S P R E N G E R I N S T I T U U T
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen
Tel.: 08370-19013

(publikatie uitsluitend met
toestemming van de directeur)

Rapport no. 2328

E.J. WOLTERING

OVERZICHT VAN DE EFFECTEN VAN ETHYLEEN OP GROENE EN BLOEIENDE POTPLANTEN

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut
Project no. 441 (ISSN 0169-765X)
november 1986

Project 441

INHOUD **BLZ**

Samenvatting/summary		3/4
1.	Inleiding	5
2.	Literatuuroverzicht	6
2.1	Invloed omstandigheden tijdens de produktiefase	6
2.2	Effect van (gesimuleerd) transport	6
2.3	Effect verpakking	7
2.4	Effect exogeen ethyleen	7
2.5	Tegengaan voortijdige bloem- en/of bladval	10
3.	Gebruikte materialen en methoden	11
4.	Resultaten	12
4.1	Klasse-indeling en definitie schadeverschijnselen	15
4.2	Abscissie van blad, bloemen, knoppen en vruchten	18
4.3	Voortijdige verwelking	22
4.4	Knopverdroging	22
4.5	Bladvergeling	23
4.6	Schimmelaantasting	24
4.7	Vruchtrijping	24
4.8	Epinastie	24
5.	Discussie	25
Afkortingen		30
Literatuur		31

Samenvatting

De gevoeligheid van groene en bloeiende potplanten voor exogeen ethyleen is onderzocht door ze bij 20 °C gedurende 24 of 72 uur in donker te begassen met 0-15 µl/l ethyleen.

Over het algemeen bleken de bloeiende potplanten gevoeliger voor ethyleen dan de groene planten. Bloeiende planten bleken vooral bloemen, knoppen en bloeiwijzen te verliezen, bij groene planten bleken bladval en bladvergeling de belangrijkste ethyleen schadeverschijnselen.
In de meeste gevallen trad bladval pas op na een 72 uur durende begassing, terwijl bloemen en knopval al na een 24 uur durende begassing optrad. Aan de hand van de dose-response curves zijn de planten in gevoeligheidsklassen ingedeeld. Hieruit bleek o.a. dat de economisch belangrijke soorten minder gevoelig zijn dan de economisch minder belangrijke soorten.

Verder wordt in dit verslag nog ingegaan op de relatie tussen ethyleengevoeligheid en transportgeschiktheid alsmede op methoden ter voorkoming van ethyleenschade.

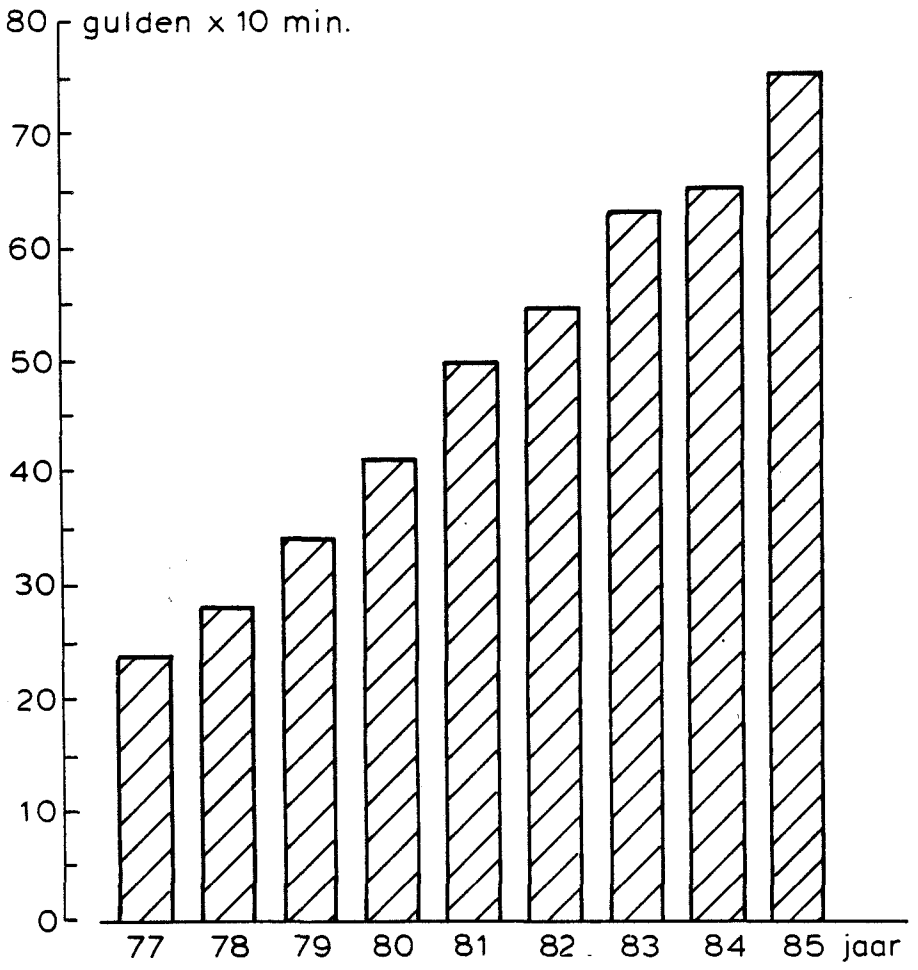
Summary

The sensitivity of ornamental pot plants to exogenous ethylene (C_2H_4) was investigated by exposing them to 0 to 15 µl/l C_2H_4 for 24 or 72 h in darkness at 20°C. In general flowering plants appeared more sensitive to C_2H_4 treatment than foliage plants, exhibiting abscission of flowers, flower buds or whole inflorescences after 24 h. Foliage plants showed abscission and yellowing of leaves after 72 h. C_2H_4 toxicity symptoms are described and the 52 species tested classified according to their C_2H_4 sensitivity. The relationship between this sensitivity and transportability of the plants is discussed.

Keywords: abscission, ethylene, pot plants, yellowing.

1. INLEIDING

Onderzoek naar het post-produktie gedrag van potplanten is internationaal gezien pas het afgelopen decennium op gang gekomen. Dat ook in Nederland verschillende aspecten in onderzoek zijn genomen hangt nauw samen met de omzet, welke de afgelopen jaren sterk gestegen is (figuur 1).



Figuur 1. Veilingomzet potplanten (Bron:VBN)

Dit rapport beschrijft de gevoeligheid van de verschillende soorten groene en bloeiende potplanten voor exogeen ethyleen. Naast de eigen resultaten wordt ook een beknopt overzicht van de literatuur op dit gebied gegeven. Het literatuuroverzicht gaat, ter oriëntering voor vervolgonderzoek, ook in op het onderdrukken van 'transportstress'.

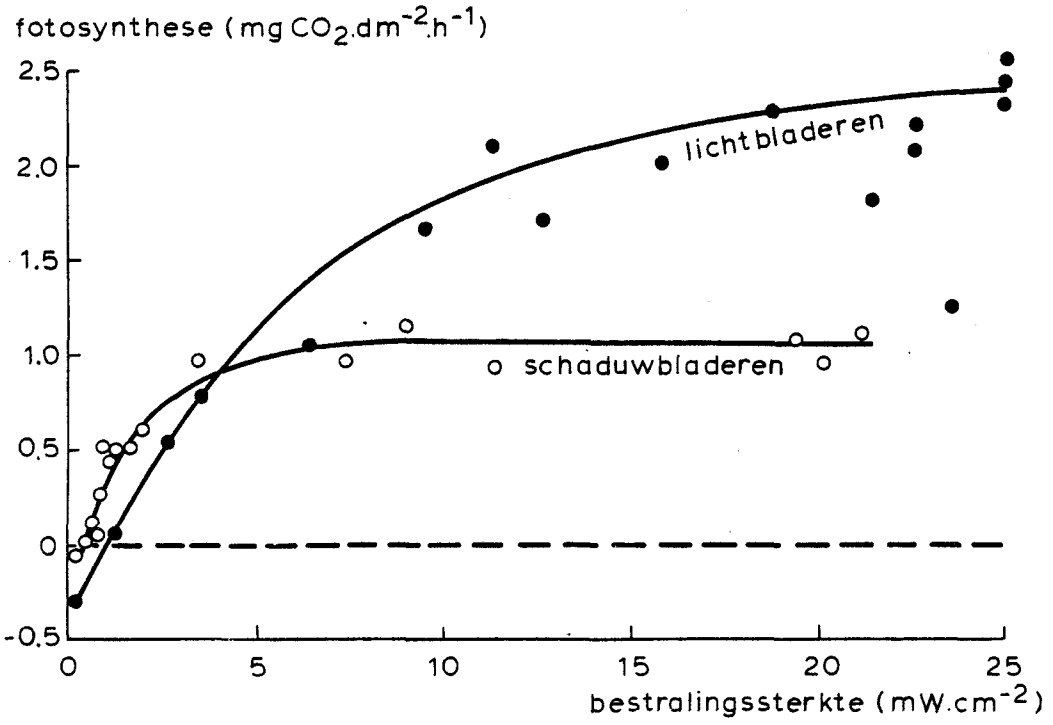
Gedeelten van de in dit rapport beschreven proefresultaten zijn reeds in verschillende tijdschriften verschenen (56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 82, 83).

2. LITERATUUROVERZICHT

Onderzoek naar het post-produktie gedrag van potplanten heeft zich gericht op een aantal "topics". Deze "topics" worden achtereenvolgend beschreven waarbij extra aandacht besteed wordt aan de effecten van exogeen ethyleen en de wijze waarop transport-stress-verschijnselen kunnen worden tegengegaan.

2.1 Invloed van de omstandigheden tijdens de produktiefase op de houdbaarheid c.q. transportgeschiktheid.

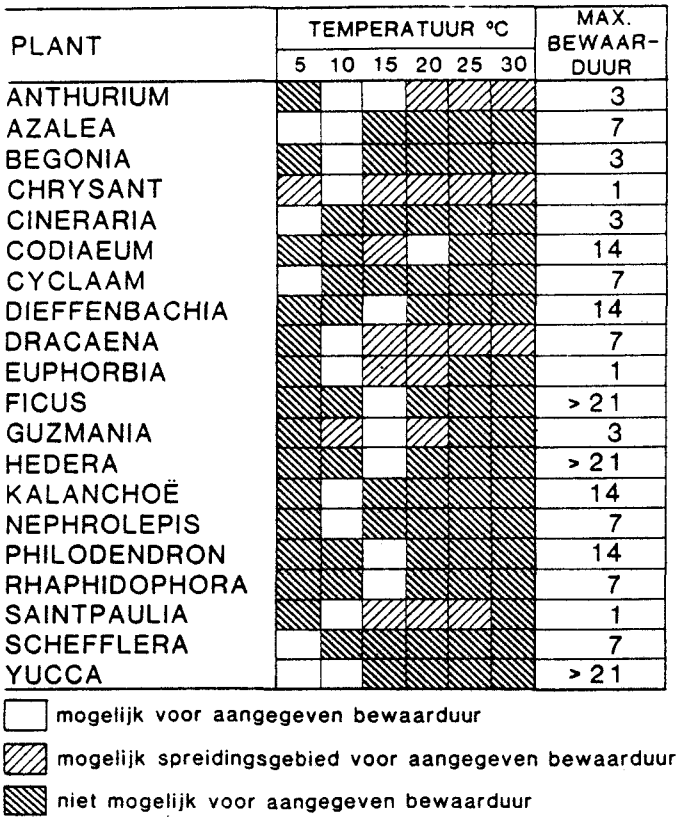
Lichtintensiteit (4, 8, 11, 10, 9, 2, 3, 1), bemestingsniveau (2, 11, 6) en groeiregulatorbespuitingen (4, 10) blijken de kwaliteit van planten in de post-produktiefase te kunnen beïnvloeden.
Van belang hierbij is vooral het lichtniveau, hetgeen o.a. samenhangt met een hogere fotosynthese-effectiviteit van schaduwbladeren bij lage lichtintensiteit (figuur 2; 55, 5).



Figuur 2. Fotosynthese-activiteit van zon- en schaduwbladeren (naar P. Boysen-Jensen en D. Müller 1929. Jb. Wiss. Bot. 70: 493-502)

2.2 Effect van (gesimuleerd) transport op de houdbaarheid

Binnen dit kader is onderzoek verricht naar het effect van bewaring in donker (12, 13, 14), bewaring bij verschillende temperaturen (15) en combinaties van bewaarduur en bewaartemperatuur (16, 17, 18, 19, 20, 21, 44, 54). De optimale bewaartemperatuur blijkt, alhoewel afh. van de soort, voor veel soorten tussen 10 en 20°C te liggen (figuur 3).



Figuur 3. Optimale bewaartemperatuur en maximale bewaarduur (in dagen) voor enkele potplanten (naar Sterling en Molenaar (21)).

2.3 Effect van verpakking

Zowel geheel open (sleeves) (44), geheel gesloten (22) als ademende (23) verpakkingen bieden mogelijkheden tot langduriger transport. Coatingen kunnen een dergelijk effect hebben (7).

2.4 Effect van exogeen ethyleen

Het effect van exogeen ethyleen is voor verschillende soorten potplanten onderzocht. Meestal werd het ethyleen gedurende een relatief korte tijd in vrij hoge concentraties toegediend, waarna observatie in een ruimte met ethyleenarme omgevingslucht plaatsvond. Experimenten waarbij ethyleen gedurende langere tijd (weken) in lage concentraties wordt toegediend zijn niet bekend.

De verschillende plantesoorten worden hieronder in alfabetische volgorde beschreven terwijl indien mogelijk tevens een geschatte ethyleengevoeligheidsklasse (EGK) volgens het in dit rapport beschreven model (zie figuur 4) wordt toegedeeld.

B e g o n i a ;

Bij b e g o n i a 'Nixe' blijkt t.g.v. ethyleen bloem- en knopval op te treden (30). Geschatte EGK: > 4.

Bij b e g o n i a s e m p e r f l o r e n s blijkt ethyleen tot bloemval en epinastie te leiden (31). Geschatte EGK: 2-3.

Bij b e g o n i a e l a t i o r 'Sirene' leidt ethyleenbegassing tot bloem- en knopval (25, 86). Geschatte EGK: 6-7.

B o u g a i n v i l l e a 'Alexandra'
Begassing met ethyleen leidt tot val van bloemen, blad en bracteeën (30). Geschatte EGK: > 5.

C a l a d i u m h o r t u l a n u m blijkt t.g.v. ethyleenbegassing epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

C a p s i c u m a n n u n m ;

C. a n n u n m 'Red Missile' blijkt als gevolg van ethyleen blad- en vruchtval te vertonen (30). Geschatte EGK: 4.

C. A n n u n m 'Firework' blijkt als gevolg van ethyleen blad- en vruchtval te vertonen (31). Geschatte EGK: 2-3.

C. A n n u n m - stekken blijken t.g.v. ethyleen bladval te vertonen (26). Geschatte EGK: 4.

C a p s i c u m a n u u m 'Janne' blijkt t.g.v. ethyleenbehandeling bladval te vertonen (Høyer, niet gepubliceerd). Geschatte EGK: 9.

C h l o r o p h y t u m c o m o s u m 'Variegatum' blijkt t.g.v. ethyleenbegassing epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

C i t r u s l a t i f o l i a 'Persian' blijkt t.g.v. ethyleenbegassing blad- en vruchtval te vertonen (27). Geschatte EGK: 4.

C l e r o d e n d r o n t h o m s o n i a e blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bloem- en bladval te vertonen (30). Geschatte EGK: > 5.

C o l e u s b l u m e i blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval en epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: 2.

C r a s s u l a a r g e n t e a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval te vertonen (31). Geschatte EGK: 3.

D i e f f e n b a c h i a p i c t a 'Rudolph Roerhs' blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladvergeling te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

E p i s c i a c u p r e a t a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bloemval te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

E u p h o r b i a p u l c h e r r i m a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing epinastie te vertonen (31, 41). Geschatte EGK: 2-3.

F i c u s b e n j a m i n a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval te vertonen (19). Geschatte EGK: 2.

F i t t o n i a v e r s c h a f f e l t i i var. a r g y r o n e u r a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval te vertonen (28, 31). CO_2 ging abscissie tegen terwijl begassing in licht of donker geen verschillen opleverde (28). Verlaging van de temperatuur kon de schade beperken (28). Geschatte EGK: 3.

H o y a c a r n o s a 'Variegata' blijkt t.g.v. ethyleenbegassing epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

H i b i s c u s r o s a - s i n e n s i s blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bloem-, knop- en bladval te vertonen. Tevens treedt soms bladvergeling op (24). Geschatte EGK: 9.

I m p a t i e n s s u l t a n a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bloemval en epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

I r e s i n e h e r b s t i i blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval en epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: 3.

K a l a n c h o ë b l o s s f e l d i a n a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval, vergeling en "krimp" te vertonen. Verlaging van de temperatuur kon de verschijnselen onderdrukken (32). Geschatte EGK: ?

P h i l o d e n d r o n s c a n d e n s o x y c a r d i u m. Ethyleenbegassing leidt tot bladval en bladvergeling (29, 31). Het effect van ethyleen kon worden tegengegaan door CO_2 (29). Ethyleen had een sterker effect in licht dan in donker (29). Geschatte EGK: 3.

P i l e a ;

Bij P. c a d i e r e i leidt ethyleenbegassing tot epinastie; bij P. i n v o l u c r a t a tot bladval (31). Geschatte EGK: 2-3.

S c h e f f l e r a blijkt t.g.v. ethyleenbegassing bladval en vergeling te vertonen (31). Geschatte EGK: 3.

S c h l u m b e r g i a t r u n c a t a (Zygocactus) laat als gevolg van begassing met ethyleen bloemen en knoppen vallen (35). Geschatte EGK: > 4.

S o l a n u m c a p s i c a s t r u m blijkt t.g.v. ethyleen vrucht- en bladval te vertonen (30). Geschatte EGK: 6.

S t r e p t o c a r p u s planten verliezen bloemen en knoppen als gevolg van ethyleen. De verschillen tussen cultivars waren niet groot (90).
Geschatte EGK: 8.

S y n g o n i u m p o d o p h y l l u m 'Green Gold' blijkt t.g.v. ethyleenbegassing epinastie te vertonen (31). Geschatte EGK: ?

2.5 Tegengaan voortijdige bloem- en/of bladval

Verschillende auteurs vermelden het optreden van typische ethyleenschadeverschijnselen tijdens betrekkelijk korte periode opslag en/of transport. Indien in dergelijke gevallen de actuele ethyleenconcentratie gemeten wordt blijkt exogeen ethyleen niet altijd als oorzaak aangewezen te kunnen worden. Dergelijke blijkbaar stress-geïnduceerde verschijnselen worden aan een gewijzigde ethyleenhuishouding toegeschreven.
Vaak echter wordt geen directe oorzaak gezocht maar worden behandelingen uitgevoerd ter onderdrukking van dergelijke verschijnselen.

Bloemval bij zaaigeranium kan geïnduceerd worden door hoge temperatuur (25°C). STS-bespuiting kan deze verschijnselen onderdrukken (36).

Bloemval bij C a l c e o l a r i a en brateeval bij B o u g a i n v i l l e a kan geïnduceerd worden door uitdroging. STS-bespuiting kan dit onderdrukken (36).

Hoge transporttemperaturen (20-22°C) en huiskamercondities stimuleren knop- en bladval bij pot-rozen. NAA bespuiting was niet effectief, PBA wel (37).

(Continu) schudden in donker kan bij b e g o n i a en S c h e f f l e r a tot bladval leiden (de ethyleenproduktie werd niet beïnvloed). STS was niet effectief (38).

Bloemval bij zaaigeranium kan geïnduceerd worden door kortdurende bewaring in donker. Abscissieverschijnselen correleerden niet met veranderingen in de ethyleenproduktie. De verschijnselen konden onderdrukt worden door verlaging van de temperatuur en opslag in ethyleenvrije atmosfeer. NAA en CO_2 hadden geen invloed (33).

Bloemval bij zaaigeranium kon worden tegengegaan door bespuiting met AVG, $AgNO_3$, STS en GA 4/7.
Alleen het effect van STS was bevredigend omdat AVG en $AgNO_3$ tot schadeverschijnselen leidden en GA 4/7 de lengtegroei van de bloemsteel te zeer bevorderde. CPPA, NAA, N6-BA, promaline, 8HQS, CHX, $CaCl_2$ en $CaNo_3$ hadden weinig effect (34).

Bloem- en knopval bij zygocactus wordt geïnduceerd door hoge bewaartemperaturen (26°C) en kan tegengegaan worden met STS-bespuitingen (35).

"Sleeving" van poinsettia's blijkt tot epinastie te leiden (39, 40, 42, 43). Bladstelen blijken als gevolg van "sleeving" een hogere ethyleenproduktie te vertonen (39, 42). Dit effect was het sterkst in steeltjes van bracteeën, minder sterk in steeltjes van jong blad en het minst in steeltjes van oud blad (43). $AgNO_3$ bespuiting was in staat dergelijke effecten te onderdrukken (39, 40). Ook AVG was in staat epinastie te onderdrukken terwijl NAA, BA, propyl galate, cyclopropylamine, Triiodobenzoic acid en Morphactin weinig effect hadden (40). "Sleeve induced epinasty" bij poinsettia's kon niet worden tegengegaan door STS, AVG remde wel de ethyleenproduktie van de bladstelen maar onderdrukte de epinastie niet (41). De auteurs concluderen dat epinastie een gevolg is van auxine redistributie met als nevenverschijnsel een verhoogde ethyleenproduktie (ethyleen geïnduceerde epinastie kon wel door STS worden tegengegaan (41)).
Hypobarische bewaring (150 mm Hg) en bewaring bij lage O_2-concentratie (4%) leidt bij poinsettia's tot epinastie en een verhoogde ethyleenproduktie van bladsteeltjes (42).

Val van bracteeën van B o u g a i n v i l l e a kon worden tegengegaan door bespuiting met IAA (74).

Bloemabscissie bij S t r e p t o c a r p u s , geïnduceerd door gesimuleerd transport (25°C/48 uur) kon worden tegengegaan met STS. Als 1 week vóór het gesimuleerde transport gespoten wordt is er minder kans op STS-toxiciteit dan wanneer 1 dag voor transport gespoten werd (66, 90).

Knopval bij H i b i s c u s r o s a s i n e n s i s door 3 dagen bewaring in donker of door behandeling met ethyleen kon tot op zekere hoogte worden tegengegaan met een STS bespuiting (4 mM) 11 dagen voor het gesimuleerde transport (67).

Lichtgebrek kan tijdens de teelt van Lelie "Enchantment" tot knopabscissie leiden (52). Bespuiting met STS kan dit tegengaan (53).

Knopval bij fuchsia's kan worden tegengegaan door bespuiting met 0,2 mmol STS oplossing. De bespuiting had het meeste effect wanneer deze werd toegepast op rijpere knoppen (87, 89).

3. GEBRUIKTE MATERIALEN EN METHODEN

Plantmateriaal

De voor de experimenten gebruikte planten werden betrokken van handelskwekerijen door het gehele land. De planten werden geleverd in plastic of stenen potten. Indien bloeiende planten werden getoetst, werd uitgegaan van een voor de desbetreffende soort gebruikelijk aanvoerstadium. Dientengevolge bevatten deze planten vaak een relatief groot aantal open bloemen met hiernaast bloemknoppen. De planthoogte (inclusief pot) bedroeg voor de groene planten 30-50 cm, voor de bloeiende planten 20-30 cm. Vóór de ethyleenbehandeling werden de planten van water voorzien. De verschillende soorten/cv. werden minstens 2 keer getoetst, indien mogelijk in een ander seizoen.

Ethyleenbehandeling

De ethyleenbehandelingen vonden plaats in een gesloten zinken begassingscontainer (inhoud = 1 m^3) in donker bij 20 ± 1 °C en duurden 24 of 72 uur. Per behandeling werden 3-5 planten getoetst. De relatieve vochtigheid in de begassingscontainer bedroeg 95-100%. Het geproduceerde CO_2 werd m.b.v. een KOH-oplossing (20%) verwijderd. Dientengevolge was de CO_2-concentratie tijdens de experimenten lager dan 0,25%.
Steeds werd een controle-partij meegenomen welke onder dezelfde omstandigheden werd bewaard echter met dit verschil dat het (eventueel) geproduceerde ethyleen m.b.v. Ethysorb (geactiveerd aluminiumoxide met $KMnO_4$; Stay Fresh Ltd., London) verwijderd werd. De lucht uit de container werd met behulp van een membraancompressor (Wisa Wupertal, 6 l/min.) door de CO_2- en/of ethyleenscrubbers geleid.
De gewenste ethyleenconcentraties werden gerealiseerd door injectie van een tevoren berekende h.v.h. ethyleen. Analyse van ethyleen vond plaats met een gaschromatograaf (Intersmat, Pavillon-sous-bois), welke uitgerust is met een 180 cm 1/4'' aluminium kolom gevuld met Alumina GC (Chrompack, Middelburg). CO_2-analyse vond plaats met een Infrarood absorbtie detector (ADC, Hoddesdon).
De ethyleenconcentratie werd gedurende de experimenten enkele malen gecontroleerd en zonodig gecorrigeerd.
Hiernaast werd ook gebruik gemaakt van een meer geavanceerd systeem waarin het verbruikte zuurstof werd aangevuld (95).

Beoordeling produkt

Na de ethyleenbehandeling werden de planten in een geklimatiseerde ruimte (20°C/60% r.v./12 uur 15 $\mu E/m^2.s$; 12 uur donker) gedurende minstens 2 weken geobserveerd.
Dagelijks werd een kwaliteitsoordeel gegeven (goed-matig-slecht), aantal gevallen of afwijkende bladeren, bloemen of vruchten genoteerd en indien karakteristieke schadebeelden voorkwamen werden deze op diafilm vastgelegd. Voorafgaande aan de beoordeling werden de planten licht geschud.

4. RESULTATEN

Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten van experimenten met groene planten, tabel 2 van de bloeiende planten.
Onder groene (ofwel blad-) planten verstaan we planten, die hun sierwaarde voornamelijk ontlenen aan het blad. Onder bloeiende planten verstaan we planten die hun sierwaarde voornamelijk ontlenen aan de bloemen. De vruchtdragende planten zijn bij de groene planten ingedeeld.
Naast de getoetste soort zijn in de tabellen de familienaam, de ingebruikzijnde Nederlandse naam, de ethyleenschadeverschijnselen en een ethyleengevoeligheidsklassificatie opgenomen.

Tabel 1. Ethyleengevoeligheid en schadeverschijnselen bij bladplanten na behandeling gedurende 24 en 72 uur met 0-15 1/1 ethyleen bij 20°C in donker

soort	familie	Nederlandse naam	abscissie		bladvergeling	vruchtrijping	epinastie	ethyleenge-voeligheids-classificatie
			bladeren	vruchten				
Anthurium scherzerianum	Araceae	Flamingo plant						0
Aralia (Fatsia japonica)	Araliaceae	Vingerplant	C				X	2
Asparagus densiflorus 'Sprengeri'	Liliaceae	Sierasperge	D					1
Asplenium nidus	Aspleniaceae	Nestvaren						0
Capsicum annuum	Solanaceae	Spaanse peper	C	C				2
Chamaedorea elegans	Palmae	Dwergpalm						0
Codiaeum variegatum	Euphorbiaceae	Croton						0
Cordyline fruticosa	Liliaceae	-						0
Dieffenbachia 'Marianne'	Araceae	-			X			1
Dizygotheca elegantissima	Araliaceae	-	CD					3
Dracaena marginata	Agavaceae	-			X			1
Dracaena sanderiana	Agavaceae	-			X			1
Eucharis grandiflora	Amaryllydaceae	-			X			1
Euphorbia keysii	Euphorbiaceae	Christusdoorn	D		X			3
Euphorbia pseudocactus	Euphorbiaceae	-	D		X			6
Ficus benjamina	Moraceae	-	C					1
Ficus deltoïdea	Moraceae	-	C	C		X		3
Ficus pumila	Moraceae	-	C					2
Hedera canariensis 'Variegata'	Araliaceae	Klimop	C					1
Nephrolepis exaltata	Olerandraceae	-						0
Philodendron scandens oxycardium	Araceae	Hartjesplant	C					3
Rhaphidophora aurea	Araceae	-			X			3
Schefflera compacta	Araliaceae	-	CD				X	4
Scindapsus pictus	Araceae	-						0
Solanum pseudocapsicum	Solanaceae	Oranjeboompje	C	C		X		7
Yucca elephantipis	Liliaceae	-			X			1

Tabel 2. Ethyleengevoeligheid en schadeverschijnselen bij bloeiende potplanten na behandeling gedurende 24 en 72 uur met 0-15 1/1 ethyleen bij 20°C in donker

soort	familie	Nederlandse naam	abscissie				bloemverwelking	knopverdroging	bladvergeling	schimmel-aantasting	ethyleenge-voeligheids-classificatie
			bloemen	bloem-knoppen	bloeiwijzen	bladeren					
Achimenes-hybriden	Gesneriaceae	-	A	A							7
Azalea indica	Ericaceae	Azalea				C					3
Begonia Rieger hybriden	Begoniaceae	-	AC								6
Begonia semperflorens	Begoniaceae	Zaaibegonia	AC								6
Beloperone guttata	Acanthaceae	Garnalenplant	A		X	C					8
Browallia speciosa 'Major'	Solonaceae	-	A	A		C					8
Calceolaria (x) herbeohybrida	Scrophylariaceae	Pantoffelplant	A								5
Campanula isophylla	Campanulaceae	-					X	X	X	X	7
Chrysanthemum morifolium	Compositae	Potchrysant								X	4
Clerodendron thomsoniae	Verbenaceae	-	C			C					8
Cyclamen persicum	Primulaceae	Cyclaam	A				X				3
Euphorbia pulcherrima	Euphorbiaceae	Kerstster	B			C					2
Exacum affine 'Atrocoeruleum'	Gentianaceae	Bitterblad					X				1
Fuchsia-hybriden	Onagraceae	Bellenplant	BC	BC		C					9
Hibiscus rosa-sinensis	Malvaceae	Chinese roos	B	B		C			X		9
Kalanchoë blossfeldiana	Crassulaceae	-					X	X			7
Kohleria hybrids	Gesneriaceae	-	A	A							7
Pachystachus lutea	Acanthaceae	Gele Beloperone			X	C					6
Pelargonium zonale	Geraniaceae	Geranium					X	X	X	X	3
Primula acaulis	Primulaceae	-									0
Rechsteineria cardinalis	Gesneriaceae	Pijpje lak	A	A							7
Saintpaulia Ionantha-hybriden	Gesneriaceae	Kaaps viooltje					X			X	3
Senecio cruentus-hybriden	Compositae	Cineraria									0
Sinningia-hybriden	Gesneriaceae	Gloxinia	A	A							2
Streptocarpus-hybriden	Gesneriaceae	-	A	A							7
Vinca minor	Apocynaceae	-	A								7

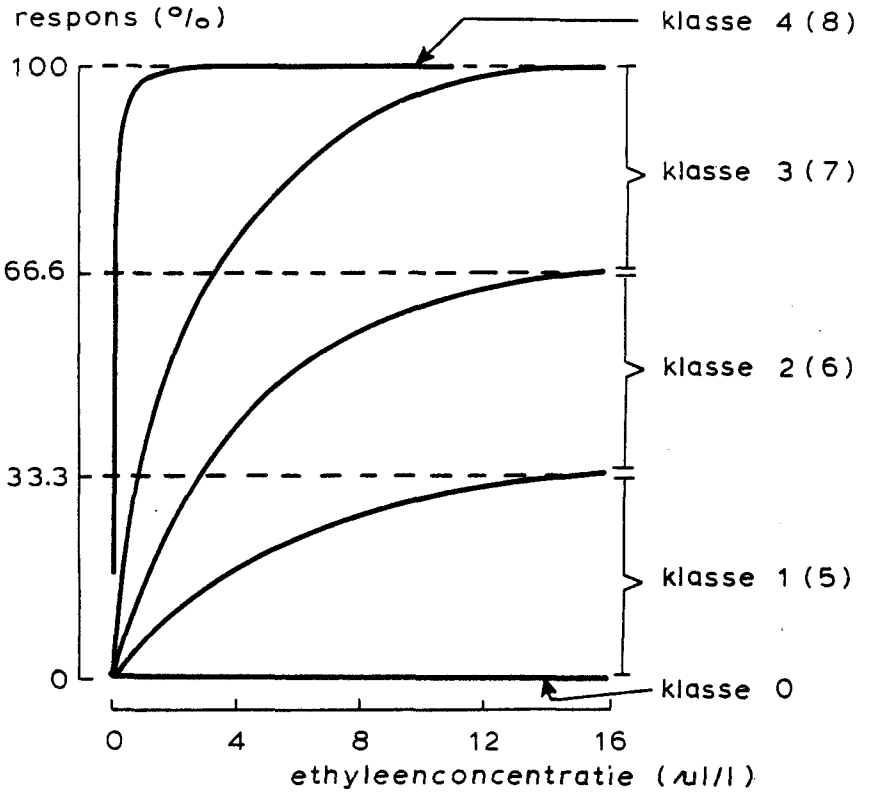
4.1 Klasse-indeling en definitie ethyleenschadeverschijnselen

De verschillende in tabel 1 en 2 opgenomen rubrieken worden hierdoor toegelicht.

Ethyleengevoeligheidsklassificatie

Op grond van de geobserveerde dose-response curves zijn de planten in gevoeligheidsklassen ingedeeld. Hierbij is uitgegaan van het meest significante schadeverschijnsel. Soorten die niet reageerden op de zwaarste behandeling (15 µl/l; 72 uur) vielen in de klasse 0. Soorten die niet reageerden op een 24 uur durende behandeling maar wel op een 72 uur durende behandeling vielen in de klasse 1, 2, 3 of 4. Soorten die reageerden op een 24 uur durende behandeling vielen in de klasse 5, 6, 7 of 8. Meestal was maar één schadeverschijnsel in belangrijke mate aanwezig. Als een 2e verschijnsel ook van belang was is de desbetreffende soort één gevoeligheidsklasse hoger ingeschaald.
De klasse-indeling staat geschetst in figuur 4 en wordt aan de hand van de resultaten met C l e r o d e n d r o n en H i b i s c u s toegelicht (figuur 9).

Begassing van C l e o d e n d r o n met ethyleen gedurende 24 uur leidt tot 70% val van bracteeën bij 15 ppm. Op grond van dit verschijnsel zou deze soort in klasse 7 worden ingedeeld. Omdat er tevens bladval plaatsvindt wordt deze soort in klasse 8 ingedeeld. Begassing van H i b i s c u s met ethyleen gedurende 24 uur leidt tot 100% bloem- en knopval bij 3 µl/l ethyleen. Op grond van dit verschijnsel zou deze soort in klasse 8 worden ingedeeld. Omdat na een 72 uur durende begassing bladval optreedt wordt deze soort in klasse 9 ingedeeld.

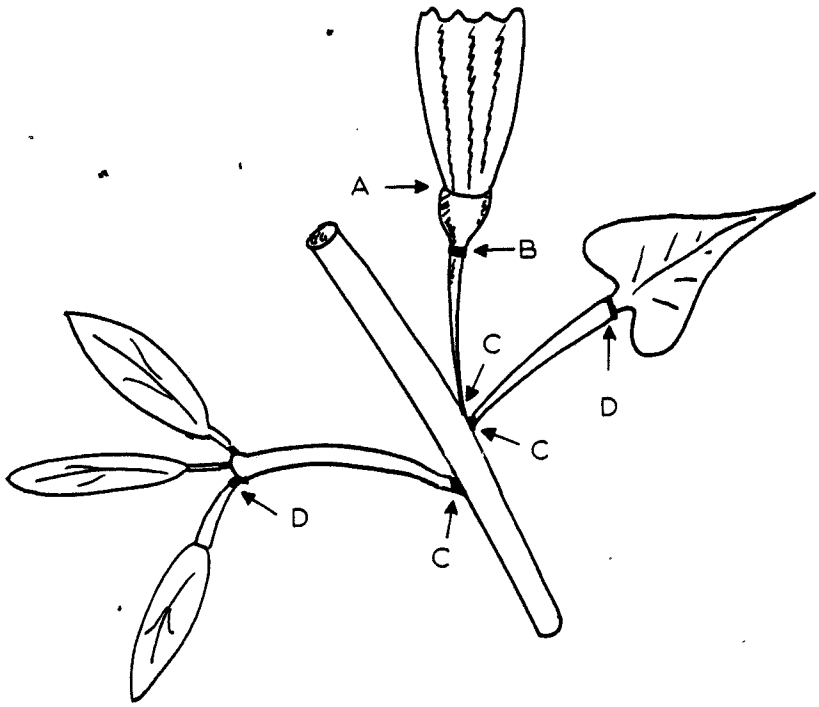


Figuur 4. Indeling van potplanten in ethyleengevoeligheidsklassen op grond van de dose-respons curves na behandeling gedurende 72 uur (klasse 0, 1, 2, 3 en 4) of 24 uur (klasse 5, 6, 7 en 8) met ethyleen bij ca. 20°C in donker.
De procentuele respons is gerelateerd aan controleplanten (0 ppm ethyleen).

Definitie ethyleenschadeverschijnselen

De ethyleenschadeverschijnselen zijn in 2 categoriën ingedeeld nl. het in belangrijke mate voorkomende verschijnsel en de additionele verschijnselen. Voorts is bij abscissie de lokatie aangeduid (A t/m D, zie figuur 5).

Abscissie: Val van turgescente bloemen, knoppen, bloeiwijzen, bladeren of vruchten.
Het ontstaan van de zg. celscheidingslaag kan op verschillende plaatsen plaatsvinden. Aan de hand van figuur 5 zijn deze gedefinieerd.
A = basis kroonblad of bloemkroon
B = onder bloembodem
C = basis bloem- of bladsteel
D = basis blad
Bloem- en knopval zijn als één verschijnsel gezien omdat het verschil bij veel soorten moeilijk te definiëren zijn.
Verwelking: turgorverlies.
Knopverdroging: Indrogen (niet ontplooien) van knoppen welke niet makkelijk loslaten; meestal gepaard gaande met bruinkleuring.
Vergeling: Afname chlorofylgehalte van blad.
Schimmel: Zichtbare aantasting door schimmels (rot).
Vruchtrijping: Verkleuring en zachter worden van vruchten.
Epinastie: Groeiafwijking van de bladsteel (neerwaartse buiging).



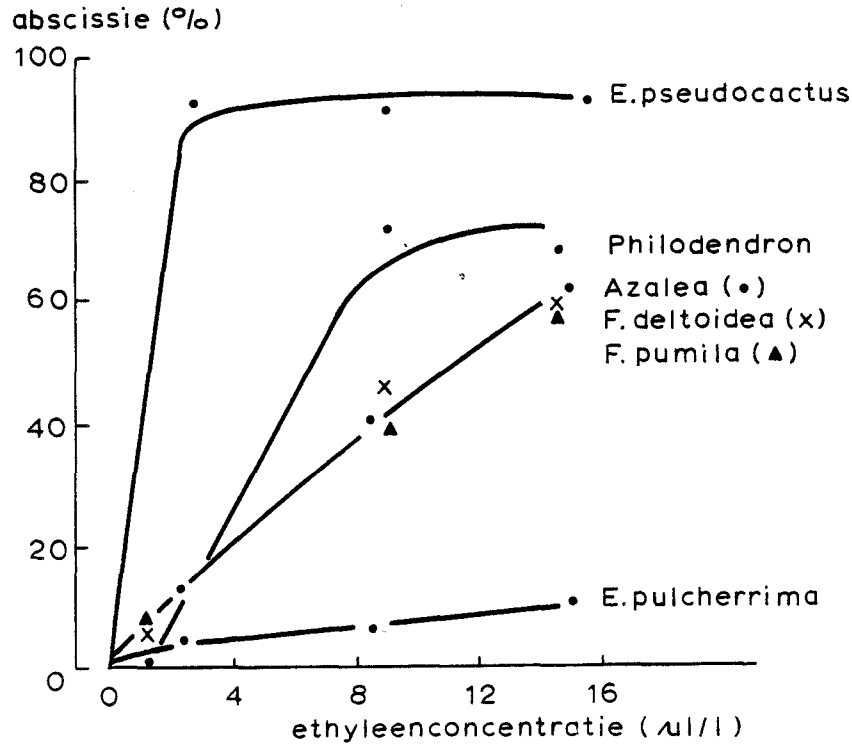
Figuur 5: Codering positie abscissiezone

De in tabel 1 en 2 genoteerde resultaten worden met betrekking tot enkele specifieke aspecten nader besproken.

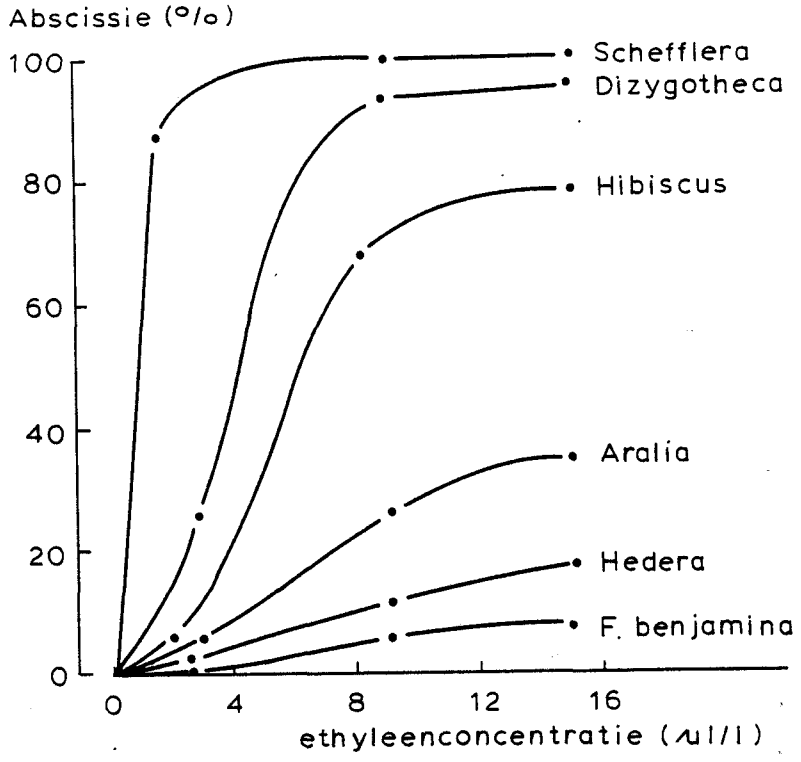
4.2 Abscissie van blad, bloemen, knoppen en vruchten

Abscissie van blad trad op bij circa 50% van de getoetste groene planten en bij circa 30% van de getoetste bloeiende planten. Meestal trad bladval niet op na een 24 uur durende begassing maar pas bij een 72 uur durende begassing. Uitzondering vormden B e l o p e r o n e, C l e r o d e n d r o n en S o l a n u m, waarbij na 24 uur begassing al bladval optrad. Meestal valt bij lagere ethyleenconcentraties het oudere blad, terwijl het jongere blad pas bij een hogere concentratie valt. Uitzondering vormden C a p s i c u m a n n u u m, waar-in hoofdzaak jong blad viel en D i z y g o t h e c a en B r o w a l l i a waar het oudere en het hele jonge blad viel.

In figuur 6 en 7 staat voor een aantal planten het percentage bladval als functie van de ethyleenconcentratie uitgezet.



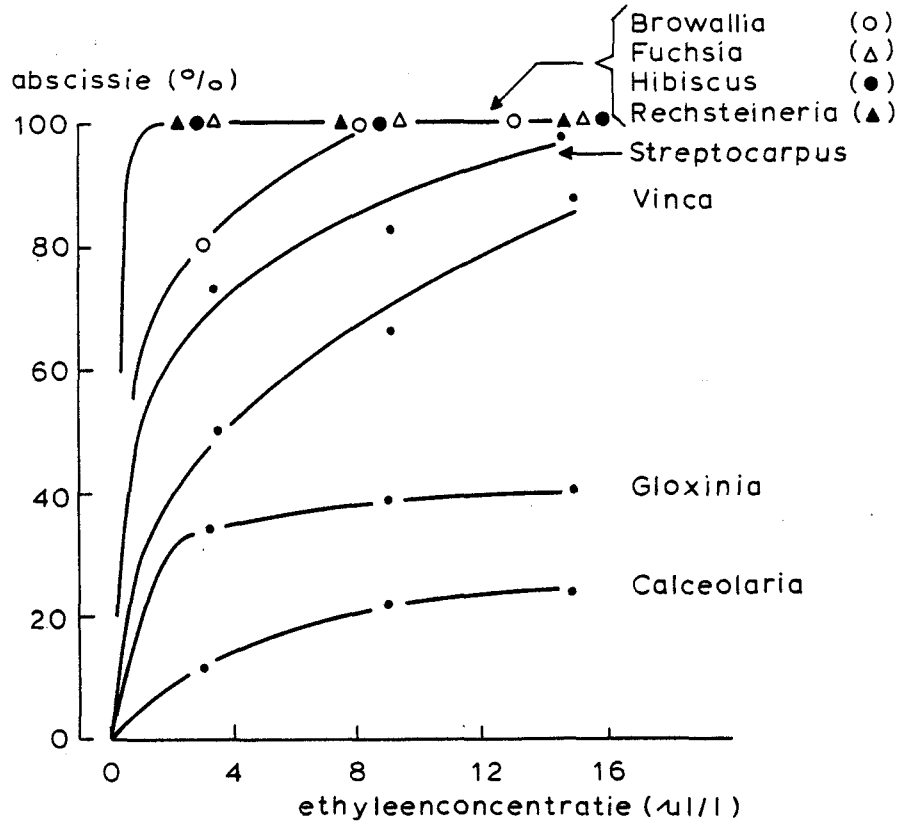
Figuur 6: Bladval bij enkele potplanten na begassing met ethyleen gedurende 72 uur bij ca. 20°C in donker.



Figuur 7: Abscissie van blad bij enkele potplanten na begassing met ethyleen gedurende 72 uur bij ca. 20°C in donker.

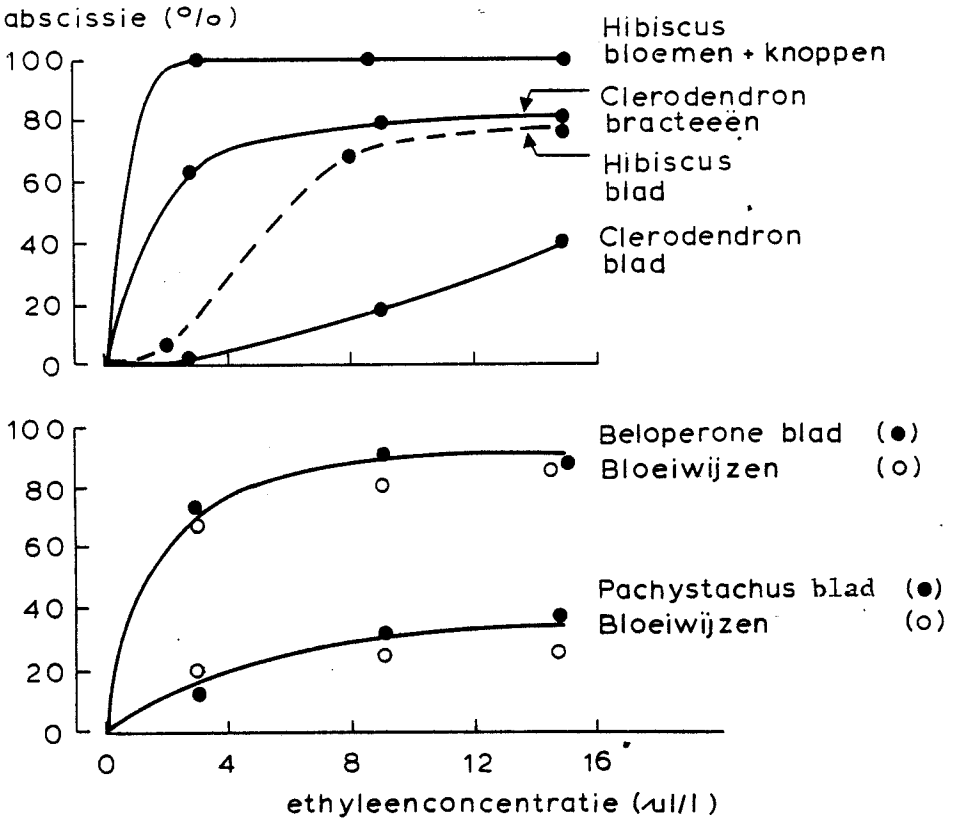
Abscissie van bloemen, knoppen of bloeiwijzen trad op bij circa 65% van de getoetste bloeiende planten. Meestal trad dit reeds op na een 24 uur durende begassing, waardoor de meeste bloeiende planten in de gevoeligheidsklassen 5-8 zijn ingedeeld. Meestal vond abscissie plaats aan de basis van het kroonblad of de bloemkroon, soms echter (ook) aan de basis van de bloemboden (E. pulcherrima, Fuchsia, Hibiscus) of aan de basis van de bloemsteel (Begonia, Fuchsia). Meestal vond abscissie van volgroeide bloemen bij lagere concentraties plaats dan abscissie van bloemknoppen. Fuchsia vormde een uitzondering, hier vond hoofdzakelijk abscissie van bloemknoppen plaats.

In figuur 8 staat het percentage bloem- en knopval voor een aantal bloeiende planten als functie van de ethyleenconcentratie uitgezet.



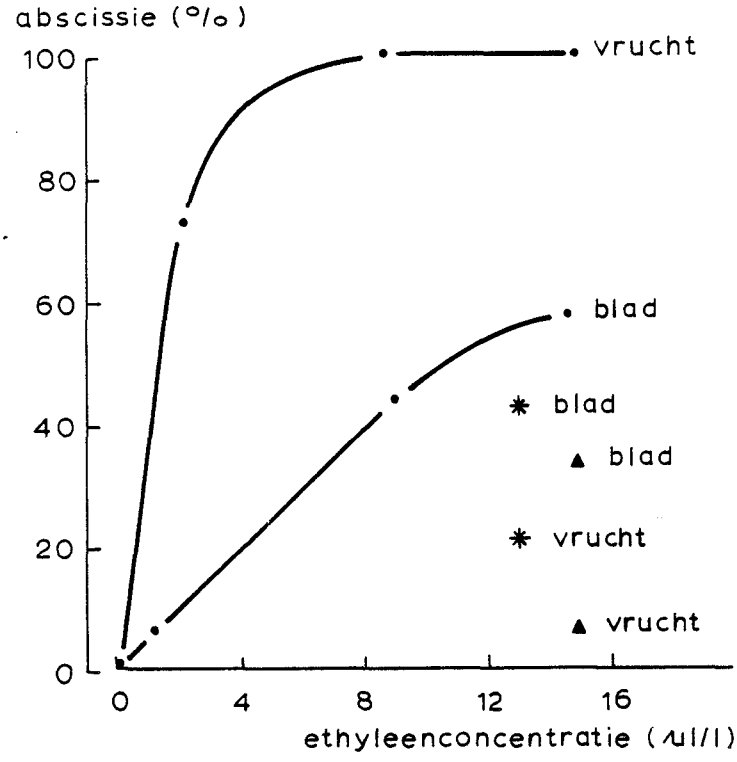
Figuur 8: Abscissie van bloemen + bloemknoppen bij een aantal potplanten na begassing met ethyleen gedurende 24 uur bij ca. 20°C in donker.

Indien bij eenzelfde soort zowel bladval als bloem- en knopval optrad vond gewoonlijk gemakkelijker abscissie van bloemen en knoppen plaats (F u c h s i a, H i b i s c u s, C l e r o d e n d r o n). Bij B e l o p e r o n e en P a c h y s t a c h y s, waar abscissie van gehele bloeiwijzen plaatsvond trad dit in gelijke mate op als bladval (figuur 9).



Figuur 9: Abscissie van plantedelen na 24 uur begassing (——) en 72 uur begassing (---) met ethyleen (ca. 20°C in donker).

Bij alle behandelde vruchtdragende potplanten trad vruchtabscissie op (C a p s i c u m, F. d e l t o ï d e a, S o l a n u m). Bij C a p s i c u m en S o l a n u m trad vruchtval minder snel op als bladval. Bij F. d e l t o ï d e a vielen de vruchten juist gemakkelijker dan het blad (figuur 10).



Figuur 10: Abscissie van blad en vruchten bij F. deltoïdea (.) en Capsicum annuum (▲) na een 72 uur durende begassing met ethyleen en abscissie van blad en vruchten bij Solanum pseudocapsicum (*) na een 24 uur durende bagassing met ethyleen (ca. 20°C in donker).

4.3 Voortijdige verwelking

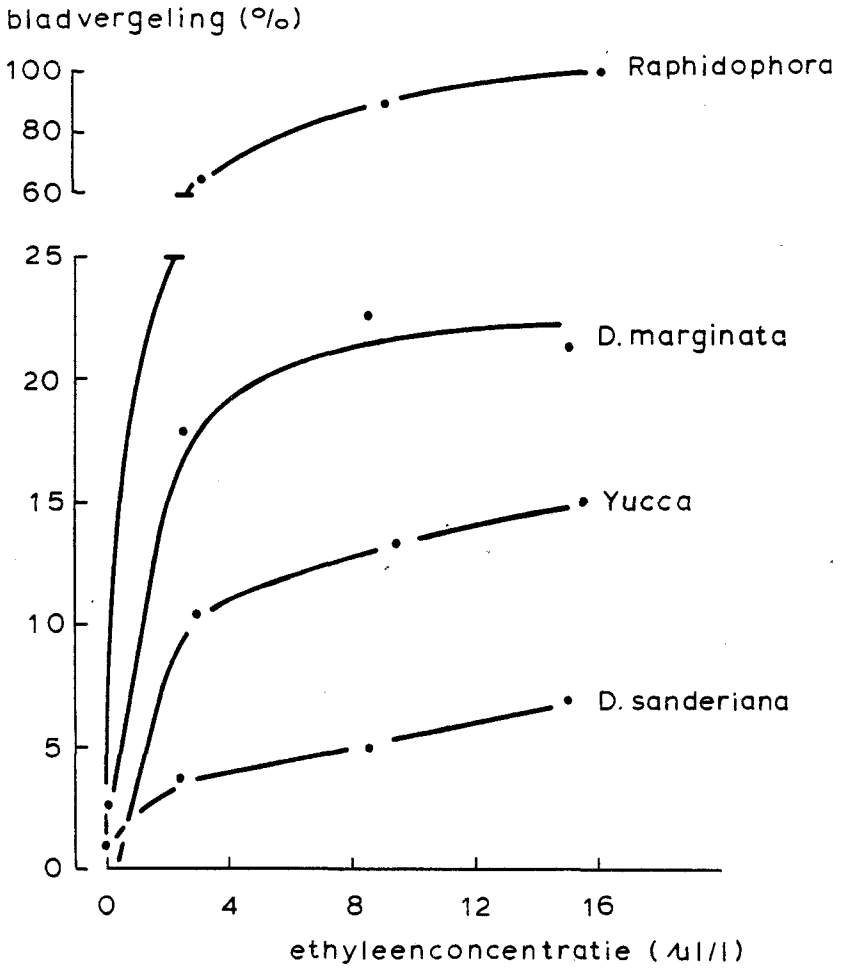
Verwelking van bloemen, zonder dat deze na licht schudden van de plant loslieten kwam voor bij Campanula, Cyclaam, Exacum, Kalanchoë, Pelargonium en Saintpaulia. Bij Cyclaam vond soms abscissie plaats van half verwelkte bloemen. Verwelking van blad kwam niet voor.

4.4 Knopverdroging

In een aantal gevallen trad knopverdroging op (Campanula, Kalanchoë en Pelargonium). Meestal kwam dit voor naast verwelking.

4.5 Bladvergeling

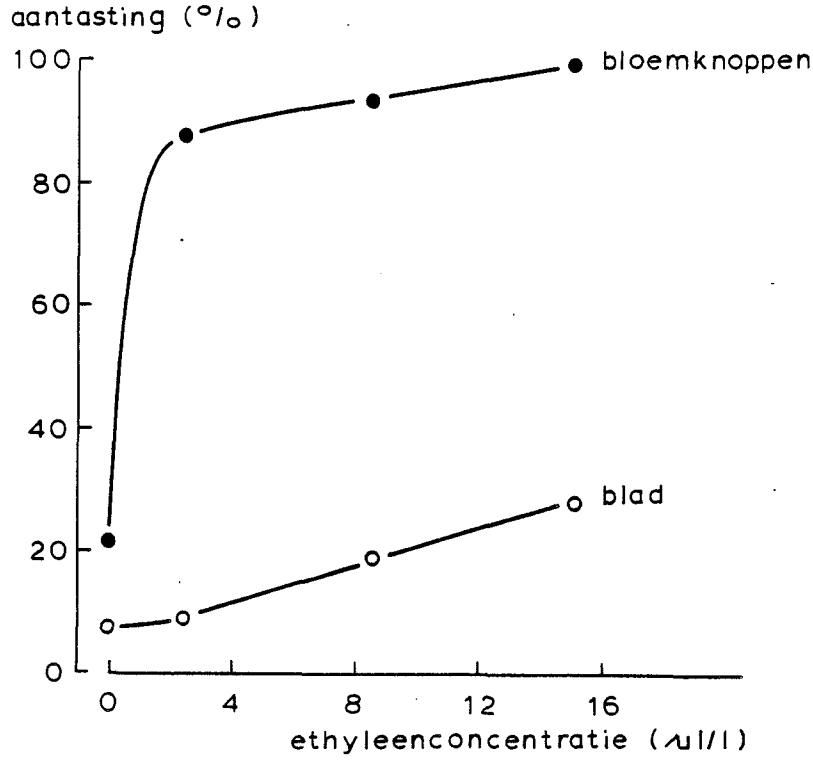
Bladvergeling trad op bij Dieffenbachia, Dracaena, Eucharis, Raphidophora, Yucca, Campanula, Hibiscus en Pelargonium. Uitgezonderd Hibiscus, E. pseudocactus en E. keysii ging dit verschijnsel niet gepaard met abscissie. Meestal trad alleen versnelde vergeling van het oudere blad op. Bij Rhaphidophora en Pelargonium echter trad sterke vergeling van alle bladeren op (figuur 11).



Figuur 11: Bladvergeling bij enkele potplanten na begassing met ethyleen gedurende 72 uur bij circa 20°C in donker.

4.6 Schimmelaantasting

Bij een aantal planten werd de aantasting door schimmels sterk door de ethyleenbehandeling gestimuleerd (C a m p a n u l a, Chrysant, P e l a r g o n i u m en S a i n t p a u l i a). Omdat dit geen direct effect van ethyleen is, hangt het uiteraard sterk af van het wel of niet aanwezig zijn van bepaalde schimmel-(sporen) tijdens de behandeling. Bij Chrysant bleek het verschijnsel gemakkelijk te kwantificeren (figuur 12).



Figuur 12: Schimmelaantasting van blad en bloemknoppen van Chrysant na begassing gedurende 72 uur met ethyleen bij ca. 20°C in donker.

4.7 Vruchtrijping

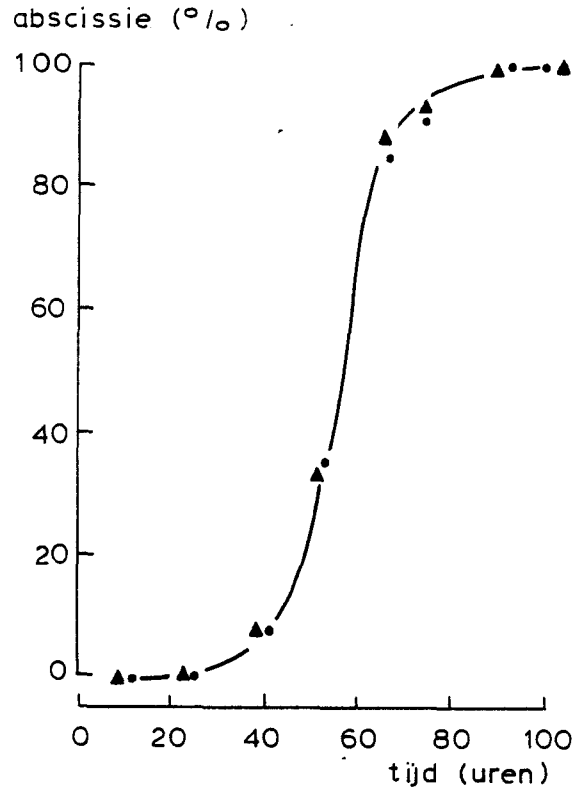
De vruchtdragende potplanten F i c u s d e l t o ï d e a en S o l a n u m p s e u d o c a p s i c u m droegen tijdens de behandeling groene vruchten. Naast vruchtval trad bij beide binnen 14 dagen rijping van niet gevallen vruchten op.
Bij S. p s e u d o c a p s i c u m werden de groene vruchten geel (ontkleuring). Bij F. d e l t o ï d e a werden de groene vruchten rood.

4.8 Epinastie

Dit verschijnsel deed zich voor bij A r a l i a en S c h e f f l e r a. De planten herstelden zich meestal binnen een dag.

5. DISCUSSIE

Het gehanteerde model voor de indeling van potplanten in ethyleengevoeligheidsklassen (figuur 4) bleek binnen de gehanteerde proefopzet een voldoende bereik te hebben voor het indelen van de getoetste planten. Tevens bleek het mogelijk veel door andere auteurs gepubliceerde gegevens een plaats binnen deze indeling te geven zodat de resultaten beter vergeleken kunnen worden.
De binnen de gehanteerde proefopzet geobserveerde dose-response curves vertoonden meestal een exponentieel beeld, een duidelijke ethyleendrempelconcentratie werd in meeste gevallen niet geobserveerd. Deze zal waarschijnlijk beneden de laagst toegediende ethyleenconcentratie liggen (< 2 µl/l).
Dit is in overeenstemming met de gegevens van Høyer die bij 0.05 µl/l ethyleen reeds kwaliteitsverlies bij Begonia en Hibiscus noteerde (91, 86).
De begassingsduur bleek binnen de gehanteerde proefopzet een belangrijke factor. Een groot deel van de planten welke niet op een 24 uur durende begassing (0-15 µl/l) reageerden vertoonden wel aanzienlijke schadeverschijnselen wanneer deze 72 uur met 3 µl/l ethyleen begast werden (bijv. bladval bij S c h e f f l e r a, D i z y g o t h e c a en H i b i s c u s). Er blijkt dus bij verschillende planten voor het verkrijgen van ethyleen-effecten duidelijk een minimale blootstellingsduur benodigd te zijn.
Deze zgn. minimale latentietijd (bij 20°C) lag voor veel groene planten tussen 24 en 72 uur, voor veel bloeiende planten was deze minder dan 24 uur. Uit experimenten met anjer snijbloemen is gebleken dat de minimale latentietijd toeneemt als de temperatuur afneemt (69) en dat deze afneemt als de ethyleenconcentratie toeneemt (Woltering, niet gepubliceerd).
De minimale latentietijd is in een afzonderlijk experiment met D i z y g o t h e c a e l e g a n t i s s i m a 'Castor' nagegaan. De planten zijn gedurende verschillende perioden bij 20°C met 12.5 µl/l ethyleen begast (figuur 13).
Per tijdsinterval werden 3 planten behandeld. De minimale latentietijd blijkt onder deze omstandigheden circa 30 uur te bedragen.



Figuur 13: Abscissie van blad bij D i z y g o t h e c a e l e g a n t i s s i m a 'Castor' na begassing met 12,5 µl/l ethyleen gedurende verschillende perioden bij 20°C in donker.
. Bladval (aantal) uitgedrukt in % van het totale aantal bladeren.
▲ Bladval (gewicht) uitgedrukt in % van het totale bladgewicht.

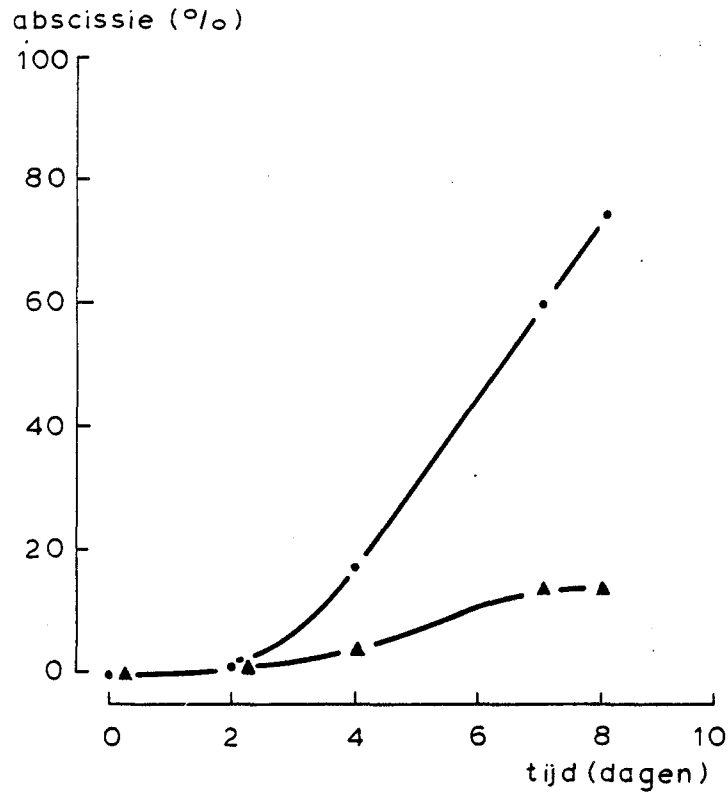
Abscissie van plantedelen bleek het meest voorkomende ethyleenschadeverschijnsel. Vrijwel zonder uitzondering vond gemakkelijker (bij kortere blootstellingsduur en/of lagere ethyleenconcentratie) abscissie van bloemen dan van blad plaats, waardoor bloeiende planten veelal in hogere gevoeligheidsklassen zijn ingedeeld dan de meeste groene planten. Een 24 uur durende ethyleenbehandeling was veelal in staat abscissie van bloemen te induceren terwijl abscissie van bladeren meestal pas na de 72 uur durende behandeling optrad.

Abscissie is een verschijnsel dat plaatsvindt in specifieke cel-zones en wordt gereguleerd door de plantehormonen auxine en ethyleen.
Onder optimale omstandigheden zorgt een hoge auxinestroom uit de bloem of het blad ervoor dat de ethyleengevoeligheid van de cellen in de abscissiezone laag is. Tijdens veroudering neemt de auxinestroom af (mogelijk als gevolg van een verhoogde ethyleenproduktie (48)) en vertonen de cellen in de abscissiezone een hogere gevoeligheid voor ethyleen, wat tot scheiding van de cellagen kan leiden (45, 49). Ethyleen wordt in dit stadium verondersteld de celscheiding in de abscissiezone te stimuleren door inductie van o.a. Beta-1-4 glucanase activiteit

(46) en mogelijk celexpansie te stimuleren door beïnvloeding van de osmotische waarde via hydrolyse van zetmeel (47).
ABA wordt verondersteld een rol te spelen in stimulering van de ethyleenproduktie (45, 71, 75) of verhoging van de ethyleengevoeligheid (45, 70, 71). De waarneming dat hypobarische ventilatie het effect van ABA op anjers sterk kan onderdrukken pleit hiervoor (73).
Het dramatische effect van exogeen ethyleen op het abscissieproces in bladeren wordt in le instantie veroorzaakt door de verstoring van de auxinehuishouding in de bladschijf. Hierdoor neemt het auxinetransport naar de abscissiezone af waardoor ethyleen direct op de cellen in de abscissiezone kan inwerken (50). Tevens neemt de IAA transportcapaciteit in de bladsteel door ethyleen af, waarschijnlijk als een gevolg van een verhoogd metabolisme van IAA (81).

Naast natuurlijke veroudering en de werking van exogeen ethyleen blijken ook verschillende andere stress-situaties bij potplanten tot abscissie van plantedelen te leiden, zoals lichtgebrek (33, 52), hoge temperaturen (35, 36, 37) en waterstress (36, 51, 68).
Alhoewel ethyleenactie- en/of ethyleen syntheseremmers meestal wel in staat zijn de genoemde verschijnselen te onderdrukken is het onderliggende mechanisme vaak niet begrepen (34, 35, 36, 72). Ethyleensynthese en -gevoeligheid (auxinestroom) lijken hierbij echter een cruciale rol te spelen (53, 49, 68).
Het effect van donker-stress op bloem- en bladabscissie bij
C l e r o d e n d r o n t h o m s o n i a e werd in een afzonderlijk experiment bestudeerd. De planten werden bij 20°C in donker bewaard, regelmatig werd het aantal gevallen bloemen en/of bladeren geteld.
Er werd tevens een partij voorafgaand aan de donkerbehandeling bespoten met STS (0.2 mmol/l). Na circa 3 dagen in donker blijkt val van bracteeën en na circa 5 dagen val van blad op te treden bij de niet voorbehandelde planten (figuur 14). Na circa 7 dagen is een situatie ontstaan die vergelijkbaar is met een 24 uur durende begassing met 3 ppm ethyleen (figuur 9). Planten die voorafgaand aan de donkerbehandeling met STS bespoten waren vertoonden geen bloem- of bladval.
Ook bestuiving leidt doorgaans tot abscissie van bloemkroon of petalen. Dit verschijnsel correleert sterk met de ethyleenproduktie, welke na de bestuiving toeneemt (84, 85). Bij Cyclaam neemt ook de ethyleengevoeligheid na bestuiving toe (92).

De verhoogde ethyleenproduktie na bestuiving hangt samen met o.a. de aanwezigheid van ACC in stuifmeel (93) en het verwondende effect van de groeiende stuifmeelbuis door de stijl (94).
Beschadiging van stijlweefsel leidt dan ook vaak tot bloemval (o.a. 94).



Figuur 14: Abscissie van bracteeën (●) en blad (▲) bij C l e r o d e n d r o n t h o m s o n i a e tijdens bewaring in donker bij 20°C. (Planten bespoten met STS vertoonden geen abscissieverschijnselen tijdens de proefperiode) (n = 4).

De andere geconstateerde ethyleenverschijnselen (verwelking, knopverdroging, bladvergeling, epinastie, schimmelaantasting) deden zich meestal pas voor na een 72 uur durende begassing en zijn aldus practisch gezien van minder belang. Dergelijke verschijnselen werden ook geobserveerd bij verschillende snijbloemen (61).

Opmerkelijk was de door ethyleen gestimuleerde schimmelaantasting die met name bij Chrysant zichtbaar werd. Eenzelfde verschijnsel werd ook genoteerd na begassing van snijchrysanten met 3 ppm ethyleen (59).
Ethyleen gestimuleerde kieming van schimmelsporen is een bekend verschijnsel (62, 63), de optimale ethyleenconcentraties liggen echter op een veel hoger niveau (100-100.000 ppm) dan waarbij de potplanten getoetst zijn.

Omdat schimmelaantasting een belangrijk probleem is tijdens opslag en transport van bloemen en planten verdient het aanbeveling de rol van ethyleen hierbij nader te onderzoeken.

Binnen het getoetste assortiment planten bleken de meeste economisch belangrijke potplanten (21) relatief ongevoelig voor ethyleen (tabel 3). Deze soorten zijn waarschijnlijk onbewust door de handel uitgeselecteerd.
De gevoeligheid voor verlies van kwaliteit tijdens transport wordt als één van de belangrijkste oorzaken gezien van het feit dat slechts een klein gedeelte van het sortiment bloeiende potplanten geëxporteerd wordt. Het grootste gedeelte blijft in eigen land (88).
Onderdrukking van de ethyleen- en/of stressgevoeligheid van een grote groep economisch nog onbelangrijke soorten zal hun marktaandeel kunnen vergroten. Inzicht in het werkingsmechanisme van stress geïnduceerde ethyleenverschijnselen is hiervoor een vereiste.

Tabel 3: Verdeling (in %) van ethyleengevoeligheid over verschillende groepen potplanten.

gevoeligheids-klassen	blad-planten	bloeiende planten	25 economisch meest belangrijke planten
0-4	92,2	38,4	88,8
5-9	7,8	61,6	11,2

Opgemerkt dient nog te worden dat ethyleen in bepaalde gevallen ook een positieve bijdrage aan de kwaliteit van potplanten kan leveren.

Zo worden Bromeliaceae al sinds jaar en dag bespoten met Ethrel (een stof, waar in het planteweefsel ethyleen uit vrijkomt) ter bevordering van de bloei (77). Deze behandeling heeft echter soms ook wel enige bladvergeling en groeiremming van de bloemsteel ten gevolg. Dit laatste kan worden omzeilt door bespuiting met ACC i.p.v. ethrel (77).
Ook wordt ethrel soms toegepast als remstof tijdens de teelt van F u c h s i a en B e l o p e r o n e (76, 78, 79) en ter stimulatie van de bol-produktie (bloem-plukken) tijdens teelt van Begonia (80).

Wageningen, 14 november 1986
ejw/ak

GEBRUIKTE AFKORTINGEN

PBA = 6(Benzylamino)9-(2 tetrahydropyranyl)-9H-purine

STS = Silverthiosulfate

AVG = Amino ethoxy vinyl glycine

GA = Gibberelline zuur

CPPA = 2 (3-chlorophenoxy) proprionic acid

NAA = naphtalene acetic acid

N6-BA = Benzyladenine

8-HQS = Hydroxyquinoline sulfaat

CHX = Cycloheximide

BA = Benzyladenine

AOA = Amino-oxy acetic acid

ABA = abscissine zuur

ACC = aminocyclopropaan carbon zuur (precursor van ethyleen)

LITERATUUR

1. Batson, D.B. and T.M. Blessington (1983).
   Influence of production light levels on long term effects of dark storage on the postharvest keeping quality of S c h e f f l e r a a r b o r i c o l a .
   HortScience 18: 82-83

2. Poole, R.T. and C.A. Connover (1979).
   Influence of shade and nutrition during production and dark storage simulating shipment on subsequent quality and Chlorophyll content of Foliage plants.
   HortScience 14: 617-619

3. Peterson, N.C. and T.M. Blessington (1981).
   Postharvest effects of dark storage and light source on keeping quality of F i c u s b e n j a m i n a L.
   HortScience 16: 681-682

4. Peterson, N.C. and T.M. Blessington (1982).
   Postharvest effects of Ancymidol on F i c u s b e n j a m i n a L.
   HortScience 17: 612-614

5. Pass, R.G. and D.E. Hartley (1979).
   Net photosynthesis of three foliage plants under low irradiation levels.
   J.Amer.Soc.Hort.Sci. 104: 745-748

6. Spronsen, J.C. van (1983).
   Houdbaarheid van H i b i s c u s rassen.
   Vakblad voor de Bloemisterij 38(20): 50-53

7. Ceulemans, R., R. Gabriels and I. Impens (1983).
   Antitranspirant effects on transpiration, net CO_2 exchange rate and water use efficiency of A z a l e a.
   Scientia Horticulturae 19: 125-131

8. Kristensen, L. (1984).
   Acclimatization, a way to keep quality on foliage ornamental plants.
   The veterinary and agricultural university, Copenhagen 1984

9. Conover, C.A. and R.T. Poole (1975).
   Acclimatization of tropical trees for interior use.
   HortScience 10: 600-601

10. Johnson. C.R., D.B. McConnell and J.N. Joiner (1982).
    Influence of ethephon and light intensity on growth and acclimatization of F i c u s b e n j a m i n a.
    HortScience 17: 614-615

11. Braswell, J.H., T.M. Blessington and J.A. Price (1982).
Influence of cultural practices on postharvest interior performance of two species of S c h e f f l e r a.
HortScience 17: 345-347

12. Rystedt, J. (1982).
Effects of dark storage on the subsequent keeping quality of H i b i s c u s r o s a - s i n e n s i s and B e g o n i a 'Nixe'.
Tidsskrift for planteavl 86: 37-46

13. Ben-Jaacov, J., R.T. Poole and C.A. Conover (1982).
Effect of long-term dark storage on quality of S c h e f f l e r a.
HortScience 17: 347-348

14. Rystedt, J. (1981).
Potteplanters holdbarhed-og mørke.
Gartner Tidende 97: 82-83

15. Rystedt, J. (1982).
Effects of high and low temperatures on the subsequent keeping quality of H i b i s c u s r o s a - s i n e n s i s and B e g o n i a 'Nixe'.
Tidsskrift for Planteavl 86: 31-36

16. Sterling, E.P. (1981)
De gevoeligheid van verschillende soorten potplanten voor lage temperaturen.
Sprenger Instituut, Wageningen 1981. Rapport nr. 2176, 19 blz.

17. Scott, L.F., T.M. Blessington, J.A. Price (1983).
Postharvest effects of temperature, dark storage duration and sleeving on quality retention of 'Gutbier v-14 Glory' Poinsettia.
HortScience 18: 749-750

18. Buck, T.L. and T.M. Blessington (1982).
Postharvest effects of temperatures during simulated transit on quality factors of two F i c u s species.
HortScience 17: 817-819

19. Collins, P.C. and T.M. Blessington (1983).
Postharvest effects of shipping temperatures and subsequent interior keeping quality of F i c u s b e n j a m i n a.
HortScience 18: 757-758

20. Poole, R.T. and C.A. Conover (1983).
Influence of simulated shipping environments on foliage plant quality.
HortScience 18: 191-193

21. Sterling, E.P. en W.H. Molenaar (1985).
De invloed van temperatuur en tijd tijdens gesimuleerd transport op de kwaliteit van potplanten.
Sprenger Instituut, Wageningen 1985. Rapport no. 2286, 71 blz.

22. Harbaugh, B.K. et al (1976).
Evaluation of 40 ornamental plants for a mass marketing system utilizing sealed polyethylene packages.
Proc.Fla.State Hort.Soc. 89: 320-323

23. Molenaar, W.H. (1981).
Nieuwe consumentenverpakking van siergewassen.
Vakblad voor de Bloemisterij 36(5): 98-101

24. Høyer, L. (1984).
Knop-, blomster- og bladfald hos H i b i s c u s r o s a - s i n e n s i s forårsaget af aetylen og mørke.
Tidsskrift for Planteavl. 88: 489-501

25. Høyer, L. (1984).
Forringet holdbarhed after påvirkning af aetylen og mørke.
Gartner Tidende 100: 1170-1171

26. Kays, S.J., C.A. Jaworski and H.C. Price (1976).
Defoliation of pepper transplants in transit by endogenously evolved ethylene.
J.Amer.Soc.Hort.Sci. 101: 449-451

27. Cunningham, J.L. and G.L. Staby (1975).
Ethylene and defoliation of ornamental lime plants in transit.
HortScience 10: 174-175

28. Marousky, F.J. (1979).
Effects of ethylene in combination with light, temperature and carbondioxide on leaf abscission in F i t t o n i a v e r s c h a f f e l t i i (Lem.) Coem.Var. A r g y r o n e u r a (Coem.) Nichols.
Proc.Fla.State Hort.Sci. 92: 320-321

29. Marousky, F.J. and B.K. Harbaugh (1979).
Interactions of ethylene, temperature, light and CO_2 on leaf and stipule abscission and chlorosis in P h i l o d e n d r o n s c a n d e n s subsp. O x y c a r d i u m.
J.Amer.Soc.Hort.Sci. 104: 876-880

30. Høyer, L. (1982).
Potteplanters reaction pa:
Aetylen og lysmangel
Gartner Tidende 98: 670-671

31. Marousky, F.J. and B.K. Harbaugh (1978).
Deterioration of foliage plants during transit, pp. 33-39. In R.W. Henly and B.L. Biamonte eds. Proc. 1978 National Tropical Foliage Short Course. Foliage Education and Research Foundation, Apopka, Florida.

32. Marousky, F.J. and B.K. Harbaugh (1979).
Ethylene induced Floret sleepiness in K a l a n c h o ë b l o s s f e l d i a n a Poelln.
HortScience 14: 505-507

33. Armitage, A.M. et al. (1980)
Factors influencing flower petal abscission in the seed propagated geranium.
J.Amer.Soc. Hort.Sci. 105: 562-564

34. Miranda, R. and W.H. Carlson (1981).
How to stop petal shattering in hybrid seed Geraniums.
Grower talks, november 1981, Page 18-22

35. Cameron, A.C. and M.S. Reid (1981).
The use of silverthiosulfate anionic complex to prevent flower abscission of zygocactus.
HortScience 16: 761-762

36. Cameron, A.C. and M.S. Reid (1983).
Use of silverthiosulfate to prevent flower abscission from potted plants.
Scientia Horticultura 19: 373-378

37. Halevy, A.H. and A.M. Kofranek (1976)
The prevention of flower bud and leaf abscission in pot roses during simulated transport.
J.Amer.Soc. Hort.Sci. 101: 658-660

38. Auer, C.A. and D.B. McConnell (1984).
Simulated transit vibration and silverthiosulfate applications affect ethylene production and leaf abscission of B e g o n i a and S c h e f f l e r a.
HortScience 19: 517-519

39. Saltveit, M.E., D.M. Pharr and R.A. Larson (1979).
Mechanical stress induces ethylene production and epinasty in poinsettia cultivars.
J.Amer.Soc. Hort.Sci. 104: 452-455

40. Saltveit, M.E. and R.A. Larson (1981).
Reducing leaf epinasty in mechannically stressed poinsettia plants.
J.Amer.Soc. Hort.Sci. 106: 156-159

41. Reid, M.S., Y. Mor, A.M. Kofranek (1981).
Epinasty of poinsettias - the role of auxin and ethylene.
Plant Physiol 67: 950-952

42. Staby, G.L. et al. (1980).
Leaf Petiole epinasty in poinsettias.
HortScience 15: 635-636

43. Sacalis, J.N. (1978).
Ethylene evolution by petioles of sleeved poinsettia plants.
HortScience 13: 594-596

44. Staby, G.L., J.F. Thompson and A.M. Kofranek (1978).
Postharvest characteristics of poinsettias as influenced by handling and storage procedures.
J.Amer.Soc. Hort.Sci. 103: 712-715

45. Morgan, P.W. (1984).
Is ethylene the natural regulator of abscission.
In: Y. Fuchs and E. Chalutz: Ethylene; Biochemical, Physiological and Applied Aspects.
Martinus Nijhoff/Dr. W. de Munk (1984) The Hague.

46. Osborne, D.J. and M.T. McManus (1984).
Abscission and the recognition of zone specific target cells; the role of ethylene.
In: Y. Fuchs and E. Chalutz: Ethylene; Biochemical, Physiological and Applied Aspects.
Martinus Nijhoff/Dr. W. de Munk (1984) The Hague.

47. Goren, R., M. Huberman and E. Zamsky (1984).
Anatomical aspects of citrus abscission: effects of ethylene on leaf and fruit explants.
In: Y. Fuchs and E. Chalutz: Ethylene; Biochemical, Physiological and Applied Aspects.
Martinus Nijhoff/Dr. W. de Munk (1984) The Hague.

48. Aharoni, N. M. Lieberman and H.D. Sisler (1979).
Patterns of ethylene production in senescing leaves.
Plant Physiol. 64: 796-800

49. Hanisch ten Cate, Ch.H. and J. Bruinsma (1973).
Abscission of Flower bud pedicals in B e g o n i a.
Acta Bot. Neerl. 22: 666-680

50. Beyer, E.M. (1975).
Abscission: The initial effect of ethylene is in the leaf blade.
Plant Physiol. 55: 322-327

51. Jordan, W.R., R.W. Morgan and T.L. Davenport (1972).
Water stress exchanges ethylene mediated leaf abscission in cotton.
Plant Physiol. 50: 756-758

52. Durieux, A.J.B., G.A. Kamerbeek and U. van Meeteren (1982/83).
The existance of a critical period for the abscission and a non critical period for blasting of flower buds of L i l i u m 'Enchantment'; Influence of light and ethylene.
Sciencia Horticulturae 18: 287-297

53. Meeteren, van U. and M. de Proft (1982).
Inhibition of flower bud abscission and ethylene evolution by light and silver thiosulfate in L i l i u m.
Physiol.Plant. 56: 236-240

54. Poole, R.T., C.A. Conover and J. Ben-Yacoov (1984).
Long term storage of foliage plants.
Scientia Horticulturae 24: 331-335

55. Conover, C.A. and R.T. Poole (1984).
Acclimatization of Indoor foliage plants.
Horticultural Reviews 6: 119-154

56. Woltering, E.J. (1982).
Kennis ethyleengevoeligheid potplanten onontbeerlijk bij lange bewaartijden.
Vakblad voor de Bloemisterij 37(42): 56-59

57. Woltering, E.J. (1983).
Bloem- en knopval bij bloeiende potplanten (door ethyleen).
Vakblad voor de Bloemisterij 38(42): 22-23

58. Woltering, E.J. (1983).
Empfindlichkeit von Topfpflanzen für Äthylen.
Gärtnerbörse und Gartenwelt 83: 346-348

59. Woltering, E.J. and H. Harkema (1980).
Enige orienterende waarnemingen omtrent de gevoeligheid van snijbloemen voor ethyleen (I).
Sprenger Instituut, Rapport no. 2130

60. Woltering, E.J. (1984).
De ethyleengevoeligheid van bloeiende potplanten.
Sprenger Instituut, jaarverslag 1983, blz. 95-99

61. Woltering, E.J. (1984).
Invloed van ethyleen op sierteeltprodukten.
Vakblad voor de Bloemisterij 39(41): 112-113

62. Nishizawa, Y., T. Okada and S. Nakano (1973).
Stimulation of mold spore germination.
Bot.Mag. Special Issue

63. Kepczynski, J. and E. Kepczynska (1977).
Effect of ethylene on germination of fungal spores causing fruit rot.
Fruit Science reports 4: 31-34

64. Woltering, E.J. (1985).
Blüten- und Blattfall durch Stressfactor Äthylen.
Gärtnerbörse und Gartenwelt 85: 1303-1305

65. Woltering, E.J. (1986).
Sensitivity of various foliage and flowering potted plants to ethylene.
Acta Horticulturae 181: 489-492

66. Agnew, N.H., M.L. Albrecht and R.K. Kimmens (1985).
Reducing corolla abscission of S t r e p t o c a r p u s x hybridus under simulated shipping conditions with silver thiosulfate.
HortScience 20: 118-119

67. Høyer, L. (1986).
Silver thiosulfate can to some extend prevent leaf, bud and flowerdrop in H i b i s c u s r o s a s i n e n s i s cansed by ethylene and darkness.
Acta Horticulturae 181: 147-153

68. Graves, W.R. and R.J. Gladon (1985).
Water stress, endogenous ethylene, and F i c u s b e n j a m i n a leaf abscission.
HortScience 20: 273-275

69. Woltering, E.J., H. Harkema and E.P. Sterling (1984).
De ethyleengevoeligheid van tuinbouwprodukten.
Bedrijfsontwikkeling 15: 980-982

70. Borochov, A. and S. Mayak (1984).
The effect of simulated shipping conditions on subsequent bud opening of cut spray carnation flowers.
Scientia Horticulturae 22: 173-180

71. Ronen, M. and S. Mayak (1981).
Interrelationship between abscissic acid and ethylene in the control of senescence processes in carnation flowers.
Journal of Experimental Botany 32: 759-765

72. Roberts, J.A., C.B. Schindler and G.A. Tucker (1984).
Ethylene promoted tomato flower abscission and the possible involvement of an inhibitor.
Planta 160: 159-163

73. Mayak, S. and D.R. Dilley (1976).
Regulation of senescence in carnation: Effect of ABA and CO_2 on ethylene production.
Plant Physiol. 58: 663-665

74. Hackett, W.P., R.M. Sachs and J. Debie (1972).
Growing B o u g a i n v i l l e a as a flowering pot plant.
California Agriculture, august, page 12-13

75. Sagee, O., R. Goren and J. Riov (1980).
Abscission of citrus leaf explants: interrelationships of abscisic acid, ethylene and hydrolytic enzymes.
Plant Physiol 66: 750-753

76. Priisholm-Andersen, G. (1984).
Hvor er vi henne med retarderingsmidlerne.
Gartner Tidende 100: 1428-1429

77. Proft, M.P. de, O. Mekers, L. Jacobs and J.A. de Greef (1986).
Influence of light and flower inducing chemicals on the quality of the Bromeliaceae inflorescence.
acta Horticulturae 181: 141-147

78. Graaf, de-van der Zande, M.Th. (1984).
Teeltonderzoek bij B e l o p e r o n e g u t t a t a.
Jaarverslag Proefstation voor de Bloemisterij te Aalsmeer 1984, blz. 97 t/m 99.

79. Lentjes, P.W.M. en M.T. de Graaf-van der Zande (1986).
Resultaten onderzoek produktvernieuwing bij potplanten.
Vakblad voor de Bloemisterij 41(6): 48-51.

80. Schelstraete, A. (1983).
Onderzoek naar de optimale dosis ethefon bij chemisch bloemplukken begonia's.
Verbondsnieuws 11: 585-589

81. Riov, J., N. Dror and R. Goren (1982).
Effect of ethylene on indole-3-acetic acid metabolism in leaf tissues of woody plants.
Plant Physiol 70: 1265-1270

82. Woltering, E.J. (1986).
Aethylens betydning for prydplanters holdbarhed.
Gartner Tidende 102: 1619-1621

83. Woltering, E.J. (1987).
Effects of ethylene on ornamental pot plants: a classification.
Scientia Horticulturae (in press)

84. Stead, A.D. and K.G. Moore, (1983).
Studies on flower longevity in D i g i t a l i s the role of ethylene in corolla abscission.
Planta 157: 15-21

85. Stead, A.D. and K.G. Moore, (1979).
Studies on flower longevity in D i g i t a l i s.
Pollination induced corolla abscission in D i g i t a l i s flowers.
Planta 146: 409-414

86. Høyer, L. (1985).
Bud and flower drop in B e g o n i a e l a t i o r 'Sirene' caused by ethylene and darkness.
Acta Horticulturae 167: 387-391

87. Anonimous, (1985).
Stopping F u c h s i a bud drop.
Grower, January 3, page 17

88. Ravensberg, W. (1985).
Meeste bloeiende kamerplanten blijven in Nederland.
Bloem en Blad (21): 14-15

89. Royle, D. (1986).
Bearing down on the problem of bud drop.
Grower 105(11): 49

90. Rewinkel-Jansen, M.J.H. (1986).
Flower and bud abscission of S t r e p t o c a r p u s and the use of ethylene sensitiviness inhibitors.
Acta Horticulturae 181: 419-423

91. Høyer, L. (1984).
Bud, flower and leaf drop in H i b i s c u s r o s a s i n e n s i s caused by ethylene and darkness.
Tidsskrift for planteavl. 88: 489-501

92. Halevy, A.H., C.S. Whitehead and A.M. Kofranek (1984).
Does pollination induce corolla abscission of C y c l a m e n flowers by promoting ethylene production?
Plant Physiol 75: 1090-1093

93. Whitehead, C.S., D.W. Fujino and M.S. Reid (1983).
Identification of the ethylene precursor ACC in pollen.
Scientia Horticulturae 21: 291-297

94. Hoekstra, F.A. and R. Weges (1986)
Lack of control by early pistillate ethylene of the accelerated wilting of P e t u n i a hybrida flowers.
Plant Physiol. 80: 403-408

95. Woltering, E.J. and E.P. Sterling (1986).
Design for studies on ethylene sensitivity and ethylene production of ornamental products.
Acta Horticulturae 181: 483-488

Wageningen, 17 november 1986
ejw/ak