen worden voor de teelt van een minder gevoelige cultivar. Voor de langere termijn kan de veredeling de brandkopgevoeligheid van het assortiment verminderen.

Hoewel niet in dit onderzoek aangetoond, lijkt het aan te bevelen om op donkere dagen de verdamping van de top te stimuleren en sterke klimaatschommelingen te voorkomen.

Suggesties vervolgonderzoek

Het verdient aanbeveling om te onderzoeken hoe de calciumopname, -transport en verdeling bij *Lisianthus* verbeterd kan worden. Dit kan op verschillende manieren:

1. Optimaliseren van bemesting
2. Sturen op de juiste mate van verdamping en worteldruk
3. Het ontwikkelen van een goed wortelgestel
4. Eventueel bladbemesting

Ad 1) Voor het verlagen van de gehalten aan antagonisten in de bodem lijkt op basis van dit onderzoek vooral magnesium en daarnaast kali van belang. Teelt op substraat kan de stuurbaarheid van de bemesting verbeteren. Substraatteelt kan ook een alternatief bieden voor bovenlangs water geven, zonder dat het ten koste gaat van de waterverdeling. Hiermee zijn de momenten van hoge RV rond de top te verminderen.

Ad 2) Voor het sturen op de juiste mate van verdamping is licht, temperatuur en RV belangrijk. Onderzoek waarbij de verdamping wordt gemeten kan bepalen of er sprake is van een te lage of een te hoge verdamping. Om een hoge RV in het microklimaat te verminderen worden momenteel verschillende technieken van lucht onderin het gewas blazen onderzocht. Mogelijk kan dit in najaar en winter ingezet worden om de verdamping van de top en daarmee calciumtransport op donkere dagen te stimuleren. Bij lelie is bekend dat luchtbeweging met verticale ventilatoren calciumgebrek en bladverbranding verminderd (Chang & Miller, 2004). Momenteel wordt dit ook in Nederland onderzocht.

Voor het afvlakken van klimaatschommelingen in voorjaar en zomer kan hoge druk verneveling worden ingezet. Bij komkommer geeft dit minder brandkoppen. In het najaar en de winter kan dit maar zeer beperkt ingezet worden, dus voor het brandkoppenprobleem biedt het zeker geen jaarrond oplossing.

Over worteldruk is nog te weinig bekend om concrete aanbevelingen te kunnen doen. Waarschijnlijk is deze te sturen middels bodemverwarming of koeling. De vraag is bij welke bodemtemperatuur de balans ligt tussen voldoende worteldruk voor calciumtransport naar de top en niet teveel worteldruk, om het mogelijke kapot drukken van cellen te voorkomen. Dit zal sterk afhangen van de verdamping en daarmee de bovengrondse klimaatfactoren.

Ad 3) De aanwezigheid van een goed wortelgestel is belangrijk voor de calciumopname. Bij lelie is bekend dat partijen knollen met slechte onderwortels meer last hebben van brandkoppen. In *Matricaria* werden de problemen met soortgelijke fysiologische afwijkingen een stuk minder toen werd overgestapt van het planten in een kleine plug naar het planten in een relatief grote perspot. De beworteling is in dit onderzoek niet onderzocht, maar kan een effect hebben op het ontstaan van brandkoppen. Calcium wordt vooral opgenomen in de ongedifferentieerde wortelzone. Dit is bij de wortelpunten en aanhechting van zijwortels, daar waar de endodermis nog niet gesloten is. Voor calciumopname is de aanwezigheid van jonge en vertakte wortels dus belangrijk. Een goede en constante wortelgroei is van belang voor de calciumopname. Onderzoek met verschillende plugvolumes en bijvoorbeeld perspotten waarbij de wortelontwikkeling wordt gevolgd kan aantonen of dit een oplossing biedt voor het brandkoppen-probleem.

Ad 4) Een relatief eenvoudige mogelijkheid om het calciumgehalte in het blad te verhogen, is regelmatige blad-bemesting met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ of CaCl_2 gedurende het jonge stadium (vanaf plantdatum t/m 4 weken na planten). De ervaringen hiermee zijn wisselend, maar zullen sterk afhangen van het moment en de concentratie van toediening. De druppelgrootte, waslaag en de stand van het blad in de top zullen ook bepalen hoe goed het opgenomen kan worden. De optimale toediening zou verder onderzocht kunnen worden.

5 Conclusies

- Er zijn verschillen gevonden in aantal brandkoppen tussen de bedrijven en tussen de cultivars.
- Er lijkt een verband aanwezig tussen het calciumgehalte in het blad en de aanwezigheid van brandkoppen, waarbij een laag calciumgehalte meer brandkoppen geeft.
- In de top van de plant is minder calcium aanwezig dan in de oudere bladeren onder in de plant.
- Relatief hoge gehalten van de antagonisten magnesium en kali in de bodem lijken op een van de bedrijven de opname van calcium te hebben beperkt.
- Temperatuur en lichtniveau spelen waarschijnlijk ook een rol bij het ontstaan van brandkoppen, maar hier zijn op basis van dit onderzoek nog geen conclusies over te trekken. Vanuit eerder onderzoek is bekend dat verdamping een belangrijke rol speelt bij de calciumopname en daarmee celstevigheid. Een relatie is aannemelijk vanwege het effect op verdamping en in samenhang daarmee de calciumverdeling over de bladeren en de groeipunten.
- Vanwege de kleine verschillen in RV tussen de bedrijven en het ontbreken van gemeten extremen in RV, is de RV in de periode van dit onderzoek niet als duidelijke oorzaak van brandkoppen aan te wijzen. Vanuit literatuur is bekend dat een RV boven de 95% brandkoppen in Lisianthus bevordert. Ook bij komkommer en lelie is dit bekend.
- Calciumgebrek in de top maakt Lisianthus extra gevoelig voor brandkoppen. De directe oorzaak van brandkoppen is nog niet aangetoond. Meest aannemelijk is dat het wordt veroorzaakt door een te lage verdamping van de top.
- Het verdient aanbeveling om verder te onderzoeken hoe de calciumopname, -transport en -verdeling bij Lisianthus verbeterd kan worden. Dit kan op verschillende manieren:
 - Verlagen van de gehalten aan antagonisten in de bodem (optimaliseren bemesting)
 - Sturen op de juiste mate van verdamping en worteldruk
 - Het ontwikkelen van een goed wortelgestel
 - Eventueel bladbemesting

6 Referenties

Chang, Y.C. & W.B. Miller (2004).

The relationship between leaf enclosure, transpiration, and upper leaf necrosis on *Lilium* 'Star gazer'. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **129**(1): 128-133.

Chang, Y.C. & W.B. Miller (2005).

The development of upper leaf necrosis in *Lilium* 'Star Gazer'. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **130**(5): 759-766.

Islam, N., G.G. Patil, *et al.* (2004).

Effects of relative air humidity, light, and calcium fertilization on tipburn and calcium content of the leaves of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *European Journal of Horticultural Science* **69**(1): 29-36.

Saure, M.C. (1998).

Causes of tipburn disorder in leaves of vegetables. *Scientia Horticulturae* **76**: 131-147.

Kamminga, (2009).

Wageningse onderzoekers Heuvelink en Marcelis: 'Sturen op worteltemperatuur is nog een brug te ver'.
Vakblad voor de Bloemisterij 10.

Kok, H. 2009.

Persoonlijke communicatie.

Bijlage I.

Bodemanalyses

Tabel I-1. Resultaten bodemanalyses.								
Element	Bedrijf	Cultivar	Weken na planten					Gemiddelde
			0	2	3	4	5	
Ca (mmol)	Bedrijf A	C. roze	1.1	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5
		C. wit	1.2	1.4	1.3	1.4		1.3
		P.P. blauw					1.5	1.5
	Bedrijf B	C. roze					1.3	1.3
		P.P. blauw	0.9	1.4	1.2	1.3	1.1	1.2
		P.P. wit	2.3	1.7	1.5	1.5	1.4	1.7
NH4 (mmol)	Bedrijf A	C. roze	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		C. wit	0.3	0.1	0.1	0.1		0.2
		P.P. blauw					0.1	0.1
	Bedrijf B	C. roze					0.1	0.1
		P.P. blauw	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		P.P. wit	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K (mmol)	Bedrijf A	C. roze	5.1	6.4	6.3	6.5	6	6.1
		C. wit	4.3	6.4	5.1	5.7		5.4
		P.P. blauw					5.4	5.4
	Bedrijf B	C. roze					3.9	3.9
		P.P. blauw	3.2	4.3	2.9	3.9	3.6	3.6
		P.P. wit	3.4	4.5	3.3	3.8	3.8	3.8
Na (mmol)	Bedrijf A	C. roze	2	2.5	2.6	2.6	2.3	2.4
		C. wit	1.7	2.5	2	2.4		2.2
		P.P. blauw					2.2	2.2
	Bedrijf B	C. roze					1.2	1.2
		P.P. blauw	1.4	1.5	1	1.2	1.1	1.2
		P.P. wit	1.6	1.3	1	1	1.1	1.2
Mg (mmol)	Bedrijf A	C. roze	0.8	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
		C. wit	0.6	1.1	0.9	0.9		0.9
		P.P. blauw					1.1	1.1
	Bedrijf B	C. roze					0.5	0.5
		P.P. blauw	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4
		P.P. wit	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6
NO3 (mmol)	Bedrijf A	C. roze	3.9	5.7	5.4	5.8	5.1	5.2
		C. wit	4.7	5.6	4.7	4.9		5.0
		P.P. blauw					5.5	5.5
	Bedrijf B	C. roze					6	6.0
		P.P. blauw	3.6	5.9	4.7	5.7	5.5	5.1
		P.P. wit	5.6	7.5	5.9	6.5	6.4	6.4
Cl (mmol)	Bedrijf A	C. roze	0.8	1.1	1	1.1	0.9	1.0
		C. wit	0.6	1.2	0.9	0.9		0.9
		P.P. blauw					0.9	0.9
	Bedrijf B	C. roze					0.4	0.4
		P.P. blauw	0.4	0.6	0.4	0.5	0.3	0.4
		P.P. wit	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2	0.4
SO4 (mmol)	Bedrijf A	C. roze	2.1	2.7	2.7	3	2.7	2.6
		C. wit	1.3	2.5	2	2.5		2.1
		P.P. blauw					2.4	2.4
	Bedrijf B	C. roze					0.5	0.5
		P.P. blauw	0.8	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5
		P.P. wit	0.7	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5

			Weken na planten					
Element	Bedrijf	Cultivar	0	2	3	4	5	Gemiddelde
HCO ₃ (mmol)	Bedrijf A	C. roze	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		C. wit	0.1	0.2	0.1	0.1		0.1
		P.P. blauw					0.1	0.1
	Bedrijf B	C. roze					0.2	0.2
		P.P. blauw	0.4	0.7	0.3	0.4	0.2	0.4
		P.P. wit	0.4	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3
P (mmol)	Bedrijf A	C. roze	0.41	0.54	0.57	0.53	0.45	0.5
		C. wit	0.25	0.47	0.47	0.45		0.4
		P.P. blauw					0.46	0.5
	Bedrijf B	C. roze					0.12	0.1
		P.P. blauw	0.12	0.11	0.12	0.12	0.1	0.1
		P.P. wit	0.14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.1
Si (mmol)	Bedrijf A	C. roze	0.33	0.28	0.32	0.33	0.29	0.3
		C. wit	0.2	0.29	0.3	0.29		0.3
		P.P. blauw					0.29	0.3
	Bedrijf B	C. roze					0.22	0.2
		P.P. blauw	0.21	0.2	0.21	0.21	0.21	0.2
		P.P. wit	0.16	0.2	0.22	0.2	0.21	0.2
Fe (μmol)	Bedrijf A	C. roze	22	2.4	2.5	11	1.5	7.9
		C. wit	5.8	2.4	3.4	2.9		3.6
		P.P. blauw					0.9	0.9
	Bedrijf B	C. roze					2.6	2.6
		P.P. blauw	10	2.8	3.9	4.7	3	4.9
		P.P. wit	7.4	1.3	2.7	2.5	1.9	3.2
Mn (μmol)	Bedrijf A	C. roze	4	5	2.3	0.9	5.6	3.6
		C. wit	4.7	5.2	3.8	1.7		3.9
		P.P. blauw					4.8	4.8
	Bedrijf B	C. roze					8.3	8.3
		P.P. blauw	5.6	7	0.5	2.5	3.4	3.8
		P.P. wit	6.9	9.6	6.5	8.1	9.6	8.1
Zn (μmol)	Bedrijf A	C. roze	2.3	0.7	0.5	0.9	0.7	1.0
		C. wit	0.7	0.6	0.5	0.7		0.6
		P.P. blauw					0.7	0.7
	Bedrijf B	C. roze					0.6	0.6
		P.P. blauw	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6
		P.P. wit	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6
B (μmol)	Bedrijf A	C. roze	17	22	19	20	17	19.0
		C. wit	13	22	15	20		17.5
		P.P. blauw					14	14.0
	Bedrijf B	C. roze					9.7	9.7
		P.P. blauw	9	12	7.3	9.4	9.2	9.4
		P.P. wit	9.3	13	9.5	9.5	9.9	10.2
Cu (μmol)	Bedrijf A	C. roze	0.6	0.4	0.3	0.6	0.3	0.4
		C. wit	0.3	0.4	0.2	0.3		0.3
		P.P. blauw					0.3	0.3
	Bedrijf B	C. roze					0.4	0.4
		P.P. blauw	0.7	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
		P.P. wit	0.4	0.5	0.2	0.5	0.4	0.4
Mo (μmol)	Bedrijf A	C. roze	1.3	1.5	1.2	1.3	1.3	1.3
		C. wit	1.2	1.8	1.2	1.8		1.5
		P.P. blauw					1.1	1.1
	Bedrijf B	C. roze					1	1.0
		P.P. blauw	2.2	1.9	0.6	1.2	0.9	1.4
		P.P. wit	0.9	0.9	0.4	0.6	0.7	0.7

Bijlage II.

Bladanalyses

Tabel II-1. Resultaten Bladanalyse								
Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	weken na planten			
					2	3	4	5
Ca (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				122
								75
			zonder brandkop	onder top				156
								73
			nog geen brandkop	onder top	128	131	117	
					73	65	49	
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	144	137	124	
					79	78	77	
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				120
								72
			zonder brandkop	onder top				124
								59
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				261
								102
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				224
								63
			zonder brandkop	onder top				225
								70
		P.P. wit	nog geen brandkop	onder top	248	244	223	
					105	87	69	
Droge stof (%)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				98.3
								98.8
			zonder brandkop	onder top				98.5
								99
			nog geen brandkop	onder top	98.9	98.5	97.3	
					98.8	99	97.7	
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	98.8	98.6	97.3	
					98.6	98.7	97.8	
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				98.6
								98.9
			zonder brandkop	onder top				98.2
								98.5
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				98.8
								98.6
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				98.5
								98.8
			zonder brandkop	onder top				98.6
								99.1
		P.P. wit	nog geen brandkop	onder top	98.6	98.6	97.6	
					98.7	98.7	97.7	
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				98.4
								98.7
			nog geen brandkop	onder top	98.5	98.7	97.8	
					98.5	98.6	97.9	

Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	weken na planten				Gemiddelde
					2	3	4	5	
K (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				1749 862	1749 862
			zonder brandkop	onder top				1399 908	1399 908
			nog geen brandkop	onder top	1447 1128	1448 1096	1450 929		1448 1051
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	1348 1076	1469 972	1505 846		1441 965
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				1492 877	1492 877
			zonder brandkop	onder top				1307 850	1307 850
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				1435 1005	1435 1005
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				1467 725	1467 725
			zonder brandkop	onder top				1384 822	1384 822
			nog geen brandkop	onder top	1128 1149	1191 1126	1204 816		1174 1030
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				1511 706	1511 706
			nog geen brandkop	onder top	1013 1070	1123 1008	1176 739		1104 939
Na (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				506 144	506 144
			zonder brandkop	onder top				429 140	429 140
			nog geen brandkop	onder top	267 192	330 187	389 138		329 172
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	292 193	394 183	469 159		385 178
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				417 136	417 136
			zonder brandkop	onder top				358 121	358 121
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				281 119	281 119
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				256 57	256 57
			zonder brandkop	onder top				243 71	243 71
			nog geen brandkop	onder top	147 114	191 113	210 62		183 96
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				342 95	342 95
			nog geen brandkop	onder top	146 127	218 126	258 88		207 114

Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	2	3	4	5	Gemiddelde
Mg (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				309 184	309 184
			zonder brandkop	onder top				313 170	313 170
			nog geen brandkop	onder top	281 201	301 195	287 165		290 187
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	292 202	298 204	288 190		293 199
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				255 196	255 196
			zonder brandkop	onder top				211 190	211 190
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				223 173	223 173
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				185 155	185 155
			zonder brandkop	onder top				180 169	180 169
			nog geen brandkop	onder top	166 177	170 180	161 160		166 172
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				221 153	221 153
			nog geen brandkop	onder top	190 177	193 187	186 156		190 173
N (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				2716 3672	2716 3672
			zonder brandkop	onder top				2340 3322	2340 3322
			nog geen brandkop	onder top	2284 3218	2557 3598	2595 3362		2479 3393
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	2683 3350	2756 3661	2530 3637		2656 3549
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				2583 3330	2583 3330
			zonder brandkop	onder top				2443 2908	2443 2908
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				2477 3414	2477 3414
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				2474 3559	2474 3559
			zonder brandkop	onder top				2558 3331	2558 3331
			nog geen brandkop	onder top	2741 3588	2757 3742	2525 3375		2674 3568
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				2141 3319	2141 3319
			nog geen brandkop	onder top	2179 3542	2334 3780	2182 3421		2232 3581

Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	2	3	4	5	Gemiddelde
S (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				327 249	327 249
			zonder brandkop	onder top				232 235	232 235
			nog geen brandkop	onder top	228 204	251 234	250 227		243 222
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	387 273	436 254	420 238		414 255
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				272 235	272 235
			zonder brandkop	onder top				214 202	214 202
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				165 227	165 227
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				154 172	154 172
			zonder brandkop	onder top				168 170	168 170
			nog geen brandkop	onder top	121 195	139 212	139 183		133 197
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				157 143	157 143
			nog geen brandkop	onder top	103 167	129 194	127 157		120 173
P (mmol/ kg ds)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				96 187	96 187
			zonder brandkop	onder top				80 165	80 165
			nog geen brandkop	onder top	79 137	81 160	79 158		80 152
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	73 115	67 130	63 137		68 127
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				99 164	99 164
			zonder brandkop	onder top				110 141	110 141
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				50 117	50 117
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				60 143	60 143
			zonder brandkop	onder top				60 136	60 136
			nog geen brandkop	onder top	91 140	73 132	62 120		75 131
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				53 144	53 144
			nog geen brandkop	onder top	62 140	56 143	50 131		56 138

Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	2	3	4	5	Gemiddelde
Fe ($\mu\text{mol/ kg ds}$)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				3671 2668	3671 2668
			zonder brandkop	onder top				3313 1970	3313 1970
			nog geen brandkop	onder top	6482 1325	7234 1809	4709 1522		6142 1552
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	5623 1307	5497 2095	4638 1880		5253 1761
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				3724 2382	3724 2382
			zonder brandkop	onder top				3313 2041	3313 2041
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				4351 1916	4351 1916
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				2596 2023	2596 2023
			zonder brandkop	onder top				2704 1773	2704 1773
			nog geen brandkop	onder top	5623 1522	5497 1934	3886 1737		5002 1731
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				3707 2077	3707 2077
			nog geen brandkop	onder top	6786 1361	4477 2095	3295 1683		4853 1713
Mn ($\mu\text{mol/ kg ds}$)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				4114 3477	4114 3477
			zonder brandkop	onder top				2821 2658	2821 2658
			nog geen brandkop	onder top	2148 1784	2494 2621	2876 2385		2506 2263
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	1911 2057	2512 2876	2840 3531		2421 2821
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				3076 3113	3076 3113
			zonder brandkop	onder top				2057 2312	2057 2312
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				3622 3877	3622 3877
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				2749 2476	2749 2476
			zonder brandkop	onder top				2621 2385	2621 2385
			nog geen brandkop	onder top	1620 1656	2020 2312	2075 2202		1905 2057
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				3786 3167	3786 3167
			nog geen brandkop	onder top	1857 1911	2439 2858	2712 2658		2336 2476

Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	2	3	4	5	Gemiddelde
Zn ($\mu\text{mol/ kg ds}$)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				1270	1270
								2356	2356
			zonder brandkop	onder top				826	826
								1943	1943
		nog geen brandkop	onder top		551	765	918		745
					1117	1790	1744		1550
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	688	719	658		688
					1147	1775	1989		1637
	Bedrijf B	P.P. blauw	met brandkop	onder top				1132	1132
								2019	2019
		zonder brandkop	onder top					903	903
								1560	1560
		C. roze	zonder brandkop	onder top				1193	1193
								2050	2050
			met brandkop	onder top				658	658
		P.P. blauw						1576	1576
			zonder brandkop	onder top				673	673
B ($\mu\text{mol/ kg ds}$)	Bedrijf A	C. roze						1469	1469
			nog geen brandkop	onder top	1407	1346	1056		1270
					1270	1438	1361		1356
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				811	811
								1637	1637
		nog geen brandkop	onder top		1254	1086	872		1071
					1285	1606	1469		1453
	Bedrijf B	C. roze	met brandkop	onder top				2035	2035
								2127	2127
			zonder brandkop	onder top				2590	2590
		C. wit						1942	1942
			nog geen brandkop	onder top	2775	2682	2220		2559
		P.P. blauw			2127	2127	2127		2127
			met brandkop	onder top	2497	2312	2035		2281
		zonder brandkop	onder top		2220	2590	2497		2436
	Bedrijf A	P.P. blauw						2127	2127
			met brandkop	onder top				2775	2775
		zonder brandkop	onder top					2035	2035
								2960	2960
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				2220	2220
								2220	2220
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				2220	2220
								2590	2590
		zonder brandkop	onder top					2220	2220
								2590	2590
		nog geen brandkop	onder top		2312	2405	2127		2281
					2497	2960	2682		2713
	Bedrijf A	P.P. wit	zonder brandkop	onder top				2312	2312
								2127	2127
		nog geen brandkop	onder top		2682	2590	2220		2497
					2035	2312	2035		2127

Gegevens	teler	cultivar	brandkop	bladtype	2	3	4	5	Gemiddelde
Cu ($\mu\text{mol/ kg ds}$)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				236 315	236 315
			zonder brandkop	onder top				330 236	330 236
			nog geen brandkop	onder top	140 157	425 268	315 220		293 215
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	315 173	409 283	252 283		325 246
			met brandkop	onder top				330 315	330 315
		P.P. blauw	zonder brandkop	onder top				378 252	378 252
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				283 252	283 252
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				173 220	173 220
			zonder brandkop	onder top				236 189	236 189
			nog geen brandkop	onder top	315 268	299 252	268 205		294 242
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				205 205	205 205
			nog geen brandkop	onder top	268 252	330 283	330 189		309 241
Mo ($\mu\text{mol/ kg ds}$)	Bedrijf A	C. roze	met brandkop	onder top				45 17	45 17
			zonder brandkop	onder top				31 16	31 16
			nog geen brandkop	onder top	16 15	24 16	36 15		25 15
		C. wit	nog geen brandkop	onder top	43 28	66 26	79 30		63 28
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				50 19	50 19
			zonder brandkop	onder top				46 17	46 17
	Bedrijf B	C. roze	zonder brandkop	onder top				59 40	59 40
		P.P. blauw	met brandkop	onder top				79 22	79 22
			zonder brandkop	onder top				82 23	82 23
			nog geen brandkop	onder top	31 22	48 27	58 23		46 24
		P.P. wit	zonder brandkop	onder top				80 23	80 23
			nog geen brandkop	onder top	52 19	66 25	77 23		65 22

