



Risico inventarisatie van schade door ethyleen bij tussenplanten

Effecten van tomaat op tussengeplante komkommer en tomaat

W. Verkerke, L. Voorbij, J. Kempen en H. van Gurp

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
december 2002

PPO GT 32005

© 2003 Naaldwijk, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. GT 32005

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Projectnummer: 420030

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5. Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 63 67 00
Fax : 0174 - 63 68 35
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1 INLEIDING.....	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
3 METINGEN OP BEDRIJVEN	7
4 LITERATUURONDERZOEK	8
4.1 Ethyleeneffecten bij komkommer	8
4.2 Ethyleeneffecten bij tomaat.....	8
4.3 Ophoping van ethyleen in de kas	9
4.3.1 Aanmaak van ethyleen door het gewas	9
4.3.2 Schatting van de ophoping en verlies door ventilatie van ethyleen in de kas.....	9
5 DISCUSSIE	9
6 CONCLUSIES	11
LITERATUUR.....	12
BIJLAGE 1 - VAKBLAD ARTIKEL	14

1 Inleiding

Bij een herfstteelt van tomaten op goten is het aantrekkelijk om in de winter tomaten of komkommers tussen te planten. Door het grotendeels weg laten zakken van het oude gewas onder de goot en het jonge gewas op de goot te zetten, kan de teeltwisseling met een minder groot gat in de productie verlopen. Omdat tomaten aan de plant volledig doorkleuren bestaat in principe de kans dat de ethyleen die gevormd wordt door de rijpende vruchten schade kan geven aan het jonge tussengeplante gewas. Bij tomaat is in 2000 op enkele bedrijven trosrui geconstateerd bij het tussengeplante toma tengewas. Hierbij werd gedacht aan mogelijke ethyleenschade.

Ethyleen is een gasvormige, planteigen stof die als groeiregulator (hormoon) bij zeer veel verschillende fysiologische processen betrokken is. Het beïnvloedt o.a. bloei, bladgroei en lengtegroei van de spruit (Abeles *et al.*, 1992). Als er externe bronnen zijn van ethyleen dan is er al snel sprake van schade. Symptomen van ethyleenschade zijn o.a. afwijkende kiemplanten, bloemrui, trosrui, afwijkende bladstand, bladval en stagnatie van de vegetatieve groei. Ernstige ethyleenschade uit zich direct in bladvergelting, maar soms treedt er verduisterd wat lichte schade op die toch blijkt te leiden tot productievermindering. Ethyleen komt in de buitenlucht standaard voor in een concentratie van 1 – 5 ppb (Abeles *et al.*, 1992), maar kan in stedelijke gebieden tot wel 100 keer hoger worden. Ethyleen kan dus als luchtvervuiling een kas binnenkomen, of ophopen ten gevolge van een slecht afgestelde brander (Hanan, 1973, Esmeijer, 1999). Een andere bron van ethyleen is een gewas met doorkleurende vruchten zoals tomaat (Reid, 1988). In het geval van tussenplanten in de winterperiode zou dit problemen kunnen opleveren. In het verleden werd ook wel tussengeplant, maar leidde dit nooit tot problemen, omdat de vruchten los geoogst werden en nooit zo lang doorgekleurd in het gewas aanwezig bleven. Bovendien werd er alleen tussengeplant in de zomermaanden als er relatief veel gelucht werd. Bij tussenplanten in de winter van komkommers bij tomaat gaat het om een situatie waarin de luchtramen vaak gesloten zijn en er weinig licht beschikbaar is. De meeste gewassen zijn in die omstandigheden gevoelig voor schade, en naar verwachting zullen jonge, snel groeiende komkommerplanten op die regel geen uitzondering zijn.

In literatuuronderzoek is berekend hoeveel ethyleen in de kaslucht kan worden opgehoopt door rijpende vruchten en is geïnventariseerd welke processen schade zouden kunnen oplopen door ethyleen in de kaslucht. Daarnaast zijn ethyleenconcentraties gemeten op bedrijven die een teeltwisseling zouden kunnen gaan uitvoeren. Door een combinatie van deze twee activiteiten kan worden ingeschat wat het risico van ethyleenschade bij tussenplanten van komkommer is. Dit biedt aanknopingspunten voor eventuele acties tegen oplopen van ethyleen in de kaslucht.

In dit verslag wordt het literatuuroverzicht en de achtergronden van schade door ethyleen uit een eerder PPO verslag samengevat met de resultaten van het onderzoek op bedrijven in 2001. Tevens kon recentere literatuur ook worden opgenomen en kon bij de berekening van lek de effecten van de windsnelheid correct worden meegenomen. Op deze manier staan alle gegevens nu correct bij elkaar.

Doel – Inventarisatie van het risico van ethyleenschade aan jonge planten bij tussenplanten voor een teeltwisseling in de winter.

2 Materiaal en methoden

Meting - Ethyleen werd gemonsterd op de bedrijven door H. van Gulp (in 2000) en J. Kempen en L. Voorbij (in 2001). Er is op 19 december 2000 gemonsterd tussen 8.15 en 10.15 uur bij 5 geselecteerde bedrijven met elk 2, dus in totaal 10 verschillende kaslocaties. Alle bedrijven teelten Durinta; op bedrijf 2 werd daarnaast ook Tomcat geteeld. Eerder in het seizoen was de buitentemperatuur nog zo hoog dat de ramen steeds openstonden, zodat een meting niet zinvol was. De monsternamen werden uitgevoerd bij windstil weer, op een koude dag. De luchtramen waren op die dag en de dagen daarvoor gesloten gebleven. Met plastic 10 ml spuitjes (PP, Becton Dickinson 0318) die konden worden afgesloten door twee plastic kraantjes (Alltech 211524) werd een luchtmonster getrokken. De spuitjes werden de volgende dag bezorgd bij het PBG in Naaldwijk. De dag daarop werd met een naald een monster getrokken uit deze spuitjes en de concentratie gemeten met de gaschromatograaf (GC).

In 2001 zijn bij vier deelnemende bedrijven jonge komkommer- en tomatenplanten als indicatorplanten neergezet tussen de bestaande tomatenplanten in kassen bij komkommertelers. Gebruikt zijn de rassen Sabrina voor komkommer en Cedrico voor tomaat. Deze planten hebben een week op het teeltbedrijf tussen het gewas gestaan, waarna de ethyleenconcentratie op vergelijkbare wijze als in 2000 werd gemeten door Groen Agrocontrol. De plantjes werden vervolgens drie weken verder gekweekt en gecontroleerd op mogelijke epinastie als symptoom voor ethyleenschade.

De bedoeling was dat de helft van de indicatorplanten in een afdeling gezet zou worden waar niet gelucht wordt en de andere helft in een afdeling waar wel gelucht zou worden. Voor de telers was het echter niet mogelijk om zich daaraan te houden. Bij bedrijf 3 is speciaal voor deze proef wel een afdeling dicht gehouden en bij bedrijf 4 is in een afdeling beperkt gelucht.

Tabel 1 - Terminologie en gebruikte eenheden

1 ppm ethyleen	= 1 deeltje per miljoen deeltjes lucht
1 ppb ethyleen	= 1 deeltje per miljard deeltjes lucht
1 ppm ethyleen	= 1 vpm (volume deel per miljoen)
1 ppm ethyleen	= 0.0001 volume % = 1 ml / m ³ = 1 µl/l (spreek uit: microliter)

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ µl/l} = 1000 \text{ ppb}$$

ethyleen	= C ₂ H ₄
ethrel	= ClCH ₂ CH ₂ - PO ₂ OH, 2-chloroethylfosfonzuur
ethyleenglycol	= CH ₂ OH - CH ₂ OH, 1,2 ethanediol

Literatuuronderzoek - Het onderzoek is in dit rapport beperkt tot de schade aan gewassen komkommer en tomaat. De ethyleenschade aan geoogste producten is goed gedocumenteerd (Abeles *et al.*, 1992; Kays, 1991; Loughheed, 1987; De Maaker, 1986; P&O Nedlloyd site; Poenicke *et al.*, 1977). Gegevens over ethyleengehalten zijn steeds omgerekend naar ppb (Tabel 1).

3 Metingen op bedrijven

Tabel 2 Het ethyleengehalte in tien monsters kaslucht van vijf herkomsten, verzameld op 19 december 2000. Nr = monsternummer h = herkomstnummer, G = glasmaat (m), HK = hoogte kas (m).

Nr	h	G (m)	H (m)	Type kas / streefwaarde T dag	Ras	monster getrokken in rij	Ethrel toegepast	gehalte ethyleen (ppb)
1	1	1.12	2.80	Venlo	Durinta	29 midden	nee	50
2	1	1.25	3.50	Zon	Durinta	82 midden	13 / 12	140
3	2	1.12	3.50		Tomcat	53 midden	nee	60
4	2	1.12	4.00		Durinta	127 midden	15 / 12	140
5	3	1.00	3.00		Durinta	Midden, l. voor	nee	40
6	3	1.12	3.50		Durinta	Midden, r. voor	nee	60
7	4	1.12	4.50	14°C	Durinta	Midden links	18 / 12	70
10	4	1.12	4.50	20°C	Durinta	Midden links	18 / 12	50
8	5	1.00	2.80		Durinta	midden links	nee	50
9	5	0.73	2.60		Durinta	midden links	nee	30
Gemiddeld zonder ethrel								48
1 dag na ethrel gebruik								60
5 dagen na ethrel gebruik								140

- Op de bedrijven waar geen ethrel was gebruikt werd een concentratie tussen de 30 en 60 ppb in de kaslucht gemeten.
- Van de bedrijven waar geen ethrel is toegepast komen de lagere (oudere) kassen gemiddeld op een waarde van 42 ppb, terwijl de hogere (nieuwere) kassen een ethyleengehalte van 60 ppb bereiken.
- Een dag na de toepassing van ethrel werden waarden van 50 en 70 ppb gemeten (monsternummers 7 en 10).
- 5 dagen na gebruik van ethrel is twee maal een waarde van 140 ppb gemeten (monsternummers 2 en 4).

Tabel 3 - Het ethyleengehalte in acht monsters kaslucht van vijf herkomsten, verzameld in december 2001.

Bedrijf	Monster	Concentratie in ppb	Opmerkingen
1	oude kas	60	Ethrel toegepast op 11/12/01
	nieuwe kas	60	
2	oude kas	40	
	nieuwe kas	50	
3	open raam	20	
	dicht raam	20	
4	open raam	<20	
	dichtraam	<20	

De indicabrplanten die op de bedrijven waren uitgezet gaven geen van alle verschijnselen te zien die door ethyleen veroorzaakt zouden kunnen zijn.

4 Literatuuronderzoek

4.1 Ethyleeneffecten bij komkommer

Tabel 4 - Gegevens over ethyleen in kaslucht en schadedrempels.

	Ethyleen (ppb)	Bron
Concentratie ethyleen in buitenlucht	1 – 5	Abeles <i>et al.</i> (1992)
Maximaal toelaatbare waarde in kaslucht voor zeer gevoelige gewassen	8	Esmeijer (1999)
Detectiegrens gaschromatograaf PBG	10 – 20	Van Aanholt, pers. meded.
Algemene schadedrempel planten in kassen	50	Blankenship & Kemble (1996); Tonneijck & Van Dijk (1994).
Schadedrempel tomatengewas	10 – 50	Blankenship & Kemble (1996); Peet <i>et al.</i> (2001)
Schadedrempel komkommerngewas	<100	Abeles <i>et al.</i> (1992)

Gericht onderzoek naar schade aan een komkommerngewas zoals dat in onze kassen staat is niet uitgevoerd. Er zijn wel veel gegevens beschikbaar over de effecten van ethyleen op de belangrijkste fysiologische processen bij komkommer.

Ethyleen bepaalt de verhouding tussen de aantallen mannelijke en vrouwelijke bloemen bij de z.g. eenhuizige tweeslachtige komkommertypen (dwz planten met zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen, Rudich *et al.*, 1972; Saito & Takahashi, 1987; Yamasaki *et al.*, 2000:). Bij zulke planten nam het aantal vrouwelijke bloemen tot vier keer toe door twee keer te spuiten met 250 ppm (250.000 ppb) ethrel (Cantliffe *et al.*, 1972). Remming van ethyleen door bespuiting met zilver leverde meer mannelijke bloemen op (Den Nijs en Visser, 1980). Als jonge planten werden behandeld met ethrel werden geen nadelige effecten op de kwaliteit van de vruchten gevonden (Miller & Lower, 1972), maar het spuiten van 125 ppm ethrel (125.000 ppb) op de grond voor de kieming gaf bij jonge eenhuizige planten weliswaar meer vrouwelijke bloemen, maar ook forse schade aan de vegetatieve groei van de plant en de wortels (Cantliffe & Robinson, 1971). In andere proeven werd gevonden dat bij komkommers de groei sterk geremd werd bij 1500 ppb (Beyer, 1976). 1000 ppb ethyleen tast het bladgroen in de cotylen van gekiemde komkommernzaden sterk aan (Abeles *et al.*, 1989). Spuiten met 150.000 ppb ethyleen geeft bij jonge planten een sterke reductie van de lengtegroei (Karchi & Govers, 1972). Ethyleen speelt verder een belangrijke rol bij de kieming van de zaden (Makus *et al.*, 1975).

Ziekten - Er zijn vermoedens dat ethyleen het gewas gevoeliger kan maken voor ziekten als *Colletotrichum lagenarium* (Biles *et al.*, 1990) en *Botrytis* (Elad, 1990), maar of dit een rol kan spelen in de praktijk is niet met zekerheid te zeggen.

Andere verwante stoffen - Komkommerplanten blijken ook erg gevoelig te zijn voor ethyleenglycol (CH₂OH - CH₂OH, chemische naam 1,2 ethanediol), een bestanddeel van antivries in o.a. auto's, dat ook gebruikt wordt in het koelsysteem van groeikamers voor proeven met planten. De stof ontstaat uit ethyleen door oxidatie en hydrolyse. Bij een concentratie van 1000 ppb ethyleenglycol trad binnen 5 dagen een extreem sterke vorming van bolblad bij jonge planten op (Tibbitts & Peterson, 1999).

Conclusie - Komkommerplanten zijn in het algemeen zeer gevoelig voor allerlei gasvormige stoffen. Speciaal in slecht geventileerde of afgesloten ruimten kunnen ethyleen uit rookgassen, phtalaten (chemische stoffen die vrij kunnen komen uit pvc) en allerlei verfstoffen voor allerlei schade zorgen (Wheeler *et al.*, 1996). Voor ethyleen wordt aangenomen dat de schadedrempel bij een komkommerngewas onder de 100 ppb ligt (Abeles *et al.*, 1992).

4.2 Ethyleeneffecten bij tomaat

Bij tomaat is recent gericht onderzoek gedaan naar de schade die aan het gewas kan optreden. Er treedt een zeer duidelijke reactie op bij concentraties van 50 ppb ethyleen, terwijl in nauwkeurig opgezette proeven ook al bij 10 ppb afwijkingen waarneembaar blijken (Blankenship & Kemble, 1996). De symptomen zijn afhingende bladeren (epinastie), veroorzaakt door relatief meer strekking in cellen aan de bovenkant van de bladsteel (Quispel & Stegwee, 1983; Leather *et al.*, 1972), kleinere bladeren en slechtere zetting. Bij hogere concentraties trad er helemaal geen zetting meer op.

4.3 Ophoping van ethyleen in de kas

4.3.1 Aanmaak van ethyleen door het gewas

Vooraf rijpende vruchten, ongeveer in kleur stadium 7, produceren veel ethyleen (Rothan & Nicolas, 1989). Lichtere of rodere vruchten produceren ongeveer de helft minder ethyleen dan kleurende vruchten (Rhodes, 1970). De productie is bij *L. esculentum* (de 'gewone' tomaat) geschat op 200.000 ppb / kilo versgewicht / dag bij vruchten in kleur stadium 7 (Grumet *et al.*, 1981).

Het blad van een tomatengewas produceert ook ethyleen. Bij lage lichtintensiteit (600 PAR) is dit ongeveer 3000 ppb / kg blad / uur. Als het gewas uniform en continu in deze mate ethyleen zou produceren zou dit uitkomen op 72.000 ppb / kg blad / dag. Onder lichte waterstress kan de productie met ongeveer een derde toenemen (Basiouny *et al.*, 1994).

4.3.2 Schatting van de ophoping en verlies door ventilatie van ethyleen in de kas

Voor een ruwe schatting van de potentieel mogelijke concentratie ethyleen in kaslucht gaan berekenen we eerst alleen de ethyleenproductie door vruchten. Bij een teelt van Durinta, met een geschat vruchtgewicht van 95 gram, een dichtheid van 15.4 kleurende vruchten per meter (J. Bakker, pers. meded.), in een 2.80 m hoge kas met een gesloten kasdek, is er 1.46 kilo aan kleurende vruchten per 2.8 m³ lucht. Een kilo versgewicht aan kleurende vruchten produceert per dag 200 µl ethyleen (Grumet *et al.*, 1981). 1.46 kilo aan kleurende vruchten produceert dus per dag 290 µl, die wordt verdeeld over 2800 l lucht. Dit geeft een concentratie van 0.105 µl/l, of 105 ppb ethyleen. Bij hogere kassen van 3.50 m kom je dan uit op ongeveer 80 ppb ethyleen. Dit komt in de buurt van de gemeten waarden van Tabel 2.

Voor een nauwkeuriger schatting zou eigenlijk ook de hoeveelheid bladmassa van het gewas moeten worden meegenomen. Hier zijn echter niet voldoende betrouwbare gegevens over beschikbaar. Het is met name niet zeker dat de in de literatuur vermelde productie van ethyleen door de bladeren het gehele etmaal door gaat. Stel dat er 10 uur licht is en dat de bladeren alleen dan ethyleen produceren. We gaan uit van een stengeldichtheid van 2.3/m², een aantal van 10 bladeren per stengel en een vers bladgewicht van 110 gram. Er is dan 2.5 kilo blad/m², met een productie van 75.000 ppb of 75 µl ethyleen / m² / dag, die moet bij een lage kas wordt verdeeld over 2800 l lucht. Dit geeft een concentratie van 0.03 µl/l, of 3 ppb ethyleen. De bijdrage van de bladmassa is in deze schatting dus klein ten opzichte van de bijdrage door de vruchten.

We kunnen er echter van uitgaan dat er altijd wat verdunning optreedt omdat geen enkele kas 100% luchtdicht is. Met name oude kassen zijn minder dicht dan de nieuwere kassen. De bijdrage van deze lek aan het ventilatievoud (het aantal luchtverversingen per uur) is 0.3 voor een moderne kas en soms wel meer dan 2 voor een oude kas (Esmeijer, 1999). In de buitenlucht is het ethyleen gehalte ongeveer 3 ppb (Tabel 3), zodat het verschil in ethyleengehalte tussen binnen en buiten, afhankelijk van het kastype 80 of 100 ppb is. Bij een moderne, hoge kas van 3.50 m en een lek van 0.3 is bij windstil weer (windsnelheid tot 3 m/sec) en gesloten luchtramen het ventilatievoud $0.09 \cdot 3 \cdot 0.3 = 0.081$. Het verlies per uur aan ethyleen is dan $0.081 \cdot 3.50 \cdot 100 =$ ongeveer 28 ppb per uur. Voor een oudere, lage kas met een lek van 0.6 is dit $0.09 \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot 2.80 \cdot 80 =$ ongeveer 36 ppb. Er lekt dus ook in de nieuwe kassen nogal wat van de aangemaakte ethyleen weg, ook als de luchtramen gesloten blijven.

5 Discussie

In 2000 werden de ethyleenmonsters eind December op de bedrijven verzameld. Op 3 januari 2001 is besloten dat verder monsteren weinig zinvol was, omdat het weer erg zacht was en omdat inmiddels overal ethrel was gebruikt. Bij tussenplanten in de komende jaren zal geen ethrel meer worden gebruikt. We besloten af te wachten met meten tot er zich omstandigheden voordoen waarbij er schade gemeld is, of wanneer er situaties zijn waarbij zonder ethrelgebruik de kas met tomaten lange tijd dicht heeft gelegen.

De in het onderzoek in de kas gemeten waarden van ethyleen liggen in de algemene gevarenzone. In kassen met een tomatengewas met rijpende vruchten zijn op een windstille winterdag bij gesloten luchtramen waarden tussen de 30 en 60 ppb ethyleen gemeten. Uit literatuur blijkt dat bij 10 ppb al schade aan tomatenplanten kan optreden. Waarschijnlijk ligt de schadedrempel bij komkommer niet veel hoger. Er zijn dus risico's verbonden aan het tussenplanten van komkommer bij een gewas met rijpende tomaten.

Op de bedrijven zijn geen schadelijke effecten van ethyleen geconstateerd. Ook de indicatorplantjes gaven geen ethyleensymptomen (epinastie, hangende blaadjes, bij tomaat) te zien. Gelukkig verdwijnt er door lek en luchten ook weer

veel van het geproduceerde ethyleen uit de kas. Het lijkt dus zeker nodig om af en toe te luchten, ook in oude kassen. Waarschijnlijk is het voldoende om een maal per dag de ramen open te sturen om het ethyleen kwijt te raken.

6 Conclusies

- In kassen met een tomatengewas met rijpe vruchten zijn op een windstille winterdag bij gesloten luchtramen waarden tussen de 30 en 60 ppb ethyleen gemeten.
- Na toepassing van ethrel liep het ethyleengehalte op tot 140 ppb ethyleen.
- De schadedrempel voor jonge komkommerplanten is niet precies bekend, maar ligt waarschijnlijk onder de 100 ppb ethyleen.
-
- De schadedrempel voor jonge tomatenplanten ligt op 10 ppb ethyleen.
- Bij het tussenplanten van komkommers in een tomatengewas met rijpe vruchten in de winter zou er ethyleenschade kunnen optreden.
- Door lek en luchten verdwijnt veel van het ethyleen weer uit de kas.
- Het advies is om elke dag minimaal een keer de luchtramen open te sturen om schadelijke effecten van ethyleen te vermijden.

Literatuur

- Abeles, F.B., Hershberger W.L., Dunn, L.J. – Hormonal regulation, and intracellular localization of a 33-kD cationic peroxidase in excised cucumber cotyledons. *Plant Physiol* **89**: 664-668 (1989).
- Abeles, F.B., P.W. Morgan, M.E. Saltveit – Ethylene in Plant Biology. Academic Press, San Diego, 414 pp. (1992).
- Basiouny, F.M., K. Basiouony, M. Maloney – Influence of water stress on abscisic acid and ethylene production in tomato under different PAR levels. *J. Hort. Sci.* **69**: 535 – 541 (1994).
- Beyer, E. – Silver ion: a potent antiethylene agent in cucumber and tomato. *HortScience* **11**: 195 – 196 (1976).
- Biles, C.L., Abeles, F.B., Wilson, C.L. - The role of ethylene in anthracnose of cucumber, *Cucumis sativus*, caused by *Colletotrichum lagenarium*. *Phytopathology*. **80**: 732-736 (1990).
- 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).
- Cantliffe, D.J. & R.W. Robinson – Response of cucumber to soil application of (2-chloroethyl)phosphonic acid. *HortScience* **6**: 336 – 337 (1971).
- Cantliffe, D.J., R.W. Robinson, S. Shannon – Promotion of cucumber fruit set and development by chlorflurenol. *HortScience* **7**: 416 – 418 (1972).
- Elad, Y. – Production of ethylene by tissues of tomato, pepper, French-bean and cucumber in response to infection by *Botrytis cinerea*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **36**: 277-287 (1990).
- Esmeijer, M.H. – CO₂ in de glastuinbouw. Brochure PBG Naaldwijk 3^e druk (1999).
- Grumet, R., Fobes, J.F., Herner, R.C. – Ripening behavior of wild tomato species. *Plant Physiol* **68**: 1428-1432 (1981).
- Hanan, J.J. – Ethylene pollution from combustion in greenhouses. *HortScience* **8**: 23-24 (1973).
- Karchi, Z. & A. Govers - Effects of ethephon on vegetative and flowering behavior in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **97**: 357-360 (1972).
- Kays, S.J. – Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold, New York, 532 pp. (1991).
- Leather, G.R., Forrence, L.E., Abeles, F.B. – Increased ethylene production during clinostat experiments may cause leaf epinasty. *Plant Physiol* **49**: 183-186 (1972).
- Lougheed, E.C. – Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. *HortScience* **22**: 791 – 794 (1987).
- Maaker, J. de – Knelpunten bij gecombineerd bewaren groenten en fruit. *Weekblad Groenten en Fruit* **44**: 20 – 21 (9 mei 1986).
- Makus, D.J., D.M. Pharr & R.L. Lower – Some morphogenic differences between monoecious and gynoeceous cucumber seedlings as related to ethylene production. *Plant Physiol.* **55**: 352 – 355 (1975).
- Miller, C.H. & R. L. Lower – Effect of ethephon on fresh-pack and brined cucumbers. *HortScience* **7**: 418 – 420 (1972).
- Nijs, A.P.M. den, Visser D.L. – Induction of male flowering in gynoeceous cucumbers by silver ions. *Euphytica* **29**: 273-280 (1980).
- P&O Nedlloyd Commodity table of fruits and vegetables. Adres:
http://www.poni.com/topic/home_page/about_us/useful_information/refrigerated_cargo/commodity_table.
- 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).
- Poenicke, E.F., S.J. Kays, D.A. Smittle & R.E. Williamson - Ethylene in relation to postharvest quality deterioration in processing cucumbers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **102**: 303-306 (1977).
- Quispel, A. & D. Stegwee – Plantenfysiologie. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht 490 pp., 1983).
- Reid, M.S. – Ethylene in plant growth, development, and senescence. In: Davies, P.J. (Ed.), *Plant hormones and their role in plant growth and development*, pp. 257 – 279. Kluwer, Dordrecht (1988).
- Rhodes, M.J.C. – The climacteric and ripening of fruits. In: A.C. Hulme (Ed.), *Biochemistry of fruits and their products* vol. I, pp. 521 – 533, Academic Press, New York (1970).
- Rothan, C., Nicolas, J. - Changes in acidic and basic peroxidase activities during tomato fruit ripening. *HortScience* **24**: 340-342 (1989).
- Rudich, J., A.H. Halevy, N. Kedar – Ethylene evolution from cucumber plants as related to sex expression. *Plant Physiol.* **49**: 998 – 999 (1972).
- Saito, T., Takahashi, H. – Role of leaves in ethylene-induced femaleness of cucumber plants. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* **55**: 445-454 (1987).
- Tibbits, T.W. & B. Peterson – Toxicity of ethylene glycol vapors to cucumbers. *HortScience* **34**: 221 – 222 (1999).
- Tonneijck, A.E.G. & C.J. van Dijk – Toxicologische advieswaarden voor effecten van etheen op planten. AB-DLO rapport 15 (1994).

- Wheeler, R.M., B.V. Peterson, J.C. Sager and W.M. Knott – Ethylene production by plants in a closed environment. *Adv. Space Res.* **18**: 193 – 196 (1996).
- Yamasaki, S., N. Fujii, H. Takahashi - The ethylene-regulated expression of CS-ETR2 and CS-ERS genes in cucumber plants and their possible involvement with sex expression in flowers. *Plant and Cell Physiology* **41**: 608 – 616 (2000).

Bijlage 1 - Artikel in Groenten & Fruit

Tussenplanten in de winter: kijk uit voor ethyleenschade

Bij een herfstteelt van tomaten op goten is het aantrekkelijk om in de winter tomaten of komkommers tussen te planten. Het gat in de aanvoer van product is dan kleiner, maar er is wel risico op ethyleenschade aan het jonge gewas.

Rijpende vruchten van een oud tomatengewas produceren ethyleen en dit kan schade geven aan het jonge tussengeplante gewas. In het verleden werd ook wel tussengeplant, maar dit leidde niet tot problemen, omdat de vruchten los geoogst werden en nooit zo lang doorgekleurd in het gewas aanwezig bleven. Bovendien werd er alleen tussengeplant in de zomermaanden als er relatief veel gelucht werd. Bij tussenplanten van komkommers bij tomaat in de winter gaat het om een situatie waarin de luchtramen vaak gesloten zijn en er weinig licht beschikbaar is. De meeste jonge gewassen zijn in die omstandigheden gevoeliger voor schade. Naar aanleiding van vragen van telers onderzocht Praktijkonderzoek Plant & Omgeving daarom op bedrijven en in literatuur wat de risico's zijn van ethyleen bij tussenplanten van komkommer en tomaat in december.

Ethyleen is een gasvormige, planteigen stof die als groeiregulator bij zeer veel verschillende fysiologische processen betrokken is. Het beïnvloedt o.a. bloei, bladgroei en lengtegroei en kan schade opleveren zoals bloemrui, trosrui, afwijkende bladstand, bladval en stagnatie van de vegetatieve groei. Omdat planten zo enorm gevoelig zijn voor ethyleen wordt de concentratie uitgedrukt in deeltjes per miljard deeltjes lucht (ppb). Hogere concentraties geven direct ernstige bladvergeling, maar ook een lage dosering kan toch later tot productievermindering leiden.

Om te inventariseren of er bij tussenplanten in december ethyleen in de kaslucht kan ophopen zijn afgelopen december luchtmonsters genomen op enkele tomatenbedrijven. Er werd 's morgens gemonsterd bij windstil weer, op een koude dag. De luchtramen waren op die dag en de dagen daarvoor gesloten. Er werden waarden tussen de 30 en 60 ppb in de kaslucht gemeten. Op de oudere bedrijven was het gehalte gemiddeld lager dan op de nieuwere bedrijven, waarschijnlijk omdat de oude kassen meer "lek" zijn. Op bedrijven waar in de voorgaande dagen ethrel was gebruikt was het ethyleengehalte hoger. Een dag na ethrellen werd gemiddeld 60 ppb gemeten; vijf dagen na ethrellen was dit opgelopen tot 140 ppb.

Komkommerplanten zijn in het algemeen zeer gevoelig voor allerlei gasvormige stoffen. Voor ethyleen wordt aangenomen dat de schadegrens bij een komkommernewas in elk geval onder de 100 ppb ligt. Voor tomaat is zeker dat er zelfs al bij 10 ppb afwijkingen optreden. De symptomen zijn afhanginge bladeren, kleinere bladeren en slechtere zetting. Bij hogere concentraties treedt er helemaal geen zetting meer op.

Rijpende tomaten produceren veel ethyleen. Er is berekend dat dit in moderne kassen van 3.50 hoogte tot ongeveer 80 ppb ethyleen kan leiden. Deze berekening komt in de buurt van de waarden die in ons onderzoek gevonden zijn. Maar omdat ook de modernste kassen niet helemaal luchtdicht zijn, daalt de ethyleenconcentratie door lek met 28 tot 36 ppb per uur, ook als de luchtramen gesloten zijn. Er lekt dus ook in de nieuwe kassen nogal wat van de aangemaakte ethyleen weg, ook als de luchtramen gesloten blijven.

De in de kas gemeten waarden van ethyleen liggen in de algemene gevarenzone voor jonge planten. Er zijn dus risico's verbonden aan het tussenplanten van komkommer of tomaat bij een gewas met rijpende tomaten. Het lijkt zeker nodig om af en toe te luchten, ook in oude kassen. Wellicht is het voldoende om één maal per dag de ramen open te sturen om de ethyleen kwijt te raken.