

Schadedrempels voor ethyleen tijdens bewaring, preparatie en beworteling van tulpenbollen

Henk Gude en Marga Dijkema

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
November 2008
PPO nr. 32 360445 00

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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.



Projectnummer: 12959

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bloembollen

Adres : Postbus 85
: 2160 AB Lisse
Tel. : 0252-462121
Fax : 0252-462100
E-mail : infobollen.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
3 RESULTATEN	13
3.1 Leverbaar	13
3.1.1 Leen van der Mark	13
3.1.2 Christmas Dream.....	14
3.1.3 Hollandia.....	16
3.1.4 Yokohama.....	18
3.2 Plantgoed	20
3.2.1 Leen van de Mark	20
3.2.2 Christmas Dream.....	22
3.2.3 Kees Nelis.....	23
3.2.4 Monte Carlo	24
4 DISCUSSIE	25
5 CONCLUSIES	27
6 LITERATUUR.....	29

Samenvatting

Ethyleengas, geproduceerd door 'zure' tulpenbollen, veroorzaakt tijdens bewaring en vervoer van tulpenbollen schade aan de gezonde bollen: schade aan de bloem in leverbare bollen en een toename in verklistering bij plantgoed. Als schadedrempel wordt een concentratie van 0.1 ppm (100 ppb) gehanteerd. Sinds de Hotech/MSE-ethyleenmeter gebruikt wordt in bewaarcellen blijkt dat de schadedrempel regelmatig overschreden wordt. Het is niet bekend of deze overschrijdingen tot schade kunnen leiden. In dit onderzoek zijn de effecten van verhoogde ethyleenconcentraties op verschillende momenten tijdens de bewaring van leverbare bollen en plantgoed onderzocht.

Leverbaar

Overschrijdingen van de algemeen gehanteerde schadedrempel van ethyleen (0.1 ppm, 100 ppb) tijdens de bewaring van *leverbare* tulpenbollen hoeven niet te leiden tot negatieve effecten in de broeierij. Dit geldt althans voor de hier onderzochte cultivars (Leen van der Mark, Christmas Dream, Hollandia en Yokohama) en blootstellingen (1 u. 1000 ppb, 2x/week, 2 weken achtereen; 8 u. 1000 ppb, 1x/week, 3 weken achtereen; 1 week 300 ppb). In genoemde combinaties van cultivars en ethyleenblootstelling werd geen effect op de bloemkwaliteit gevonden. Alleen bij de cv. Christmas Dream veroorzaakte een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' in de maand juli een lichte toename van de hoeveelheid bijblad. Tijdens de droge koude preparatie en beworteling verdroegen de tulpen zelfs beduidend hogere ethyleenconcentraties gedurende langere periodes zonder schade (2 weken 600 ppb of 1 week 1500 ppb). Uit dit onderzoek kunnen geen conclusies getrokken worden over andere cultivars en ethyleendoses.

Plantgoed

Tijdens de bewaring van *plantgoed* kunnen overschrijdingen van de ethyleendrempel van 0.1 ppm leiden tot een afname van de hoeveelheid leverbaar en een toename van de hoeveelheid plantgoed tijdens het daarop volgende teeltseizoen. De mate van effect is afhankelijk van de cultivar, de periode en de dosis (ethyleenbehandelingen en tijdstippen als bij leverbaar). De cultivar Leen van der Mark was gevoeliger voor ethyleen dan de cultivars Christmas Dream, Hollandia en Yokohama. De kans op ethyleeneffecten op de verhouding plantgoed/leverbaar leek in de maand september iets groter te zijn dan in de maanden juli en oktober. De kans op ethyleeneffecten was het grootst bij een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang'. In dit onderzoek zijn bij de bewaring van plantgoed geen effecten gevonden van overschrijdingen van de ethyleendrempel op de totale gewichtopbrengst.

Voor bollentelers betekenen deze conclusies dat het oude advies om ethyleen onder de 0.1 ppm te houden voor *plantgoed* nog steeds actueel is. Zelfs kortdurende overschrijdingen dienen vermeden te worden. Telers met een ethyleensensor, gekoppeld aan de klimaatcomputer, kunnen dit aan de computer overlaten. Telers, die niet beschikken over een ethyleensensor, kunnen, wanneer zij zuur ruiken, het best blijven ventileren volgens het advies (eerst 100 en later 60 m³/m³ bollen/uur). Dit advies geeft bescherming tegen ethyleen, afkomstig van maximaal 5% zuur (celgemiddelde).

Telers, broeiers en exporteurs, die *leverbaar* bewaren, hoeven zich minder zorgen te maken over kortdurende overschrijdingen van de schadedrempel. Het gaat te ver om een hogere schadedrempel te adviseren, omdat in dit onderzoek slechts een beperkt aantal cultivars en ethyleenblootstellingsregimes is getest. Het hanteren van een hogere schadedrempel zou de energiebesparing, die bij gebruik van de ethyleensensor al fors is (door ethyleen-gestuurde ventilatie), nog veel groter kunnen maken.

1 Inleiding

Ophoping van ethyleen (afkomstig van zure tulpenbollen) tijdens bewaring en transport van tulpenbollen heeft schadelijke effecten op plantgoed en leverbaar. Naast algemene effecten zoals een ademhalingsstoename en het opwekken van gommen leidt ethyleen in plantgoed vooral tot een overmatige verklistering en in leverbaar tot kernrot, bijblad en/of bloemverdroging (de Munk 1973). De reactie van de bollen verandert in de loop van het bewaarseizoen. Zo leidt ethyleen vlak na de oogst in leverbaar vooral tot kernrot, gommen en bloemverdroging en in september/oktober vooral tot bijblad (leverbaar) en verklistering (plantgoed). Genoemde effecten zijn niet zwart/wit: in leverbaar kan ook laat in het seizoen bloemverdroging opgewekt worden en in plantgoed vlak na de oogst verklistering. In de 70-er jaren is in proeven met blootstelling van bollen aan verschillende concentraties ethyleen gedurende enkele dagen tot weken een schadedrempel voor ethyleen van 0.1 ppm (100 ppb) vastgesteld. Om een te veel aan ethyleen af te voeren wordt in de praktijk geventileerd volgens de norm van 100 m³ lucht/m³ bollen/per uur tot eind augustus, gevolgd door 60 m³ lucht/m³ bollen/per uur tot het eind van het bewaarseizoen. Sinds 2005 kan het ethyleengehalte in bewaarcellen worden gemeten en gebleken is dat de schadedrempel van 0.1 ppm ondanks ventilatie volgens de norm regelmatig overschreden wordt. De duur van de overschrijdingen varieert van enkele minuten tot enkele dagen. De bron van de ethyleenpieken is meestal extern en niet te voorkomen (verkeer, kachels, verbrandingsmotoren, open vuur, meer dan 5% zuur). Omdat dit soort kortdurende ethyleenpieken niet te vermijden zijn, is het wenselijk te weten of ze tot schade in teelt en broeierij leiden.

Bij temperaturen onder de 12 °C nemen zowel de ethyleenproductie door zure bollen als de gevoeligheid van gezonde bollen voor ethyleen sterk af. Om die redenen is in het verleden geadviseerd om in preparatie- en bewortelingscellen niet of in zeer beperkte mate te ventileren. De afgelopen 2 seizoenen zijn echter in preparatie- en bewortelingscellen relatief hoge ethyleenwaardes gemeten (0.5 tot 1 ppm). Hoewel bij lage temperaturen de gevoeligheid voor ethyleen dus veel lager is, rijst ook hier de vraag vanaf welke ethyleenconcentratie en blootstellingsduur schade gaat optreden.

Het hieronder beschreven onderzoek had tot doel om de effecten van overschrijdingen van de algemeen gehanteerde ethyleendrempel van 0.1 ppm op de kwaliteit van tulpenbollen te onderzoeken:

- op verschillende momenten tijdens de normale bewaring (in plantgoed en leverbaar)
- tijdens de koude preparatie en beworteling (alleen bij leverbaar)

2 Materiaal en methode

Opzet

Op 3 momenten tijdens de bewaring zijn plantgoedbollen en leverbare bollen blootgesteld aan ethyleen (zie tabel 1). De eerste ethyleenblootstelling vond 3 weken na rooien plaats. Ook zijn leverbare bollen met ethyleen behandeld tijdens de koude preparatie (waterbroei) en tijdens de beworteling (potgrondbroei).

Tabel 1. De fasen en periodes waarin plantgoed en leverbare bollen zijn behandeld met ethyleen.

Fase	Periode	Plantgoed	Leverbaar
Bewaring 1	half à eind juli (3 wk na rooien)	+	+ ¹
Bewaring 2	begin à eind sept	+	+ ¹
Bewaring 3	begin à eind okt	+	+ ¹
Koude preparatie	half nov à half dec	-	+ ¹
Beworteling	half nov à half dec	-	+ ²

¹ Waterbroei

² Potgrondbroei

Culivars

Het onderzoek is uitgevoerd met de volgende cultivars, alle gevoelig voor ethyleen:

Plantgoed:

- Leen van der Mark (zift 7/10)
- Christmas Dream (zift 8/10)
- Kees Nelis (zift 8/9)
- Monte Carlo (zift 7/9)

Leverbaar:

- Leen van der Mark (zift 10/12)
- Christmas Dream (zift 10/12)
- Hollandia (zift 11/12)
- Yokohama (zift 11/12)

In principe zijn de ethyleenbehandeling uitgevoerd met gepelde en gesorteerde bollen. Alleen de bollen van de cultivar Leen van de Mark waren bij de 1e behandelingsfase (bewaring 1) nog niet ontdaan van oude wortels en vellen (bollen waren wel gesorteerd).

Zowel bij het plantgoed als bij de leverbare bollen zijn niet alle cultivars in alle behandelingsfasen in het onderzoek meegenomen.

Ethyleenbehandelingen

Er zijn verschillende ethyleenbehandelingen uitgevoerd (concentratie, duur, frequentie en duur behandelingsperiode). De ethyleenbehandelingen tijdens de bewaring waren niet dezelfde als die tijdens de koude preparatie / beworteling. De beoogde ethyleenconcentraties zijn niet altijd exact gerealiseerd. Een deel van de bollen is niet behandeld met ethyleen (controlebehandeling).

In tabel 2 zijn de beoogde en de gerealiseerde ethyleenbehandelingen weergegeven.

Tabel 2. De toegepaste ethyleenbehandelingen per behandelingsfase

Fase	Temp. tijdens ethyleenbehand.	Ethyleenbehandeling			
		Duur, concentratie		Frequentie	Periode
		<i>Beogd</i>	<i>Gerealiseerd</i>		
Bewaring 1, 2, 3	Bewaring 1: 25 à 27°C ¹ Bewaring 2, 3: 20°C	Controle	-	-	-
		1 u. 1200 ppb	1 u. 1000 ppb	2x/wk	2 wk
		8 u. 1000 ppb	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk
		1 wk 300 ppb	1 wk 300 ppb	-	1 wk
Koude preparatie / beworteling	7°C	Controle	-	-	-
		2 wk 500 ppb	2 wk 600 ppb	-	2 wk
		1 wk 1500 ppb	1 wk 1500 ppb	-	1 wk

¹ Temperatuur tijdens ethyleenbehandelingen 'bewaring 1' ingesteld op 23°C; temperatuur liep echter op tot 25 à 27°C

De controlebehandeling is de gehele bewaarperiode bewaard in een bewaarcel met normale ventilatie. De ethyleenbehandeling is in de 1^e behandelingsfase (bewaring 1) uitgevoerd in zgn. begassingscontainers (1 m³). Na toediening van ethyleen in de 'gasdichte' begassingscontainer werd de begassingscontainer gesloten waarna de lucht in de container continu werd gecirculeerd. Bij de ethyleenbehandeling van 1 week 300 ppb ethyleen werd de begassingscontainer aan het begin en aan het eind van elke dag, ter verversing van de lucht, telkens gedurende 15 minuten geopend en opnieuw gesloten nadat opnieuw ethyleen was toegediend. Omdat in de begassingscontainers tijdens de ethyleenbehandelingen van 8 uur 1000 ppb en van 1 week 300 ppb, bij gebrek aan ventilatie, de temperatuur, de CO₂-concentratie en de hoeveelheid vocht toenamen en de O₂-concentratie afnam, zijn extra controlebehandelingen uitgevoerd: bollen zijn gedurende dezelfde periode in identieke begassingscontainers bewaard, zonder toediening van ethyleen. De ethyleenbehandeling tijdens de overige begassingsfases (bewaring 2, bewaring 3, koude preparatie /beworteling) vond plaats in een geventileerde bewaarcel waarin een continue ethyleenflow aangelegd was. Met behulp van een ethyleensensor, de Hatech/MACVIEW[®] Ethyleen Analyser, werd de ethyleenconcentratie in de bewaarcel permanent gemeten en geregistreerd.

De ethyleenbehandelingen zijn zoveel mogelijk uitgevoerd bij een temperatuur overeenkomstig de op dat moment gangbare bewaar temperatuur: tijdens de bewaring in september en oktober bij 20°C, tijdens de koude preparatie en beworteling bij 7°C (zie tabel 2). Omdat voor de ethyleenbehandelingen tijdens de bewaring in juli gekozen moest worden tussen de bewaar temperatuur van plantgoed en leverbaar (ethyleenbehandelingen plantgoed en leverbaar samen in één begassingscontainer) is gekozen voor een behandeltemperatuur van 23°C. Vanwege het ontbreken van koelvoorzieningen in de begassingscontainers was echter niet te voorkomen dat de temperatuur tijdens de ethyleenbehandelingen in de begassingscontainer opliep tot 25 à 27°C.

Elke behandeling is uitgevoerd in 3 herhalingen van 100 bollen ('plantgoed') of 3 herhalingen van 50 bollen ('leverbaar').

Bewaring, opplanting

Het plantgoed is vanaf binnenkomst bij PPO bij 23°C bewaard, vanaf half augustus bij 20°C en vanaf begin november tot planten bij 17°C. De bollen zijn eind november geplant op het veld. De leverbare bollen zijn vanaf binnenkomst bij PPO bij 20°C bewaard en vanaf begin november bij 17°C. De bollen voor de potgrondbroei zijn half november opgeplant, tot half december bewaard bij 7°C, tot eind januari bij 5°C en vervolgens tot inhalen bij 2°C. De bollen voor de waterbroei zijn vanaf half november bewaard bij 7°C en vervolgens vanaf half december tot planten bij 2°C. De bollen zijn half à eind februari op prikbakken geplant en tot inhalen bewaard bij 5°C om te kunnen bewortelen. De bollen (waterbroei en potgrondbroei) zijn begin à half maart ingehaald in de kas en afgebroeid bij 17°C.

Metingen

Bij de leverbare bollen die zijn afgebroeid in de kas zijn de trekduur, het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage kernrot en bloemverdroging bepaald.

Bij het plantgoed zijn op het veld het opkomst- en bloeipcentage en de hoeveelheid bijblad bepaald. Na rooien van de bollen is de totale opbrengst en de opbrengst per ziftmaat bepaald (gewicht en aantal).

Verwerking resultaten

Omdat een deel van de ethyleenbehandelingen is uitgevoerd met een 'eigen' controlebehandeling in begassingstanks, zijn de gemeten parameters uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controlebehandeling. Zie ook hoofdstuk 4.1 en hoofdstuk 4.2.

De ethyleenbehandelingen zijn m.b.v. variantie-analyse getoetst t.o.v. de 'eigen' controle.

3 Resultaten

3.1 Leverbaar

De ethyleenbehandelingen in de maand juli zijn niet uitgevoerd in een bewaarcel maar in een (luchtdichte) begassingscontainer. Een deel van deze ethyleenbehandelingen is uitgevoerd met (ieder) een 'eigen' controlebehandeling in een identieke begassingscontainer zonder ethyleen.

In de tabellen is alleen het resultaat weergegeven van de controlebehandeling die in de bewaarcel is bewaard. Bij de ethyleenbehandelingen zijn het plantgewicht, de plantlengte en het aantal bijbladeren per plant uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controlebehandeling. Bloemverdroging en kernrot zijn eveneens uitgedrukt als percentage; dit zijn echter de percentages planten die per behandeling bloemverdroging resp. kernrot vertoonden (dus niet een percentage t.o.v. de 'eigen' controlebehandeling)! De resultaten van de ethyleenbehandelingen zijn getoetst t.o.v. de 'eigen' controlebehandeling.

3.1.1 Leen van der Mark

Ethyleen tijdens bewaring (waterbroei)

Bij de cv. Leen van der Mark is alleen in de maand juli onderzoek gedaan naar de invloed van blootstelling aan kortdurende hoge concentraties ethyleen op 'leverbare' maten.

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven. In de maand juli had bij de cultivar Leen van de Mark geen van de ethyleenbehandelingen een significant effect op de trekduur (niet in tabel), het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad, het optreden van bloemverdroging en kernrot.

Tabel 3. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) in de maand juli op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de waterbroei van Leen van der Mark. Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven. Bij de ethyleenbehandelingen zijn het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle (bewaarcel)				34.2 g	48.4 cm	0.1 /plant	0	0
juli	1 u. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	97 %	99 %	154 %	2	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	99 %	110 %	133 %	0	0
	1 wk 300 ppb			102 %	104 %	153 %	0	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.1.2 Christmas Dream

Ethyleen tijdens bewaring en koude preparatie (waterbroei)

In tabel 4 zijn de resultaten weergegeven. Bij de cultivar Christmas Dream had tijdens de bewaring in juli, september en oktober en tijdens de koude preparatie geen van de ethyleenbehandelingen effect op de trekduur (niet in tabel), het plantgewicht, de plantlengte en het percentage bloemverdroging en kernrot. Alleen in de maand juli had ethyleen effect op de hoeveelheid bijblad: een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' leidde tot een toename van 1.8 bijbladeren per plant tot 2.2 bijbladeren per plant (waarden niet weergegeven in tabel).

Tabel 4. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) tijdens de bewaring in juli, september en oktober en tijdens de koude preparatie, op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de waterbroei van Christmas Dream.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

..... = significante toename t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle (bewaarcel)				30.8 g	39.0 cm	1.6 /plant	1	0
juli	1 u. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	100 %	98 %	93 %	4	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	97 %	99 %	123 %	0	0
	1 wk 300 ppb			97 %	98 %	119 %	4	0
sept	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	97 %	98 %	83 %	1	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	100 %	98 %	97 %	1	0
	1 wk 300 ppb			95 %	98 %	70 %	1	0
okt	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	98 %	99 %	88 %	0	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	104 %	100 %	96 %	0	0
	1 wk 300 ppb			98 %	99 %	115 %	1	0
koude prep.	2 wk 600 ppb			102 %	102 %	85 %	0	0
	1 wk 1500 ppb			102 %	101 %	82 %	4	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

Ethyleen tijdens beworteling (potgrondbroei)

In tabel 5 zijn de resultaten weergegeven. Tijdens de beworteling had blootstelling gedurende 2 weken aan 500 ppb ethyleen of gedurende 1 week aan 1500 ppb ethyleen, bij de cultivar Christmas Dream geen effect op de trekduur, het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage kernrot en bloemverdroging.

Tabel 5. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur en dosering) tijdens de beworteling, op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de potgrondbroei van Christmas Dream.
 Bij de ethyleenbehandeling is het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de controle.

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle				32.3 g	35.4 cm	2.0 /plant	1	0
beworteling	2 wk 600 ppb			92 %	102 %	76 %	0	0
	1 wk 1500 ppb			99 %	102 %	81 %	0	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.1.3 Hollandia

Ethyleen tijdens bewaring en koude preparatie (waterbroei)

In tabel 6 zijn de resultaten weergegeven. Bij de cultivar Hollandia had tijdens de bewaring in september en in oktober en tijdens de koude preparatie geen van de ethyleenbehandelingen een significant effect op de trekduur (niet in tabel), het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad, het optreden van bloemverdroging en kernrot.

Tabel 6. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) tijdens de bewaring in september en oktober en tijdens de koude preparatie, op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de waterbroei van Hollandia.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle				29.7 g	37.4 cm	1.3 /plant	0	0
sept	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	103 %	100 %	83 %	0	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	101 %	98 %	102 %	0	0
	1 wk 300 ppb			98 %	97 %	88 %	0	0
okt	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	98 %	99 %	77 %	0	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	95 %	95 %	92 %	0	0
	1 wk 300 ppb			106 %	99 %	75 %	0	0
koude prep.	2 wk 600 ppb			101 %	100 %	77 %	0	0
	1 wk 1500 ppb			96 %	97 %	84 %	0	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

Ethyleen tijdens beworteling (potgrondbroei)

In tabel 7 zijn de resultaten weergegeven. Tijdens de beworteling had blootstelling gedurende 2 weken aan 500 ppb ethyleen of gedurende 1 week aan 1500 ppb ethyleen, bij de cultivar Hollandia geen effect op de trekduur, het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage kernrot en bloemverdroging.

Tabel 7. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur en dosering) tijdens de beworteling, op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de potgrondbroei van Hollandia.

Bij de ethyleenbehandeling is het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de controle.

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle (bewaarcel)				28.5 g	35.7 cm	1.1 /plant	0	0
beworteling	2 wk	600 ppb		98 %	98 %	77 %	0	0
	1 wk	1500 ppb		102 %	99 %	86 %	1	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.1.4 Yokohama

Ethyleen tijdens bewaring en koude preparatie (waterbroei)

In tabel 8 zijn de resultaten weergegeven. Ook bij de cultivar Yokohama had tijdens de bewaring in september en in oktober en tijdens de koude preparatie geen van de ethyleenbehandelingen een significant effect op de trekduur (niet in tabel), het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad, het optreden van bloemverdroging en kernrot.

Tabel 8. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) tijdens de bewaring in september en oktober en tijdens de koude preparatie, op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de waterbroei van Yokohama.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle (bewaarcel)				28.0 g	36.3 cm	0.9 /plant	2	0
sept	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	101 %	100 %	105 %	1	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	99 %	98 %	133 %	4	0
	1 wk 300 ppb			99 %	100 %	104 %	3	1
okt	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	100 %	100 %	115 %	2	0
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	101 %	101 %	104 %	2	1
	1 wk 300 ppb			99 %	98 %	108 %	6	0
koude prep.	2 wk 600 ppb			100 %	102 %	78 %	0	0
	1 wk 1500 ppb			99 %	100 %	88 %	1	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

Ethyleen tijdens beworteling (potgrondbroei)

In tabel 9 zijn de resultaten weergegeven. Tijdens de beworteling had blootstelling gedurende 2 weken aan 500 ppb ethyleen of gedurende 1 week aan 1500 ppb ethyleen, bij de cultivar Yokohama geen effect op de trekduur, het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage kernrot en bloemverdroging.

Tabel 9. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur en dosering) tijdens de beworteling, op het plantgewicht, de plantlengte, de hoeveelheid bijblad en het percentage bloemverdroging en kernrot tijdens de potgrondbroei van Yokohama.
 Bij de ethyleenbehandeling is het plantgewicht, de plantlengte en de hoeveelheid bijblad uitgedrukt als percentage van de controle.

Periode	Ethyleenbehandeling			Gewicht ¹	Lengte ¹	Bijblad ¹	Bloemverdroging (%)	Kernrot (%)
	duur, conc.	freq.	periode					
controle				27.9 g	34.6 cm	1.2 /plant	0	0
beworteling	2 wk	600 ppb		99 %	101 %	74 %	1	0
	1 wk	1500 ppb		99 %	100 %	84 %	2	0

¹ Gewicht, lengte en hoeveelheid bijblad bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.2 Plantgoed

De ethyleenbehandelingen in de maand juli zijn niet uitgevoerd in een bewaarcel maar in een (luchtdichte) begassingscontainer. Een deel van deze ethyleenbehandelingen is uitgevoerd met (ieder) een 'eigen' controlebehandeling.

In de tabellen met opbrengsten is alleen het resultaat weergegeven van de controlebehandeling die in de bewaarcel is bewaard. Bij de ethyleenbehandelingen zijn de totale opbrengst, het aantal stuks -/10 en aantal stuks 10/- uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controlebehandeling. De 'gewichts-opbrengsten' -/10 en 10/- zijn eveneens uitgedrukt als percentage; dit is echter het procentuele deel van de opbrengst (gewicht) aan resp. -/10 en 10/- (dus niet een percentage t.o.v. de controlebehandeling)!

De resultaten van de ethyleenbehandelingen zijn getoetst t.o.v. de 'eigen' controlebehandeling.

3.2.1 Leen van de Mark

Er waren op het veld geen verschillen in het opkomst- en bloeipercentage en in de hoeveelheid bijblad (resultaten niet weergegeven).

In tabel 10 zijn de bolopbrengsten weergegeven.

In de maand juli leidde een blootstelling van '1 uur 1000 ppb ethyleen, 2 maal/week, 2 weken lang' tot een afname van het gewichtpercentage plantgoed. Het gewichtpercentage en het aantal stuks leverbaar namen toe (22% meer leverbare bollen). De totale opbrengst en het aantal stuks plantgoed werden niet beïnvloed.

In juli leidde een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' tot een afname van het aantal stuks plantgoed met 9%. De behandeling had geen effect op de totale opbrengst, het gewichtpercentage plantgoed en leverbaar, en op het aantal stuks leverbaar.

Een ethyleenconcentratie van 300 ppb gedurende een week had in juli geen effect op de opbrengst.

In de maand september hadden alle geteste ethyleenbehandelingen effect op de hoeveelheid plantgoed en leverbaar. Het aantal stuks plantgoed nam toe met minimaal 10% ('1 week 300 ppb ethyleen') tot maximaal 20% ('8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang'). Het aantal stuks leverbaar nam bij '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' met 24% af, bij '1 week 300 ppb ethyleen' met 16%. Bij alle ethyleenbehandelingen nam het gewichtpercentage plantgoed toe en het gewichtpercentage leverbaar af. De totale opbrengst nam alleen af bij '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang'.

In de maand oktober hadden, net als in september, alle ethyleenbehandelingen effect op de hoeveelheid plantgoed en leverbaar. Een blootstelling van '1 uur 1000 ppb ethyleen, 2 maal/week, 2 weken lang' leidde tot een toename van het gewichtpercentage plantgoed en een afname van zowel het gewichtpercentage als het aantal stuks leverbaar (15% minder leverbare bollen). Een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' leidde tot een toename van het gewichtpercentage plantgoed en tot een toename van het aantal stuks plantgoed met 18%. Het gewichtpercentage leverbaar nam af, het aantal stuks leverbaar niet. Een blootstelling van '1 week 300 ppb ethyleen' leidde alleen tot een toename van het aantal stuks plantgoed met 13%. Geen van de ethyleenbehandelingen beïnvloedde de totale opbrengst.

Tabel 10. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) in de maand juli, september en oktober, op de opbrengst per 100 geplante bollen bij de teelt van Leen van der Mark.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn de totale opbrengst en het aantal stuks -/10 en 10/- uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

... = significante toename t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

.... = significante afname t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

Periode	Ethyleenbehandeling			Opbrengst /100 bollen				
	duur, conc.	freq.	periode	Totaal ¹	Plantgoed (-/10)		Leverbaar (10/-)	
					Aantal ¹	Gewicht (%)	Aantal ¹	Gewicht (%)
controle (controle bewaarcel)				2.2 kg	192 stuks	50	46 stuks	50
juli	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	99 %	93 %	39	122 %	61
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	97 %	91 %	44	99 %	56
	1 wk 300 ppb			102 %	94 %	41	98 %	59
sept	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	100 %	116 %	56	92 %	44
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	95 %	120 %	63	76 %	37
	1 wk 300 ppb			96 %	110 %	58	84 %	42
okt	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	97 %	105 %	56	85 %	44
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	98 %	118 %	58	88 %	42
	1 wk 300 ppb			99 %	113 %	54	96 %	46

¹ Totale opbrengst, aantal stuks -/10 en 10/- bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.2.2 Christmas Dream

Bij de cv. Christmas Dream is alleen in de maand juli onderzoek gedaan naar de invloed van blootstelling aan kortdurende hoge concentraties ethyleen op plantgoed.

Er waren op het veld geen verschillen in het opkomst- en bloeipercentage en in de hoeveelheid bijblad (resultaten niet weergegeven).

In tabel 11 zijn de bolopbrengsten weergegeven.

In de maand juli leidde een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' tot een toename van het aantal stuks plantgoed met 21%. Er was geen effect op de totale opbrengst, het aantal stuks leverbaar en de procentuele gewichtsverdeling in de opbrengst plantgoed en leverbaar. Een blootstelling van '1 uur 1000 ppb ethyleen, 2 maal/week, 2 weken lang' had geen effect op de opbrengst. Hetzelfde gold voor blootstelling gedurende 1 week aan 300 ppb ethyleen.

Tabel 11. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) in de maand juli op de opbrengst per 100 geplante bollen bij de teelt van Christmas Dream.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn de totale opbrengst en het aantal stuks -/10 en 10/- uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

... = significante toename t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

Periode	Ethyleenbehandeling			Opbrengst /100 bollen				
	duur, conc.	freq.	peri- ode	Totaal ¹	Plantgoed (-/10)		Leverbaar (10/-)	
					Aantal ¹	Gewicht (%)	Aantal ¹	Gewicht (%)
controle (bewaarcel)				2.6 kg	182 stuks	33	68 stuks	67
juli	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	96 %	96 %	34	100 %	66
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	107 %	121 %	55	95 %	45
	1 wk 300 ppb			101 %	104 %	53	98 %	47

¹ Totale opbrengst, aantal stuks -/10 en 10/- bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.2.3 Kees Nelis

Er waren op het veld geen verschillen in het opkomst- en bloeipercentage en in de hoeveelheid bijblad (resultaten niet weergegeven).

In tabel 12 zijn de bolopbrengsten weergegeven.

In de maand september en oktober leidde een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' tot een toename van het aantal stuks plantgoed met resp. 35 en 26%. In september nam bij blootstelling gedurende 1 week aan 300 ppb ethyleen het aantal stuks plantgoed toe met 25%. Genoemde ethyleenbehandelingen hadden geen effect op de totale opbrengst, het aantal stuks leverbaar en de procentuele gewichtsverdeling in de opbrengst plantgoed en leverbaar.

Een blootstelling van '1 uur 1000 ppb ethyleen, 2 maal/week, 2 weken lang' had zowel in september als in oktober geen effect op de opbrengst. Hetzelfde gold voor blootstelling gedurende 1 week aan 300 ppb ethyleen in de maand oktober.

Tabel 12. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) in de maand september en oktober, op de opbrengst per 100 geplante bollen bij de teelt van Kees Nelis.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn de totale opbrengst en het aantal stuks -/10 en 10/- uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

... = significante toename t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

Periode	Ethyleenbehandeling			Opbrengst /100 bollen				
	duur, conc.	freq.	peri- ode	Totaal ¹	Plantgoed (-/10)		Leverbaar (10/-)	
					Aantal ¹	Gewicht (%)	Aantal ¹	Gewicht (%)
controle				2.7 kg	110 stuks	19	84 stuks	81
sept	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	100 %	118 %	22	96 %	78
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	100 %	135 %	20	101 %	80
	1 wk 300 ppb			98 %	125 %	21	99 %	79
okt	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	104 %	101 %	18	103 %	82
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	101 %	126 %	23	96 %	77
	1 wk 300 ppb			98 %	107 %	22	97 %	78

¹ Totale opbrengst, aantal stuks -/10 en 10/- bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

3.2.4 Monte Carlo

Er waren op het veld geen verschillen in het opkomst- en bloeipercentage en in de hoeveelheid bijblad (resultaten niet weergegeven).

In tabel 13 zijn de bolopbrengsten weergegeven.

In de maand september leidde een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' tot een toename van het gewichtpercentage plantgoed en een afname van het gewichtpercentage leverbaar. Het aantal stuks leverbaar nam af met 26%. Genoemde ethyleenblootstelling had geen effect op de totale opbrengst en het aantal stuks plantgoed.

Blootstelling gedurende 1 week aan 300 ppb ethyleen in de maand september leidde tot een afname van het aantal stuks leverbaar met 22%. Genoemde ethyleenblootstelling had geen effect op de totale opbrengst, het aantal stuks plantgoed en het gewichtpercentage plantgoed en leverbaar.

Een blootstelling van '1 uur 1000 ppb ethyleen, 2 maal/week, 2 weken lang' had in september geen effect op de opbrengst.

In de maand oktober beïnvloedde geen van de ethyleenbehandelingen de opbrengst.

Tabel 13. Het effect van verschillende ethyleenbehandelingen (verschillende duur, dosering, frequentie en periode) in de maand juli, september en oktober, op de opbrengst per 100 geplante bollen bij de teelt van Monte Carlo.

Alleen de resultaten van de controlebehandeling in de bewaarcel zijn weergegeven.

Bij de ethyleenbehandelingen zijn de totale opbrengst en het aantal stuks -/10 en 10/- uitgedrukt als percentage van de 'eigen' controle.

... = significante toename t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

... = significante afname t.o.v. de (eigen) controlebehandeling

Periode	Ethyleenbehandeling			Opbrengst /100 bollen				
	duur, conc.	freq.	periode	Totaal ¹	Plantgoed (-/10)		Leverbaar (10/-)	
					Aantal ¹	Gewicht (%)	Aantal ¹	Gewicht (%)
controle				2.1 kg	219 stuks	47	50 stuks	53
sept	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	101 %	110 %	49	97 %	51
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	97 %	123 %	59	74 %	41
	1 wk 300 ppb			93 %	109 %	54	78 %	46
okt	1 u.. 1000 ppb	2x/wk	2 wk	92 %	96 %	47	90 %	53
	8 u. 1000 ppb	1x/wk	3 wk	97 %	95 %	45	98 %	55
	1 wk 300 ppb			98 %	115 %	53	84 %	47

¹ Totale opbrengst, aantal stuks -/10 en 10/- bij de ethyleenbehandelingen weergegeven als percentage van de 'eigen' controlebehandeling

4 Discussie

Sinds enkele tientallen jaren geleden bekend werd dat zure tulpenbollen ethyleen produceren en dat dit schadelijk is voor plantgoed en leverbaar (de Munk, 1973) worstelen kwekers, broeiers en exporteurs met vragen over de kans op ethyleenschade op verschillende momenten en in verschillende situaties. Doordat het onderzoek naar schadelijke ethyleeneffecten altijd met een beperkt aantal cultivars en combinaties van ethyleenconcentratie en toedieningsduur is uitgevoerd was het onmogelijk om een duidelijk antwoord op genoemde vragen uit de praktijk te geven. Met een gevoelig sortiment is wél de schadedrempel voor ethyleen bepaald: 0,1 ppm (100 ppb). Het feit dat het onmogelijk was om lage ethyleengehaltes in bewaarruimtes en zeecontainers te meten maakte de onzekerheid over de kans op schade alleen maar groter. Dit heeft tot gevolg gehad dat ondernemers uit veiligheidsoverwegingen extreem veel zijn gaan ventileren om het schadelijke ethyleengas af te voeren, wat weer heeft geleid tot torenhoge energierekeningen. Eén van de onzekerheidsfactoren is enkele jaren geleden opgelost: er is een gevoelige en betrouwbare ethyleensensor op de markt (van Hatech/MSE), die, gekoppeld aan de klimaatcomputer, de ventilatie regelt en zo het overmatige ventileren voorkomt zonder dat de schadedrempel voor ethyleen overschreden wordt. Nu de meter op een aantal bedrijven gebruikt wordt is gebleken dat het ethyleengehalte soms overschreden wordt: soms worden uitschieters tot rond de 1000 ppb waargenomen, soms schommelt het gehalte gedurende enkele dagen tot een week rond de 300 ppb. In het hier beschreven project is onderzocht wat de effecten daarvan op plantgoed en leverbaar zijn.

In de proeven met leverbaar zijn geen noemenswaardige negatieve effecten gevonden van de onderzochte combinaties van ethyleenconcentratie en toedieningsduur op de onderzochte cultivars. Dit lijkt een hele geruststelling, maar hierbij moet aangetekend worden dat over *niet* onderzochte cultivars en ethyleenbehandelingen dus *geén* uitspraak gedaan kan worden. De resultaten van dit onderzoek zijn in overeenstemming met die van onderzoekers De Wild en Peppelenbos (2003) van het voormalige ATO (tegenwoordig AFSG). Genoemde onderzoekers hebben vooral gekeken naar langduriger blootstellingen aan ethyleen, eveneens in verschillende periodes van de bewaring. Ook zij vonden geen negatieve effecten, maar hierbij moet opgemerkt worden dat de proeven met ethyleentoediening in dat onderzoek pas na het pellen en sorteren van de bollen begonnen. Over eventuele gevoeligheid voor ethyleen in de eerste weken na de oogst kan hier dus niets geconcludeerd worden.

Tijdens de koude preparatie (niet opgeplant) en tijdens de bewortelingsfase bleken de leverbare bollen veel minder gevoelig voor ethyleen en aldus concentraties van 600 ppb (2 weken) en 1500 ppb (1 week) te kunnen verdragen. Het is algemeen bekend dat de gevoeligheid van planten voor ethyleen bij lagere temperaturen sterk afneemt. Tot het moment waarop de ethyleenmeter werd geïntroduceerd werd het niet voor mogelijk gehouden dat gehalten van 600 ppb of hoger zouden kunnen voorkomen in koelcellen, maar dat bleek wel degelijk het geval. Hoewel de ethyleenproductie van tulpenbollen bij lagere temperaturen ook veel lager is dan bij hogere temperaturen kan door een extreem lage luchtverversingsgraad in koelcellen het ethyleengehalte toch oplopen tot dergelijk hoge waarden.

Overschrijdingen van de schadedrempel hebben bij plantgoed wél geleid tot significante effecten, meestal in de vorm van een toegenomen verklijsting (meer plantgoed en/of minder leverbaar). Er was een groot verschil in respons van de verschillende cultivars waarneembaar. Van de onderzochte cultivars bleek Leen van der Mark de gevoeligste voor ethyleen. Bij Leen van der Mark was ook opvallend dat er bij ethyleenblootstelling in juli een tegengesteld effect werd waargenomen: door ethyleen juist een afname van de hoeveelheid plantgoed en een toename in de hoeveelheid leverbaar. Mogelijk heeft hierin de methode van ethyleentoediening een rol gespeeld: zoals eerder is uitgelegd heeft de ethyleentoediening in juli plaatsgevonden in gasdichte begassingstanks. Hoewel de lucht in die tanks 2 maal per dag werd ververst kan niet uitgesloten worden dat een ophoping van CO₂ dermate heeft geïnterfereerd met ethyleen dat een geheel ander effect werd waargenomen dan bij begassing in een bewaarcel in september en oktober (de Wild, 2004). Het verloop in ethyleengevoeligheid gedurende het seizoen en een mogelijke interactie met CO₂ verdienen aandacht in een vervolgstudie. De variatie in ethyleengevoeligheid tussen cultivars en in verschillende periodes van bewaring maakt het lastig om een éénduidig advies te geven voor de schadedrempel van plantgoed, maar duidelijk is dat iedere overschrijding van het niveau van 0.1 ppm de kans op verklijsting doet toenemen.

5 Conclusies

Leverbare maten

Overschrijdingen van de algemeen gehanteerde schadedrempel van ethyleen (0.1 ppm, 100 ppb) tijdens de bewaring van leverbare tulpenbollen hoeven niet te leiden tot negatieve effecten in de broeierij. Deze conclusie kan alleen getrokken worden voor de in dit onderzoek bestudeerde cultivars en combinaties van ethyleenconcentraties en blootstellingsduur (cultivars: Leen van der Mark, Christmas Dream, Hollandia, Yokohama; blootstellingen: 1 u. 1000 ppb, 2x/week, 2 weken achtereens; 8 u. 1000 ppb, 1x/week, 3 weken achtereens; 1 week 300 ppb)

Alleen bij de cv. Christmas Dream veroorzaakte een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang' in de maand juli een lichte toename van de hoeveelheid bijblad. Tijdens de droge koude preparatie en worteling verdragen de tulpen beduidend hogere ethyleenconcentraties gedurende langere periodes zonder schade.

Plantgoedmaten

Tijdens de bewaring van plantgoed kunnen overschrijdingen van de ethyleendrempel van 0.1 ppm leiden tot een afname van de hoeveelheid leverbaar en een toename van de hoeveelheid plantgoed tijdens het daarop volgende teeltseizoen. De mate van effect is afhankelijk van de cultivar, periode en dosis.

Er zijn verschillen in ethyleengevoeligheid tussen verschillende cultivars: de cv. Leen van de Mark reageerde in het hier beschreven onderzoek gevoeliger dan de overige geteste cultivars.

De kans op ethyleeneffecten op de opbrengst lijkt in de maand september iets groter te zijn dan in de maanden juli en oktober.

De kans op ethyleeneffecten op de opbrengst (verhouding plantgoed/leverbaar) is het grootst bij een blootstelling van '8 uur 1000 ppb ethyleen, 1 maal/week, 3 weken lang'.

In dit onderzoek zijn bij de bewaring van plantgoed geen effecten gevonden van overschrijdingen van de ethyleendrempel van 0.1 ppm op de totale gewichtopbrengst.

Belang voor de sector

Voor bollentelers betekenen deze conclusies dat het oude advies om ethyleen onder de 0.1 ppm te houden voor *plantgoed* nog steeds actueel is. Zelfs kortdurende overschrijdingen dienen vermeden te worden.

Telers met een ethyleensensor, gekoppeld aan de klimaatcomputer, kunnen dit aan de computer overlaten. Telers, die niet beschikken over een ethyleensensor, kunnen, wanneer zij zuur ruiken, het best blijven ventileren volgens het advies (eerst 100 en later 60 m³/m³ bollen/uur). Dit advies geeft bescherming tegen ethyleen, afkomstig van maximaal 5% zuur (celgemiddelde).

Telers, broeiers en exporteurs, die *leverbaar* bewaren, hoeven zich minder zorgen te maken over kortdurende overschrijdingen van de schadedrempel. Het gaat te ver om een hogere schadedrempel te adviseren, omdat in dit onderzoek slechts een beperkt aantal cultivars en ethyleenblootstellingsregimes is getest. Het hanteren van een hogere schadedrempel zou de energiebesparing, die bij gebruik van de ethyleensensor al fors is (door ethyleen-gestuurde ventilatie), nog veel groter kunnen maken.

Aanbevelingen

Om meer zekerheid te verkrijgen over de mogelijk grotere ethyleentolerantie van *leverbaar* verdient het aanbeveling om in vervolgonderzoek de effecten van ethyleen op leverbaar te onderzoeken met meer cultivars, meer combinaties van ethyleenconcentraties en blootstellingsduren, in meer periodes tijdens het bewaarperiode en bij meer temperaturen. De kans bestaat dat voor leverbaar de schadedrempel in alle situaties eerder 300 dan 100 ppb bedraagt. In dat geval kan leverbaar met een veel lager ventilatie-advies bewaard worden.

Ook voor plantgoed verdient het aanbeveling om de gevoeligheid van het sortiment voor ethyleen in verschillende periodes van het bewaarperiode gedetailleerder in kaart te brengen.

6 Literatuur

- De Munk, W.J., 1973. Some disorders in tulips due to storage conditions and ethylene. Dissertatie Rijksuniversiteit Leiden.
- De Wild, H. 2004. Inhibition of ethylene biosynthesis in fruits by carbon dioxide. Dissertatie Universiteit van Utrecht.
- De Wild, H. en H. Peppelenbos, 2003. Energiezuinigie klimaatbeheersing bij tulpenbollen door vaststellen van veilige ethyleenniveaus. Onderdeel van het rapport 'Naar een energiezuiniger klimaatbeheersing bij de bewaring van tulpenbollen'. Rapport te downloaden via MeerJarenAfspraak Energie Bloembollen op site van SenterNovem.