

Grenswaardemetingen voor Ethyleen in sla en komkommer

Proefperiode: 6 januari 2020 – 9 maart 2020

Proef uitgevoerd door: Innoveins facilitair en Botany BV

Titel	Grenswaardemetingen voor Ethyleen in sla en komkommer
Proefperiode	6 januari 2020 – 9 maart 2020
Contactgegevens	Innoveins Facilitair en Botany BV Maarten Vliex / Conny Vervoort maarten.vliex@botany.nl / conny.vervoort@botany.nl
Project	Dit onderzoek vond plaats binnen het project GLITCH. GLITCH zet in op de ontwikkeling van innovatieve energie-efficiënte en klimaatneutrale teelttechnieken en -systemen in de glastuinbouw. https://glitch-innovatie.eu/
Steunvermelding	Dit onderzoek wordt enerzijds mogelijk gemaakt met de steun van het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Anderzijds wordt het project ondersteund vanuit het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), de Provincie Antwerpen, Het Vlaams Kabinet Omgeving, Natuur en landbouw, de provincie Limburg (NL) en het Nederlands Ministerie van Economische zaken.

1. Samenvatting / Abstract

Het is algemeen bekend dat het doseren van CO₂ in de tuinbouw positieve effecten heeft op de productie en/of kwaliteit. Echter, wordt geregeld schade geconstateerd in gewassen waarvan de oorzaak onduidelijk is. Deze onverklaarbare schades kunnen economische gevolgen hebben voor de tuinder. Momenteel wordt deze schade (groeiachterstand en verminderde productiekwaliteit) in verband gebracht met de rookgassen die, bij het doseren van CO₂ met behulp van een warmtekrachtkoppeling (WKK) de kas in geblazen worden. Belangrijke toxische componenten die in deze rookgassen voorkomen zijn stikstofoxiden (NO_x) en etheen. Van NO_x is bekend dat het kan leiden tot verminderde groei, bladverbranding en productieverlies. Etheen zou kunnen leiden tot het afvallen van bloemen en/of vruchten bij komkommer, paprika en tomaat. Om eventuele schade aan het gewas te voorkomen zijn eisen gesteld aan de maximale concentratie van enkele toxische gassen die aanwezig zijn in rookgassen. Ondanks de aanwezigheid van rookgasreinigingsinstallaties, die zouden moeten zorgen dat deze maximale toelaatbare concentraties niet overschreden worden, komt toch met enige regelmaat schade voor in gewas, wat het gevolg zou kunnen zijn van kortdurende of chronische blootstelling aan toxische rookgassen. Omdat er nog weinig bekend is over de concentratieniveaus van onder andere etheen en NO_x, waarbij negatieve gevolgen op het gewas worden waargenomen, werd in samenwerking met EMS een onderzoek opgesteld in Brightbox (klimaatcel). Hierbij werden de gewassen komkommer en sla in een aantal teeltrondes blootgesteld aan verschillende concentraties etheen. Hierbij werd gevarieerd in de concentraties etheen van 10 tot 20 ppb. Vervolgens werd het gewas gecontroleerd op visuele schade (chlorose) en op groeiachterstand (lengte, bladafplitsing en biomassa). De resultaten hebben laten zien dat de toegepaste doseringen etheen tot weinig significante verschillen hebben geleid in zowel sla als komkommer. Over het algemeen werden meer negatieve effecten op de productie van biomassa waargenomen in sla ten opzichte van komkommer. Verder leek de grootte/stadium van het gewas bepalend voor het wel of niet optreden van groeiachterstand. Tot slot werd bij komkommer in beide cellen lichte mate van chlorose waargenomen. Mogelijk heeft dit te maken gehad met de niet optimale groeiomstandigheden (komkommers werden horizontaal geteeld i.p.v. verticaal).



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

2. Inhoudstafel

1. Samenvatting / Abstract	3
3. Inleiding	5
4. Proefopzet	6
4.1 Proefbeschrijving	6
4.2 Teeltgegevens	6
4.3 Beoordelingen	6
5. Resultaten	7
5.1 Komkommer (10 ppb ethyleen)	7
5.2 kruisla (10 ppb ethyleen)	7
5.3 Komkommer (20 ppb ethyleen)	10
5.4 kruisla (20 ppb ethyleen)	10
5.5 Komkommer (eerste ronde 15 ppb ethyleen)	13
5.6 kruisla (eerste ronde 15 ppb ethyleen)	13
5.7 Komkommer (tweede ronde 15 ppb ethyleen)	16
5.8 kruisla (tweede ronde 15 ppb ethyleen)	16
5.9 kropsla (15 ppb ethyleen)	16
5.10 Groeimeting (sla)	20
6. Conclusies	22
Bronvermelding	23
Bijlage I: Proefopzet	24
Bijlage II: Foto's	25



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

3. Inleiding

Schade aan gewassen in de glastuinbouw waarvan de oorzaak niet bekend is, wordt regelmatig geconstateerd. Schade aan deze gewassen kunnen grote economische gevolgen hebben voor tuinders. Mogelijk zou de onverklaarbare schade die geconstateerd wordt in verband gebracht kunnen worden aan de dosering van CO₂ met behulp van een warmtekrachtkoppeling (WKK) waarbij rookgassen de kas ingebracht worden. De positieve effecten van het doseren van CO₂ zijn algemeen bekend: hogere opbrengst en/of betere kwaliteit. Naar de mogelijk negatieve effecten wordt momenteel veel onderzoek gedaan (C.J. v. Dijk et al. 2003).

Etheen (C₂H₄) en stikstofoxiden zijn voorbeelden van de componenten die voorkomen in de rookgassen en die bij het doseren van CO₂ met behulp van een WKK, kachel of ouderwetse gaskachel de kas ingeblazen worden. De schade die in planten wordt waargenomen, wordt met name toegeschreven aan deze twee componenten (C.J. v. Dijk et al. 2003).

Er is relatief weinig bekend over de concentratieniveaus en de mogelijk negatieve effecten van toxische gassen in de kas. Er zijn eisen gesteld aan de maximale toegestane concentraties van enkele toxische componenten in rookgassen om eventuele schade zoveel mogelijk te voorkomen. Ondanks dat rookgasreinigingsinstallaties ervoor zouden moeten zorgen dat deze grenswaarden niet overschreden worden, komen toch regelmatig schadegevallen voor, zowel schade die veroorzaakt wordt door een kortdurende hoge dosering als door een chronische blootstelling aan te hoge concentraties toxische stoffen waarbij achterblijven in groei en verminderde kwaliteit voorbeelden zijn van schade die optreedt (Th. A. Dueck et al. 2008). Uit onderzoek zijn wel ruwe concentratieniveaus gekoppeld aan het ontstaan van schade in verschillende gewassen, maar waar de exacte grens ligt is niet bekend. Als algemene schadedrempel voor ethyleen in kassen wordt 50 ppb aangehouden (Blankenship & Kemble, 1996); (Tonneijck & Van Dijk, 1994). Bij tomaat zou schade optreden tussen de 10 – 50 ppb ethyleen (Blankenship & Kemble, 1996; Peet et al. 2001), bij komkommer bij concentraties van < 100 ppb (Abeles et al. (1992).

Omdat nog relatief weinig bekend is over de concentratieniveaus waarbij stikstofoxiden en etheen schade doen aan het gewas, is een onderzoek ingesteld in samenwerking met EMS om te achterhalen bij welk niveau etheen schade (ofwel visuele schade ofwel achterstand in groei etc.) doet aan de gewassen sla en komkommer. Hierbij werd gekozen voor komkommer, omdat deze planten vaak gevoelig zijn voor gasvormige stoffen, met name in afgesloten ruimten (W. Verkerke et al. 2002). Voor sla werd gekozen omdat hier in literatuur nog weinig over bekend is. Verschillende teeltrondes werden uitgevoerd waarbij, de planten werden blootgesteld aan verschillende concentraties etheen. Symptomen waarop gelet werd zijn: afsterven bladweefsel, chlorose en groei reductie (J.K. Boerman & G. Bosman, 2014).



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

4. Proefopzet

4.1 Proefbeschrijving

Voor dit onderzoek zijn twee onderzoekscellen in Brightbox gebruikt. In onderzoekscel 1 werd ethyleen gedoseerd en onderzoekscel 2 diende als referentie. Beide cellen waren uitgerust met 2 stellingen, bestaande uit 3 lagen en 4 tafels per laag. De linkerstelling was voorzien van LED belichting met de kleuren rood (85%) en wit (15%) en de rechterstelling had de beschikking over rode (85%) en blauwe LEDs (15%). In alle gevallen werd een lichtintensiteit van 135 μmol , met een fotoperiode van 18 uur gegeven. Luchtvochtigheid werd in beide cellen ingesteld op 80% en er werd 800 ppm CO₂ gedoseerd. Voor de proefopzet, zie bijlage I.

Er werden meerdere teeltrondes uitgevoerd waarin gevarieerd werd in ethyleendosering om op deze manier de schadedrempel in komkommer en sla vast te stellen. Hiervoor werden de planten de eerste weken (3 à 4 weken voor komkommer) en 2 à 3 weken voor sla, opgekweekt in de kas bij Botany B.V. Vervolgens werden de planten naar de cellen in Brightbox getransporteerd. De komkommerplanten kwamen hierbij in beide cellen op de linkerstelling (16 planten per teeltlaag), de slaplanten op de rechterstelling in beide cellen (120 planten per teeltlaag). Ieder teeltronde duurde 10 dagen. In totaal werden op deze manier 5 teeltrondes uitgevoerd waarbij 10, 15 en 20 ppb ethyleen gedoseerd werd.

4.2 Teeltgegevens

Komkommerplanten (*Cucumis sativus*) van het ras Upstage (Nunhems) en slaplanten van het ras Expertise (Rijkzwaan) en Flandria (Rijkzwaan) werden vooraf aan iedere teeltronde gezaaid en opgekweekt in de kas bij Botany. Hierbij werd voor komkommer rekening gehouden met een opkweek van 4 weken en voor sla met een opkweek van 2 weken. Naarmate de teeltrondes vorderde en buiten de temperatuur, instraling en daglengte toenamen, werd de opkweek van komkommer verkort naar 3 weken. Dit werd gedaan omdat in Brightbox gebruik gemaakt wordt van een verticaal teeltsysteem, waarbij niet voldoende ruimte was om de komkommers verticaal te telen. Daarom werd ervoor gekozen om de stengels horizontaal weg te leggen over de tafels.

4.3 Beoordelingen

Tijdens dit onderzoek werd tussentijds het aantal bladeren geteld bij de komkommer- en slaplanten (5 dagen nadat ze in Brightbox geplaatst werden). Metingen op bloem- en vruchtzetting zijn niet uitgevoerd. Aan het einde van iedere teeltronde werd de lengte, het aantal bladeren en het vers- en drooggewicht bepaald. Daarnaast werd mogelijke visuele schade beoordeeld. Tot slot werden er op twee tafels per cel, camera's geïnstalleerd bij de sla waarbij iedere 15 minuten een foto genomen werd. Op deze manier werd aan de hand van de aanwezigheid van groene pixels een groeicurve opgemaakt.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

5. Resultaten

In onderstaande paragrafen zullen de verkregen resultaten toegelicht worden

5.1 Komkommer (10 ppb ethyleen)

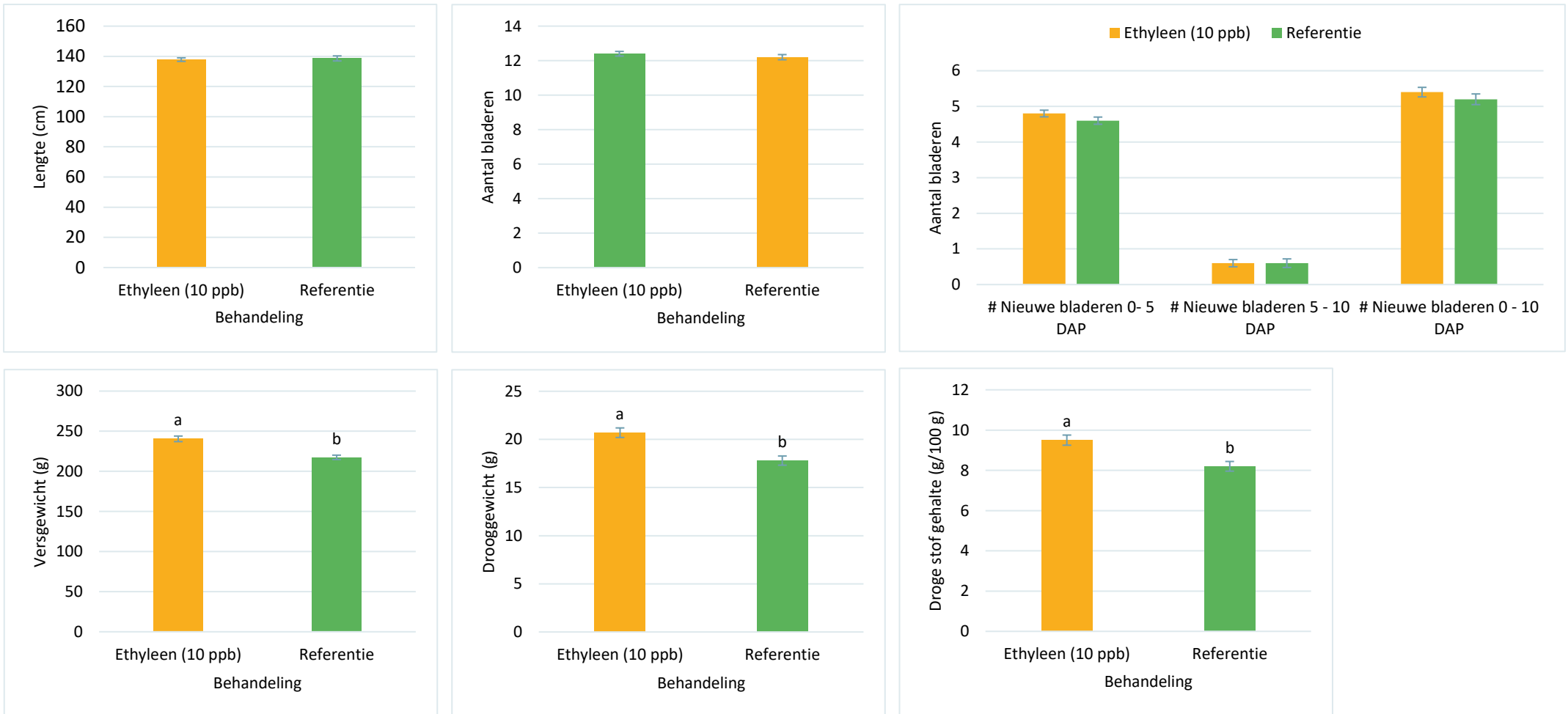
De toevoeging van 10 ppb bij een kortdurende teelt (10 dagen) liet geen grote effecten zien op de gemeten parameters. Er werden enkel significante verschillen gevonden in de biomassa productie, waarbij het vers- en drooggewicht en de droge stof hoger lag in de ethyleen cel ten opzichte van de referentie cel (10% meer versgewicht; 14,4% meer drooggewicht; en 14,3% meer drogestof in gedoseerde cel ten opzichte van de referentiecel). In lengtegroei (1% meer lengtegroei in referentiecel) en bladaantal (2% meer bladeren in referentiecel) werden geen significante verschillen gevonden. Als gekeken wordt naar het aantal bladeren dat gevormd werd gedurende de 10 dagen in Brightbox, worden hier ook geen significante verschillen gevonden tussen de referentie cel en de cel waarin 10 ppb ethyleen gedoseerd werd (van 0-5 dagen: 9,1% meer blad gevormd in ethyleencel; van 5-10 dagen: 22,2% meer blad gevormd in referentiecel; van 0-10 dagen 4,7% meer blad gevormd in ethyleencel).

5.2 kruisla (10 ppb ethyleen)

Net als bij komkommer, treden ook in sla geen grote verschillen op tussen de cel waar 10 ppb gedoseerd werd en de referentie cel. In geen van de onderzochte parameters traden significante verschillen op. Hoewel de verschillen niet significant zijn, treedt er meer strekking op bij de slaplanten die blootstonden aan 10 ppb ethyleen (planten in gedoseerde cel waren 2,2% langer). Daarnaast was de productie van biomassa iets hoger in de referentie cel ten opzichte van de gedoseerde cel (4,8% meer versgewicht; 9,1% meer drooggewicht; en 4,5% meer droge stof in referentiecel ten opzichte van de gedoseerde cel).

Tabel 1: Effect van 10 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

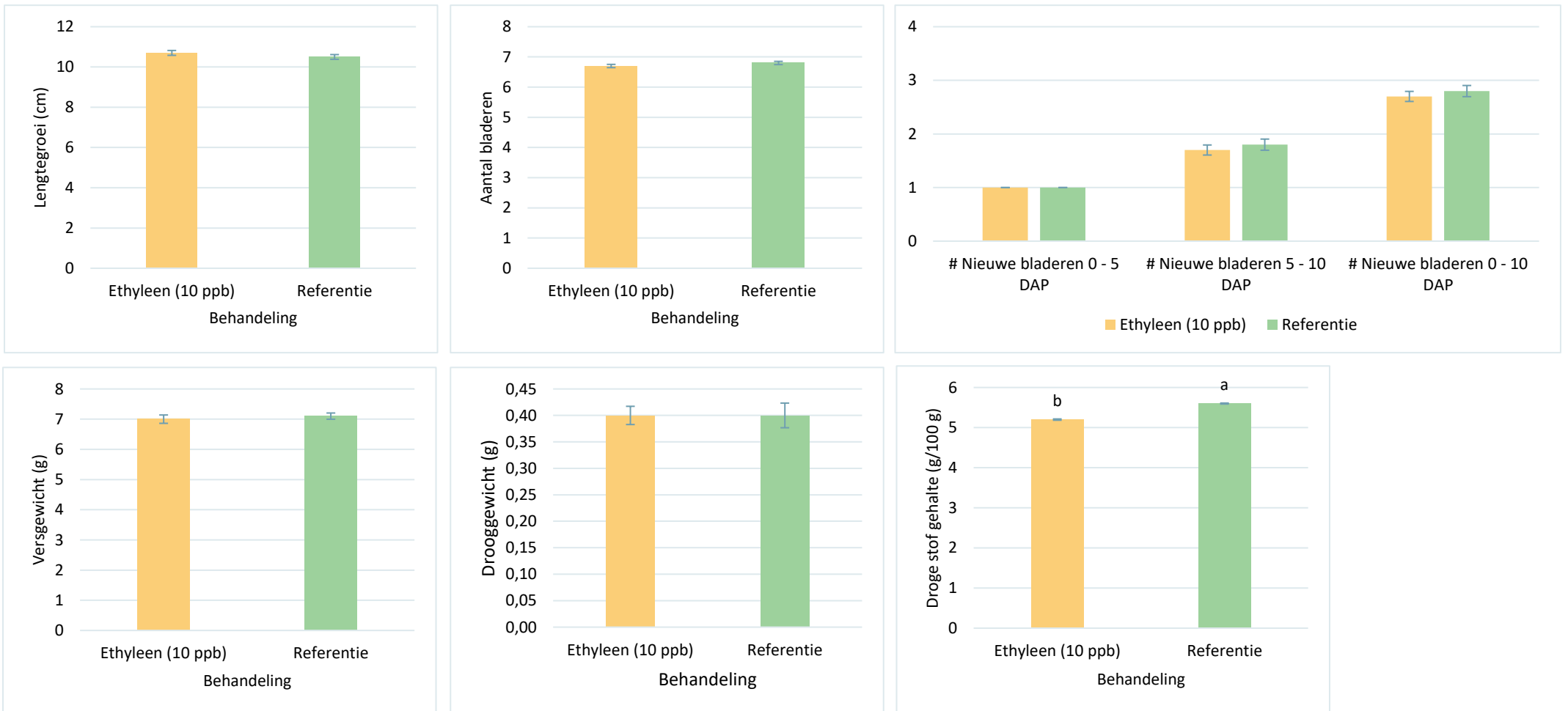
Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (10 ppb)	137.80	12.4	4.8	0.6	5.4	240.50 a	20.70 a	9.50 a
Referentie	138.6	12.2	4.6	0.6	5.2	217.40 b	17.80 b	8.20 b



Figuur 1: Effect van 10 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

Tabel 2: Effect van 10 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (10 ppb)	10.70	6.7	1.0	1.7	2.7	7.0	0.4	5.2
Referentie	10.50	6.8	1.0	1.8	2.5	7.1	0.4	5.6



Figuur 2: Effect van 10 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

5.3 Komkommer (20 ppb ethyleen)

Omdat 10 ppb nauwelijks effect leek te hebben op komkommer, werd de concentratie opgehoogd tot 20 ppb ethyleen. Ook bij deze dosering waren de verschillen die optraden klein. Opvallend is dat de biomassa productie hoger ligt in de cel waar ethyleen gedoseerd werd ten opzichte van de referentie cel (16,9% meer versgewicht). Het drooggewicht is zelfs significant hoger in de met ethyleen gedoseerde cel in vergelijking met de referentie cel (18,1% hoger). Wat betreft de overige parameters, deze lagen over het algemeen hoger in de gedoseerde cel. Hoewel het totale bladaantal hoger lag in de ethyleen cel (3,6% hoger), werd meer blad afgesplitst in de referentie cel nadat ze 5 tot 10 dagen in de cel hadden gestaan (20,8% meer). Deze trend werd ook waargenomen bij een dosering van 10 ppb ethyleen.

5.4 kruisla (20 ppb ethyleen)

Net als bij 10 ppb, wordt ook bij 20 ppb een sterkere strekking van de slaplantten waargenomen in de cel waar ethyleen gedoseerd wordt ten opzichte van de referentie cel (7,1% meer strekking). Daarnaast lijkt in sla wel een negatief effect van ethyleen op de productie van biomassa waarneembaar: het vers- en drooggewicht en het drogestof gehalte ligt, al dan niet significant, hoger in de referentie cel ten opzichte van de ethyleen gedoseerde cel (versgewicht: 17,1% hoger; drooggewicht 25,9% hoger; en het droge stof gehalte lag 10,5% hoger in de referentiecél ten opzichte van de gedoseerde cel). Bij 10 ppb leek dit verschijnsel al waarneembaar, al waren de verschillen toen stukken kleiner.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

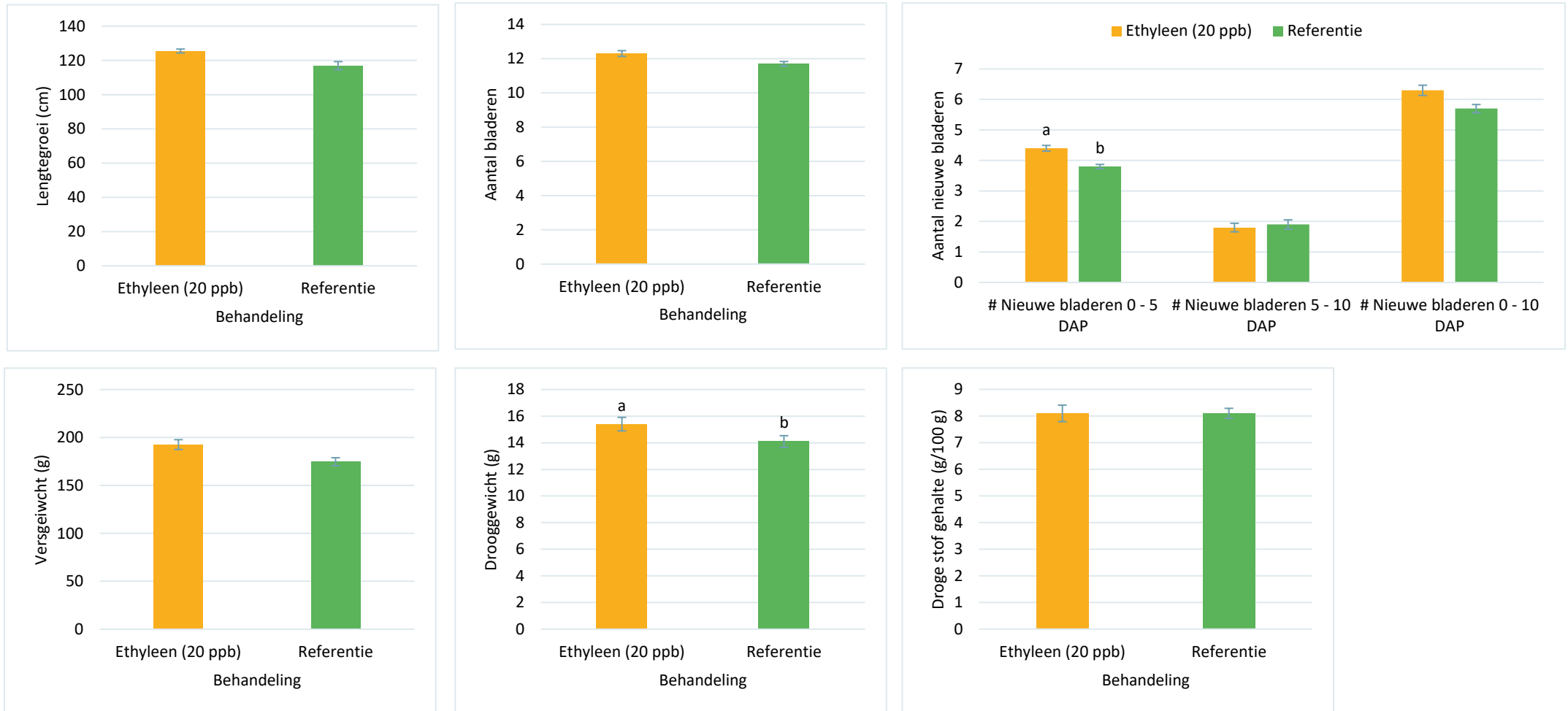
provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

Tabel 3: Effect van 20 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

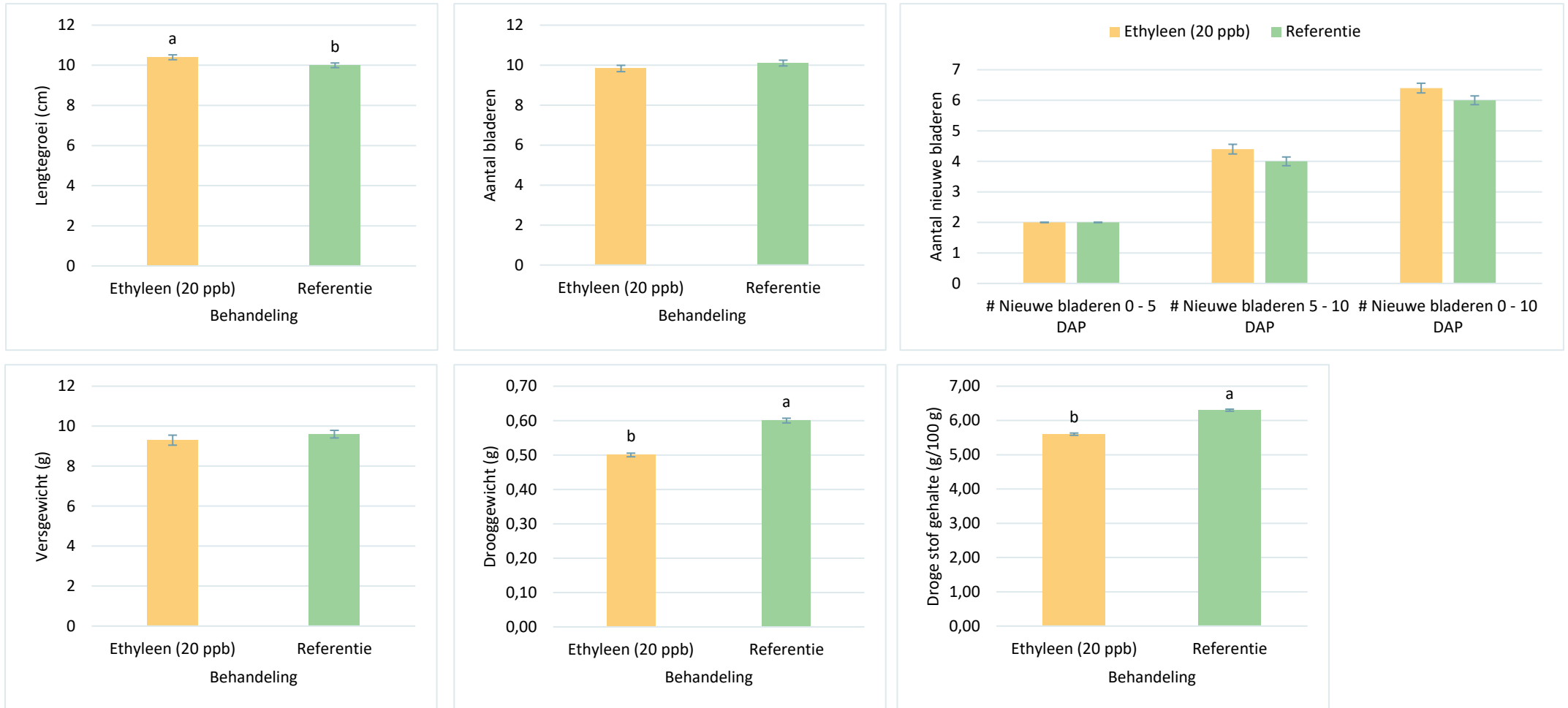
Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (20 ppb)	125.5	12.1	4.5 a	1.6	6.1	208.4	16.7 a	8.3
Referentie	116.9	11.7	3.7 b	2.0	5.7	178.3	14.1 b	7.9



Figuur 3: Effect van 20 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

Tabel 4: Effect van 20 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (20 ppb)	10.4	9.83	2.0	4.0	6.4	9.3	0.5	5.6
Referentie	10.0	10.10	2.0	4.0	6.0	9.6	0.6	6.3



Figuur 4: Effect van 20 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95



5.5 Komkommer (eerste ronde 15 ppb ethyleen)

Nadat 20 ppb een nadelig effect leek te hebben op sla, werd 15 ppb ethyleen getoetst op zowel komkommer als sla. Hierbij werd gebruik gemaakt van kleinere komkommerplanten (70 cm t.o.v. 120 – 140 cm planten in de vorige teeltrondes). Bij 15 ppb werden geen significante verschillen gevonden tussen de ethyleen gedoseerde cel en de referentie cel. Ondanks dat de verschillen niet significant waren, werd deze teeltronde wel een lagere biomassa productie gevonden in de ethyleen cel ten opzichte van de referentie cel (4,2% lager versgewicht). Het lijkt erop dat het ontwikkelingsstadium van de plant dus zeker van invloed is op de schade drempel van ethyleen. Echter, net als in iedere voorgaande teeltronde, werd geen visuele schade gevonden die toe te schrijven was aan de ethyleendosering: in alle teeltrondes trad lichte mate van chlorose op in beide cellen, verwacht wordt dat dit te maken had met de groeiomstandigheden die niet optimaal waren voor komkommer.

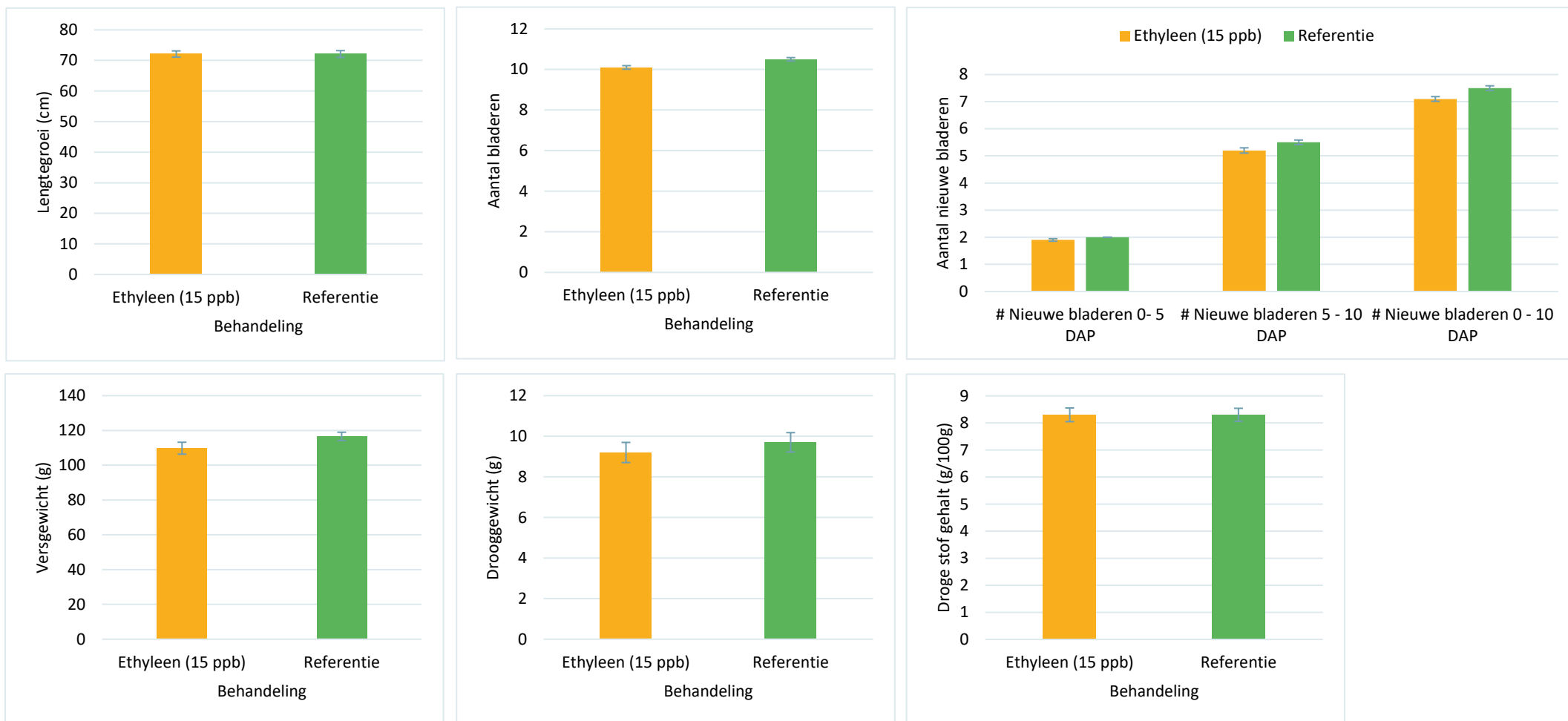
5.6 kruisla (eerste ronde 15 ppb ethyleen)

In sla werd bij 20 ppb ethyleen een negatief effect op de biomassa productie waargenomen. Echter, bij een dosering van 15 ppb, werd een hoger biomassa gevonden in de gedoseerde cel ten opzichte van de referentie cel (9,5% meer versgewicht in ethyleencel). Het aantal bladeren was zelfs significant hoger bij 15 ppb ethyleen ten opzichte van de referentie (8,5% meer bladeren in ethyleencel). Wat een mogelijke verklaring zou kunnen zijn voor het feit dat in deze teeltronde geen negatief effect van ethyleen op biomassa productie werd waargenomen, zou kunnen zijn dat de planten deze teeltronde groter waren dan in de vorige teeltrondes (12,5 cm t.o.v. 10,4 cm). Wat betreft lengtegroei, de planten in de gedoseerde cel waren 5,2% langer dan de planten in de referentiecél.



Tabel 5: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

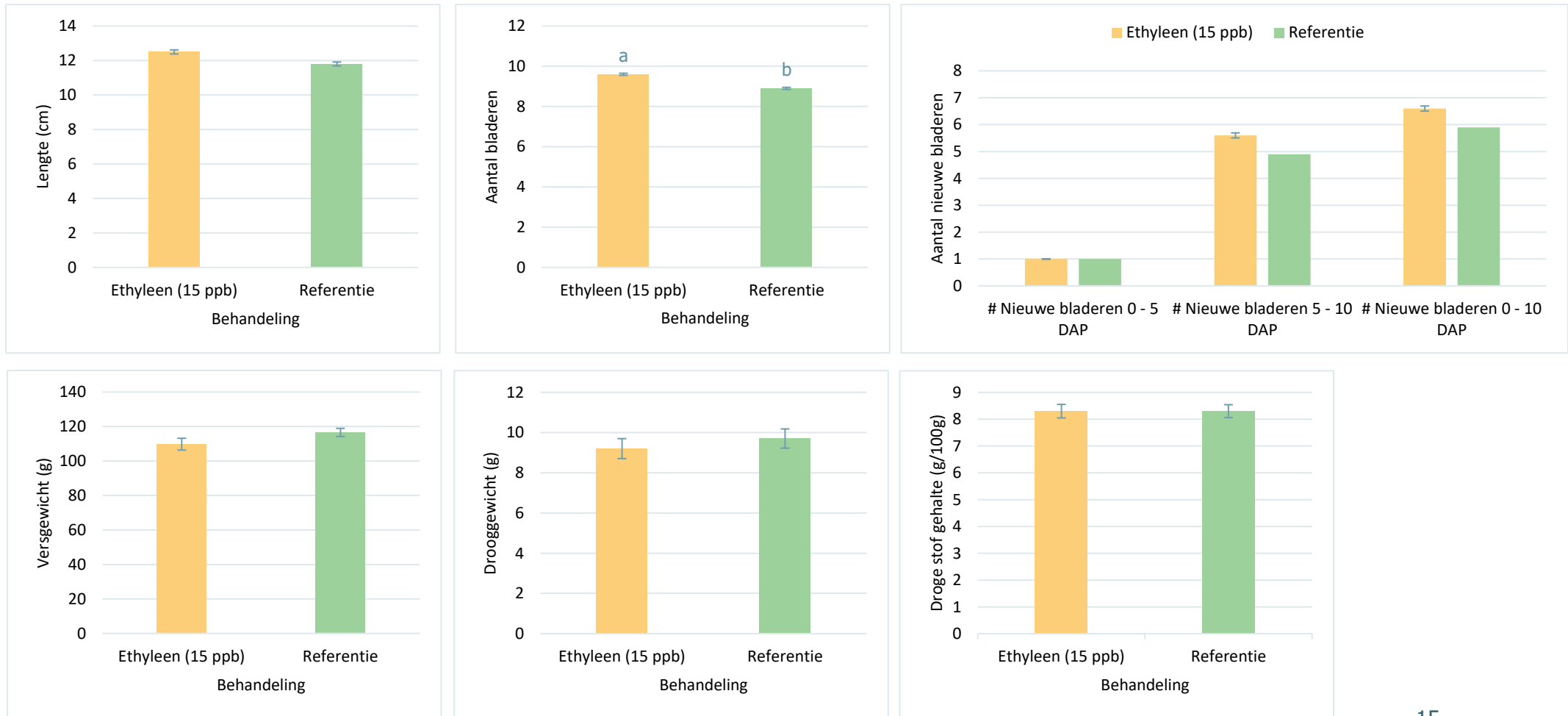
Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (15 ppb)	72.1	10.1	1.9	5.2	7.1	109.8	9.2	8.3
Referentie	72.1	10.5	2.0	5.5	7.5	116.6	9.7	8.3



Figuur 5: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

Tabel 6: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (15 ppb)	12.5	9.6 a	1.0	5.6	6.6	16.3	0.8	4.8
Referentie	11.8	8.9 b	1.0	4.9	5.9	14.9	0.8	5.1



Figuur 6: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

5.7 Komkommer (tweede ronde 15 ppb ethyleen)

Om het effect van ethyleen op een ander slaras te onderzoeken, werd de teeltronde met 15 ppb ook in komkommer herhaald. De grootte van de komkommerplanten in deze teeltronde zat tussen de kleine planten van teeltronde vier en de grotere planten van voorgaande teeltrondes in. Het nadelige effect van 15 ppb wat in teeltronde 4 (15 ppb) werd waargenomen, werd in deze teeltronde niet teruggevonden: opnieuw werd een hogere biomassa productie geconstateerd in de met ethyleen gedoseerde cel ten opzichte van de referentie cel (1,8% meer versgewicht). Dit zou een bevestiging kunnen zijn voor het feit dat de schadedrempel van ethyleen heel nauw samenhangt met de grootte van het gewas op moment van blootstelling.

5.8 kruisla (tweede ronde 15 ppb ethyleen)

In de vorige teeltronde met 15 ppb ethyleen werd geen negatief effect op de biomassa productie van kruisla waargenomen (mogelijk doordat de planten groter waren dan in de eerdere teeltrondes). In deze teeltronde werd dezelfde trend waargenomen: grotere planten dan in de eerste teeltrondes (waar wel een negatief effect werd waargenomen) en geen negatief effect van ethyleen op de biomassa productie. Het versgewicht lag zelfs significant hoger in de ethyleen gedoseerde cel ten opzichte van de referentie cel (7,8% hoger). Ondanks dat er geen negatief effect van ethyleen op de biomassa productie werd waargenomen, werden opnieuw significant langere planten gevonden in de ethyleen gedoseerde cel ten opzichte van de referentie cel (planten waren 20,8% langer in ethyleen gedoseerde cel ten opzichte van de referentiecel).

5.9 kropsla (15 ppb ethyleen)

Ook in kropsla waren de planten significant langer in de cel waarin ethyleen gedoseerd werd ten opzichte van de referentie cel (11,8% langer). De biomassa productie lag bij kropsla wel hoger in de referentie cel ten opzichte van ethyleen gedoseerde cel (1% hoger versgewicht; 4,2% hoger drooggewicht). Dit zou kunnen betekenen dat verschillende slarassen verschillende schadedrempels voor ethyleen hebben. Echter, deze verschillen in biomassa waren niet significant.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

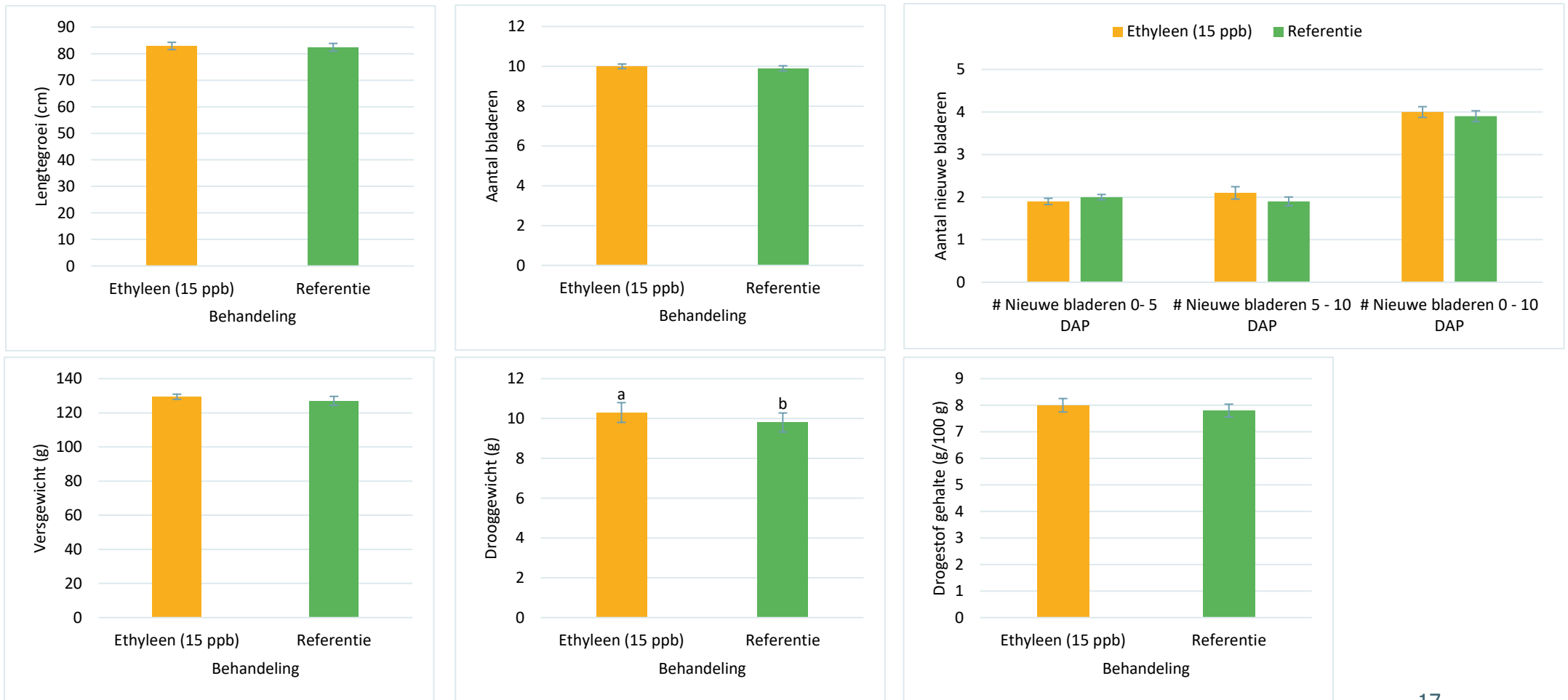
provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

Tabel 7: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in komkommer
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

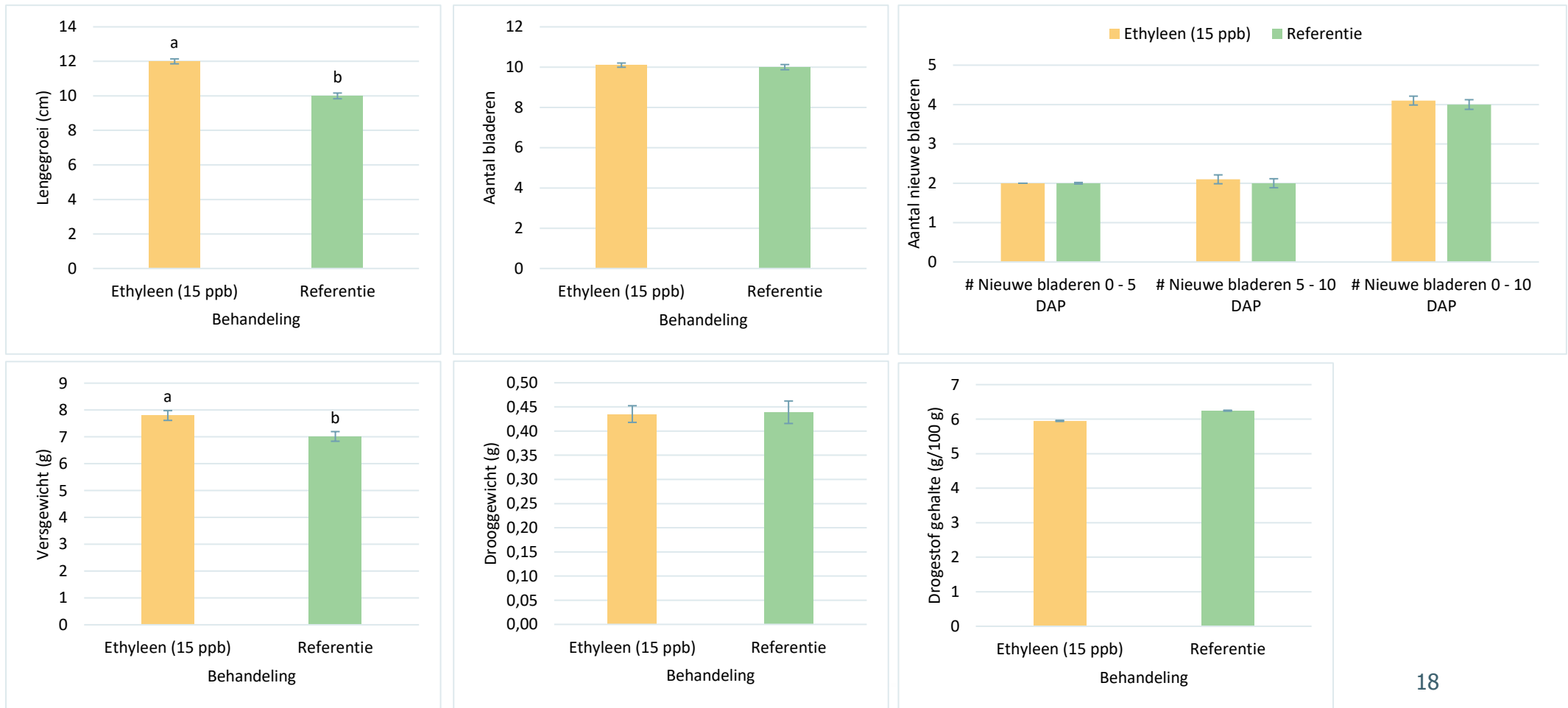
Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen (15 ppb)	82.9	10.0	1.9	2.1	4.0	129.4	10.3 a	8.0
Referentie	82.4	9.9	2.0	1.9	3.9	127.0	9.8 b	7.8



Figuur 7: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 6, p = 0.95

Tabel 8: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in kruisla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

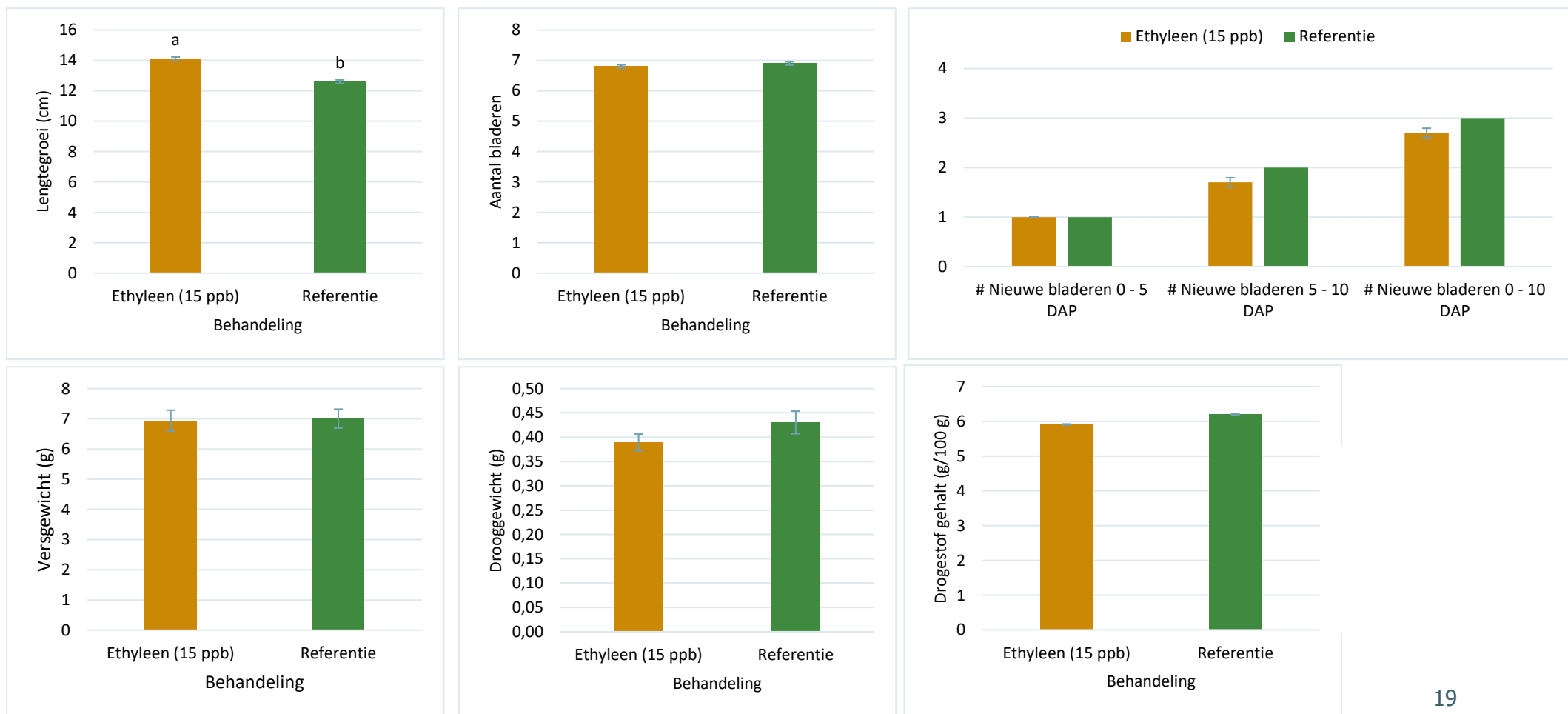
Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen kruisla (15 ppb)	12.0a	10.1	2.0	2.1	4.1	7.8 a	0.44	5.95
Referentie kruisla	10.0b	10.0	2.0	2.0	4.0	7.0 b	0.44	6.25



Figuur 8: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in sla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

Tabel 9: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in kropsla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

Behandeling	Lengte (cm)	Totaal aantal bladeren	Aantal nieuwe bladeren (0-5 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (5-10 dagen)	Aantal nieuwe bladeren (0-10 dagen)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Droge stof gehalte (g/100 g)
Ethyleen kopsla (15 ppb)	14.1 a	6.8	1.0	1.7	2.7	6.9	0.39	5.91
Referentie kropsla	12.6 b	6.9	1.0	2.0	3.0	7.0	0.43	6.20



Figuur 9: Effect van 15 ppb ethyleen op de gemeten parameters in kropsla
 Getallen met verschillende letters, verschillen significant van elkaar. N = 12, p = 0.95

5.10 Groeimeting (sla)

Gedurende het onderzoek werd door Blue engineering een groeimeting verricht op twee tafels sla per cel. Aan de hand van camerabeelden en de vastgelegde hoeveelheid groene pixels werd een groeicurve gemaakt. Deze groeicurves konden in verband gebracht worden met de opbrengstbepaling (versgewicht). Dit wordt visueel in onderstaande grafieken: de bovenste grafieken zijn van de teeltronde waarbij 10 ppb gedoseerd werd. In de linker grafiek is het gemeten versgewicht te zien, in de middelste grafiek is de door blue engineering gemaakte groeicurve op basis van groene pixels te zien en aan de rechterkant zijn de verkregen waardes van de camera's weergegeven als gemiddelde over de gehele teeltperiode van 10 dagen. Hetzelfde is uitgevoerd in de teeltronde met 15 ppb, deze resultaten worden getoond in de onderste 3 grafieken. Beide teeltronde lijken een verband te laten zien tussen de gemiddelde waardes van de groeimeting en de gemeten versgewichten (dezelfde trend is zichtbaar in de volgorde van hoogte van de staven in de staaftgrafieken). Deze techniek is ingezet om gedurende de gehele teeltduur data te verzamelen van de plant. Gebleken is dan ook dat dit een meerwaarde biedt ten opzichte van de destructieve plantfysiologische metingen op de verschillende meetmomenten. Met deze combinatie is het mogelijk inzichtelijk te krijgen op welk moment de (mogelijke) effecten van ethyleen op de biomassa optreden.



Figuur 10: Groeimeting sla

In de bovenste grafieken is van links naar rechts het versgewicht, de groeicurve op basis van de detectie van groene pixels door de camera's, aan de rechterkant de gemiddelde waarden van de groene pixel detectie van de camera's over de gehele teeltronde bij 10 ppb. In de onderste 3 grafieken staat hetzelfde weergegeven, alleen dan voor de teeltronde met 15 ppb ethyleen. Cel 1 is hierbij de ethyleen gedoseerde cel, cel 2 de referentiecel.

6. Conclusies

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kunnen geen harde conclusies getrokken worden aangezien de verschillen die ontstonden tussen de met ethyleen gedoseerde cel en de referentie cel niet tot nauwelijks significant waren. Ondanks dat de verschillen slechts klein waren, leken de negatieve effecten van ethyleen sterker tot uiting te komen in sla dan in komkommer: de biomassa productie in sla lag vaak lager in de cel waar ethyleen gedoseerd werd ten opzichte van de referentie cel. Daarnaast viel bij de sla op dat de bladeren iedere teeltronde meer gestrekt waren in de cel waar ethyleen gedoseerd werd ten opzichte van de referentie cel. Uit literatuur blijkt dat ethyleen een belangrijke factor speelt in diverse groeiresponsen; ethyleen kan groei remmen of juist stimuleren. De reactie van de plant is afhankelijk van de omstandigheden en van plantensoort specifieke eigenschappen (Perik et al (2007)). Het zou dus mogelijk kunnen zijn dat het toevoegen van ethyleen in sla heeft geleid tot meer bladstrekking. Tot slot werd onderzocht of verschillende slarassen verschillende resultaten lieten zien. In de laatste teeltronde met 15 ppb werd duidelijk dat kropsla gevoeliger lijkt te zijn voor de negatieve effecten van ethyleen ten opzichte van kruisla aangezien de biomassa productie in kropsla achter bleef in de cel waar ethyleen gedoseerd werd terwijl dit niet het geval was bij de kruisla.

In komkommer traden nauwelijks negatieve effecten van ethyleen op: vaak was de biomassa productie zelfs hoger in de cel waar ethyleen gedoseerd werd ten opzichte van de referentie cel. Alleen in de eerste teeltronde met 15 ppb ethyleen werden negatieve effecten op de biomassa productie in komkommer gevonden. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de planten die in deze teeltronde gebruikt werden, een stuk kleiner waren dan de planten die in de voorgaande teeltrondes gebruikt zijn (50% kleiner). Dit laat zien dat het mogelijk is dat jongere planten gevoeliger zijn voor blootstelling aan ethyleen dan oudere planten. Verder viel op dat de bladafplitsing lager lag in de ethyleen gedoseerde cel ten opzichte van de referentie cel aan het einde van de teeltronde (in de periode van 5 – 10 dagen in de cel). Dit zou mogelijk kunnen betekenen dat de negatieve gevolgen van ethyleen pas waarneembaar worden na een langdurige blootstelling (langer dan 10 dagen). Naast de plantmetingen, werden de planten ook visueel beoordeeld. In iedere teeltronde werd in lichte mate chlorose waargenomen in de komkommerplanten. Echter, deze verschijnselen traden op in beide cellen. Waarschijnlijk is de waargenomen chlorose te verklaren doordat de komkommers op een horizontale manier geteeld werden en dat de omstandigheden hierdoor niet optimaal waren.

Tot slot lieten de groeimetingen van Blue engineering zien dat een verband bestaat tussen het versgewicht van de plant en de detectie van groene pixels door de camera's. Als met behulp van de camera's groeicurves kunnen worden opgesteld, kan aan de hand van deze curves bekeken worden waar in de teelt verschillen optreden in de productie van biomassa zonder dat daar destructieve metingen (bepaling versgewicht) voor uitgevoerd hoeven te worden.

Nogmaals, omdat de verschillen tussen de ethyleen gedoseerde cel en de referentie cel in beide gewassen nauwelijks significant waren, kunnen geen harde conclusies verbonden worden aan dit onderzoek. In een mogelijk vervolgonderzoek zou het daarom interessant zijn om de planten voor een langere duur bloot te stellen aan ethyleen om te zien of de verschillen op deze manier groter worden. Wellicht zou ook gevarieerd kunnen worden in blootstellingsduur per dag, waarbij de ethyleenhoeveelheid in slechts korte perioden gedoseerd wordt en niet voor de gehele 24 uur. Daarnaast zou de invloed van het ontwikkelingsstadium van de plant op de schadedrempel van ethyleen verder onderzocht kunnen worden.



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

Bronvermelding

Blankenship S. M. & J. Kemble – Growth, fruiting and ethylene binding of tomato plants in response to chronic ethylene exposure. J. Hort. Sci. 71: 65 – 69 (1996).

Boerman, J., Bosman, G. Toepassing van de Greenhouse GA in de glastuinbouw.

Dueck, Th. A., Van Dijk, C.J., Kempkes., F., Van der Zalm, T. Emissies uit WKK installaties in de glastuinbouw (2008).

Peet, M.M., J.L. Gibson, B.E. Whipker & S. Blankenship – ethylene damage: What it is and how to prevent it. The Tomato magazine April 2001: 18 – 20 (2001)

Pierik, R., Sasidharan, R., Voeselek, L.A.C.J. Growth control by Ethylene: Adjusting phenotypes to the environment, Journal of Plant Growth Regulation (2007).

Tonneijck, A.E.G. & C.J. van Dijk – Toxicologische advieswaarden voor effecten van etheen op planten. AB-DLO rapport 15 (1994).

Van Dijk, C.J, Van der Knaap, J.P, Dijkstra, T.J, Hanemaaijer, J.J, Tonneijck, A.E.G. Rookgasschade in beeld? (2003).

Bijlage I: Proefopzet

Cel 1: Dosering gassen

	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken
6 Komkommerplanten. Indien te lang, wegleggen over volgende tafel	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken
	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken
6 Komkommerplanten. Indien te lang, wegleggen over volgende tafel	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken

Linkerstelling: Rood/wit licht
Rechterstelling: Rood/blauw licht

Cel 2: Referentie cel

	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken
6 Komkommerplanten. Indien te lang, wegleggen over volgende tafel	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken
	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken
6 Komkommerplanten. Indien te lang, wegleggen over volgende tafel	30 slaplanten. Middelste 15 planten als meetplant gebruiken

Linkerstelling: Rood/wit licht
Rechterstelling: Rood/blauw licht



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



Bijlage II: Foto's

Teeltronde 20 ppb met links op de foto slapplanten uit de godoseerde cel en rechts planten uit de referentiegel



Teeltronde 20 ppb met links op de foto komkommerplanten uit de godoseerde cel en rechts planten uit de referentiegel



Teeltronde 15 ppb met links op de foto slapplanten uit de godoseerde cel en rechts planten uit de referentiegel



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



GLITCH

Teeltronde 15 ppb met links op de foto slapplanten uit de godoseerde cel en rechts planten uit de referentiecel



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art



GLITCH

Teeltronde 15 ppb met boven foto op de foto planten uit de godoseerde cel en beneden de planten uit de referentiecel



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

Groeiomstandigheden in brightbox. Horizontale manier van het telen van komkommer is zichtbaar



Interreg



Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



Provincie
Antwerpen



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

provincie limburg
gesubsidieerd door de Provincie Limburg



Flanders
State of the Art

