

# Naar een energiezuiniger klimaatbeheersing bij de bewaring van tulpenbollen

Praktijkproef EB-01

Dr. H. Gude en Ing. M.H.G.E. Dijkema

© 2005 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.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Meerjarenafspraken Energie Bloembollen (KAVB, PT, Min. v. LNV, SenterNovem en telers)



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bloembollen

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen

: Postbus 16, 6700 AA Wageningen

Tel. : 0317 - 47 83 00

Fax : 0317 - 47 83 01

E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING .....	3
2	INLEIDING.....	4
3	MATERIAAL EN METHODEN.....	5
4	RESULTATEN.....	6
4.1	Lekdichtheid.....	6
4.2	Waarnemingen aan de bollen aan het eind van de bewaarperiode .....	6
4.3	Waarnemingen op het veld .....	7
4.4	Waarnemingen na de oogst.....	8
5	CONCLUSIES EN DISCUSSIE.....	9
6	KENNISOVERDRACHT .....	10

# 1 Samenvatting

In bewaarcellen van tulpenbollen wordt extreem geventileerd om het schadelijke ethyleengas af te voeren. Ethyleen wordt geproduceerd door zure (door *Fusarium* aangetaste) bollen en heeft schadelijke effecten op de gezonde bollen, waarvan bloemverdroging en verklijstering de belangrijkste zijn. De extreme ventilatie kost zeer veel energie. In laboratoriumproeven is eerder aangetoond dat alle ethyleeneffecten in tulp voorkómen kunnen worden door een voorbehandeling met het gasvormige middel EB-01 (codenaam voor 1-MCP), dat de bollen ongevoelig maakt voor ethyleen. Voor een langdurige en volledige bescherming tegen ethyleen moet het middel elke 12 dagen toegediend worden. Het doel van dit project was te onderzoeken of het middel EB-01 toepasbaar is in niet volledig lekdichte praktijkcellen en of het voldoende bescherming tegen ethyleenschade biedt, zodat de ventilatie sterk teruggebracht kan worden ten behoeve van energiebesparing (en behoud van kwaliteit).

In een praktijkcel op Proefbedrijf de Noord van PPO zijn hele kuubkisten tulpenbollen (de cultivars Kees Nelis, White Dream en Leen van der Mark) continu blootgesteld aan ethyleen (2.5 à 10 ppm) en is een deel van de kisten elke 12 dagen in een niet gasdichte cel behandeld met EB-01 (24 uur). De gasdichtheid van de cel viel erg tegen. Na 2 uur was 75% van het toegediende gas verdwenen. Na de bewaring zijn de bollen op het veld opgeplant en na opkomst zijn het aantal bijspruiten en het bloeipercantage bepaald. In 2 cultivars was het aantal bijspruiten in de EB-01-behandelde bollen lager dan in de niet behandelde. Ook het bloeipercantage was in de EB-01-behandelde bollen spectaculair hoger. Na de oogst zijn de bollen gedroogd, gepeld, gesorteerd, en per sortering geteld en gewogen. In de cultivars Kees Nelis en Leen van der Mark was het geoogste totaalgewicht in de EB-01-behandelde bollen duidelijk hoger dan in de onbehandelde. In White Dream werd geen verschil in oogstgewicht gevonden. In alle 3 cultivars was het percentage leverbaar (zowel aantal- als gewichtspercentage) in de EB-01-behandelde bollen significant hoger dan in de onbehandelde bollen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de door ethyleen geïnduceerde verklijstering in alle 3 cultivars sterk onderdrukt wordt door een voorbehandeling met EB-01 om de 12 dagen. De cultivars verschillen in hun respons op ethyleen en EB-01.

Ondanks de zeer geringe gasdichtheid van de in dit onderzoek gebruikte bewaarcel, waren de effecten van de voorbehandeling met EB-01 zeer positief. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van het middel in de eerste uren na toediening het belangrijkste is. Kennelijk is blootstelling gedurende enkele uren voldoende om de bollen zeer sterk te beschermen tegen ethyleen.

Hoewel in dit onderzoek de ventilatie niet beperkt is (om andere variaties in bewaarcondities dan ethyleen te voorkomen) komen de gerealiseerde ethyleenconcentraties overeen met een praktijksituatie waarbij de ventilatie met minstens 80 à 90% is verminderd. Dit toont aan dat bij gebruik van EB-01 in praktijksituaties de ventilatie zeer sterk verminderd kan worden zonder risico op ethyleenschade.

## 2 Inleiding

Tulpenbollen kunnen aangetast worden door de 'zuurschimmel' (*Fusarium oxysporum*). Het percentage aantasting in een partij tulpenbollen na de oogst kan variëren van nul tot tientallen procenten. Tijdens bewaring en transport produceren de aangetaste bollen ethyleengas (chemisch juiste naam: etheen). In vergelijking met andere plantensoorten is de ethyleenproductie van tulpenbollen, 0.1 ml per bol per 24 uur, erg hoog. Door *Fusarium* aangetaste bollen gaan geheel verloren. Naast dit verlies bestaat er een veel groter gevaar: het vrijkomende ethyleen tast de gezonde bollen in de bewaarcel of container aan. Bij plantgoed (kleine bolmaten, die opnieuw geplant worden om grotere bollen te produceren) leidt ethyleen tot overmatige verklistering: er worden teveel dochterbollen en te weinig leverbare bollen gevormd. Bij leverbare bollen (bollen, die groot genoeg zijn om een bloem te maken) leidt ethyleen tot bloemverdroging: de in aanleg zijnde bloem sterft af. Andere ethyleeneffecten zijn: toename in ademhaling, gewichtverlies, gommen, slechte beworteling, bijspruiten in de broeierij en glimmend loofblad. Onderzoek in de 70-er jaren (LBO, de Munk) heeft aangetoond dat de schadedrempel voor ethyleen bij 0.1 ppm ligt. Omdat de schimmel niet te bestrijden is en de ethyleenconcentratie niet simpel te meten is, is de enige manier om ethyleenproblemen te voorkómen overmatig te ventileren. In de bewaring van tulpenbollen wordt daarom met 100 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> bollen per uur geventileerd, wat bescherming geeft tegen maximaal 5 % zure bollen. Doordat deze grote hoeveelheden lucht eerst op temperatuur gebracht moeten worden, kost ventileren zeer veel energie. Om energie te besparen bij de bewaring van tulpenbollen en om schade aan tulpenbollen te voorkómen is een alternatief middel ter voorkoming van ethyleenproblemen gezocht. Het gasvormige 1- methylcyclopropeen (1-MCP, codenaam in praktijk: EB-01) is in de literatuur beschreven als een zeer doeltreffende remmer van ethyleenwerking bij planten. In proeven op laboratoriumschaal (begassingskisten van 1 m<sup>3</sup> en klimaatkasten) bleek het mogelijk om alle bekende ethyleeneffecten in tulp te voorkómen door de bollen 12 à 24 uur vóór te behandelen met 0.2 ppm EB-01. Na een voorbehandeling zijn de bollen 12 dagen volledig ongevoelig voor ethyleen. Door de bollen om de 12 dagen te behandelen kan een beschermingsduur verkregen worden zolang als wenselijk is. Als de bollen ongevoelig zijn voor ethyleen hoeft niet meer zo extreem geventileerd te worden. De ventilatie kan verlaagd worden tot het niveau waarbij de RV beperkend wordt (niet hoger dan 70 à 75%). Naar verwachting zal dit een besparing op het energieverbruik tot 70% opleveren. Voordat het middel in de praktijk geïntroduceerd kan worden moet het onder praktijkomstandigheden getest worden. De huidige bewaarcellen voor tulpen zijn niet lekdicht. Hoewel rond de deuren rubbers aangebracht zijn en het sluitingsmechanisme verbeterd is, bevinden zich rond de deuren en bij de ventilatie-uitlaat van de cellen kieren. De vraag is of tijdens de behandeling van een bewaarcel in de praktijk het gasvormige middel niet zo snel wegdiffundeert dat na enkele uren de concentratie zover gedaald is dat het onvoldoende werkt.

### **Doelstelling**

Doel van dit project is om energiebesparing bij de bewaring van tulpenbollen mogelijk te maken. Om dat te realiseren wordt onderzocht of het middel EB-01 toepasbaar is in niet volledig lekdichte praktijkcellen en voldoende bescherming tegen ethyleenschade biedt.

### 3 Materiaal en methoden

De proef is in bewaarperiode 2002 uitgevoerd op Proefbedrijf De Noord van PPO in bewaarcellen van 65 m<sup>3</sup>, die vergelijkbaar zijn met het meest voorkomende type bewaarcel in de praktijk: wanden van 'sandwich-panelen' en kunststof schuifdeuren met rubberen afdichting. Tijdens de toediening van EB-01 is de ventilatie-uitlaat met tape afgeplakt. Zo zal dit in de praktijk ook gebeuren wanneer het middel in de praktijk toegepast gaat worden.

De proef is uitgevoerd met de volgende cultivars en bolmaten in kuubkisten:

- Kees Nelis, bolmaat 9/10; één kuubkist onbehandeld en één behandeld met EB-01
- Leen van der Mark, bolmaat 8/10; één kuubkist onbehandeld en één behandeld met EB-01
- White Dream, bolmaat 9/10; één kuubkist onbehandeld en één behandeld met EB-01

De bollen zijn bij 20 °C bewaard in een bewaarcel, waar ethyleen is toegediend uit gascylinders. Door middel van een reduceerventiel is zoveel gas toegediend dat tijdens de looptijd van het experiment, van 11 oktober t/m 17 november, de ethyleenconcentratie gedurende 10 uur per dag, elke dag, tussen de 2.5 en 10 ppm bedroeg (gemeten met zgn. Kitagawa-buisjes). Alle kuubkisten zijn aan dezelfde ethyleenconcentraties blootgesteld.

De EB-01-behandelde kisten zijn om de 12 dagen uit de cel gereden en in een identieke cel behandeld met 0.2 ppm EB-01. Tijdens de EB-01-behandeling is in de ethyleencel de ethyleentoediening stopgezet, zodat de condities voor behandeld en onbehandeld identiek waren. De bollen zijn geventileerd volgens praktijkadvies om andere variaties in bewaarcondities, zoals RV of temperatuurverschillen te voorkomen. De gerealiseerde ethyleenconcentraties komen echter overeen met een situatie waarbij de ventilatie met minstens 80 à 90% is gereduceerd.

De EB-01-toediening is als volgt uitgevoerd: de ventilatie is gestopt, de uitlaat is afgesloten, de EB-01-formulering is in een vat met water gedaan en vervolgens is de deur gesloten. De EB-01 formulering bestaat uit een suiker, waarin het gas is 'ingepakt'. De suiker lost op en het gas komt vrij in de ruimte (concentratie 0.2 ppm). Tijdens de toediening (in dit experiment 24 uur) was er dus geen ventilatie. Wél is er tijdens de toediening gecirculeerd met de normale luchthoeveelheid gedurende 5 minuten per half uur, zodat het middel goed tussen de bollen werd verspreid. Na 24 uur zijn de kisten steeds teruggereden in de ethyleencel.

In een experiment voorafgaand aan de proef is de lektheid van de cel bepaald door met een speciaal apparaat CO<sub>2</sub> in de ruimte te brengen en vervolgens het CO<sub>2</sub>-gehalte gedurende 24 uur te monitoren.

Na de bewaarperiode zijn monsters van bollen apart gelegd bij 5 °C, waarin in de maand januari na doorsnijden de okselmeristemen (de latere klisters) en de bloem in aanleg zijn beoordeeld.

De bollen zijn 29 november op het veld geplant. Na opkomst is bij 2 cultivars het aantal bijspruiten per plant geteld (een indirecte maat voor de verklistering). Tijdens de bloeiperiode is het percentage bloei bepaald.

Per proefgroep zijn 4 herhalingen van één meter bed, bestaande uit 4 rijen geoogst. Na de oogst zijn de bollen gedroogd, gepeld, gesorteerd, en per sortering geteld en gewogen. De mate van verklistering is bepaald door per proefgroep het gewicht en aantal bollen in de klasse 10/- ('10 en op', bollen met een diameter van 10 cm of meer) en in de klasse 5/10 (bollen met een diameter tussen de 5 en 10 cm) te bepalen.

## 4 Resultaten

### 4.1 Lekdichtheid

Uit de snelheid, waarmee het in de gesloten cel toegediende CO<sub>2</sub> weglekte kan geconcludeerd worden dat na één uur de helft van het gas verdwenen was en na 2 uur driekwart (bijlage). Dit betekent dat de cel erg lek was (uit de opbrengstresultaten zal blijken dat het middel desondanks erg goed gewerkt heeft). Vergelijkbare metingen op andere bedrijven hebben aangetoond dat daar de cellen over het algemeen minder lek waren; dat is gunstig voor de toepassing van het middel later in de praktijk.

### 4.2 Waarnemingen aan de bollen aan het eind van de bewaarperiode

In januari 2003 zijn monsters van de bollen (bewaard bij 5°C) uiterlijk en na doorsnijden beoordeeld. De resultaten zijn in de volgende tabel opgesomd:

#### *Kees Nelis (9/10)*

Bloemverdroging: geen  
Indroging rokken : geen verschil  
Uitlopen okselmeristemen: in - EB-01 meer dan + EB-01

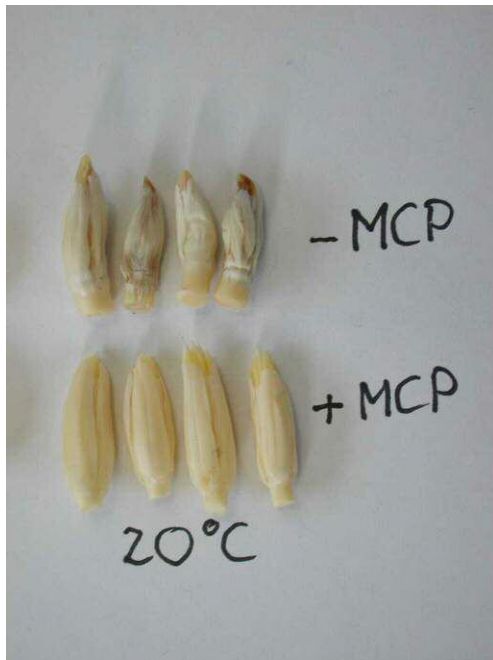
#### *Leen v/d Mark (8/10)*

Bloemverdroging: geen  
Indroging rokken: - EB-01 sterker dan + EB-01  
Uitlopen okselmeristemen: - EB-01 iets meer dan + EB-01?

#### *White Dream (9/10)*

Bloemverdroging: - EB-01 89 %, + EB-01 6 %  
Indroging rokken: beiden: geen verschil  
Uitlopen okselmeristemen: beiden nauwelijks

Hieruit blijkt dat bij Kees Nelis alleen de okselmeristemen iets verder uitgelopen waren in de onbehandelde bollen. Dit duidt op een aanzet tot meer verklistering door ethyleen in de onbehandelde bollen. In Leen v.d. Mark werd hetzelfde waargenomen en waren in de onbehandelde bollen de bolrokken wat meer ingedroogd (een vorm van kwaliteitverlies). In White Dream waren deze verschijnselen niet waarneembaar, maar was duidelijk dat in de onbehandelde bollen 89% van de bloemen verdroog was tegen slechts 6% in de onbehandelde. Hieruit kan al geconcludeerd worden dat EB-01 een zeer goede bescherming biedt tegen bloemverdroging als gevolg van ethyleen.



Uit bollen geprepareerde bloemen. In onbehandelde bollen (- MCP) was duidelijk meer bloemverdroging waarneembaar dan in behandelde bollen (+ MCP).

### 4.3 Waarnemingen op het veld

Op het veld is het aantal bijspruiten geteld en het percentage bloemverdroging beoordeeld. De resultaten staan vermeld in Tabel 1.

Tabel 1. De effecten van voorbehandeling van tulpenplantgoed met EB-01 (elke 12 dagen) tijdens bewaring in ethyleenbevattende lucht op het optreden van bijspruiten en bloemverdroging.

	Aantal bijspruiten Per plant ( $\pm$ SD)	% Bloemverdroging ( $\pm$ SD)
Kees Nelis, ethyleen zonder EB-01	0.7 $\pm$ 0.1	1 $\pm$ 3
Kees Nelis ethyleen mét EB-01	0.6 $\pm$ 0.2	0 $\pm$ 0
White Dream, ethyleen zonder EB-01	0.3 $\pm$ 0.1	66 $\pm$ 10
White Dream, ethyleen mét EB-01	0.2 $\pm$ 0.1	0 $\pm$ 1
Leen van der Mark, ethyleen zonder EB-01	0	41 $\pm$ 9
Leen van der Mark, ethyleen mét EB-01	0	2 $\pm$ 2

In de cultivars Kees Nelis en White Dream was het aantal bijspruiten in de onbehandelde proefgroep iets (niet significant) hoger dan in de EB-01-behandelde. In Kees Nelis kwam nauwelijks bloemverdroging voor. In White Dream en Leen van der Mark was het percentage bloemverdroging onder invloed van ethyleen zeer hoog: respectievelijk 66 en 41 %. Door voorbehandeling met EB-01 om de 12 dagen kon deze bloemverdroging vrijwel volledig worden voorkómen.





Bloei van White Dream. Rechts onbehandeld (met ethyleen), links met EB-01 behandeld (met ethyleen)

#### 4.4 Waarnemingen na de oogst

In tabel 2. staan opbrengst en sortering vermeld. Zowel in Kees Nelis als in Leen van der Mark was de opbrengst in de onbehandelde proefgroep beduidend lager dan in de EB-01-behandelde, een zeer positief resultaat van EB-01. In White Dream was er geen significant verschil in opbrengst. In alle 3 cultivars was het percentage leverbare bollen in de EB-01-behandelde groep significant hoger dan in de onbehandelde proefgroep. Dit kwam zowel tot uiting in het gewicht als in de aantallen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat EB-01 de door ethyleen veroorzaakte verklistering zeer sterk onderdrukt een zeer positief effect heeft op de leverbaarproductie van bollen die aan ethyleen blootgestaan hebben. De ethyleeneffecten en de mate van bescherming door EB-01 verschillen per cultivar. In dit experiment zijn de bollen geventileerd volgens praktijkadvies.

Tabel 2. De effecten van voorbehandeling van tulpenplantgoed met EB-01 (elke 12 dagen) tijdens bewaring in ethyleenbevattende lucht op opbrengst en verklistering.

	Opbrengst per m. bed (g)	% 10/- (gewicht)	% 10/- (aantal)
Kees Nelis, ethyleen zonder EB-01	2476	2	1
Kees Nelis ethyleen mét EB-01	2981	53	23
White Dream, ethyleen zonder EB-01	3105	40	16
White Dream, ethyleen mét EB-01	3032	54	25
Leen van der Mark, ethyleen zonder EB-01	1605	1	0
Leen van der Mark, ethyleen mét EB-01	2038	14	5

## 5 Conclusies en discussie

Behandeling van tulpenbollen met EB-01 beschermt onder praktijkomstandigheden tegen ethyleen-geïnduceerde verkleistering. Ook andere ethyleeneffecten, zoals bloemverdroging en de vorming van bijspruiten op het veld worden voorkómen door een voorbehandeling met EB-01. De cultivars verschillen in hun respons op ethyleen en EB-01. Hoewel in dit onderzoek de ventilatie niet beperkt is (om andere variaties in bewaarcondities dan ethyleen te voorkomen) komen de gerealiseerde ethyleenconcentraties overeen met een praktijksituatie waarbij de ventilatie met minstens 80 à 90% is verminderd. Dit toont aan dat bij gebruik van EB-01 in praktijksituaties de ventilatie zeer sterk verminderd kan worden zonder risico op ethyleenschade. De ventilatie kan in dat geval geregeld worden op basis van de RV in de cel. Naar schatting is dan een overall besparing van 70% (over het hele bewaarseason) mogelijk. Ondanks de zeer geringe gasdichtheid van de in dit onderzoek gebruikte bewaarcel, waren de effecten van de voorbehandeling met EB-01 zeer positief. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van het middel in de eerste uren na toediening het belangrijkste is. Kennelijk is blootstelling gedurende enkele uren voldoende om de bollen zeer sterk te beschermen tegen ethyleen.

## 6 Kennisoverdracht

2002

Poster “Verminderde ventilatie bij de bewaring van tulpenbollen door toepassing van EB-01”

Gepresenteerd tijdens de Kennismarkten Energiebesparing Bloembollen:

13 mei te Lisse, Hobaho-veiling

16 mei te St. Maartensbrug PPO, Proefbedrijf ‘de Noord’

7 juni te Zwaagdijk, Proeftuin

Lezing “EB-01 beschermt tulpenbollen tegen ethyleen”:

7 januari te Lisse, PPO. IBC-ronde langs bollenbedrijven en onderzoek voor buitenlandse journalisten.

7 oktober te Bovenkarspel studieclub Tulp LTO-groeiservice

16 december te Hillegom, KAVB. Werkgroep Energie van het Milieuplatform Bloembollensector.

In 2003 en 2004 is het onderwerp in tal van bijeenkomsten voor het bollenvak gepresenteerd in de vorm van lezingen.