APPLIED PLANT RESEARCH
WAGENINGEN UR

Bestrijding van zuur in tulp door middel van sporendoding met UV-licht tijdens de verwerking

Praktijktest van een prototype UV-ontsmetter
Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Relitech B.V. en Nedap N.V.

Martin van Dam en Rik de Werd (PPO),
Frans Houwen (Relitech B.V.)
Peter Wolberink (Nedap N.V.)

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
februari 2008

PPO rapport Nr. 32 340469 00/10

Bestrijding van zuur in tulp door middel van sporendoding met UV-licht tijdens de verwerking

Praktijktest van een prototype UV-ontsmetter
Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Relitech B.V. en Nedap N.V.

Martin van Dam en Rik de Werd (PPO),
Frans Houwen (Relitech B.V.)
Peter Wolberink (Nedap N.V.)

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
februari 2008

PPO rapport Nr. 32 340469 00/10

M

2287135

© 2008 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.

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Relitech B.V. en Nedap N.V.

Projectnummer: 32 340469 00/10

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector bloembollen, boomkwekerij en fruit

Adres	:	Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse
	:	Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel.	:	0252 – 46 21 21
Fax	:	0252 – 46 21 00
E-mail	:	infobollen. ppo@wur.nl
Internet	:	www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING 5

1 INLEIDING 7

2 MATERIAAL EN METHODE 9
2.1 Inleiding en bedrijven 9
2.1.1 Bedrijf 1 10
2.1.2 Bedrijf 2 10
2.1.3 Bedrijf 3 11
2.2 Waarnemingen 12
2.2.1 Effect op de sporendoding 12
2.2.2 Zuurpercentage in de bewaring 13
2.3 Gebruikte statistische methode 13

3 RESULTATEN 15
3.1 Sporendoding door UV 15
3.2 Zuur in de bewaring 16
3.2.1 Zuur na droge bewaring 16
3.2.2 Zuur na vochtige bewaring 17

4 CONCLUSIE EN DISCUSSIE 19

5 AANBEVELINGEN 21

LITERATUUR: 23

BIJLAGE 1. PROTOCOL MONSTERNAME OP DE BEDRIJVEN. 25

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

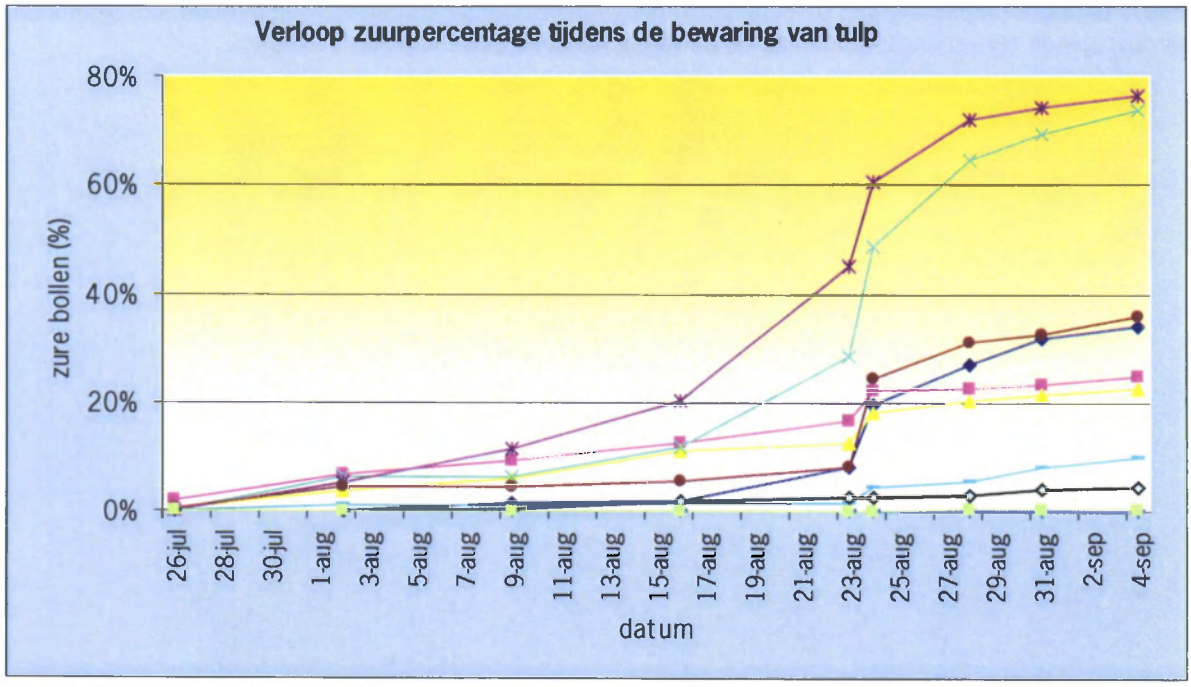
Samenvatting

Tijdens de verwerking van tulpen (het spoelen en het pellen en sorteren) worden sporen van *Fusarium oxysporum* door de partij bollen heen verspreid en treden er vele infectieomstandigheden op. De bollenteler kan door de bollen snel te drogen en door beschadiging te voorkomen proberen het percentage uitval door Fusarium (zuur) zo laag mogelijk te houden. Als er op een bol (bijna) geen sporen aanwezig zijn, is de kans op infectie nagenoeg nihil. Het d oden van sporen op bollen werd tot op heden steeds met een dompeling in een kortwerkende sporendoder gedaan. Hiervan waren de nadelen vaak groter dan de voordelen.
UV-ontsmetting is een droge vorm van ontsmetten. In een laboratorium- en semi-praktijkomgeving blijkt het mogelijk om snel en eenvoudig sporen en mycelium van Fusarium te doden.
In dit onderzoek werd een prototype UV-ontsmetter getoetst, die was opgesteld in de verwerkingslijn van het pellen op drie bollenteeltbedrijven. Op één bedrijf werd een vermindering van 65% van het aantal sporen geconstateerd. Op de twee andere bedrijven was er geen statistisch aantoonbaar verschil. Na bewaring van de bollen werd het percentage zuur vastgesteld. Er bleek geen effect te zijn op het percentage zuur na droge bewaring, ook niet waar er sprake was van afname van het aantal sporen. Een deel van de bolmonsters werd daarna ook vochtig bewaard. Ook hier bleek geen effect waarneembaar van de UV-behandeling op het percentage zuur. Het lijkt erop dat in de praktijk er teveel sporen op plaatsen op de bol zitten waar de UV-ontsmetting niet zijn werk kan verrichten. Ook is het mogelijk, dat er herbesmetting is opgetreden. Deze onzekerheden maken het moeilijk om de resultaten op bruikbaarheid voor de praktijk in te schatten. Door uitgebreidere tests kan de werking van UV-ontsmetting op het voorkómen van zuur beter in kaart worden gebracht.
Naar verwachting heeft sporendoding (verlaging van de besmettingsgraad) een effect op de lange termijn, omdat de besmettingsgraad op de bollen en daarmee in de bodem zal verminderen. Als plantgoed minder besmet is geeft dat in het jaar erop minder kans op zuur. Sporendoding met UV kan hier wel een bijdrage in leveren.

1 Inleiding

Fusarium in tulp

De schimmel *Fusarium oxysporum f. sp. tulipae* veroorzaakt bolrot bij tulpenbollen, ook wel zuur genoemd. Zuur is waarschijnlijk de grootste oorzaak van uitval van tulpenbollen. Uit reclameringen van de handel via in- en verkoopbureaus van bloembollen bleek er in 2006 3% zuur voor te komen in handelspartijen. Dit vertegenwoordigt een waarde van ruim 6 miljoen euro, alleen al in het leverbare deel van de bollen.
De symptomen van zuur komen vooral tot uiting tijdens de bewaring van de bollen, maar ook op het veld. Hier kan *Fusarium* meekomen met geïnfecteerde of besmette bollen of reeds aanwezig zijn in de grond van een voorgaande tulpenteelt. Zure bollen veroorzaken bloemverdroging in niet-aangetaste bollen door ethyleen productie en dat zorgt voor veel uitval tijdens de bloementeelt van tulpen.
Fusarium in tulp kent ook de zogenoemde latente infectie. Latent zure bollen bevatten stukjes schimmeldraad (mycelium) in de buitenste bolrok. Het mycelium kan maanden in een rusttoestand (latent) overleven, zonder zichtbare symptomen. Onder invloed van warmte en vocht kan het mycelium uitgroeien tot zichtbare infecties (zure bollen). Bestaande chemische en biologische bestrijdingsmiddelen dringen niet tot in de buitenste bolrok door, waardoor deze latente infecties niet bestreden kunnen worden. De aanwezigheid van latente infecties maakt het onmogelijk partijen bollen volledig te schonen van zuur. (Bergman en Bakker - van der Voort, 1979), (Schenk en Bergman, 1969).
Latent zuur kan op een later moment doorgroeien en zichtbaar zuur worden. In figuur 1 is een voorbeeld gegeven van een serie behandelingen uit eerder onderzoek naar *Fusarium* (PPO 2007 rapport 3236029400), waarvan het verloop van het percentage zuur in de tijd gedurende de bewaring is weergegeven. De lijnen lopen meer of minder steil op vanaf het begin. Deze verschillen ontstaan o.a. door meer of minder beschadigingen tijdens de verwerking. De plotselinge sprong rond 23 augustus, die daarna weer afvlakt is het effect van uitbraak van latent zuur veroorzaakt door vochtige bewaring.



Figuur 1. Voorbeeld van het verloop van het zuurpercentage in tulp tijdens de bewaring, van een aantal verschillende behandelingen met bollen van dezelfde partij. De sprong in zuurpercentage rond 23 augustus trad op na enkele dagen vochtige bewaring en is het gevolg van het doorbreken van latent zuur.

Besmetting en infectie van de tulpenbollen met *Fusarium* vindt voornamelijk plaats tijdens verschillende stappen in de verwerking zoals spoelen, pellen en sorteren. De optimale infectie omstandigheden voor *Fusarium* zijn een hoge luchtvochtigheid (> 90 %), vocht en een temperatuur tussen de 18° en 25°C.
De bollenteler verricht een aantal handelingen ter voorkoming van de uitbreiding van zuur. Zichtbaar zure bollen worden verwijderd en nieuwe infecties worden zoveel mogelijk beperkt door de bollen droog te bewaren, door het voorkom van beschadigingen en door toepassing van fungiciden kort voor het planten. Er zijn nog geen goede methodes om de besmettingsgraad van de partij te verlagen. Pogingen in het verleden bestonden uit dompeling van de bollen in ontsmettingsmiddelen. Veel van de gebruikte middelen werken echter kortstondig en door de natte ontsmetting ontstaan weer nieuwe infectiekansen.

Ontsmetten met UV

Behandeling met UV-licht is een methode waarmee sporen en mycelium van *Fusarium* beschadigd en/of gedood kunnen worden. Voordelen van UV ten opzichte van ontsmetting met reinigingsmiddelen zijn ten eerste dat het een droge behandeling betreft en ten tweede dat de behandeling waarschijnlijk ingebouwd kan worden in bestaande verwerkingslijnen. In een haalbaarheidsstudie (PPO 32 340098 00) is in laboratoriumproeven gebleken dat sporen en mycelium van *Fusarium* zeer gevoelig zijn voor UV. Indien *Fusarium* beschermd werd door de aanwezigheid van bolhuid of rokweefsel (sporen onder de bolhuid en latent zuur) had UV geen of nauwelijks effect. De gehanteerde doses hadden een voldoende afdodend effect op *Fusarium*. Na het opplanten van de behandelde bollen is daarvan geen negatief effect op de gewasontwikkeling gevonden. Doordat UV niet of onvoldoende door bolhuid en rokweefsel doordringt kunnen latente infecties er niet mee bestreden worden. In de haalbaarheidsstudie was een proefopstelling gebouwd ten behoeve van bolontsmetting met UV-licht in de verwerkingslijn van tulpen. Bij testen met deze UV-ontsmetter is komen vast te staan, dat hiermee de capaciteit van een normale verwerkingslijn kon worden bereikt.

Opzet onderzoek

In dit vervolgonderzoek is het prototype UV-ontsmetter in de praktijk getoetst op de mate van sporendoding (bestrijden besmetting) en het effect op het aantal nieuwe infecties (geïnfecteerde bollen). De toets hypothese is dat door toepassing van UV in de verwerkingslijn voldoende sporen worden gedood, om tijdens de daaropvolgende verwerkingsstappen en de bewaring minder nieuwe infecties te krijgen.

2 Materiaal en methode

2.1 Inleiding en bedrijven

Plaats van ontsmetting in de verwerking
In een verwerkingslijn voor tulpen staat een groot aantal machines achter elkaar opgesteld. Op een typische verwerkingslijn volgt een tulpenbol de volgende route:

- Uit de palletkist vallen de bollen in een voorraadbunker,
- ze gaan omhoog via een transportband vallen op een sorteerplaat (verwijderen grond en los vuil),
- dan gaan de bollen door een ontklisteraar, waarbij de bollen tussen twee banden met rubberen 'vingers' worden gewreven en zo ontdaan worden van dochterbollen.
- De bol vervolgt via een sorteerplaat (verwijdering van kleine bollen),
- Dan over de pelmachine (verwijdering van oude bol- en wortelresten).
- Achter de pelmachine vallen de bollen op een band, waar een aantal mensen de ongepelde bollen met de hand pelt.
- Hierna gaan de bollen over een sorteermachine
- tenslotte vallen ze per maat via een bandje in de palletkist.

Ontsmetten van de bollen kan het beste gebeuren aan het eind van de verwerkingslijn. Er is dan de kleinste kans op herbesmetting nadat de bollen zijn ontsmet. Er is in dit onderzoek voor gekozen om de UV-ontsmetter te plaatsen aan het eind van het bandje uit de sorteermachine vlak voor de laatste val in de palletkist. De kans op herbesmetting is hier zeer klein omdat de bollen niet meer over de sorteermachine gaan. De gekozen plaats heeft daarbij voor de proef het praktische voordeel dat de verwerkingslijn niet hoeft te worden onderbroken.

Bemonstering
Op 3 bedrijven werden op vergelijkbare wijze monsters genomen van een partij tulpen. Per bedrijf werden 3 gaasbakken bollen vóór de UV-ontsmetter (dit is de volledige opstelling van de rollenband plus kap met UV-lampen) en 3 gaasbakken bollen na de UV-ontsmetter verzameld. (Verder genoemd behandeling voor UV en na UV). (Een gaasbak heeft een inhoud van 25 liter en bevat 500 stuks tulpenbollen maat 12/13 of 600 tulpen maat 11/12). De bollen voor en na UV werden steeds door verschillende personen verzameld om kruisbesmetting te voorkomen. Wat betreft het aantal monsters per object: In voorgaand onderzoek bij PPO (A. van der Lans, e.a. Perspectief van reinigingsmiddelen bij de warmwaterbehandeling en de bolontsmetting, juni 2006) werden per behandeling 2 of 3 monsters á 5 bollen genomen voor de sporentelling. Bij dat onderzoek was sprake van een dompelbehandeling waar een zeer hoog percentage sporendoding verwacht werd. Omdat in dit onderzoek het te verwachten aantal levende sporen moeilijk in te schatten was, is hier voor een relatief groot aantal monsters (10 x 5 bollen) gekozen.
Bemonstering vond plaats volgens een van te voren vastgesteld protocol (bijlage 1 in dit verslag). De UV dosering die werd gegeven tijdens deze praktijkproeven was vastgesteld op basis van eerdere laboratorium- en semi-praktijkproeven (De Werd, 2006). De dosering is bekend bij de auteurs, maar wordt verder hier niet genoemd om geheimhoudingsredenen.
De specifieke situatie rond het monsteren per bedrijf is opgenomen in paragrafen 3.1.1 tot en met 3.1.3.

Op de bedrijven zijn de monsters genomen van een partij tulpen waar het betreffende bedrijf op dat moment problemen met zuur verwachtte. Per bedrijf is er dus willekeurig een andere cultivar gekozen. De mate van gevoeligheid verschilt per cultivar. Er wordt voor de zuurgevoeligheid in dit verslag gerefereerd aan een in 1993 gehouden enquête: 'Ziektegevoeligheid van bloembolgewassen', uitgave van Milieuplatform bloembollensector, 1993.
De lijst is indicatief. Per bedrijf kan uitval door zuur sterk verschillen door verschillen in de werkwijze. Daarnaast is in 2002 melding van een agressieve vorm van *Fusarium oxysporum* in tulp. Tot dan toe ongevoeli-

ge tulpencultivars bleken ook gemakkelijk geïnfecteerd te kunnen worden door deze *Fusarium*. Gemakshalve wordt nog wel gesproken over gevoelig en ongevoelige cultivars, naar de indeling van de lijst uit 1993.

2.1.1 Bedrijf 1

Datum monstername: 9 juli 2007.
Cultivar: Casablanca; de bollen van deze cultivar hebben spitse 'neuzen', die gemakkelijk beschadigen tijdens verwerking. Het feit dat hierdoor meer dan gemiddeld beschadigingen kunnen ontstaan is er mede oorzaak van dat deze cultivar gevoelig is voor aantasting door zuur. Het bedrijf had in het seizoen van de proef een aantal meldingen van afnemers (zuurreclames) met een gemiddeld percentage zuur van 8 à 9%.
Opstelling: Bij dit bedrijf stond de UV-ontsmetter opgesteld na de sorteermachine. Via de uitloop van de sorteermachine gingen de bollen de UV-ontsmetter in. Vanaf de band uit de sorteermachine vielen de bollen omlaag op de rollen van de UV-ontsmetter.
Na de UV-ontsmetter was een bandje aangebracht waar de bollen op vielen waarna ze schuin omhoog naar de palletkist werden gevoerd. De valhoogte op dit bandje was ca 7-8 cm vanaf de rand van 'mond' van de UV-ontsmetter. De bollen rolden, nadat ze op het bandje waren gevallen eerst een stukje terug.
De monsters werden genomen:

- voor de UV-ontsmetter vanaf het bandje van de sorteermachine,
- na de UV-ontsmetter vanaf het schuin oplopende bandje tussen UV-ontsmetter en palletkist
- Van beide monsterplaatsen werden de bollen eerst in een bakje verzameld en daarna voorzichtig in een gaasbak gestort.

Foto 1 en 2. Links de ingaande en rechts de uitgaande zijde van de UV-ontsmetter bij bedrijf 1. Hier werden ook de monsters voor en na UV genomen. Links op de voorgrond de temperatuurmeter ter controle van de lamptemperatuur.

2.1.2 Bedrijf 2

Datum monstername: 19 juli 2007
Cultivar: Abba. Deze cultivar behoort, wat het zuur betreft, tot de weinig gevoelige cultivars. In de betreffende partij zat volgens de bollenteler in het voorgaande jaar gemiddeld 5% zuur, maar er was ook 1 melding van een afnemer met 24%. In 2007 was het percentage zuur bij de diverse afnemers van bedrijf 2 gedaald naar 2 à 3% (daarnaast was er ook nu een opvallend hoge melding van 24%).
Opstelling: De UV-ontsmetter was geplaatst aan het eind van de pel- en sorteerlijn, aansluitend op de laatste uitloopband van de sorteermachine. De overgang tussen band en UV-ontsmetter bestond uit een onderdeel van een valbreker (slap gespannen zeiltje) waarover de bollen een korte afstand naar beneden rolden naar de rollenband van de UV-ontsmetter. Het totale hoogteverschil was hier 43 cm waarbij de bollen de eerste 30 cm over het zeiltje rolden.

De monsters werden genomen:

- Voor de UV-ontsmetter vanaf de uitloopband van de sorteermachine. De bollen werden eerst in een bakje verzameld en daarna voorzichtig in een gaasbak gestort.
- Na de UV-ontsmetter. Hier vielen de bollen vanaf de rollen van de UV-ontsmetter direct in de gaasbak.
  De kist stond zo hoog mogelijk onder de uitloop van de machine om valhoogte te beperken. De uiteindelijke valhoogte vanaf de rand van de uitmonding van de UV-ontsmetter tot de bodem van de gaasbak ca 13 á 15 cm. De val van de eerste bollen in de kist werd hierbij met de hand afgeremd om valschade te beperken. Naarmate de kist voller werd, vielen de bollen minder diep (gemiddeld 7 cm minder) in de kist.

Foto 3. Beeld van de opstelling bij bedrijf 2 aan de uitloop zijde

Foto 4. Zijaanzicht van de opstelling bij bedrijf 2

2.1.3 Bedrijf 3

Datum monstername: 17 juli 2007
Cultivar: Sevilla. Sevilla is gemiddeld gevoelig voor zuur. Bij bedrijf 3 is over het algemeen weinig zuur gezien de laatste jaren. In de bemonsterde partij werd door het bedrijf 1% zuur geteld.
Opstelling: De UV-ontsmetter was geplaatst aan het eind van de pel- en sorteerlijn, aansluitend op de laatste uitloopband van de sorteermachine. Vanaf het bandje van de sorteermachine liepen de bollen door op de UV-ontsmetter. Hoogteverschil hier was 9 à 10 cm.
De monsters werden genomen:

- Voor de UV-ontsmetter vanaf de uitloopband van de sorteermachine, voordat de bollen op de rollen van de UV-ontsmetter kwamen. De bollen werden eerst in een bakje verzameld en daarna voorzichtig in een gaasbak gestort.
- Na de UV-ontsmetter. Hier vielen de bollen vanaf de rollen van de UV-ontsmetter zonder tussenop-

vang direct in de gaasbak.
De kist stond zo hoog mogelijk onder de uitloop van de machine om valhoogte te beperken. De uiteindelijke valhoogte vanaf de rand van de uitmonding van de UV-ontsmetter tot de bodem van de gaasbak was hier 19 cm. De val van de eerste bollen in de kist werd hierbij met een valbreker afgeremd om stootschade te beperken. Deze valbreker bestond uit een plank met schuimrubber en juten zak. (zie foto) Ook hier vielen de bollen minder diep naarmate de kist voller werd.

Foto 5. Overzicht van de opstelling van de UV-ontsmetter bij bedrijf 3.

2.2 Waarnemingen

Er zijn twee soorten waarnemingen gedaan. Het directe effect van UV op de sporendoding is gemeten. Daarnaast is het percentage zure bollen en latent zure bollen bepaald. Deze laatste waarneming geeft weer wat het effect van eventuele sporendoding op de uiteindelijke zuurontwikkeling in de partij bollen is. Oftewel, hiermee kan worden bepaald of het verminderen van de hoeveelheid sporen op bol ook leidt tot een lager aantal minder zure bollen.

2.2.1 Effect op de sporendoding

Van de monsters, die op de bedrijven werden genomen, werd het effect op de sporendoding bepaald. Van elk monster van 3 gaasbakken werden 10 bolmonsters van elk 5 bollen genomen.
De bepaling van het aantal kiemkrachtige sporen werd gedaan volgens de 'schudmethode'. Deze methode wordt standaard gebruikt door PPO voor het bepalen van uitwendige besmetting van bollen. Hierbij worden de 5 bollen overnacht in een bepaalde hoeveelheid water rond geschud. Vervolgens wordt dit water aangebracht op een voedingsbodem waar alleen *Fusarium* op kan groeien. Na 5 dagen incubatie worden de ge-

kiemde *Fusarium* sporen geteld. De uitkomsten worden weergegeven in aantal kiemende *Fusarium* sporen per bol.

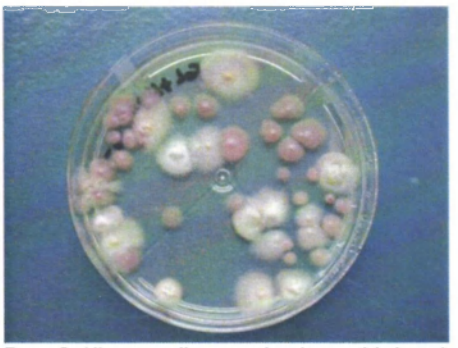


Foto 6. Kiemgetallen werden bepaald door het tellen van *Fusarium*kolonies op een voedingsbodem.

2.2.2 Zuurpercentage in de bewaring

BEPALING ZUUR NA DROGE BEWARING
De bollen werden na de bemonstering op de bedrijven en het transport naar Lisse, in een tulpenbewaarcel bij 20°C geplaatst en bewaard. De monsters werden niet geforceerd gedroogd, zodat Fusariumsporen meer dan normaal gelegenheid kregen om te kiemen en bollen te infecteren. De omstandigheden voor het ontstaan van *Fusarium* werden opzettelijk iets slechter dan in de praktijk gehouden zodat een eventueel effect beter kon worden waargenomen.
De bewaring van de bollen vond plaats tot eind september/begin oktober. Rond die tijd werd de laatste keer het aantal door zuur aangetaste bollen geteld en kon de totaalscore worden opgemaakt.

BEPALING LATENT ZUUR NA VOCHTIGE BEWARING
Van elke bedrijf in dit onderzoek zijn 2 gaasbakken (1 voor en 1 na UV) vochtig bewaard bij 25 °C en 100% RV, van 13 tot 18 september. Er is voor gekozen deze bewaring 2 dagen langer te laten duren dan in het protocol (Bijlage 1.) wordt genoemd. De reden hiervoor is dat bij tussentijdse controle een snelle uitbraak van latent zuur uit leek te blijven. Uitbraak van zuur onder omstandigheden met hoge RV wordt vooraf gegaan door het optreden van uitwendige groei van o.a. Penicillium. De groei daarvan bleef achter.
Van de bollen is het percentage zuur vastgesteld op de 10^e dag na deze behandeling.
Deze methode om latent zuur zichtbaar te maken is een aanpassing van de methode 'Bergman' (Bergman, 1975). Het totaal gevonden percentage zuur (direct zichtbaar zuur en uitgebroken latent zuur) geeft een indruk van wat er zou kunnen ontstaan bij ongunstige omstandigheden tijdens de verdere bewaring, verwerking en transport.

2.3 Gebruikte statistische methode

De gegevens in dit onderzoek werden geanalyseerd met ANOVA (variantieanalyse) uit het programma Genstat 10th edition (P=0.05). Onder andere wordt de lsd (least significant difference) hiermee berekend. Als gemiddelden minder dan de lsd van elkaar verschillen zijn ze statistisch gelijk. Dit wordt dan aangegeven met gelijke letters (a,b, c, etc.) achter de gemiddelden. Waarden die statistisch van elkaar verschillen hebben geen gemeenschappelijke letter.

3 Resultaten

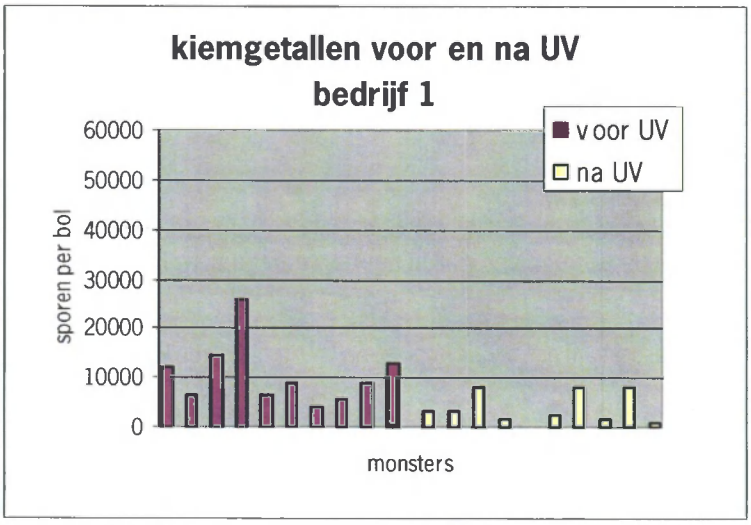
3.1 Sporendoding door UV

De besmettingsgraad verschilde sterk per bedrijf. Om die reden worden de resultaten per bedrijf besproken. In tabel 1 staan de gemiddelde waarden per behandeling en per bedrijf en de bijbehorende statistische kengetallen.
Bedrijf 1 liet een significante afname van het aantal sporen zien. Bij bedrijf 2 was het aantal sporen zeer laag. De afname van het aantal sporen na UV was daar ten opzichte van vóór de UV-ontsmetter relatief minder sterk dan bij bedrijf 1. De overschrijdingskans (F-pr) duidt hier op een tendens. Bij bedrijf 3 zagen we gemiddeld een toename van het aantal sporen. Drie monsters gaven een erg hoge uitslag. Er zijn voor zover bekend geen onregelmatigheden opgetreden, waarmee de uitbijters konden worden verklaard. Voor de volledigheid worden in tabel 1 de uitkomsten zowel mèt als zonder de uitbijters gegeven. In het eerste geval is er dan een geen betrouwbaar verschil. Uit de berekening zonder uitbijters volgt geen betrouwbaar verschil.

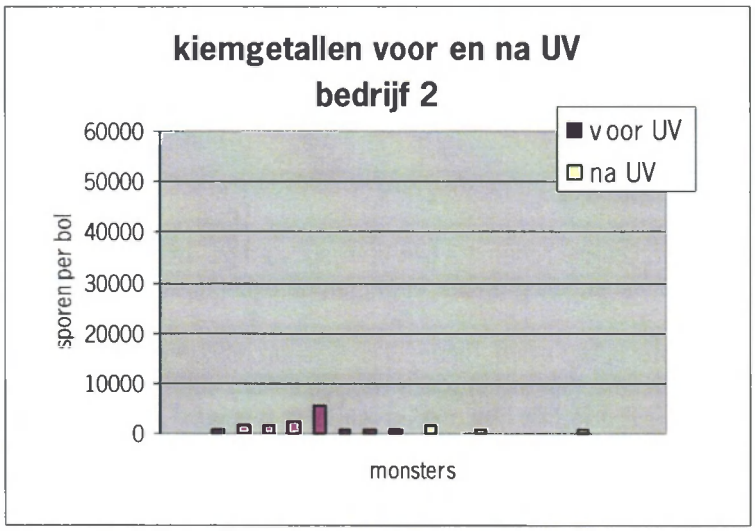
	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 3*
voor UV	10.480	1.440	6.080	6.080
na UV	3.680	320	16.400	4.240
F-pr	0,018	0,066 (tendens)	0,152	0,416
l.s.d.	5.336	(1.212)	n.s.	n.s.

* De uitslagen voor bedrijf 3 met weglating van drie sterk afwijkende waarnemingen.
Tabel 1. Gemiddeld aantal sporen per behandeling en per bedrijf.

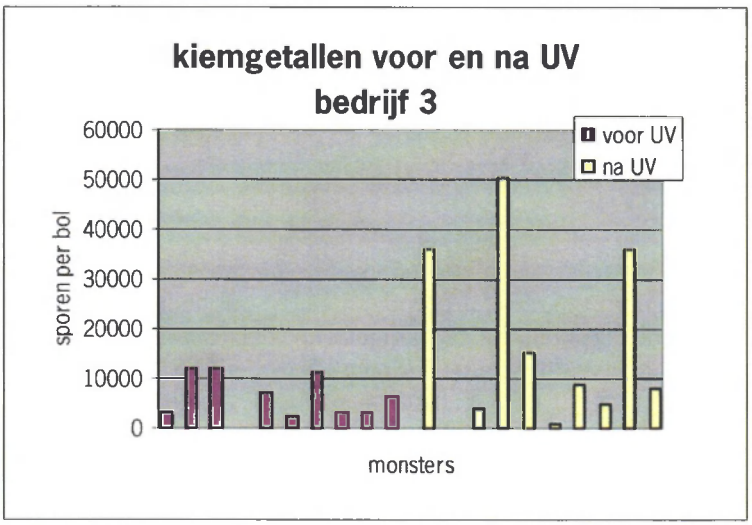
Bij de beoordeling van dit soort uitslagen is het nuttig niet alleen te kijken naar de gemiddelden, maar ook te kijken naar het totaalbeeld van de uitslagen per groep van monsters (voor en na UV, per bedrijf). In de figuren 2, 3 en 4 staat een grafische weergave van de uitslagen van de kiemgetallen voor *Fusarium* per bedrijf. De afname van het kiemgetal was het duidelijkst zichtbaar bij bedrijf 1 (figuur 2). Bij bedrijf 2 (figuur 3) viel vooral het lage aantal sporen op ten opzichte van bedrijf 1 en 3. In figuur 4, bedrijf 3, zijn de drie uitbijters naar boven het meest opvallend. Van de resterende waarden aan de rechterzijde (gele staven/ na UV) lijkt het beeld op de staven van vóór UV. Wanneer de drie uitbijters naar boven buiten beschouwing worden gelaten is er dus geen duidelijk toe- of afname bij bedrijf 3.



Figuur 2. Kiemgetallen per monster voor en na UV van bedrijf 1. Alle monsters zijn onafhankelijk van elkaar.



Figuur 3. Grafische Kiemgetallen per monster voor en na UV van bedrijf 2. Alle monsters zijn onafhankelijk van elkaar.



Figuur 4. Kiemgetallen per monster voor en na UV van bedrijf 3. Alle monsters zijn onafhankelijk van elkaar.

3.2 Zuur in de bewaring

3.2.1 Zuur na droge bewaring

In tabel 2 staat het percentage zure bollen per kist, voor en na UV, per bedrijf weergegeven. Het percentage zuur verschilt van bedrijf tot bedrijf. Per bedrijf is er geen verschil in het percentage zure bollen voor en na UV.

Tabel 2. Percentage zure bollen (gemiddeld van 3 gaasbakken) per bedrijf voor en na UV, nadat de bollen tot eind september droog waren bewaard.

Bedrijf	*voor UV*	*na UV*
bedrijf 1	14%	15%
bedrijf 2	8%	8%
bedrijf 3	5%	4%

Opmerkingen over de percentages per bedrijf:

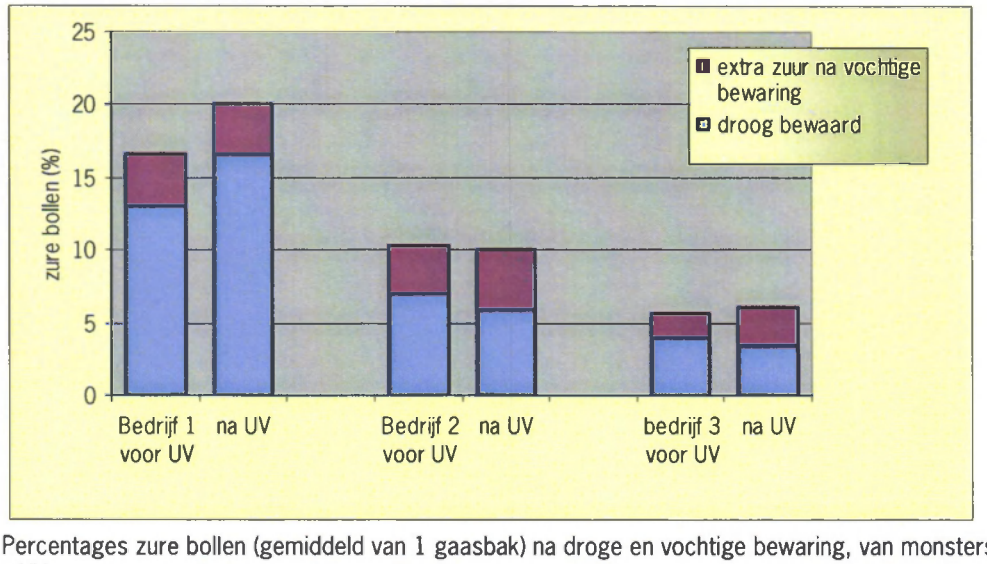
Bedrijf 1: Het zuurpercentage was hoger dan wat de teler zelf waarnam, maar past bij de mate van gevoeligheid van de cultivar Casablanca.

Bedrijf 2: Het percentage zuur was hoger dan de teler zelf opgaf. Ook is het percentage hoog in vergelijking met de voor deze cultivar (Abba) opgegeven gevoeligheid.

Bedrijf 3: De partij bevat meer zuur dan op het bedrijf zelf werd waargenomen. In verhouding tot de gevoeligheid van Sevilla was het gevonden percentage zuur gunstig laag.

3.2.2 Zuur na vochtige bewaring

Eén gaasbak per monster van 3 gaasbakken werd 5 dagen vochtig bewaard. Vooraf en 10 dagen na afloop daarvan werd het percentage zuur vastgesteld. De resultaten staan in onderstaande grafiek. (figuur 5) Net als in de vorige paragraaf verschillen de percentages per bedrijf. Door de vochtige bewaring neemt het percentage overal toe, gemiddeld gaat het om een stijging met 3,1%. Er lijkt een lichte toename van voor naar na UV, bij bedrijf 1 te zijn. Bij de andere twee bedrijven is er geen verschil. Het gemiddelde percentage zuur voor UV van de drie bedrijven samen is nagenoeg gelijk aan het gemiddelde percentage zuur na UV. Er lijkt dus geen effect te zijn van de UV-behandeling op het percentage zuur dat tot uiting komt na een vochtige bewaring, waaronder het latente zuur, in de bewaarperiode volgend op de behandeling.



Figuur 5. Percentages zure bollen (gemiddeld van 1 gaasbak) na droge en vochtige bewaring, van monsters genomen voor en na UV.

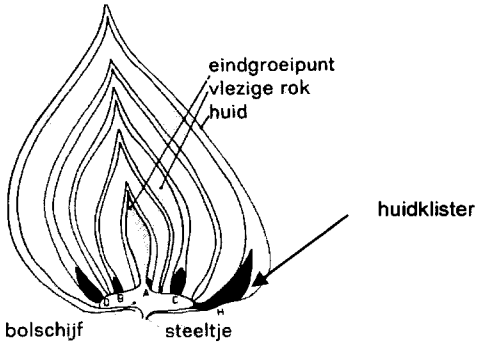
4 Conclusie en discussie

UV-belichting kan het aantal Fusariumsporen op tulpenbollen verminderen.

Per saldo lijkt er sprake van een afname van het aantal sporen. In de voorafgaande verkenning, waarbij onder laboratorium- en semi-praktijkomstandigheden de sporendoding op bollen werd onderzocht, was het percentage sporendoding hoger. Op basis van de testresultaten van Nedap met het prototype gaan we er van uit dat de bollen allemaal voldoende met UV belicht werden en dus uitwendig goed werden ontsmet. Mogelijke verklaringen voor het lagere percentage sporendoding kunnen zijn dat een groot aantal sporen onder de huid zat en/of dat er herbesmetting is opgetreden.
Sporen onder de huid zijn niet met UV te doden, alleen een natte ontsmetting kan daar iets aan doen. Herbesmetting treedt op door zwaar geïnfecteerde, zure, bollen in de partij of door besmette materialen of stof waarmee de bollen in aanraking komen.
Bij gebruik van de UV-ontsmetter in de praktijk is dan ook aan te bevelen de partij bollen zo veel mogelijk vrij te maken van zure bollen. Vanwege de kans op herbesmetting is het ook raadzaam dat ontsmetting zo veel mogelijk in de laatste fase van de verwerking plaatsvindt. Dit is in de proef ook gedaan.
Na de UV-ontsmetter bestaat er weer kans op herbesmetting via besmette oppervlaktes van bandjes en valbrekers waarmee de bollen in aanraking komen. Deze oppervlaktes kunnen van tevoren al besmet zijn, maar kunnen ook vanuit zieke bollen steeds weer opnieuw besmet raken. Reiniging van die oppervlaktes om zodoende de oppervlaktes steriel te houden lijkt daarom in de praktijk niet haalbaar.

Zoals de UV-ontsmetter in praktijksituaties werd getest blijkt er geen effect te zijn op het percentage zuur van de tulpen na droge bewaring aansluitend op de behandeling. Ook treedt er verbetering noch verslechtering op in het zuurpercentage uit latent zuur, na vochtige bewaring.

In de proef is ervoor gekozen om enerzijds naar de doding door UV van sporen op de bol te kijken en anderzijds de ontwikkeling van zuurpercentages te vergelijken tussen bollen die wel en niet met UV behandeld zijn. Op twee van de drie bedrijven nam de uitwendige besmetting van de bollen met sporen af door toepassing van UV. Vervolgens is geen effect op het zuurpercentage gevonden. De meest waarschijnlijke verklaring voor deze schijnbare tegenstelling is de volgende:
Aangenomen wordt dat de sporen op de buitenkant van de bollen werden gedood door de blootstelling aan UV-licht (de Werd et al., 2006). De infecties die daarna optraden werden veroorzaakt door sporen die niet werden gedood omdat ze verborgen zaten onder bolhuiden of tussen bol en huidklister (zie ook figuur 6). UV heeft geen invloed op deze verborgen sporen of op latente infecties. Als verhoudingsgewijs het aantal sporen buiten op de bol klein is ten opzichte van de niet gedode verborgen sporen en latente infecties samen, is ook het effect van UV-belichting op het uiteindelijke percentage zuur klein.



Figuur 6. Doorsnede van een tulpenbol. De huidklister is een jonge bol die ontstaat tussen de buitenste witte rok en de bruine huid.

De percentages zuur die zijn waargenomen, werden dus veroorzaakt door infecties die al tijdens de teelt,

het rooien of een andere verwerkingsstap vóór de UV-behandeling zijn ontstaan. Dit houdt in dat in de praktijk de UV-behandeling aan het eind van de verwerkingslijn misschien niet het optimale moment is. De UV-behandeling of een andere vorm van ontsmetting zal dan tevens ook eerder in de verwerking moeten worden toegepast op een moment voordat sporen zich kunnen verspreiden en onder de bolhuid kunnen geraken.

Naar verwachting leidt UV-ontsmetting in volgende teeltjaren tot lagere zuurpercentages.

Als er Fusariumsporen achterblijven op plaatsen waar ze gemakkelijk de bol kunnen infecteren zijn er weinig sporen nodig om een tulpenbol ziek te maken. Toch blijft te allen tijde gelden dat naarmate er minder sporen op een bol, in een partij, aanwezig zijn er minder kans is op zuur. In onderzoek met een partij bollen met nauwelijks sporen (PPO rapport 32 360294 00) bleken bollen na bevochtiging èn 24 uur wachten met drogen en 5 dagen vochtig bewaren geen symptomen van zuur te ontwikkelen.
UV-ontsmetting zal daarom op langere termijn kunnen leiden tot lagere zuurpercentages. Als de ontsmetting wordt toegepast op plantgoed, dan gaan deze bollen met minder besmetting de grond in. Dit heeft tot gevolg dat er in de partij in het volgende seizoen minder zuur ontstaat. Ook dit is in eerder onderzoek naar het effect van de mate van plantgoedbesmetting op zuur door PPO aangetoond. (PPO rapport 320943)

5 Aanbevelingen

Plaats van de ontsmetter in de verwerkingslijn.
UV-ontsmetting in de verwerkingslijn blijkt in de praktijk moeilijker dan op laboratoriumschaal. Op bedrijven zijn veel onvermijdelijke kansen voor herbesmetting van de ontsmette bollen. Dit zou er voor pleiten de ontsmetting voor de verwerking te doen in combinatie met het verwijderen van door *Fusarium* aangetaste bollen. Nadeel hiervan is, dat vóór de verwerking er veel oude bolhuiden en vuil aanwezig zijn die de werking van de UV-ontsmetter bemoeilijken.
Een andere logisch moment om de bollen te ontsmetten is vlak voordat de bollen in de kist vallen en naar de bewaring gaan. Op dit moment kunnen veel sporen echter al op plaatsen zijn gekomen waar met UV niet kan worden ontsmet. Theoretisch lijkt de ideale combinatie: natte ontsmetting (met een sporendoder) vóór het pellen, uitzoeken van zure bollen aan het begin van de verwerkingslijn en (droge) UV-ontsmetting aan het eind van de verwerking.

Lange termijn effecten
Door combinaties van methoden van sporendoding en het verwijderen van zieke bollen toe te passen, kan een beter effect worden bereikt dan met UV alleen. Als de combinatie een partij zonder sporen oplevert, zal dit zeker sterk bijdragen aan het terugdringen van zuur in de tulpenteelt.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Literatuur:

Bergman, B.H.H., 1975. A device for the incubation of *Fusarium*-inoculated tulip bulbs in a constant air stream. Netherlands journal of plant pathology 81: 154-156.

Bergman, B.H.H. and Marianne A.M. Bakker-van der Voort, 1978. Latent infection in tulips by *Fusarium* oxysporum. Netherlands journal of plant pathology 85: 187-195.

Dam, M.F.N. van, e.a. 2006. Epidemiologie en beheersing van *Fusarium* in tulp. Onderzoeksverslag. Rapport 320943. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector bloembollen, Lisse.

Dam, M.F.N. van, Gude, H., Werd, H.A. E. de en Koster, A, 2007. De rol van huidmondjes op de bol in het ontstaan van zuur bij tulpen. Onderzoeksverslag. Rapport 32 360294 00. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector bloembollen, Lisse.

Keulen , Ir. H. van & Aartrijk, Dr. J. van, 1993. Ziektegevoeligheid van bloembolgewassen. Laboratorium voor Bloembollenonderzoek Lisse, een uitgave van Milieuplatform Bloembollensector Hillegom.

Lans, A. van der, Koster, A, Vlaming, E.A.W, 2006. Perspectief van reinigingsmiddelen bij de warmwaterbehandeling en de bolontsmetting. Onderzoeksrapport (32 320027 00) Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector bloembollen, Lisse.

Schenk, P.K., en Bergman, B.H.H., 1969. Uncommon disease symptoms caused by *Fusarium oxysporum* in tulips in the glasshouse after pre-cooling at 5°C. Netherlands journal of plant pathology 75: 100-104.

Werd, H.A. E. de, Breeuwsma, S.J, Musters, C.J, Houwen, F.P, Telgenhof Oude Koehorst, T, & Wolberink, P. 2006. Haalbaarheidsstudie voor een UV-afdodingssysteem voor latent zuur in tulp. Onderzoeksverslag in opdracht van Relitech B.V. en Nedap B.V. Intern rapport 32 340098 00. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector bloembollen, Lisse.

Bijlage 1. Protocol monstername op de bedrijven.

Protocol:

- Op elk bedrijf wordt de UV-unit in de verwerkingslijn opgesteld na de na-pelband en voor de sorteermachine. Werkzaamheden door Wijnker i.s.m. het bedrijf
  Het is aan te bevelen dit de middag tevoren te doen zodat een en ander goed kan worden ingesteld voor de volgende dag.
- De volgende dag wordt een partij bollen over de pellijn incl. UV-unit geleid waarbij uit een bepaalde partij monsters worden getrokken voor en na de UV-unit.
  Per monsterplaats ca 3 gaasbakken bollen genomen gedurende ca 1 uur bij normaal draaiende verwerkingssnelheid.
  De partij waarvan monsters worden genomen moet een partij zijn waarin vorig jaar of dit jaar duidelijk zuur aanwezig was.
- Na afloop van het monsters nemen worden de bollen meegenomen naar PPO in Lisse en daar bewaard onder licht vochtige omstandigheden gedurende de eerste 24 tot 36 uur daarna bij standaard bewaaromstandigheden voor tulpen.
- Direct na aankomst in Lisse worden uit de 3 gaasbakken (voor en na UV) 10 keer 5 bollen genomen voor het bepalen van het aantal sporen. Dit mogen geen zichtbaar zure bollen zijn. Het restant van de bollen werd droog bewaard in gaasbakken.
- Na ca 5 weken bewaring wordt het zuurpercentage vastgesteld van de droog bewaarde bollen. (zure bollen tellen en verwijderen uit de kisten.)
- Na het vaststellen van het "droge" zuurpercentage wordt 1 gaasbak bollen per monster 2 à 3 dagen in een klimaatkast bewaard bij 25°C en 100% RV. Hierbij breekt latent zuur door binnen een tot enkele dagen na aanvang. Op dit punt is afgeweken, de bollen werden 5 dagen vochtig bewaard. (zie ook de opmerking op blz. 11 bij "BEPALING LATENT ZUUR NA VOCHTIGE BEWARING")
- Na de natte bewaring wordt het zuurpercentage weer vastgesteld na 10 dagen.
  Ook weer tellen en zure bollen verwijderen.
  De nu gevonden zure bollen zijn een maat voor het percentage latent zuur dat ontstaan is direct na het verwerken over de pellijn. (minder sporen door UV geven in theorie minder zuur en latent zuur.