

De rol van huidmondjes op de bol in het ontstaan van zuur bij tulpen

M.F.N. van Dam, H. Gude, H.A.E.de Werd en A. Koster

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
sector bloembollen
Project nr. PPO-360294
juni 2007

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

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

Financiering:



PPO Publicatienr. 32 360294 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bloembollen

Adres : Prof van Slogterenweg 2
: Postbus 85, 2160 AB Wageningen
Tel. : 0252 - 462121
Fax : 0252 - 462100
E-mail : info.bollen@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
3 RESULTATEN	11
3.1 Zuurpercentages van de verschillende behandelingen.	11
3.2 Verloop van het zuurpercentage in de tijd	12
3.3 Controle op het openen van de huidmondjes	13
4 CONCLUSIES	15
5 DISCUSSIE	17
6 OUTPUT	19

Samenvatting

Onderzoek door Hans de Wild (Agrotechnology and Food Innovations (A&F) Wageningen Universiteit en Research centrum) over het gedrag van huidmondjes op de bolrok van tulp werpen een interessant licht op het mogelijk ontstaan van zuur in tulp.

In proeven werd aangetoond dat de huidmondjes altijd open staan, maar dat de aanwezigheid van een waspropje in de opening bepaalt of het huidmondje werkelijk open of dicht is. In het hier beschreven project is onderzocht of de huidmondjes een belangrijke invalspoort van Fusarium vormen.

Het onderzoek toonde aan dat geopende huidmondjes meer bijdragen aan de infectie dan verwondingen (onder proefomstandigheden). In de proeven is ethyleen gebruikt voor het openen van de huidmondjes.

Ethyleen bleek in combinatie met verwondingen een zeer sterke toename van zuur te veroorzaken. Uit het onderzoek kwam ook naar voren, dat de toepassing van een ethyleenremmer deze toename van infectie (door ethyleen) grotendeels teniet deed.

Situaties die in de proef gevaarlijk bleken te zijn komen ook in de praktijk voor. Door het afsluiten van een cel kunnen de CO₂- en O₂-concentratie veranderen. Ook kan ethyleenophoping plaatsvinden. Hierdoor ontstaan gunstige infectieomstandigheden. Als later in de bewaring de RV in de cel enige tijd oploopt of de bollen worden verwerkt c.q. beschadigd, dan is extra uitbraak van zuur hierdoor mogelijk.

Inmiddels is vervolgonderzoek gestart waarbij wordt gezocht naar mogelijkheden om het beïnvloeden van de waspropjes in de huidmondjes te benutten om zuur tegen te gaan.

1 Inleiding

Zuur in tulp wordt veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum f.sp. tulipae*. De ziekte leidt tot veel uitval bij de teelt van tulpen.

Fusarium gebruikt openingen in de bol om binnen te dringen. Tot voor kort werden verwondingen als belangrijkste invalspoort gezien. In 2005 is door Hans de Wild (Agrotechnology and Food Innovations (A&F) Wageningen Universiteit en Research centrum) het resultaat van een onderzoek naar het gedrag van huidmondjes op de bolrok van tulpen gepubliceerd. De huidmondjes op de bolrok staan altijd open, maar kunnen door het aan- of afwezig zijn van een propje was in de opening toch gesloten of geopend zijn. Dit mechanisme wordt beïnvloed door de luchtsamenstelling. Door lage concentraties zuurstof of hoge concentraties koolzuurgas of ethyleen verdwijnen de waspropjes. Het verdwijnen van de waspropjes duurt ca. 2 dagen. Het proces is omkeerbaar; na herstel van de luchtsamenstelling vormt de wasprop zich opnieuw (ook in 2 dagen).

Tijdens de bewaring van tulpenbollen kan ethyleen ophopen doordat *Fusarium*-geïnfecteerde ('zure') bollen ethyleen afscheiden en door aanwezig wondethyleen. Er zou zich dus een situatie kunnen voordoen waarbij waspropjes verdwijnen. De geopende huidmondjes vormen vervolgens een extra invalspoort voor infectie door de schimmel. In de strijd tegen 'zuur' lijkt het tegengaan van dit proces interessant.

Fusarium kan naast zichtbaar zuur ook latent zuur veroorzaken. Door snelle droging kort nadat de infectie heeft plaatsgevonden stopt het infectieproces. Latent zuur kan vanaf het moment van ontstaan tot na het planten uitbreken en vormt daarmee een voortdurend potentieel gevaar: Vochtige omstandigheden tijdens de opslag van de bollen kunnen een plotselinge uitbraak van zuur tot gevolg hebben. Ook na het planten, in de grond, kan latent zuur doorgroeien en zuur doen ontstaan. Uit onderzoek is gebleken dat latent zuur slecht te bestrijden is. Het vermoeden bestaat nu, dat dit latente zuur zich in de huidmondjesholte bevindt en dat de wasprop de toegang van fungiciden verhindert. Dit leidde tot de gedachte dat toepassing van een fungicide kan worden verbeterd door eerst de waspropjes te laten verdwijnen, bijvoorbeeld door middel van een ruimtebehandeling met CO₂. Kennis over het openen en sluiten op deze wijze kan zodoende worden benut om het uitbreken van latent zuur te voorkomen.

Uit het bovenstaande zijn twee richtingen voor zuurbestrijding geformuleerd: Enerzijds zou het ontstaan van latent zuur kunnen worden voorkomen door de huidmondjes gesloten te houden op momenten dat infectie kan optreden. Anderzijds zou reeds aanwezig latent zuur kunnen worden bestreden door de huidmondjes te openen voorafgaand aan een (chemische) bestrijding.

Alvorens onderzoek hiernaar te kunnen starten diende echter eerst te worden vastgesteld hoe groot het aandeel van de huidmondjes is in het ontstaan van (latente) infecties ten opzichte van het aandeel dat ontstaat door verwondingen. Het onderzoek in 2006 richtte zich op het beantwoorden van deze vraag.

2 Materiaal en methode

Het onderzoek in 2006 richtte zich op het beantwoorden van de vraag wanneer er meer zuur ontstaat: door verwonding of via de huidmondjes.

De factoren die werden onderzocht waren derhalve beschadiging en opening van de huidmondjes met behulp van ethyleen. Omdat bij beschadiging ook ethyleen geproduceerd wordt, is voorafgaand aan de beschadiging en/of ethyleenbehandeling een deel van de bollen behandeld met FreshStart, een middel dat tulpenbollen ongevoelig maakt voor ethyleen. Op deze manier kon onderscheid gemaakt worden tussen de effecten van verwonding op zich en van het daarbij vrijkomende ethyleen.

De bollen werden vervolgens besmet met een Fusarium-sporensuspensie waarna de bollen gedurende 24 uur werden opgeslagen zonder ze te drogen. Hierdoor kregen de sporen gelegenheid om te kiemen waardoor latente infecties konden ontstaan. Na 4 weken normale droge bewaring werd het zuur uit de latente infecties opgewekt door de bollen bij hoge luchtvochtigheid en temperatuur te incuberen. De bollen die latent geïnfecteerd waren worden daardoor vrij snel zichtbaar zuur. Zuurpercentages (zichtbaar zuur) werden vanaf het moment van besmetten wekelijks vastgesteld. Het totaal van zichtbaar zuur tot dat moment en het zichtbaar zuur dat na de opwekbehandeling ontstaat, is het gevolg van de uitgevoerde behandelingen.

Voor de uitvoering van de proeven werd een partij tulpen van de cultivar 'Leen van der Mark' gebruikt. De bollen waren geteeld op zandgrond en van deze partij was bekend dat er de laatste jaren weinig zuur in was opgetreden. De partij had daardoor in aanleg een lage besmetting. Na het drogen werden de bollen verdeeld in monsters van ca. 200 stuks per gaasbak en ondergingen de bollen een behandeling zoals hierboven beschreven en zoals weergegeven in het schema in tabel 1. De verschillende onderdelen van de behandeling worden daaronder beschreven.

Tabel 1. Schema van de toegepaste behandelingen. De behandelnummers 14 en 16 zijn niet uitgevoerd en staan niet in dit schema.

	Bollen gaaf of beschadigd	ethyleen	Dompelen	FreshStart
1	Gaaf	Nee	Nee	Nee
2	Gaaf	Ja	Nee	Nee
3	Gaaf	Nee	In water	Nee
4	Gaaf	Ja	In water	Nee
5	Gaaf	Nee	Water + sporen	Nee
6	Gaaf	Ja	Water + sporen	Nee
7	Schade	Nee	Nee	Nee
8	Schade	Ja	Nee	Nee
9	Schade	Nee	In water	Nee
10	Schade	Ja	In water	Nee
11	Schade	Nee	Water + sporen	Nee
12	Schade	Ja	Water + sporen	Nee
13	Gaaf	Nee	Water + sporen	Ja
15	Schade	Nee	Water + sporen	Ja
17	2 x schade	Nee	Water + sporen	Nee
18	2 x schade	Ja	Water + sporen	Nee
19	2 x schade	Nee	Water + sporen	Ja
20	2 x schade	Ja	Water + sporen	Ja

Gaaf: Bollen die niet werden beschadigd nadat ze waren gerooid. Alle bollen lagen in gaasbakken op een laag papier, zodat ook tijdens de bewaring en verplaatsingen geen schade door het gaas kon ontstaan.

Beschadiging: een deel van de monsters werd met opzet beschadigd. Dit gebeurde door ze over een pellijn (bestaande uit een ontklisteraar, pelmachine en pelband) te laten lopen. Een gedeelte werd ook nog een

tweede keer op dezelfde lijn beschadigd.

Ethyleen: In dit onderzoek werd infectie via open huidmondjes vergeleken met infectie via verwonding. Open huidmondjes werden in dit geval veroorzaakt door de bollen onder omstandigheden met veel ethyleen te bewaren gedurende twee dagen. Hiertoe werden de bollen gedurende 2 dagen blootgesteld aan 30 ppm ethyleen. Om neveneffecten door ophopend vocht of CO₂ te voorkomen werd de behandelingsruimte elke 24 uur verversst waarna het ethyleengehalte weer op peil werd gebracht.

FreshStart: Het middel FreshStart (werkzame stof 1-MCP) voorkomt de schadelijke gevolgen van ethyleen door de aanhechtingsplaatsen van ethyleen in de plant te blokkeren. In deze proef werd dit middel ingezet in een controlebehandeling om de effecten van het wondethyleen, dat door de bol wordt gemaakt na het beschadigen, uit te schakelen. Het middel werd als ruimtebehandeling in gasvorm toegediend, 0,2 ppm gedurende 24 uur.

De bollen werden op 4 juli met de hand geroid, om zo min mogelijk beschadiging te veroorzaken. Daarna werden ze eerst intensief gedroogd gedurende twee dagen. Vervolgens werden de bollen nog 5 dagen droog bewaard, waarna de behandelingen werden ingezet. Zoals in tabel 1 te zien is werd niet elke behandelstap aan elk objectnummer gegeven. Voor zover het van toepassing was, was de volgorde daarbij:

- FreshStart behandeling op 10 juli 2006
- Beschadigen (1 of 2 maal): 11 juli 2006
- Ethyleenbehandeling: 12 en 13 juli 2006
- Besmetting 14 juli 2006

Na de besmetting ondergingen alle bollen/behandelingen nog drie behandelstappen, nl: infectie, bewaring en incubatie. Tijdens de infectiefase werden de bollen gedurende 24 uur zonder droging of luchtbeweging opgeslagen om eventueel aanwezige schimmelsporen de kans te geven de bol te infecteren. De bewaring gedurende 4 weken daarna was een normale droge bewaring bij 20 °C, met standaard luchtverversing.

Onder deze omstandigheden blijven de geïnfecteerde bollen latent zuur. De incubatie, het opwekken van latent zuur tot zichtbaar zuur, bestond uit bewaring in een klimaatkast bij 25 °C en 100% RV (met daarbij normale luchtverversing) gedurende 6 dagen (van 23 augustus tot 30 augustus).

Vanaf de infectiefase tot en met de twee weken na incubatie werden de bollen minimaal wekelijks beoordeeld op aanwezigheid van zuur. Daarbij werden zure bollen steeds geteld en verwijderd. De overige bollen werden daarbij onaangeroerd in de kisten gelaten.

Figuur 1. Tijdschema van de behandelingen

rooien + drogen	drogen	FreshStart	beschadigen	ethyleen	besmetten + infectie	bewaring 20 °C	Incubatie 25 °C 100% RV	bewaring 20 °C
4 + 5 juli	5 dagen	10 juli	11 juli	12+13 juli	14 juli	14 juli tot 24 augustus (39 dagen)	6 dagen	8 dagen

Controle op het openen van de huidmondjes.

Er was een eenvoudige methode nodig om de behandeling om de huidmondjes te openen te controleren. Door H. de Wild was in zijn onderzoek naar huidmondjes bij tulpenbollen waargenomen dat de vochtafgifte tijdens de eerste 72 uur toenam onder omstandigheden waarbij de waspropjes verdwenen. Als de luchtsamenstelling weer normaal was nam de vochtafname weer af. Een groter gewichtsverlies duidt dus op een geslaagd openen van de huidmondjes. De gewichtsafname door het verademen van koolhydraten is op deze korte termijn verwaarloosbaar. In dit onderzoek werd daarom naast de behandelingen steeds een aantal zakken bollen gewogen om daarmee het openen van de huidmondjes te controleren. Het betrof 2 x 30 bollen zonder en 2 x 30 bollen met ethyleenbehandeling.

3 Resultaten

3.1 Zuurpercentages van de verschillende behandelingen.

Tabel 2. Zuurpercentages per behandeling aan het eind van de bewaring (twee weken na de incubatie). Behandeling 14 en 16 zijn niet uitgevoerd en staan niet in deze tabel.

	Bollen gaaf of beschadigd	ethyleen	Dompelen	FreshStart	Percentage zure bollen op
1	Gaaf	Nee	Nee	-	0,5%
2	Gaaf	Ja	Nee	-	0
3	Gaaf	Nee	In water	-	0
4	Gaaf	Ja	In water	-	0
5	Gaaf	Nee	Water + sporen	-	11
6	Gaaf	Ja	Water + sporen	-	34
7	Schade	Nee	Nee	-	11
8	Schade	Ja	Nee	-	25
9	Schade	Nee	In water	-	4
10	Schade	Ja	In water	-	24
11	Schade	Nee	Water + sporen	-	18
12	Schade	Ja	Water + sporen	-	78
13	Gaaf	Nee	Water + sporen	Ja	8
15	Schade	Nee	Water + sporen	Ja	13
17	2 x schade	Nee	Water + sporen	-	30
18	2 x schade	Ja	Water + sporen	-	87
19	2 x schade	Nee	Water + sporen	Ja	29
20	2 x schade	Ja	Water + sporen	Ja	39

De percentages zuur van de behandelingen zijn vermeld in tabel 2 en figuur 2.

De behandelingen 1 t/m 4, waarvan de bollen gaaf waren gehouden, vertoonden nauwelijks zuur. Er waren in deze behandelingen ook geen Fusariumsporen toegediend. Blijkbaar was er in de partij (zoals was verwacht) van nature weinig besmetting aanwezig.

Bij behandeling 5 en 6 waren de gave bollen gedompeld in een sporensuspensie. Hier ontstond zuur na de incubatie. Het percentage zuur bij de bollen met open huidmondjes (behandeling 6) was 34% en was veel hoger dan het percentage zuur bij gesloten huidmondjes, 11% bij behandeling 5.

Bij behandelingen 7 t/m 10 zijn bollen eerst beschadigd op een pellijn in de praktijk. Er werden geen sporen via dompeling toegediend. Toch ontstond hierbij wel zuur als gevolg van de besmetting die de bollen opliepen op de pellijn. Ook hier valt weer op dat de bollen met open huidmondjes (behandeling 8 en 10 met 25% en 24% zuur) meer zuur vertoonden dan de bollen met gesloten huidmondjes (behandeling 7 en 9 met 11% en 4% zuur).

Bij behandeling 11 en 12 werden aan de beschadigde bollen sporen toegediend. Bij gesloten huidmondjes (behandeling 11) ontstond daardoor 18% zuur. Bij open huidmondjes in combinatie met verwonding ontstond 78% zuur. Een dergelijk beeld was ook te zien bij behandeling 18 (de dubbel beschadigde bollen met open huidmondjes) in vergelijking met behandeling 17 (dubbel beschadigde, gesloten huidmondjes). De laatste gaf 30% zuur (een toename ten opzichte van 1x beschadigd) terwijl bij de combinatie van dubbel beschadigen en open huidmondjes het percentage zuur opliep tot 87%.

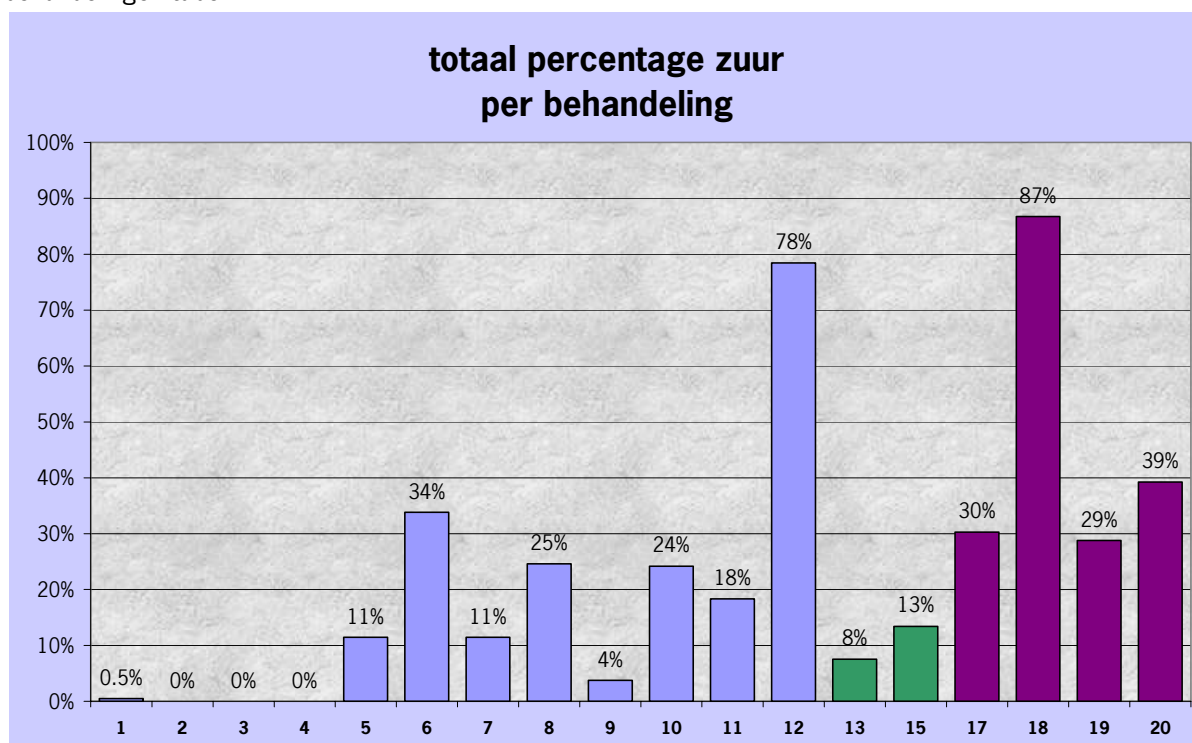
De met FreshStart behandelde bollen gaven interessante behandelinguitslagen te zien. Bij behandeling 19

ontstond 29% zure bollen. Dit cijfer is te vergelijken met behandeling 17 (zelfde behandeling zonder FreshStart). Er is daarbij geen onderdrukkend effect gebleken van ethyleen dat door de verwonding zou zijn ontstaan.

Bij behandeling 20 (dubbel beschadigd met ethyleenbehandeling voor het openen van de huidmondjes) bleek het effect van de ethyleenbehandeling door FreshStart grotendeels teniet gedaan en ontstond er slechts 39% zuur. In vergelijking met behandeling 18 (met open huidmondjes, maar zonder FreshStart) waarbij 87% zuur ontstond was dit een verbetering.

Behandeling 13 en 15 zijn vergelijkbaar met behandeling 5 en 11, hierbij waren sporen aangebracht aan gave (behandeling 5 en 13) dan wel bollen beschadigd (behandeling 11 en 15), zonder extra toevoeging van ethyleen. Bij behandeling 13 en 15 was vooraf een FreshStart-behandeling uitgevoerd. Bij behandeling 13 en 15 waren de percentages zuur 8% en 13% terwijl bij behandeling 5 en 11 de percentages zuur 11% en 18% waren, net iets hoger dus.

Figuur 2. Grafische weergave van de percentages zuur per behandeling. Zie voor de beschrijving van de behandelingen tabel 2.



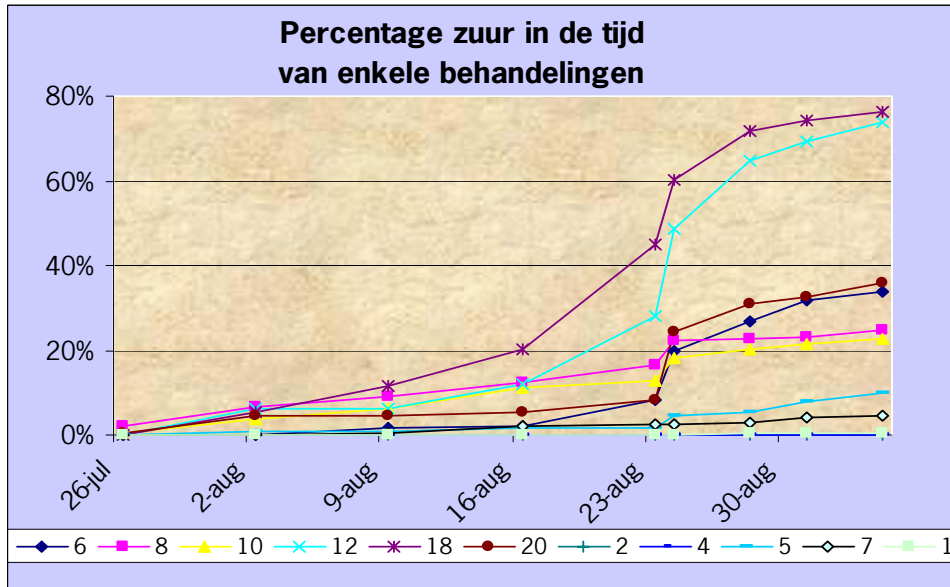
3.2 Verloop van het zuurpercentage in de tijd

Gedurende de uitvoering van de proef werd het zuurpercentage wekelijks gevolgd. Hierdoor ontstond ook een beeld van het moment waarop zuur uitbrak. Van een aantal behandelingen staat het cumulatieve verloop weergegeven in figuur 3. Hiervoor zijn, ter illustratie van de toename van het zuurpercentage, enkele lijnen van een aantal willekeurige behandelingen gekozen. Het zuurpercentage liep geleidelijk op vanaf het begin. Daarbij stegen behandelingen met (veel) beschadiging sneller dan behandelingen zonder beschadiging.

Behandelingen zonder sporen en zonder schade bleven op of iets boven de nullijn.

Vanaf de start van de incubatie (start op 24 augustus van bewaring bij 25 °C en 100% R.V.) maakten alle geregistreerde zuurpercentages een sprong omhoog op meetdatum 24 augustus. Het percentage nam daarna geleidelijk toe en vlakke vervolgens weer af. De toename was een gevolg van het uitbreken van latent zuur dat in de beginfase van de proef was opgewekt. Opvallend was dat de toename al zichtbaar was aan het eind van de dag dat de bollen vochtig waren gezet.

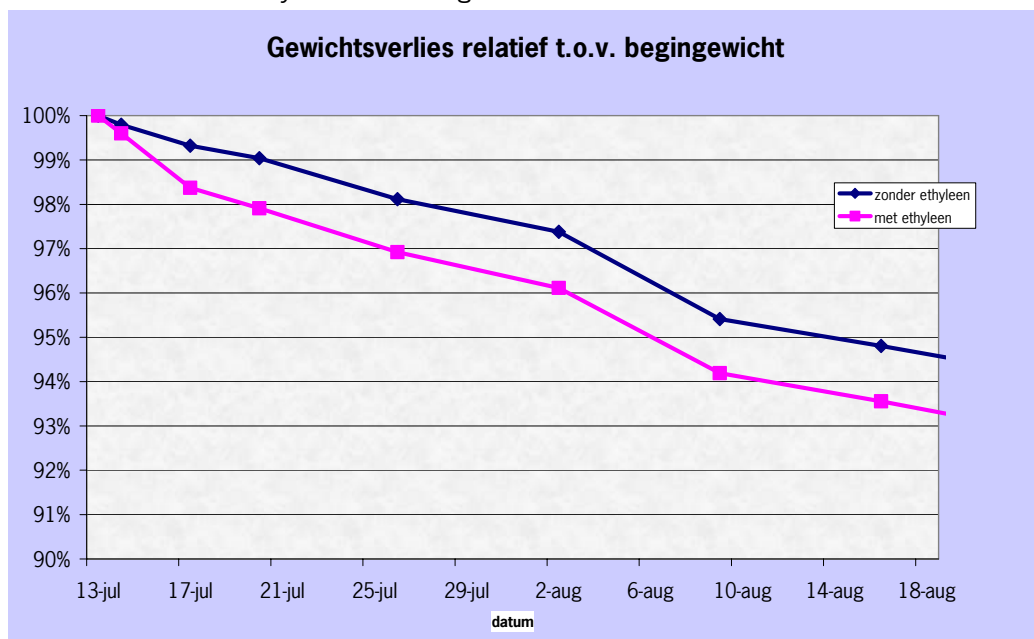
Figuur 3. Illustratie van het opwekken van latent zuur. De figuur geeft het cumulatief verloop, in de tijd, van het zuurpercentage van een aantal willekeurige behandelingen. Er is tijdens en na de incubatie (vanaf 24 augustus) een sprongwijzige toename van het zuurpercentage. Zie voor de beschrijving van de behandelingen tabel 2.



3.3 Controle op het openen van de huidmondjes

In figuur 4 geven de lijnen het gewichtsverlies weer van de tulpenbollen. Elke lijn is een gemiddelde van twee herhalingen. De bovenste (blauwe) lijn is de lijn die hoort bij de bollen die niet aan ethyleen waren blootgesteld. De onderste lijn hoort bij de bollen die twee dagen aan ethyleen waren blootgesteld. Een groter gewichtsverlies duidt in dit geval op open huidmondjes. Het gewicht van de aan ethyleen blootgestelde bollen daalde sneller gedurende de eerste 5 à 6 dagen. Daarna neemt het extra gewichtsverlies weer af tot het normale niveau. In de grafiek loopt de lijn daarna parallel met de blauwe lijn (bollen zonder ethyleen). Het verschil dat in de eerste week ontstond bleef tot het eind van de metingen toe bestaan.

Figuur 4. Gemiddeld gewichtsverlies weergegeven als afname van begingewicht (gesteld op 100%) van bollen met en zonder ethyleenbehandeling.



4 Conclusies

De hoofdvraag van dit onderzoek, namelijk of er meer zuur ontstaat via verwonding of door open huidmondjes, kan als volgt worden beantwoord: Via geopende huidmondjes ontstaat meer zuur dan bij bollen waar alleen beschadigingen een invalspoort voor Fusarium vormen.

Daarnaast zijn enkele ander conclusies uit het onderzoek te trekken:

- Indien een partij geen of maar zeer weinig sporen bevat ontstaat er geen zuur, ook niet als de bollen aan vochtige omstandigheden worden blootgesteld.
- Bij behandelingen waarbij ethyleen aanwezig is (toediening van 30 ppm ethyleen gedurende 2 dagen) ontstaat een hoger percentage zuur dan bij de vergelijkbare behandelingen zonder ethyleentoediening.
- Het combineren van verwondingen en ethyleentoediening geeft hoge percentages zuur. Het percentage zuur is bij deze combinatie ruim 2 tot 6 keer hoger bij de behandelingen met ethyleen dan bij behandelingen zonder ethyleen.
- De toename van zuur door aanwezigheid van ethyleen kan voor het grootste deel worden tegengegaan door de ethyleenremmer FreshStart. In het onderzoek kon het effect alleen worden vastgesteld bij verwonding in combinatie met ethyleen. Gave bollen zonder ethyleentoediening (= zonder open huidmondjes) gaven iets minder zuur als er FreshStart werd gebruikt. Dit effect was erg klein in vergelijking met het effect van FreshStart bij beschadigde bollen.
- Latent zuur kan uitbreken of worden opgewekt als op een enig moment het vochtgehalte rond de bollen hoog wordt (in dit onderzoek 100% RV gedurende 5 dagen). Het effect hiervan op het percentage zichtbaar zuur is snel waarneembaar.

5 Discussie

Het onderzoek draaide vooral om de vraag of zuur dat via huidmondjes binnendringt een belangrijk aandeel vormt van het Fusariumprobleem in relatie tot zuur dat via verwondingen ontstaat. In dit onderzoek bleek dit inderdaad het geval te zijn.

Bij de vraag of en in hoeverre dit verschijnsel in de praktijk een rol speelt, blijken er situaties te zijn waarbij de huidmondjes een rol kunnen spelen. Bij de toepassing van Actellic (mijtbestrijding) wordt de bewaarcel van tulpen tussen 10 en 24 uur niet ververst, zodat het middel een betere doding van mijten veroorzaakt. Zolang er niet wordt geventileerd verandert de luchtsamenstelling in de cel. Door verademing door de bollen neemt het zuurstofgehalte af en het CO₂-gehalte toe. In deze en andere proeven is komen vast te staan dat na 12 uur in een gesloten cel het CO₂-gehalte kan oplopen tot enkele procenten. Door H. de Wild werd in zijn huidmondjesonderzoek bij 1% CO₂ al afname van de wasprop voor het huidmondje waargenomen. Als in de afgesloten cel ook zure bollen aanwezig zijn kan ook het ethyleengehalte oplopen. De hoogte daarvan is afhankelijk van het aantal zure bollen in de opslagruimte. Van metingen in de praktijk is bekend dat er al gauw sprake is van een gehalte ethyleen van enkele honderden ppb's. In dit onderzoek werd een gehalte van 30 ppm (30.000 ppb) gebruikt voor het maximaal openen van de huidmondjes. Als vuistregel geldt dat bij 1 tot 3 ppm (1000 tot 3000 ppb) ethyleen nog 50% effectief is ten opzichte van 30 ppm. Het gesloten houden van een cel i.v.m. een Actellic-behandeling is dus zeker niet ongevaarlijk als het om het openen van huidmondjes gaat.

De behandelingen in dit onderzoek waarbij ethyleen was toegediend gaven een hoger percentage zuur te zien dan de vergelijkbare behandelingen zonder ethyleentoediening. Behandelingen met verwondingen in combinatie met ethyleentoediening gaven de hoogste percentages zuur. Voor de sterke toenames bij de combinatie verwonding en ethyleen is een verklaring gezocht. Een mogelijke uitleg is, dat celmembranen in verwond weefsel onder invloed van ethyleen sneller afbreken. De zuurschimmel kan daardoor gemakkelijker in diepe weefsellagen doordringen. Als deze hypothese waar zou blijken, dan speelt ethyleen naast het openen van de huidmondjes nog een rol in het infectieproces van Fusarium.

FreshStart werd in de proeven toegepast om het effect van stressethyleen op de huidmondjes uit te schakelen. Daarnaast bleek het middel extra zuur, dat werd veroorzaakt door ethyleen, voor een groot deel te voorkomen. Omdat de combinatie verwonding met blootstelling aan ethyleen in de praktijk vaak voorkomt lijkt het zinvol om FreshStart toe te dienen aan tulpen op momenten voordat er kieming kan optreden. De toepassing van dit middel vóór het pellen lijkt vooral interessant. De bollen worden voor het pellen bevochtigd en ze lopen tijdens de verwerking veel beschadigingen. Het effect van een toepassing van FreshStart voor het pellen zal in het vervolgonderzoek in de praktijk worden getoetst.

Latent zuur bleek te kunnen worden opgewekt door op een enig moment het vochtgehalte tijdens de bewaring op te voeren. Het effect op het percentage zichtbaar zuur was daarna snel zichtbaar. In de praktijk wordt dit effect ook vaak gezien als er zogenaamd 'laat zuur' optreedt. Laat zuur is uitgebroken latent zuur dat meestal wordt 'getriggerd' door vochtige omstandigheden tijdens de bewaring. Als de vochtige omstandigheden aanhouden kunnen ook weer nieuwe infecties optreden, waardoor het zuurpercentage nog verder oploopt.

Er is niet één bepaald moment waarop latent zuur of zichtbaar zuur optreedt, beide kunnen voorkomen gedurende het hele zomerseizoen. Bij verwondingen zal naar verwachting eerder zichtbaar zuur optreden en in huidmondjes zal eerder latent zuur ontstaan. Bij de laatste situatie is de barrière voor de schimmel om door te dringen tot dieper weefsel groter.

Huidmondjes kunnen dus een belangrijke invalspoort zijn voor zuur maar met de kennis over huidmondjes is het moeilijk de kans op open huidmondjes onder praktijkomstandigheden in te schatten. Er zijn situaties denkbaar die aan open huidmondjes kunnen bijdragen, maar waarvan we niet weten welk gewicht hieraan moet worden toegekend. Onder andere is onbekend bij welke combinatie van ethyleenconcentratie (of CO₂) en tijdsduur de waspropjes verdwijnen. Hier ligt nog werk voor vervolgonderzoek. Een advies naar de prak-

tijk is dat in ieder geval blootstelling van tulpenbollen aan ethyleen of CO₂ gevolgd door bevochtiging en/of beschadiging zoveel mogelijk moet worden voorkomen.

6 Output

Lezingen

In onderstaande tabel volgt een opsomming van plaatsen en tijden waar het resultaat van het onderzoek is gepresenteerd.

Datum	Plaats	Gelegenheid	Doelgroep	Soort activiteit	Aantal aanwezigen
24-jan-07	Breezand	studiegroep Breezand	bollentelers	vraag en antwoord	15
30-jan-07	Hillegom	Zuursymposium handel teelt en broei	export, teelt en broei en voorlichting van tulp	inleiding met discussie	30
8-feb-07	Lisse	Open dag PPO Lisse	bollentelers	lezing	8
9-feb-07	Lisse	Open dag PPO Lisse	bollentelers	lezing	60
12-feb-07	Sint Maarten	Studieclub Harenkarspel	bollentelers	lezing	18
8-mrt-07	Egmond	Studieclub Praktijkleer-gang bollen (P.Apeldoorn e.a.)	bollentelers	lezing en discussie	14
14-mrt-07	't Zand	Thema avond zuur Bollensoos	bollentelers en handel	lezing en discussie	130
28-mrt-07	Lemmer	Studieclubs flevo	bollentelers	lezing en discussie	30
23-mei-07	Bovenkarspel	zuuravond	bollentelers w. friesland	lezing en discussie	80
5-jun-07	Lelystad	open dag Broekema-hoeve	bollentelers	lezing en discussie	50
5-jul-07	Egmond	bijeenkomst studiegroep	telen met toekomst groep Kennemerland	lezing en demo	10

Artikelen

Naar aanleiding van de bijeenkomst in Hillegom op 30 januari en in Bovenkarspel op 23 mei zijn de volgende publicaties verschenen:

- Dwarswaard, A., 'PPO legt stevige basis in zuuronderzoek'. In Bloembollennisie 15 februari 2007, nr 108. p86-87.
- Lee, H. van der, 'Tulpenkwekers vergeten latent zuur' : onderzoeker Martin van Dam met missie de boer op. In Nieuwe oogst, magazine gewas, 3 (2007) 11, p10-11.

In dit rapport wordt gerefereerd naar het volgende artikel:

Wild, H. de, Wasprop in tulpenbollen biedt weerstand tegen verdroging en Fusarium. In Bloembollennisie (2005) 69, p24-25.