

17 410

A40



**ato-dlo**

Voortgangsverslag 1992  
ATO-DLO Bloembollenprogramma

Wageningen, januari 1993  
Andries Hoogerwerf, programmaleider

Voortgangsrapportage  
ATO-Bloembollenprogramma  
1992

Wageningen, januari 1993.  
Andries Hoogerwerf, programmaleider



## Ten geleide

Hierbij treft u het voortgangsverslag aan van het ATO-Bloembollenprogramma over het jaar 1992, met nadruk op de tweede helft. Voor uitvoeriger informatie over het eerste halfjaar van 1992, zie de betreffende voortgangsrapportage. Zoals ook in het onderzoekprogramma is gebeurd, zijn de projecten ondergebracht in 4 clusters van samenhangende onderzoeksonderwerpen.

De voortgang van het onderzoek is over de gehele linie zeer bevredigend. Per cluster van projecten kan het volgende worden opgemerkt:

### *1. De invloed van temperatuur op de ontwikkeling van bolgewassen*

In het onderzoek is aangetoond dat er duidelijke verschillen bestaan in de differentiatie tussen wel- en niet temperatuurbehandelde bollen. Om de verdeling van de symplastdomeinen beter in beeld te krijgen is begonnen met het injecteren van kleurstof onder de confocale lasermicroscop. In het moleculair-biologisch deel van het onderzoek zijn grote hoeveelheden experimenten uitgevoerd. De resultaten hiervan moeten nog verwerkt en geanalyseerd worden.

### *2. Bestrijding van bewaarpathogenen*

De geteste micro-organismen uit teeltgrond bieden goede perspectieven, wijzen de experimenten uit. Naast een remmende dan wel vernietigende werking op pathogene organismen lijkt een negatieve invloed op de bloeikwaliteit afwezig. In de begeleidingscommissie zal uitvoerig op de resultaten worden ingegaan en een discussie gestart worden over een mogelijke versterking van dit programma-onderdeel. Gezien de huidige milieudiskussie in de sector kunnen de bevindingen in dit project van groot belang zijn.

### *3. Logistieke besturing tijdens de distributie van bloembollen*

In het Computer Beeld Analyse-onderzoek is aangetoond dat met Röntgen-apparatuur de inwendige spruitlengte zichtbaar gemaakt kan worden. In onderzoek naar de detectie van uitwendige beschadigingen bleek dat met CBA nu reeds afwijkingen zichtbaar gemaakt kunnen worden: de overeenstemming van CBA-data met de sensorische beoordeling bedroeg 85%.

Het onderzoek naar kwaliteitsverloopmodellering heeft zich gericht op de ontwikkeling van enquêtes voor alle schakels in de afzetketen. Na overleg met de praktijk is besloten de enquêtes pas na de topdrukke te verzenden (najaar 1992). De respons is over de gehele linie bevredigend: ongeveer 25%. Voorts is een begin gemaakt met het testen van technieken voor het modelleren van het kwaliteitsverloop. O.a. Fuzzy wiskunde lijkt goede mogelijkheden te bieden.

Het onderzoek naar de "intelligente bloembollencontainer" is momenteel gericht op het testen van het ontwikkelde intelligente meet- en regelsysteem (IMR). Hiertoe is het verbonden aan een klimaatcel. Met name de

luchtvochtigheid krijgt hierbij aandacht. Momenteel is de aandacht gericht op het implementeren van buitenluchtsimulatie. Hiermee kan dan het effect van transport van een container door verschillende klimaatzones worden nagebootst.

Het logistieke onderzoek is gericht op de bewaarplanning. Dat is half 1992 door de begeleidingscommissie besloten. Een eerste prototype van een planningssysteem is gereed. In de eerste helft van 1993 wordt dit prototype aan enkele bedrijven in de sector gedemonstreerd. Op basis van de bevindingen vindt een verdere ontwikkeling plaats. Op basis van de eerste contacten met enkele bedrijven in de sector lijkt het ontwikkelde prototype aan te sluiten bij de bestaande behoefte aan een planningsinstrument.

#### *4. Verpakken van bloembollen*

Binnen dit onderzoek zijn gedurende de verslagperiode uitgebreide proeven gedaan met verschillend behandelde/verpakte bollen. De waarnemingen zijn verwerkt. De bollen zijn na de experimenten opgeplant, en de resultaten van de verpakkingscondities op de kwaliteit kunnen hierdoor worden vastgesteld. Deze resultaten worden echter pas in het voorjaar van 1993 bekend. Naar het zich laat aanzien zijn er duidelijke verschillen tussen verschillende verpakkingsconcepten ten aanzien van de waarneembare kwaliteit na bewaring. Of dit zich vertaalt in een betere kwaliteit van de bloeiende bol zullen de uitbloeioproeven moeten uitwijzen.

## Inhoud

1. De invloed van temperatuur op de ontwikkeling van bolgewassen	7
2. Bestrijding van bewaarpathogenen bij bloembollen	11
3. Logistieke besturing tijdens de distributie van bloembollen	19
4. Verpakken en coaten van bloembollen	29



## 1. De invloed van temperatuur op de ontwikkeling van bolgewassen

Douwe de Boer, Annet Bergmans en Peter Balk

### A. Verslag over 1992

#### **1. Inductie en ontwikkeling van de bloemknop**

Het onderzoek is verder voortgezet met irisbollen in verband met de betere mogelijkheden voor bewaring en bloeminductie in vergelijking met tulpebollen (zie vorig voortgangsrapport). Deze nieuwe proefopzet blijkt goed te werken: de bloemvorming is op elk gewenst moment te induceren en de bollen zijn zonder problemen houdbaar.

Zoals het werkplan vermeldde is een aanvang gemaakt met het injecteren van twee verschillende fluorescente kleurstoffen in de apex. Naast Lucifer Yellow (LYCH) wordt nu ook gebruik gemaakt van Cascade Blue (CB). De fluorescente kleurstoffen, die elk in een cel geïnjecteerd worden, verspreiden zich via de plasmodesmata over de aangrenzende cellen. Bij de injectie met LYCH in jonge apices is gebleken dat de kleurstof zich egaal over de hele apex verdeelt. Alle cellen staan hier dus met elkaar in contact. In iets oudere apices, waar overigens op lichtmicroscopisch niveau nog geen differentiatie zichtbaar was, werd naast LYCH ook CB geïnjecteerd. Bij apices die een temperatuurbehandeling van ongeveer 20 dagen bij 9°C hebben ondergaan, bleek een bilaterale verdeling in symplast domeinen te bestaan. Zowel LYCH als CB verspreidt zich over de helft van de apex. Deze indeling in twee symplastdomeinen zou een van de eerste gebeurtenissen kunnen zijn in de ontwikkeling van de bloem.

Om van deze verdeling in symplastdomeinen een beter (drie-dimensionaal) beeld te verkrijgen is een begin gemaakt met het injecteren van kleurstoffen onder de confocale laser scanning microscoop (CLSM). Met behulp van de CLSM is de verspreiding van de kleurstof ook in de diepere lagen van de apex waar te nemen.

Tevens is het moleculair-biologische werk gestart. Verschillende cDNA's die coderen voor genen die betrokken zijn bij de bloemontwikkeling worden momenteel opgewerkt. Met deze cDNA's zullen in situ hybridisaties uitgevoerd gaan worden. De in situ hybridisatietechniek is inmiddels al opgezet.

#### **2. Koude afhankelijke stengelstrekking**

Het afgelopen jaar is verder gewerkt aan het kloneren van een aantal genen dat betrokken is bij het suiker metabolisme in de strekkende stengel van de tulp. Het gen voor invertase, een sucrose splitsend eiwit dat sterk wordt geactiveerd tijdens de strekking, werd gekloneerd mbv pcr en vervolgens geïsoleerd uit een cDNA bank. Nadat de DNA sequentie van het gen was bepaald bleek dat een bijna volledig gen was geïsoleerd (het DNA fragment bevat op 5 aminozuren na de code voor het ongeveer 630 aminozuren lange eiwit). Inmiddels zijn uit de cDNA bank nog 30 onafhankelijke invertase cDNA's opgepikt, waarvan enkele naar verwachting het hele gen bevatten. Het gen voor sucrose synthase, een ander sucrose splitsend eiwit dat in het begin van de strekking actief is, is ook via pcr gekloneerd en vervolgens werden diverse cDNA's geïsoleerd. Sequentie



analyse van deze DNA's is nog in volle gang en het is nog niet duidelijk of de gekloneerde fragmenten het hele gen bevatten. Met deze twee gekloneerde genen worden momenteel genexpressie analyses uitgevoerd, om te bepalen wanneer deze genen actief worden tijdens de strekking. De eerste resultaten laten enkele onverwachte patronen zien, maar definitieve conclusies kunnen pas aan het eind van de analyses worden getrokken. Momenteel worden enkele cDNA's geanalyseerd die een deel van het gen voor de hexose carrier bevatten. Het werk hieraan is echter nog in volle gang aangezien het isoleren van deze cDNA's meer moeilijkheden opleverde dan in het geval van invertase en het sucrose synthase.

De cDNA bank is via differentiële screening geanalyseerd op de aanwezigheid van cDNA's, afkomstig van RNA's die tijdens de strekking worden geïnduceerd. Een groot aantal cDNA's van tijdens de strekking geïnduceerde genen, werd op deze manier geïsoleerd. Daarnaast werden cDNA's geïsoleerd van genen die juist worden onderdrukt tijdens de strekkingsfase en enkele die onafhankelijk zijn van het proces. De expressie patronen van deze genen en de identiteiten moeten nog worden vastgesteld. Momenteel zijn dus een groot aantal markers aanwezig waarmee de strekking van de stengel kan worden gevolgd.

Het afgelopen jaar is ook een begin gemaakt met weefselweek experimenten om zodoende de invloed van hormonen op de expressie van de verschillende genen vast te kunnen stellen. De eerste resultaten van dit onderzoek wijzen op een sterke interactie tussen de hormonen auxine en gibberelline voor de strekking van het onderste internodium van de stengel. Deze interactie is waarschijnlijk van groot belang voor de regulatie van de temperatuursafhankelijke strekking.

#### B. Publikaties

geen

#### C. Werkplan 1993

1. Er zal voortgegaan worden met de injecties onder de CLSM. Behalve intacte apices zullen ook coupes van apices onder de fluorescentie-microscoop geïnjecteerd worden. De verdeling in symplast domeinen in latere stadia van de ontwikkeling kan hiermee verder onderzocht worden.

Tevens zal het moleculair-biologische werk en met name de in situ hybridisatie met specifieke cDNA-probes voortgezet worden. Deze techniek in combinatie met de injectie van fluorochromen zal meer duidelijk kunnen maken over de processen die zich afspelen tijdens de bloemontwikkeling, en met name over de relatie tussen domeinvorming en genexpressie.

2. Er zal verder worden gewerkt met de drie gekloneerde genen die betrokken zijn bij het suiker transport. De volledige DNA sequentie van de genen zal worden bepaald. De expressie analyse zal worden verfijnd, om zodoende te bepalen wat het belang is van deze genen voor de strekking, en om te bepalen of deze genen kunnen dienen als marker voor de fysiologische toestand van de bol. Daarnaast zal met in de situ hybridisatie techniek worden bepaald waar de verschillende genen in de stengel tot expressie komen. Voor de genen die mbv de differentiële screening zijn opgepikt zal met een vergelijkbare analyse worden gestart. De weefsel-

kweek experimenten zullen er op gericht zijn om het belang van de interactie van auxine en gibberelline beter te karakteriseren. Tevens zal een begin worden gemaakt met de analyses die moeten vaststellen hoe de expressie van de verschillende genen afhangt van de twee hormonen.



## 2. Bestrijding van bewaarpathogenen bij bloembollen

Eddy Smid, Yke de Witte, Jan van Beek en Leon Gorris.

### A. Algemene inleiding.

Er wordt in dit project vanuit twee verschillende strategieën gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe mens- en milieuvriendelijke methoden om bewaarziekten en met name bewaarrot (veroorzaakt door *Penicillium hirsutum*) te bestrijden. Het eerste uitgangspunt is om gebruik te maken van het natuurlijke afweervermogen van planten teneinde een effectief schimmel-onderdrukkende stof te vinden. Hiermee wordt niet resistentieveredeling van bolgewassen bedoeld maar het inzetten van plantaardige secundaire metabolieten die een rol spelen bij de afweer van planten tegen fytopathogene schimmels en bacteriën. Een voorbeeld zijn etherische oliën die door bepaalde planten in grote hoeveelheden geproduceerd worden en waarvan in een aantal gevallen bekend is dat ze de groei van schimmels en bacteriën onderdrukken. In dit project worden een groot aantal etherische oliën, afkomstig van verschillende bron, getest op het vermogen de groei van *P. hirsutum* te onderdrukken. Naast genoemde strategie wordt er gewerkt aan het inzetten van antagonistische microorganismen voor het onderdrukken van bewaarrot. Hierbij wordt zowel de mogelijkheid van toepassing van het intacte microorganismen ("biological control") als ook het gebruik van geïsoleerde actieve microbiële componenten ("biorational control") onderzocht.

### A. Verslag over de tweede helft van 1992.

In deze verslagperiode is het effect van de *in vitro* geselecteerde etherische oliën op de groei van natuurlijk aanwezige *Penicillium* op tulpebollen onderzocht. Verder zijn de uit teelaarde geselecteerde antagonistische bacteriën geïdentificeerd en is onderzoek verricht naar het mechanisme van remming van *Penicillium hirsutum* door de geïsoleerde bacteriën. Er zijn nog geen testen verricht met thionines. Het produceren van voldoende hoeveelheden van dit eiwit vergt een vrij grote personele inzet. Gezien de goede resultaten die momenteel met etherische oliën en antagonistische microorganismen worden bereikt heeft dit thema een zeer lage prioriteit gekregen.

**1. Biochemische bestrijding *Penicillium hirsutum*.** De *in vitro* toets van effecten van 15 verschillende componenten uit etherische oliën op groei van *P. hirsutum* (zie voortgangsverslag eerste helft 1992), heeft geleid tot de selectie van een 6-tal stoffen met een goede fungicide of fungistatische werking (salicylaldehyde, cuminaldehyde, benzaldehyde, cinnamaldehyde, perillaldehyde en carvon). In deze verslagperiode is de invloed van deze stoffen (met uitzondering van benzaldehyde) op de groei en ontwikkeling van natuurlijk besmette tulpebollen (c.v. Apeldoorn) onderzocht. De bollen zijn in gesloten 20-L containers geplaatst waarin zich op de bodem een open petrischaal bevindt met daarin 200 µl van de te testen stof of water. De containers zijn vervolgens 1 tot 3 weken bij 17°C geplaatst. In deze proefopzet (hoge relatieve luchtvochtigheid) wordt de ontwikkeling van

natuurlijk aanwezige *Penicillium*-sporen sterk gestimuleerd.

Na één week incubatie in de containers zonder toevoeging van etherische oliën bleek reeds 68 % van de bollen zichtbaar door schimmels aangetast (figuur 1a). In aanwezigheid van cinnamaldehyde werd een minimale reductie van de aantasting waargenomen (42 % van de bollen aangetast). In aanwezigheid van cuminaldehyde vond bij slechts 3 % van de bollen aantasting plaats terwijl bij carvon, perillaldehyde en salicylaldehyde volledige onderdrukking van aantasting werd waargenomen (figuur 1a). Na een verblijf van drie weken in de containers bleek 83,3 % van de bollen matig en 6,7 % zwaar aangetast door schimmels. Met andere woorden, slechts 10 % van de bollen was vrij van aantasting (figuur 1b). De resultaten bij bewaring in aanwezigheid van cinnamaldehyde geven een vergelijkbaar beeld. Bewaring in aanwezigheid van cuminaldehyde, carvon, perillaldehyde en salicylaldehyde geeft een percentage niet-aangetaste bollen van respectievelijk, 53 %, 55 %, 33 % en 33%. Cuminaldehyde en carvon lijken dus, zelfs onder deze voor schimmelgroei bijzonder gunstige omstandigheden, een sterke reductie van aantasting te geven. De toetsen dienen herhaald te worden onder omstandigheden van luchtvochtigheid die meer vergelijkbaar zijn met de praktijk om een goede vergelijking te kunnen trekken. De verwachting is dat de etherische oliën dan een nog betere bescherming zullen bieden.

Teneinde de bloei te induceren, zijn de bollen na blootstelling aan genoemde etherische oliën, in bewaring gegaan bij een temperatuur van 5°C. Om de fytotoxiciteit van de etherische oliën vast te stellen zal na de koude periode de invloed van de gegeven behandelingen op de bloeibaarheid van de bollen worden bepaald. De resultaten van dit experiment zullen in het voorjaar van 1993 beschikbaar zijn.

## 2. Biologische bestrijding van *Penicillium hirsutum*.

De 9 geselecteerde bacteriën (zie voortgangsrapport eerste helft 1992) met antagonistische werking ten opzichte van *P. hirsutum* zijn taxonomisch gekarakteriseerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van het "BIOLOG-identification system". In dit systeem wordt het vermogen van een gegeven bacteriesuspensie getest om een panel, bestaande uit 95 verschillende koolstofbronnen, te oxyderen. Een positieve reactie op een bepaald substraat wordt zichtbaar gemaakt door de reductie van tetrazolium violet in een paars gekleurd formazan. Indien genoemde test wordt uitgevoerd in "microtiter" platen, ontstaat een soort-specifiek patroon van positieve en negatieve reacties. Dit patroon wordt vervolgens met gegevens uit een computer data-base vergeleken en zodoende wordt identificatie bewerkstelligd van de onbekende bacterie-stam.

Op basis van de BIOLOG-analyse uitgevoerd op de negen antagonistische grond bacteriën zijn drie stammen geclassificeerd als *Pseudomonas fluorescens* A. Van de overige isolaten zijn vier geïdentificeerd als *Bacillus polymyxa*. De laatste twee isolaten zijn eveneens in het geslacht *Bacillus* geplaatst maar konden op basis van de BIOLOG-gegevens niet tot op soort-niveau geïdentificeerd worden.

*Bacillus*-soorten zijn sporevormende bacteriën. Deze sporen zijn zeer stabiel onder de meest uiteenlopende omstandigheden en kunnen gedurende lange tijd bewaard worden zonder verlies van vitaliteit. Dit is een belangrijk voordeel voor een antagonistisch micro-organisme dat gebruikt

zal worden als een biologisch bestrijdingsmiddel. Daarom is er voor gekozen om het onderzoek met de antagonistische *B. polymyxa* en *Bacillus* sp. stammen voort te zetten.

Er is nagegaan of de antagonistische werking van de *Bacillus*-stammen berust op uitscheiding van antimicrobiële metabolieten (antibiosis). Alle stammen zijn gekweekt op een chemisch gedefinieerd minimaal medium, waarna cellen en medium van elkaar zijn gescheiden door centrifugatie. Na filtersterilisatie is het supernatant verdund en toegevoegd aan agar-medium waarop de groei van *P. hirsutum* werd gemeten. In aanwezigheid van 7-keer verdund kweeksupernatant van de geteste *Bacillus*-soorten bleek de groei van *P. hirsutum* sterk geremd (figuur 2). Groei van *P. hirsutum* werd niet onderdrukt als het agar-medium werd gesupplementeerd met supernatant van een niet-antagonistische groundbacterie. Uit deze experimenten kan geconcludeerd worden dat de geïsoleerde antagonistische *B. polymyxa* en *Bacillus* sp. schimmelgroei-remmende stoffen produceren en uitscheiden in het medium.

Om de thermostabiliteit van de geproduceerde stoffen te onderzoeken zijn de supernatants van *B. polymyxa* N1C, *B. polymyxa* T129 (figuur 3), *Bacillus* sp. G22 en *Bacillus* sp. T229 gedurende 10 tot 60 minuten verhit tot 50°C, 75°C en 100°C. Geen enkele behandeling leidde tot een reductie van de biologische activiteit van het supernatant. Dit resultaat geeft aan dat de geïsoleerde antagonistische bacilli thermostabiele antibiotica produceren.

Gezien de beoogde toepassing van deze schimmelgroei-remmende stoffen ter onderdrukking van *Penicillium*-aantasting van tulpebollen tijdens langdurige bewaring, lijkt de gevonden (thermo)stabiliteit van groot praktisch belang.

## B. Publicaties.

**Smid, E.J. and J.A.M. van Beek.** 1992. Suppression of *Penicillium hirsutum* on stored flowerbulbs by antagonistic soil bacteria. Book of Abstracts. p.74. Scientific Symposium, Bulb Research Centre, October 29-30, Lisse, The Netherlands.

**Smid, E.J., J.A.M. van Beek and L.G.M. Gorris.** 1992. Post-harvest biological control of *Penicillium hirsutum* on flower bulbs by antagonistic soil bacteria. Second IOBC/EFPP Workshop: Biological Control of Foliar and Post-harvest Diseases. November 29 to december 3, 1992. Wageningen, The Netherlands.

**Smid, E.J., J.A.M. van Beek, Y. de Witte and L.G.M. Gorris.** 1992. Control of fungal storage diseases using secondary plant metabolites. ATO-poster.

**Smid, E.J., J.A.M. van Beek and L.G.M. Gorris.** 1993. Onderdrukking van pathogene schimmels met antagonistische bacteriën bij bewaring van bloembollen. *Gewasbescherming* **23** (5/6): 150

**Smid, E.J., J.A.M. van Beek and L.G.M. Gorris.** 1993. Biological control of *Penicillium hirsutum* by antagonistic soil bacteria. IOBC/WPRS Bulletin

"Biological Control of Foliar and Post-harvest diseases" (Eds. N.J. Fokkema, J. Köhl & Y. Elad). In press.

Lezingen.

**Smid, E.J., Y. de Witte en L.G.M. Gorris.** Bestrijding van bewaarziekten met natuurlijke biociden. Voordracht Botrytis werkgroep, 24 april 1992, IPO-DLO, Wageningen.

**Smid, E.J.** 1992. Post-harvest biological control of *Penicillium hirsutum* on flower bulbs by antagonistic soil bacteria. Lecture on the Second IOBC/EF-PP Workshop: Biological Control of Foliar and Post-harvest Diseases. November 29 to december 3, 1992. Wageningen, The Netherlands.

### **C. Werkplan voor de eerste helft van 1993.**

Het onderzoek wordt in grote lijnen conform de oorspronkelijke fasering voortgezet. Experimenten met thionine zullen echter pas worden opgestart indien het onderzoek aan de etherische oliën en de antagonistische bacilli is afgerond. De resultaten van de fytoxiciteit bepaling van een aantal etherische oliën zullen in het eerste deel van 1993 verkregen worden. Verder zal de biologische karakterisering van de door de verschillende bacilli geproduceerde schimmelgroeiremmende stoffen worden uitgebreid. Hierbij wordt met name gekeken naar de activiteit en het werkingsmechanisme van de verschillende antagonistisch werkzame componenten in het supernatant onder uiteenlopende milieuomstandigheden. Momenteel wordt gewerkt aan de zuivering en chemische karakterisering van de actieve componenten. Tenslotte zal een begin gemaakt worden met het onderzoeken van de toepassing van de antagonistische bacteriën en hun actieve componenten op tulpebollen in het gesloten container systeem en onder gesimuleerde praktijkomstandigheden ter onderdrukking van *Penicillium*-rot.

Figure 1. Effect of different monoterpenes on fungal infection of tulip bulbs (c.v Apeldoorn). For each treatment, the 20 bulbs were placed in a sealed container which was stored in the dark at 17°C. The atmosphere of the containers was saturated with the tested compounds. The degree of fungal infection was estimated after 1 week (fig. 1A) and 3 weeks (fig. 1b).

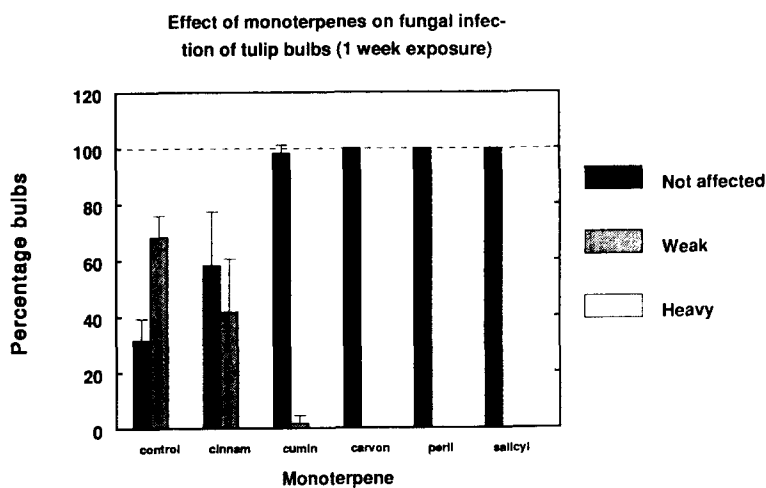
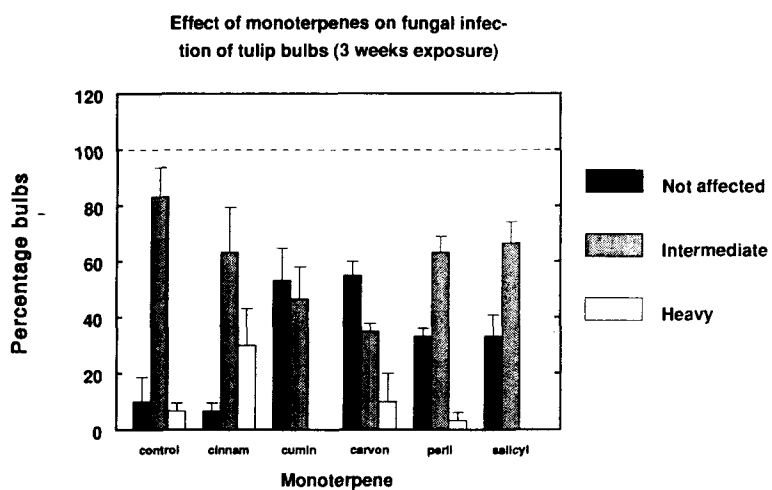




Figure 2. Growth of *P. hirsutum* CBS 734.74 ex Liliium on a chemically defined medium without further additions (●), supplemented with an 8-fold diluted supernatant of a non-antagonistic strain G8 (▲) or supplemented with an 8-fold diluted supernatant of the antagonistic *B. polymyxa* N1C (■).

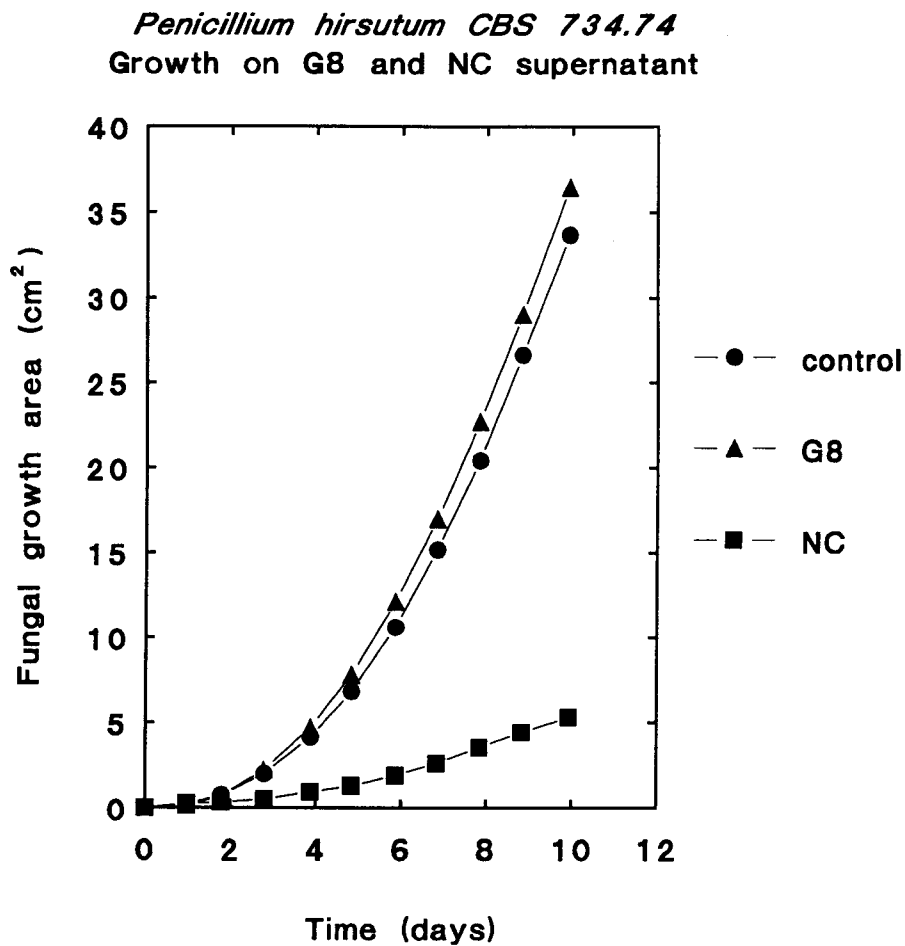
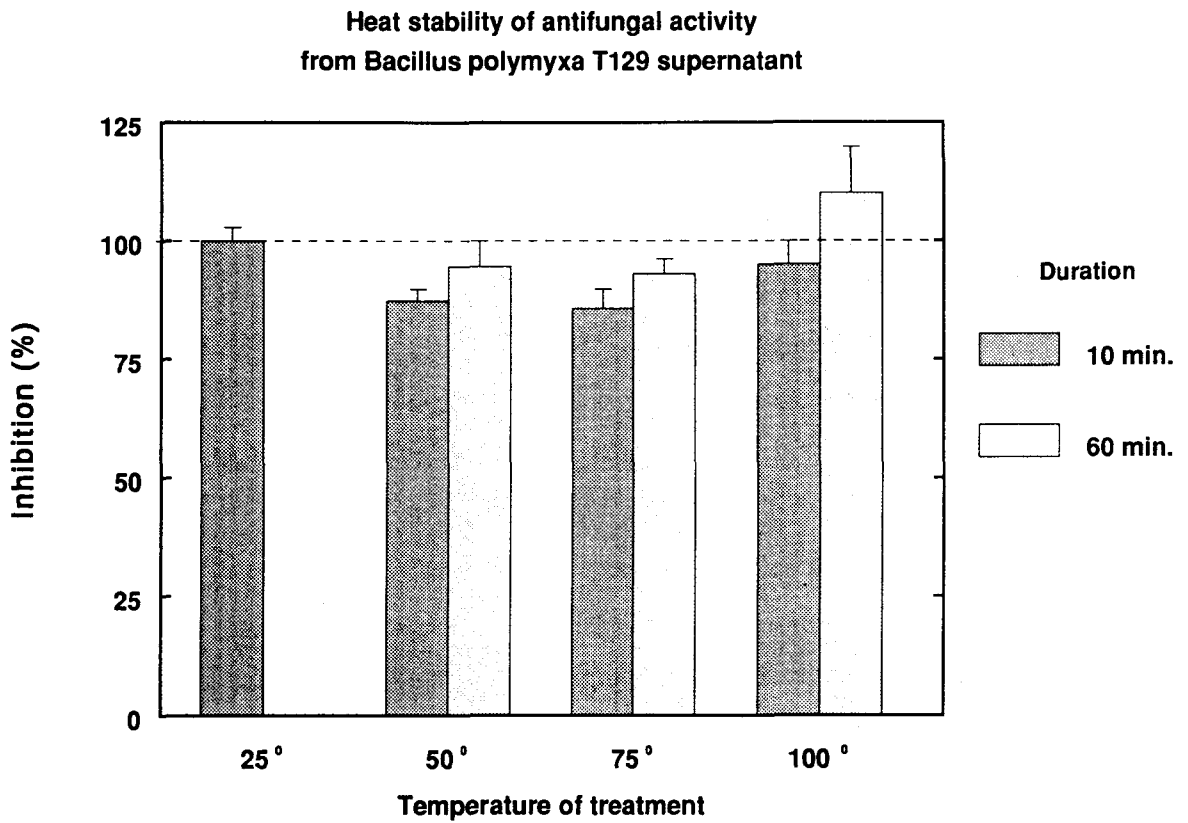


Figure 3. Heat stability of antifungal activity from *Bacillus polymyxa* T129 supernatant. The supernatant was heated for 10 and 60 minutes at different temperatures. The remaining activity was assayed in a plate assay with *Penicillium hirsutum*.





### 3. Logistieke besturing tijdens de distributie van bloembollen

Deze onderzoekscluster bestaat uit 4 projecten:

- 3.1. Bewaarplanning
- 3.2. Computer Beeld Analyse (CBA)
- 3.3 Kwaliteitsverloopmodellering
- 3.4. De Intelligente bloembollencontainer

Hieronder worden deze vier projecten achtereenvolgens behandeld.

#### 3.1. *Bewaarplanning*

A.P.H. Saedt, E. Poot

##### A. Voortgang 1992.

###### Inleiding

Tussen het einde van de bloembollenteelt en het begin van de bolbloementeelt worden bloembollen bewaard. Hiervoor kunnen drie redenen genoemd worden. In de eerste plaats kan door bloembollenbewaring spreiding in de aanvoer van bolbloemen verkregen worden. In de tweede plaats kan door een juiste conditionering tijdens de bewaring een goede kwaliteit van de uiteindelijke bolbloem gerealiseerd worden. In de derde plaats zorgt bewaring voor een buffer in de distributie van bloembollen voor de droogverkoop.

Bloembollen worden in alle schakels van het agribusinesscomplex bewaard: bij bloembollen- en bolbloementelers, bij de handel en bij bedrijven die aan in- en verkoopbureaus (IVB's) verbonden zijn. Vanwege de kwaliteit van de bollen vindt de bewaring meestal in geconditioneerde cellen plaats. In het algemeen kan gesteld worden dat bij een breder assortiment, een diverser aantal bewaarschema's en een groter aantal bewaarcellen de bewaarplanning voor een bedrijf complexer wordt. Dit is de reden dat dit onderzoek voornamelijk zal worden uitgevoerd voor de aan de IVB's verbonden bedrijven en een aantal handelsbedrijven.

###### Probleemstelling

Bij de bewaarplanning wordt bepaald, welke bloembol in welke cel bewaard gaat worden, gedurende welke periode en onder welke condities. Bij het maken van een planning wordt rekening gehouden met de benutting van de bewaarcapaciteit, de inzet van arbeid, de kwaliteit van de producten, klantenservice, de bedrijfsinrichting en -uitrusting en het energieverbruik.

In het kader van het onderzoek zal een Beslissingen Ondersteunend Systeem ontwikkeld worden, dat de planning op bedrijven die bloembollen bewaren, kan ondersteunen.

### Verrichte werkzaamheden

In 1992 zijn achtereenvolgens de volgende activiteiten uitgevoerd. Door het voeren van gesprekken met vewrtegenwoordigers van bloembollenpreparatiebedrijven en door het uitvoeren van literatuurstudie is de celplanning op bloembollenpreparatiebedrijven onderzocht. Op basis hiervan zijn de verschillende aspecten van de celplanning in kaart gebracht. Dit leverde ondermeer een database op, die op een PC is geïnstalleerd. In deze database kan een celplanning worden opgeslagen. Om deze database op een gebruikersvriendelijke manier te kunnen benaderen is een zogenaamd 'electronisch planbord' geprogrammeerd. Dit planbord geeft een overzicht van de bezetting van de cellen in de tijd. Voor elke cel kan een meer gedetailleerd overzicht van bezetting en klimaatinstelling worden opgevraagd. Tevens kan de bezetting van de cel gewijzigd worden door partijen toe te voegen of te verwijderen. Het electronisch planbord controleert of het klimaat en de bewaarcapaciteit dergelijke veranderingen toestaan. Aan het electronisch planbord is een eerste planningsprogramma toegevoegd. Dit programma produceert een planning door partijen 'voor de voet op' in cellen te plaatsen. Op dit programma kunnen weer met de hand wijzigingen worden uitgevoerd.

### B. Publikaties.

Poster:

Wilkinson, E.C., J.J. Polderdijk, E.H. Poot, A.P.H. Saedt, M.F.M. Janssens, M.P. Reinders, A. Hoogerwerf, 1992. Modelling techniques for management support in flower bulb distribution. Scientific symposium. 29-30 Oktober 1992, Lisse.

### C. Planning 1993.

In de eerste maanden van 1993 zal het elektronisch planbord uitgebreid en verbeterd worden. De uitbreidingen bestaan uit twee modules. In de eerste plaats zullen invulformulieren ontworpen worden (januari-maart). Met behulp van deze formulieren kan de gebruiker de voor de planning benodigde gegevens op een gebruikersvriendelijke manier invoeren. In de tweede plaats zal een module gebouwd worden, die de kwaliteit van de plannen berekent en weergeeft (april-juni). Zodra deze modules aan het systeem zijn toegevoegd, kan het systeem in de praktijk gedemonstreerd worden. Deze terugkoppeling zal ongetwijfeld aanleiding geven tot het aanbrengen van verbeteringen aan het systeem. Daarna kan overgegaan worden tot het ontwerpen van een Operations Research model, dat "goede" plaatsingsplannen genereert. Getracht wordt hiermee in de eerste helft van 1993 te beginnen.

### 3.2. Computerbeeldanalyse

R.M.P.J. Willems, A.A. Hulzebosch, A.J.M. Timmermans, J. Weyl, B.H. van Zwol

#### A. Verslag over 1992.

De beoordeling van de kwaliteit van bloembollen is een arbeidsintensieve taak. Omdat dit een herhaalbaar proces betreft, lijkt Computer Beeld Analyse geschikt om ondersteuning van de kwaliteitsbeoordeling te geven. CBA is op diverse manieren inzetbaar bij de kwaliteitsbeoordeling van bloembollen. Ruwweg is een onderverdeling in drie aandachtsgebieden gemaakt: a) Meting van grootte, vorm, en kleur. b) Sortering op uitwendige beschadigingen (mechanisch en microbiëel). c) Inspectie op inwendige kwaliteit. Het doel is een sorteermethode te ontwikkelen die op uitwendige (en op later stadium ook inwendige-) kwaliteit sorteert. In eerste instantie zal het prototype als voorsortering van de uitwendige kwaliteit van tulpebollen ingezet gaan worden.

- ad a) De meting en sortering op grootte en vorm is een relatief eenvoudig probleem. Door de vorm van een bloembol in een aantal modellen te beschrijven is het mogelijk de oriëntatie van de bol t.o.v. de kamera te bepalen. Daardoor kunnen worteluiteinden en spruitsteel herkend worden. Praktisch gevolg is dat de bollen bij sorteren niet meer mechanisch gericht behoeven te worden, omdat de beeldverwerkingsroutines de oriëntatie van de bol "herkennen". Door het gebruik van een kleuren kamera worden kleurmetingen verricht. Door transformatie van het rood, groen en blauw beeld naar een ander assenstelsel, bijvoorbeeld een HSI- transformatie, is het systeem zelf in staat kleuren te onderscheiden. Deze zgn. segmentatie brengt onderscheid aan tussen bol en achtergrond en bijv. tussen schimmel en bol. Door een andere transformatie uit te voeren kunnen schakeringen binnen een kleur objectief bepaald worden. Zo zijn bijv. geel en bruin in het RBG en HSI beeld moeilijk te onderscheiden. Bij een transformatie lukt dit beter.
- ad b) De detectie van uitwendige beschadigingen verloopt via een beeldconvolutie die afwijkingen zichtbaar maakt als helderheidsverschillen in een beeld. In een proef bedroeg de overeenstemming van CBA-data met de sensorische beoordeling van uitwendige schimmelaantasting 85%. Een andere benadering voor de detectie van uitwendige beschadigingen is het gebruik maken van een neurale netwerk. Door het aanbieden van een leerset van een aantal beeldsegmenten en het invoeren van de daarbij horende klasse, kan het netwerk zelf leren te klassificeren. Onderzocht moet nog worden welke opbouw van het netwerk bij de te klassificeren kwaliteitskenmerken de beste resultaten geeft.
- ad c) Het onderzoek naar inwendige controle van bollen heeft aangetoond dat m.b.v. Röntgen apparatuur de inwendige spruitlengte zichtbaar gemaakt kon worden. Door de aanschaf van dit apparaat zal er onderzoek naar bloeibaarheid plaats gaan vinden. De afstand van de apex tot de basale plaat wordt gezien als een belangrijke maat voor de ontwikkeling van de bloembol. Door de aanschaf van het Röntgen apparaat is de oorspronkelijke planning was bijgesteld. Er vindt onderzoek plaats naar bloeibaarheid van tulpebol-

len met CBA als meettechniek. Het uiteindelijke doel is een voorspelling te kunnen doen naar bloeibaarheid van een bol aan de hand van Röntgen-beelden (inwendige kwaliteit) in combinatie met kleuren beelden (uitwendige kwaliteit).

Dit jaar is er een experiment met tulpebollen uitgevoerd. Op het moment dat tulpebollen, die een reeds een warmtebehandeling gekregen hadden, verkrijgbaar werden (augustus) zijn er opnamen gemaakt met Röntgen apparatuur. Het bleek dat de inwendige spruitlengte goed gevisualiseerd kon worden en er veel variatie in de lengte was. Er is programmatuur ontwikkeld die de spruitlengte automatisch detecteert (zie foto).

Er werden twee cultivars in het experiment gebruikt nl. Kees Nelis en Apeldoorn. Nadat de bollen gedurende 8 weken bij 20 °C waren bewaard bleek dat de spruitlengte nagenoeg bij alle bollen evenlang geworden was.

Om na te gaan of de Röntgenstraling effect op de bloeikwaliteit heeft zijn er per cultivar 70 bollen niet bestraald; 70 bollen 2 seconden bij 1 mA en 40 KV bestraald; en 70 bollen 10 seconden bij 1 mA en 40 KV bestraald. Vervolgens kregen ze een 8 weken een koude behandeling van 9 °C. Daarna werden per cultivar nog eens 35 bollen bij 1 mA en 40 KV bestraald. Nadat er opnames gemaakt werden met een kleurencamera werden de bollen in opplantbakken geplant en verder bij 5 °C bewaard. Deze bakken zullen in februari '93 in kassen worden opgeplant, waarna de tulpen beoordeeld zullen worden op bloeikwaliteit. Daarna kan er mogelijk een relatie gelegd worden tussen de inwendige en uitwendige kwaliteitsaspecten van de bloembol en de uiteidelijke bloeikwaliteit van de tulp.

Wat niet in de oorspronkelijke planning stond aangegeven is dat er ook programmatuur ontwikkeld is dat het mogelijk maakt met behulp van CBA de lengte van tulpestelen in weefselweek handmatig te meten. Deze programmatuur is met name door collega onderzoeker D. de Boer gebruikt om de toename van lengte te meten afhankelijk van hormoon concentraties.

#### B. Publikaties.

X-Ray imaging for internal quality assessment of agricultural products, ATO poster, A.A. Hulzebosch, G.H. Vrieze, B.H. van Zwol

#### C. Werkplan 1993.

Door de aanschaf van Röntgen apparatuur is de voorgenomen fasering bijgesteld. Er heeft onderzoek naar bloeibaarheid plaats gevonden met CBA als meettechniek. Het uiteindelijke doel is een voorspelling te kunnen doen naar bloeibaarheid van een bol aan de hand van Röntgen-beelden (inwendige kwaliteit) in combinatie met kleurenbeelden (uitwendige kwaliteit). Hierdoor wordt mogelijk een relatie gelegd tussen de inwendige en uitwendige kwaliteitsaspecten. De gegevens zullen in voorjaar 1993 beschikbaar komen.

Wat het onderzoek nu al heeft aangetoond is dat het belangrijk is de bollen in een vroeg stadium (augustus) te volgen. Op dat moment is er namelijk veel variatie in de lengte van inwendige spruit. Na een bepaalde tijd en

bewaarconditie wordt de spuitlengte van alle bollen nagenoeg evenlang. Het Röntgen apparaat lijkt dan ook uitermate geschikt om te onderzoeken welke bewaarconditie de beste spuitvorming geeft.

### 3.3. *Kwaliteitsverloopmodellering*

Clare Wilkinson, Anneke Polderdijk

#### A) Verslag afgelopen jaar

##### Probleemstelling

Gedurende de afzetketen van bloembollen worden de bollen blootgesteld aan verschillende omgevingscondities die allemaal van invloed zijn op de kwaliteit van de bol en de uiteindelijke bolbloem. Beslissers in de keten en in de sektor moeten in staat zijn om de effecten van hun maatregelen op de kwaliteit te overzien.

##### Doel project

Doel van het project is het modelleren van het verloop in kwaliteit van bloembollen onder invloed van gedefiniëerde externe factoren in de afzetketen. Hierdoor zal duidelijk worden voor welke omgevingsfactoren de kwaliteit gevoelig is. Ook zal de interactie zichtbaar worden tussen behandelingen bij verschillende schakels in de keten op de kwaliteit. Dit zal inzicht geven welke behandelingen en/of externe omgevingsfactoren in de verschillende schakels van de afzetketen van invloed zijn op de kwaliteit. Het model zal worden geïmplementeerd bij een logistieke besturing van de afzetketen. Het onderzoek richt zich op tulpebollen en leliebollen.

##### Oorspronkelijke plannen verslagperiode

Het inventariserende onderzoek naar kwaliteitsaspecten van tulpen en lelies (bol en bloem) zou worden afgemaakt.

Uitgebreide enquêtes over kwaliteit van tulpen en lelies (bol en bloem) zouden worden verstuurd naar representanten van de schakels van de afzetketen en de gegevens zouden worden verwerkt.

Er zou onderzoek worden gedaan naar mogelijke modelleertechnieken, in het bijzonder technieken waarin gebruik wordt gemaakt van fuzzy logic.

Er zou worden begonnen met het modelleren van één of enkele kwaliteitsaspecten.

##### Verslag verrichte werkzaamheden

Het inventariserende onderzoek is afgerond. Er is een inventarisatietabel gemaakt van kwaliteitsaspecten van tulpen en lelies (bol en bloem). Per aspect is o.a. geïnventariseerd waar het aspect door kan worden beïnvloed (activiteiten en omgevingsfactoren), problemen in de keten, beschikbare informatie.

M.b.v. kennis die is opgedaan bij het inventariserende onderzoek zijn



enquêtes samengesteld over de kwaliteit van tulpen en lelies (bol en bloem). De enquêtes zijn verstuurd in oktober/november naar telers, bemiddelaars, preparatiebedrijven, handelaren, detaillisten en broeiers. Hierbij zijn KAVB, PVS en de BKD behulpzaam geweest. Onderstaande tabel laat zien hoe de respons er uit ziet.

schakel	aantal verstuurde enquêtes	% respons	(aantal)
teler tulp	300	25	(76)
lelie	275	28	(78)
bemiddelaar	100	18	(18)
preparatiebedrijf	6	33	(2)
handelaar	350	21	(74)
detaillist tuincentrum	250	12	(30)
supermarkt	150	2	(3)
broeier tulp	300	25	(75)
lelie	225	25	(58)

Bij de opzet van de enquêtes is uitgegaan van een responspercentage van 10% (gebruikelijk bij dit soort enquêtes). Het verwachte percentage is ruim overtroffen, met uitzondering van de detailhandel. Momenteel wordt gewerkt aan het invoeren van de gegevens van de teruggestuurde enquêtes. De gegevens worden in een database opgeslagen met behulp van het computerpakket FOXPRO.

Er is onderzoek gedaan naar de inzet van fuzzy logic als modelleertechniek. Met behulp van het computerpakket Fuzzy Tech is als voorbeeld het kwaliteitsaspect 'beschadiging' gemodelleerd. Hierbij is tevens gebruik gemaakt van de expertkennis van de DLV-Hoorn.

#### Confrontatie met de oorspronkelijke plannen voor de verslagperiode

Als men het verslag naast de oorspronkelijke plannen legt blijkt dat de verwerking van de enquête minder ver is dan oorspronkelijk was gepland. Verklaring:

- i) Op voorstel van het PVS is het versturen van de enquêtes uitgesteld (gunstigere periode). Hierdoor is de verwerking van de enquête ook uitgesteld.
- ii) Daarnaast is het voorwerk van het opstellen van de enquête

layout proefenquêtes en het aanleggen van een goede database voor de uitwerking van de enquête onderschat.

### B) Publikaties

Poster:

Wilkinson, Clare, Anneke Polderdijk, Pol Tijskens, Mark Sloof, 1992. Modelling the quality of bulbs during the post harvest distribution chain. IV International Symposium on Flower Bulbs. May 12-15, Skierniewice, Poland.

Poster:

Wilkinson, E.C., J.J. Polderdijk, E.H. Poot, A.P.H. Saedt, M.F.M. Janssens, M.P. Reinders, A.Hoogerwerf, 1992. Modelling techniques for management support in flower bulb distribution. Scientific symposium. Oktober 29-30, Lisse.

### C) Plannen 1993

Invoer, verwerking en rapportage van de enquêtes

Verzamelen en ordenen van gegevens t.b.v. modelleren van kwaliteitsaspecten o.i.v. omgevingsfactoren. Modelleren van kwaliteitsaspecten, o.a. met behulp van Fuzzy Tech.

## *3.4. Intelligente Bloembollencontainer*

Matt Janssens, Rob Bons

### A. Voortgang 1992.

Momenteel worden de instelwaarden Temperatuur en Rlv van de conditioneringsapparatuur in bloembollencontainers ingesteld afhankelijk van het type bloembol dat wordt getransporteerd. De temperatuur range loopt van 17 grC voor de meeste bolsoorten tot -1/-2 grC voor leliebollen. De rlv wordt meestal op 75 % ingesteld. Toch blijkt uit informatie in de praktijk dat in sommige gevallen een complete lading bollen verloren gaat door een explosieve schimmelvorming als gevolg van condensvorming tijdens het transport. Dit blijkt terug te voeren op het feit dat de normen die voor de ventilatie met verse lucht worden gehanteert op 150 m3/h zijn gesteld, onafhankelijk van de situatie. Deze ventilatie is noodzakelijk voor de verwijdering van de gassen CO2 en ethyleen. Deze vaste instelling leidt bij het doorkruisen van zeer vochtige warme klimaatzones (rlv 100%) tot condensvorming op de koelmachineverdamper en in de container op de gekoelde wanden en het produkt.

Begin dit jaar is verder gewerkt aan een meer flexibele en intelligente regeling van conditioneringsapparatuur in een transportcontainer voor bloembollen. Er is een ontwerp gemaakt van een flexibel meet- en regelplatform. Dit systeem is geïmplementeerd op een eenvoudige PC en

verbonden met besturingshardware. Deze hardware bestaat uit :

- a. sensoren voor het meten van temperaturen, rv en eventueel gasconcentraties.
- b. actuatoren voor het beïnvloeden van het containerklimaat (koelmachine, ventilatoren, kleppen e.d.).

Tot voor kort was het meet- en regelsysteem (IMR) verbonden aan een volledig geregelde klimaatcel om de performance te testen. Het IMR-systeem zal de algoritmes bevatten die zorgen voor een betere vocht/ventilatieregeling. In het IMR zijn momenteel de voorwaarden geschapen om algoritmes te herbergen die zowel gebaseerd zijn op fysische modellen (temperatuur en luchtverdeling) als op expertkennis zoals die in de praktijk aanwezig is op het gebied van bewaring/transport en produktkwaliteit.

Voor het uittesten van de te ontwikkelen algoritmes is een experimentele opzet gemaakt die is weergegeven in figuur 1. De experimenten zullen plaatsvinden door een transportcontainer te simuleren dmv een kleine klimaatcel (1m<sup>3</sup>). In deze simulatiecontainer kunnen T, rv worden gemeten, evenals gasconcentraties O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> en ethyleen. Voor de ethyleenmetingen zal een gaschromatograaf of andere sensor worden aangesloten op het IMR-systeem.

De simulatiecontainer moet worden geventileerd met precies gedefinieerde buitenlucht ( flow, rv en T instelbaar). Hiervoor is een borrelvatconstructie bedacht, gekoppeld aan mass-flow controllers. Door deze buitenluchtventilatie te koppelen aan het IMR kan het effect van ventilatieluchtconditie en flow op de bolkwaliteit (massaverlies, schimmelvorming, CO<sub>2</sub> en ethyleenproductie) worden onderzocht met als doel een goed werkend regelalgoritme te vinden.

In de tweede helft van 1992 is de borrelvatconstructie geconstrueerd en uitgerust met mass-flowcontrollers in het bereik van 0-100 l/min. De opstelling zoals weergegeven in figuur 1 is dus volledig gerealiseerd. Testen zijn uitgevoerd om te bekijken in hoeverre de constructie buitenlucht condities kan simuleren. Het gevraagde regelbereik ( toegespitst op 1 m<sup>3</sup> ) bedraagt 0-10 l/min, 60-100 % rv, 20-35 grC. Gebleken is dat voor het realiseren van een fijne regeling bij lage flows < 5 l/min , temperaturen > 30 grC en rv > 90 % de mass-flow controller van de verzadigde lucht onvoldoende fijn regelbaar is. Deze zal worden aangepast om in het bereik van 0-5 l/min voldoende nauwkeurigheid te verkrijgen.

De koppeling van het IMR met de experimentele proefopstelling is inmiddels gerealiseerd, waarbij het IMR systeem nu in principe ook ethyleenmetingen kan verwerken. Een geschikte sensor hiervoor is nog niet geselecteerd. In dit stadium is gekozen voor een aanpak om eerst de testfaciliteiten te realiseren, alvorens de software (de regelalgoritmen) te verbeteren door o.a. het inbrengen van "expert" kennis.

B. Publikaties.

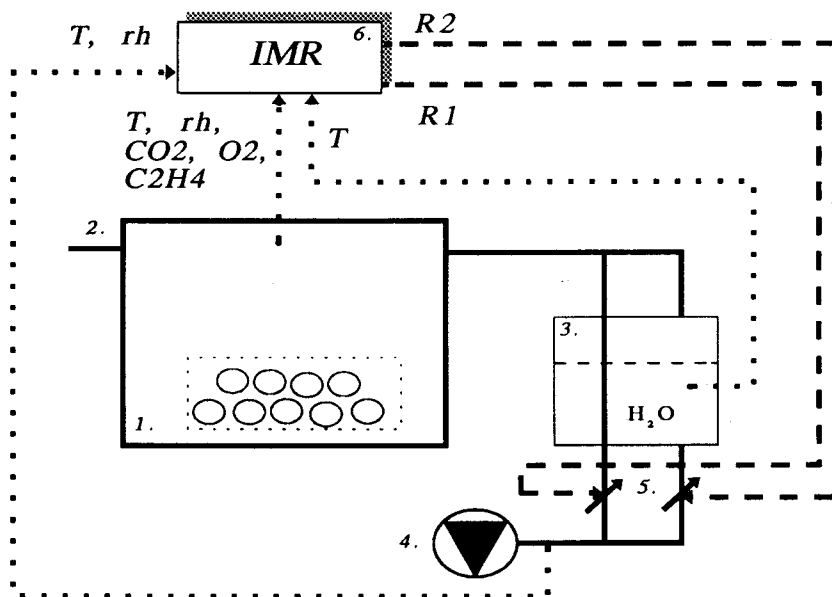
Poster : Better product quality by intelligent climate control  
Ir. M.F.M. Janssens, Dr.Ir. M.P. Reinders.

C. Planning 1993.

In de komende periode worden de technische voorzieningen verder verbeterd en getest. Ansluitend staan experimenten gepland met daadwerkelijke transportsimulaties in het systeem, waarbij het effect van wisselende buitencondities op het binneklimaat en de bolkwaliteit in kaart kan worden gebracht. Dit zal vooralsnog op basis van enkele scenario's en een nog nader te bepalen bolsoort/varieteit gebeuren.

Verder zal de bestaande expertkennis op het gebied van boltransport/bewaring zal worden geïnventariseerd en geformaliseerd voor zover dit van toepassing is op het gebruik in regelalgoritmen. Voor het vertalen van deze "natuurlijk taal" expertkennis naar bruikbare regelalgoritmen zal Fuzzy Control worden gebruikt.

## Intelligent Flower Bulb Container : Experimental Setup.



1. Simulated flower bulb container.
2. Zero pressure ventilation outlet.
3. Temperature controlled air-water bubble reactor to produce an accurate air flow with defined rh.
4. Air pump.
5. Flow control valves.
6. Measurement and Control System for intelligent ventilation.

#### 4. Verpakken en coaten van bloembollen

Rob Evelo, Henry Boerrigter, Bert Tournois, Herman Peppelenbos, Johan Vereijken

##### A Voortgang 1992

##### **Probleemstelling**

In open verpakkingen, onder niet gekoelde condities, gaan leliebollen sprouiten en treedt er indroging op. Indroging en vroegtijdige spruitvorming zijn negatieve kwaliteitskenmerken en moeten zo veel mogelijk worden voorkomen. De z.g.n. Modified Atmosphere (MA) verpakking zou deze negatieve aspecten, dankzij gewijzigde zuurstof- en kooldioxide-concentraties en luchtvochtigheid, kunnen voorkomen. Van belang is dan dat er een optimaal micro-klimaat in de verpakking om de bol ontstaat t.a.v. O<sub>2</sub>-, CO<sub>2</sub>-concentratie en de relatieve luchtvochtigheid.

##### **Doelstelling**

Dit project richt zich op de gas- en vochtregulerende werking van de verpakking (stikstof, zuurstof, kooldioxide en de relatieve luchtvochtigheid), de fysiologische reactie van de bloembol op de diverse micro-klimaten en de mogelijkheden van biodegradeerbare verpakkingen. Hiervoor wordt een model ontwikkeld dat de invloed van de omgevingsfactoren en de verpakking op de gassamenstelling (indirect de kwaliteit) kan berekenen. Uiteindelijk zal het model kunnen aangeven welk verpakkingsmateriaal, uit een beschikbare database, het meest geschikt is om de kwaliteit zo lang mogelijk te handhaven.

Volgens de fasering van het afgelopen jaar (1991) waren de volgende werkzaamheden gepland:

- Het meten van RV, vochtafgifte en vochtabsorptie in een gesloten verpakking met diverse materialen met tulp cultivar Kees Nelis.
- onderzoek naar de permeabiliteitseigenschappen (zowel voor water als voor gassen) van de coatings,
- inventariseren van commerciële en experimentele sorbers.
- modelleren van deze permeabiliteitsprocessen door coatings en folies.
- toetsen van het MA model op een geselecteerde verpakking met een bloembollenras i.o.m. Peppelenbos.

##### **Verslag van de werkzaamheden**

Het doel van de verschillende werkzaamheden op dit werkgebied is een model te ontwikkelen dat helpt bij het ontwikkelen en optimaliseren van verpakkingen. Hiervoor is het afgelopen halfjaar gewerkt aan:

- 1) modelbouw
- 2) verpakkingsmaterialen
- 3) leliebollen, cultivars Connecticut King en Star Gazer, test met verschillende verpakkingsmaterialen
- 4) tulpebollen, cultivar Kees Nelis en Apeldoorn, vochtafgifte en gebruik

van waterabsorbers.

### 1) Modelbouw

Bij het ontwikkelen en optimaliseren van verpakkingen voor bloembollen kunnen computermodellen behulpzaam zijn. In het kader van dit project wordt er gewerkt aan een model dat de gassamenstelling (MA) en de relatieve luchtvochtigheid (Modified Humidity Packaging MHP) in de verpakking kan berekenen. Het computermodel is in staat om het gasverloop in de verpakking te berekenen. Er kunnen flexibele temperatuurscenario's worden opgegeven waardoor het model in staat is een reële afzetketen te simuleren. Het gewichtsverlies van het produkt kan ook worden berekend. In het kader van de parameterisatie van dit model zijn dit jaar permeabiliteitsgegevens van verpakkingsmaterialen verzameld en is de specifieke vochtafgifte van tulpebollen bepaald. Het model zal worden uitgebreid met de mogelijkheid om ook vochtabsorptiematerialen in de verpakking te beschrijven (voor de beschrijving van tulpebollen). Voor de validatie van het model staan voor 1993 metingen met model-verpakkingsystemen gepland.

### 2) verpakkingsmateriaal

Aan de hand van diffusie-(permeabiliteitsconstanten) wordt de verpakking in samenhang met de evenwichtsgasconcentraties in de verpakking beschreven. In verband met het doel een MA model te ontwikkelen hebben we er voor gekozen een folie onder diverse temperaturen en diverse relatieve luchtvochtigheden te meten i.p.v. veel verschillende folies bij slecht een temperatuur en rv. Het gekozen folie is op basis van pe en is ook in het bovenstaande experiment gebruikt. Hierdoor kunnen we het bovenstaande experiment na volledige uitwerking van alle meetgegevens gebruiken voor de validatie van het MA computer model. De diffusie-coëfficiënten voor zuurstof, stikstof en kooldioxide van dit pe-folie vertonen een zeer kleine afhankelijkheid van de relatieve luchtvochtigheid. Deze zijn wel afhankelijk van de temperatuur.

Er is een inventarisatie van bestaande droogmiddelen gemaakt. Deze zijn te onderscheiden in twee groepen produkten gebaseerd op silica gel of z.g.n. actieve klei. Met de karakteristieken van deze droogmiddelen worden in 1993 onderzocht.

### 3) Leliebollen, cultivars Connecticut King en Star Gazer.

De vraagstelling bij de leliebollen verpakking is: kan er een gesloten verpakking worden gevonden waarbij het gewichtsverlies van de leliebollen beperkt blijft en de CO<sub>2</sub>-concentratie geen onacceptabele negatieve invloed heeft op de kwaliteit van de uiteindelijke bolbloem. Door het gewichtsverlies te beperken zal de kwaliteit van de bolbloem zo goed mogelijk behouden blijven. Hiervoor zijn leliebollen zijn gedurende 3 weken bij 15°C in verschillende MA verpakkingen bewaard. Gebruikt zijn a) pvc rek-wikkelfolie, b) 2 verschillende pe rek-wikkelfolies, c) ATO-DLO afbreekbare coating, d) een ATO-DLO afbreekbare coating in combinatie met een pe rek-wikkelfolie en e) onverpakte bollen. Het gewichtsverlies en de CO<sub>2</sub>-concentratie in de verpakking zijn bepaald samen met enkele kwaliteitskenmerken van de bloemen na opplant.

Opvallend is dat bij de varianten a en b geen schimmelvorming optrad, ondanks het feit dat deze verpakkingen volledig gesloten zijn. Alleen bij de gecoate bollen verpakt en in een pe rek-wikkelfolie (variant d) werd ernstige schimmelvorming geconstateerd. Deze schimmelgroei is mogelijk te wijten aan het feit dat de coating bioafbreekbaar is en dit is een aandachtsveld binnen het ontwikkelen van deze materialen. De verpakking heeft een duidelijke invloed op het gewichtsverlies. Bij verpakte bollen bedraagt het gewichtsverlies aan het einde van de bewaarperiode 2-4% terwijl de onverpakte bollen ca. 35% aan gewicht hebben verloren. De gecoate bollen verliezen nauwelijks minder gewicht dan de niet verpakte leliebollen. Aangemerkt moet worden dat de gebruikte coating nog niet is geoptimaliseerd om een effectieve vochtbarriere te zijn. Uit de statistische verwerking van de meetgegevens blijkt dat de kwaliteit na opplant zeer goed aan het gewichtsverlies en de CO<sub>2</sub>-concentratie is te relateren.

De uitwerking van deze resultaten laat zien dat een gesloten MA-verpakking met leliebollen cultivar Connecticut King en Star Gazer grote kwaliteitsvoordelen biedt boven onverpakte bollen. De mogelijke nadelige effecten van een verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie wegen ruimschoots op tegen de voordelen van het beperken van het gewichtsverlies! Een gesloten verpakking met pe folie lijkt een goed verpakkingsconcept voor leliebollen. Voor 1993 is een herhaling van dit experiment gepland waarbij een geperforeerde verpakkingsfolie zal worden meegenomen en in verpakking ook tuinturf en houtmot zal worden toegevoegd.

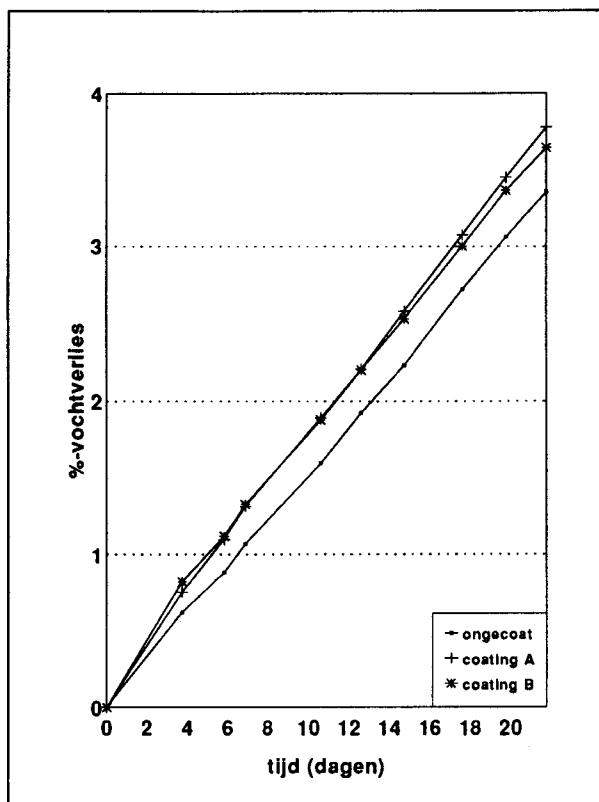
#### 4) Tulpebollen cultivars Kees Nelis en Apeldoorn.

De wens bij een tulpebollen verpakking is om deze in een afgesloten verpakking te stoppen waardoor er geen vuil, schilfers ed., uit de verpakking komen. Om rot en schimmelvorming te voorkomen wordt de mogelijkheid van vochtabsorberende materialen onderzocht en zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd.

- a) De specifieke vochtafgifte van tulpebollen cultivar Kees Nelis is bepaald. Hiervoor zijn bollen gedurende 4 weken bij verschillende relatieve luchtvochtigheden bewaard. De specifieke vochtafgifte bedraagt voor Kees Nelis  $1,8 \pm 0,4 \cdot 10^{-11}$  kg/(kg.s.Pa). Deze specifieke vochtafgifte zal bij de modellering van het MHP-klimaat en de bollen worden gebruikt.
- b) Verder is onderzocht of een afbreekbare ATO-DLO coating de vochtafgifte van tulpebollen kan beïnvloeden. Hiervoor zijn gecoate bollen onder gelijke omstandigheden (verschillende constante  $r_v$ ) bewaard. Er was geen effect van de ATO-coating op de indroging van de bollen. Dit resultaat komt overeen met de resultaten in het bovengenoemde leliebollen verpakkingsexperiment. Ook hier was de coating niet van invloed op de indroging, of vochtafgifte. Dit is mogelijk te verklaren doordat:
  - de dikte van de coating slechts enkele micrometers bedraagt; de coating is zeer dun.
  - de receptuur van de coating nog niet is geoptimaliseerd naar een lage waterdoorlaatbaarheid. Dit is een onderwerp dat verder wordt onderzocht bij 'het ontwikkelen van verpakkingsmateriaal'.
- c) Er is een oriënterende verpakkingsexperiment met tulpebollen cultivar



Apeldoorn en Kees Nelis uitgevoerd waarbij diverse soorten vochtabsorbers zijn toegevoegd. Ook hier zijn gecoate bollen gebruikt, waarbij de coating als absorptie materiaal moet dienen. De tulpebollen zijn verpakt in een pe en pvc rek-wikkelfolie. De verpakking is gedurende 4 weken bij 18°C (rv is 75%) bewaard. Ondanks het toevoegen van deze absorptie materialen trad bij alle verpakkingen na verloop van tijd schimmelvorming op. Deze bollen worden nog opgeplant. Het effect op de kwaliteit op de bolbloem zal in een volgende rapportage worden gemeld.



Figuur 1: Massa verlies van gecoate en niet-gecoate tulpebollen bewaard bij rv=50%.

#### Confrontatie met de planning

Er zijn geen grote afwijkingen van de fasering gemaakt eind 1991. Het beschikbare MA model is nog niet gevalideerd aan MA bloembollen verpakkingen omdat de ademhalingsmetingen zijn uitgesteld tot 1993. De ontwikkeling van de verschillende submodellen voor dit MA model ligt op schema.

#### B. Publikaties

In 1992 zijn er geen publicaties verschenen.

#### C. Planning 1<sup>ste</sup> halfjaar 1993

- Verpakkingsexperiment met leliebollen cultivar Connecticut King, met verschillende verpakkingsmaterialen.
- Experimenten in modelverpakkingsysteem die als validatie van het MA model kunnen dienen.
- MA-model toetsen aan verpakking.
- Analyseren van vochtabsorbers t.b.v. MA-tulpebollen verpakking