

A 378

Voortgangsrapportage
ATO-Bloembollenprogramma
Eerste Halfjaar 1994

Wageningen, juli 1994.
Andries Hoogerwerf, programmaleider

2253174

Samenvatting

Het ATO-DLO Bloembollenprogramma is in de eerste helft van 1994 wederom volgens planning verlopen. Voor veel projecten komen de direkt voor de praktijk bruikbare resultaten binnen handbereik. Naar verwachting zal het bloembollenprogramma daarom in 1994 formeel kunnen afsluiten met een serie boeiende resultaten. Hieronder volgt per onderzoekscluster een korte omschrijving van doel en resultaten tot nu toe.

Invloed van temperatuur op de ontwikkeling

- Probleem:** geen objectieve toets voor temperatuurbehandeling van bolgewassen; onvoldoende fundamentele kennis over de temperatuurafhankelijke regulatie van de ontwikkeling
- Doel:** verkrijgen van basiskennis over de regulatie van ontwikkelingsprocessen bij bolgewassen; definiëren van parameters die de fysiologische toestand van de bol aangeven
- Aanpak:** het biochemisch en moleculair biologisch karakteriseren van de strekking van de bloeistengel bij de tulp. Het morfologisch en biochemisch karakteriseren van de bloemontwikkeling bij Iris
- Resultaat:** het onderzoek heeft geleid tot een dusdanig inzicht in de fysiologie van de bol, dat het momenteel mogelijk is om gericht markers te isoleren waarmee een voorspellende uitspraak over de kwaliteit na uitplant kan worden gedaan

Bewaarpathogenen

- Probleem:** gebruik van chemische middelen voor bestrijding van bewaarpathogenen
- Doel:** ontwikkelen van biologische en biochemische methoden om bij bewaring infectie van bloembollen (tulp, iris, lelie, narcis en hyacint) door *P. hirsutum* te voorkómen en/of te bestrijden
- Aanpak:** aandacht voor antagonistisch werkzame micro-organismen (bacteriën, gisten en schimmels) waarmee *P. hirsutum* effectief bestreden kan worden (biologische bestrijding). Aandacht voor het gebruik van secundaire plantmetabolieten als alternatieve bestrijdingsmiddelen (biochemische bestrijding)
- Resultaat:** er zijn een aantal antagonistische bacteriën geïsoleerd die *in vitro* en *in situ* effectief de groei van *P. hirsutum* kunnen onderdrukken. Wordt verder uitontwikkeld i.s.m. bedrijven om te komen tot een effectief preparaat. Cinnamaldehyde werd geschikt bevonden voor dompelbehandeling. Er is overleg met het bedrijfsleven om een desinfectiebehandeling voor de praktijk uit te ontwikkelen.

Bewaarplanning

- Probleem:** suboptimale benutting van bewaar/preparatiecapaciteit
- Doel:** ontwikkeling van een planningssysteem voor preparatiebedrijven
- Aanpak:** in nauwe samenspraak met praktijk stapsgewijze functie-ontwikkeling
- Resultaat:** Prototype gereed; wiskundige modellering moeilijk, maar verbeteringen worden stapsgewijs aangebracht

Kwaliteitsverloopmodellering

- Probleem:** gebrekkige mogelijkheden voor inschatten van kwaliteitsverloop, vooral van afwijkingen van optimale of aanbevolen omgevingscondities (temperatuur, luchtvochtigheid, ethyleen)
- Doel:** vaststellen kwaliteitsbegrip in verschillende schakels van de keten; modelleren relaties tussen omgevingsfactoren en belangrijke kwaliteitsaspecten
- Aanpak:** vaststellen kwaliteitsdefinitie: enquetes in praktijk; modelleren van expertkennis via o.a. statistische en AI-technieken (AI: Artificial Intelligence, Kunstmatige Intelligentie)
- Resultaat:** Eerste modellen ingebouwd in planningssysteem; Q-Bulb voor communicatie met onderzoek en sector

Intelligente regeling

- Probleem:** onnauwkeurige klimaatbesturing, vooral in situaties met wisselende omgevingscondities
- Doel:** ontwikkelen praktijkhandleiding voor instellen Temperatuur en ventilatie
- Aanpak:** produkt-experimenten en praktijkmetingen combineren met aanwezige expertise
- Resultaat:** handleiding gereed eind 1994

Computer Beeld Analyse

- Probleem:** objectieve en non-destructieve kwaliteitsbeoordeling inwendig, arbeidsprobleem voor uitwendige kwaliteitssortering
- Doel:** ontwikkeling meetsysteem voor inwendige beoordeling; ontwikke-

ling prototype-software voor CBA-sorteersysteem

Aanpak: Vaststellen voornaamste sorteringsparameters in samenspraak met praktijk; eerst ontwikkelen prototype op lab-schaal; dan verder ontwikkelen in praktijk

Resultaat: prototype meetsysteem gereed, onderhandelingen met mechanisatie-bedrijven in afrondende fase

Verpakken

Probleem: kwaliteitsachteruitgang bollen bij droogverkoop; ook: afvalproblematiek

Doel: ontwikkelen model waarmee "ideale" verpakking (materiaal en type voor MA en vochthuishouding) voor een produkt-afzetketencombinatie kan worden bepaald

Aanpak: vaststellen produkteisen, vaststellen materiaaleigenschappen, opstellen "MA-balansmodellen"; experimentele validatie

Resultaat: experimentele 'dichte' ATO verpakking levert veel betere bloeieresultaten op; verdere implementatie na 1994 met bedrijven

Op de volgende pagina is een tabel gegeven waarin de voortgang van het programma per projectonderdeel staat weergegeven. Hieruit blijkt dat het programma als geheel goed op schema ligt.

Bloembollenprogramma: voortgangsoverzicht

per 01 07 1993

[illegible]

Inhoud

De invloed van temperatuur op de ontwikkeling van bolgewassen	7
Biologische bestrijding van bewaarpathogenen	17
Logistieke besturing in de distributieketen van bloembollen	27
Bloembollenpreparatieplanning	27
Kwaliteitsverloopmodel Bloembollen	29
CBA en de inwendige en uitwendige kwaliteit van bloembollen	35
Intelligente bloembollencontainer	37
Verpakken en coaten van bloembollen	39

De invloed van temperatuur op de ontwikkeling van bolgewassen

Douwe de Boer, Peter Balk en Annet Bergmans

A. Verslag eerste helft 1994

Het eerste deel van het verslag richt zich op aspecten van de bloemontwikkeling bij bolgewassen. Kennis van de regulatie van de bloemontwikkeling is onder andere van belang om in staat te zijn de bloeibaarheid van bollen te beïnvloeden. Met name kleine bollen bij bijvoorbeeld tulp en iris gaan niet tot bloei over ondanks voldoende reservestoffen in de bolrokken. Daarnaast kan deze kennis gebruikt worden voor de ontwikkeling van toetsen die bepalen of een bol na de oogst nog steeds vegetatief is, of al aan de bloemontwikkeling is begonnen. Deze informatie is van belang om vast te stellen welke temperatuurbehandeling op een partij kan worden toegepast. Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van irisbollen, aangezien bij deze bollen de bloemontwikkeling elk moment van het jaar bestudeerd kan worden.

Het tweede deel van het verslag richt zich op de temperatuur afhankelijke stengelstrekking bij bolgewassen. Het doel is tweeledig, enerzijds worden inzichten verkregen in de regulatieprocessen om zodoende manipulatie mogelijk te maken (bijvoorbeeld stengelstrekking onafhankelijk van de temperatuur), anderzijds is het project erop gericht markers te verkrijgen waarmee de verschillende stadia in de bol getypeerd kunnen worden. Bollen die bijvoorbeeld een juiste temperatuurbehandeling hebben doorlopen, verkeren in een ander stadium dan bollen die verkeerd behandeld zijn. Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de tulp cultivar *Apeldoorn*, aangezien deze cultivar een goed gedefinieerde koudebehoefte heeft en er al enige achtergrondinformatie in de literatuur aanwezig is. Verwacht wordt dat de verkregen kennis ook kan worden toegepast op andere cultivars en zelfs na additioneel onderzoek op andere bolsoorten.

1. Inductie en ontwikkeling van de bloemknop

Bij ontwikkelingsprocessen zoals de ontwikkeling van de bloem, is de manier waarop cellen binnen een weefsel met elkaar communiceren van groot belang. Alleen indien deze communicatie nauwgezet wordt gereguleerd vindt ontwikkeling op de juiste wijze plaats. Plasmodesmata, kleine kanaaltjes die cellen met elkaar verbinden, spelen een belangrijke rol in dit communicatieproces. Het aantal plasmodesmata tussen cellen en de diameter van de kanaaltjes bepalen de mate van communicatie. Verwacht wordt dat tijdens de bloemontwikkeling grote veranderingen optreden in het communicatiepatroon van de cellen die de bloem moeten vormen. Bij bolgewassen, waar de ontwikkeling in belangrijke mate door de temperatuur wordt beïnvloed, is dit ook het geval, zoals uit vooronderzoek is gebleken. Temperatuur heeft dus een grote invloed op de veranderingen die optreden in het communicatiepatroon van de cellen in de ontwikkelende bloem. Deze processen kunnen goed worden bestudeerd nadat via micro-injectie fluorescente kleurstoffen zijn ingespoten in bepaalde cellen van de bloem. Onder de microscoop is dan te zien hoe de kleurstof zich verplaatst via de plasmodesmata van cel tot cel. Door deze techniek op verschillende momenten van de ontwikkeling te herhalen en te vergelijken met elektronenmicroscopische analyses van de veranderingen die morfologisch optreden, is het mogelijk inzicht te krijgen in de regulatie van de

patroonvorming zoals die in een ontwikkelende bloem optreedt. Nadat inzicht is verkregen in de veranderingen die plaatsvinden als de bol overgaat naar de bloemvormende fase, zal worden gezocht naar moleculair biologische markers die deze overgang markeren.

Wetenschappelijke beschrijving van het onderzoek (eerste helft 1994)

In de eerste helft van 1994 is vooral onderzoek verricht aan de iris-apex met behulp van de transmissie electronen microscoop (TEM) en de lichtmicroscoop (LM). Er werd aandacht besteed aan de karakterisering van de cytologische zonering en het voorkomen van plasmodesmata in de apex in verschillende stadia van de ontwikkeling.

In het vegetatieve stadium (voor en tijdens de 30°C-behandeling) is de cytologische zonering duidelijk zichtbaar. Het centrale meristeem is te onderscheiden van het perifere meristeem. Tevens is duidelijk te zien dat het meristeem uit een twee-lagige tunica is opgebouwd, die de diepere lagen, het corpus, omhult. In elk van deze twee lagen zijn anticlinale delingen, typisch voor de tunica, waar te nemen. In de cellen van het corpus vinden zowel anticlinale als periclinale en oblique delingen plaats. De aard van deze delingen bevestigt de herkomst van de cellen in de diverse lagen. Wanneer de transitie naar een bloeiwijzemeristeem begint (tijdens de 9°C-behandeling) verdwijnt de zonering. De tunica-corpus verdeling blijft echter zichtbaar, hoewel de tweede laag van de tunica wel lijkt te gaan differentiëren. Zowel met TEM- als met LM-technieken is verder goed waar te nemen hoe de apex zich in een later stadium splitst in twee meristemen, en hoe nog later de diverse bloemorganen zich vormen. De tunica lijkt in deze stadia nog slechts een-lagig te zijn. Samen met de resultaten verkregen met de scanning electronen microscoop, geven de TEM-resultaten een goed en volledig beeld van de morfologische veranderingen die optreden tijdens de transitie van een vegetatief meristeem naar een bloem.

Naast de cytologische karakterisering is ook de plasmodesmata frequentie in de verschillende stadia onderzocht. In eerste instantie zijn de stadia op $t=12$ en $t=50$ (resp. 12 dagen en 50 dagen bij 9°C) vergeleken. Bij $t=12$ is sprake van een meristeem dat juist uit het vegetatieve stadium is, en bij $t=50$ begint het bloeiwijzemeristeem zich al te ontwikkelen. Het absolute aantal plasmodesmata per wand per coupe werd met behulp van de TEM geteld, en hiermee werd het gemiddelde aantal plasmodesmata per μm^2 berekend. Het bleek dat het gemiddelde aantal primaire plasmodesmata (de plasmodesmata die gevormd worden tijdens een celdeling, dus tussen de cellen in één laag) tussen de verschillende stadia gelijk bleef. Het gemiddelde aantal secundaire plasmodesmata (de ná celdeling aangelegde plasmodesmata, die dus ook tussen cellen van verschillende lagen voorkomen) leek echter licht af te nemen tijdens de transitie. Bij $t=12$ was het aantal plasmodesmata tussen de cellagen hoger dan bij $t=50$. Er moeten echter nog meer apices bekeken worden met de TEM om te bepalen of de verschillen echt significant zijn. Een dergelijke verlaging kan duiden op een down-regulatie van plasmodesmata tijdens de transitie van het vegetatieve naar het generatieve stadium. Dit zou mogelijk het begin kunnen vormen van de domeinvorming zoals we die ook al met behulp van micro-injecties met fluorescente kleurstoffen hebben kunnen waarnemen. Over de precieze betekenis van deze selectieve verlaging van het aantal plasmodesmata kunnen echter nog geen harde uitspraken worden gedaan.

Naast het werk met de TEM en de LM is ook het moleculair-biologische werk voortgezet. Een cDNA-bank werd gemaakt van RNA, geïsoleerd uit apices uit het

gehele ontwikkelingstraject. Deze bank wordt momenteel getest. Uit deze bank zullen diverse cDNA's, coderend voor genen betrokken bij de bloemontwikkeling, opgepikt gaan worden. Het onderzoek zal dan voortgezet worden met de clonering van deze cDNA's.

Conclusies

Momenteel zijn wij in staat om met de SEM te bepalen of de bol in het vegetatieve dan wel in het bloemvormende stadium is. Dit werk is gedaan voor de iris, maar blijkt uit oriënterende experimenten ook op te gaan voor de tulp. De huidige experimenten zijn er op gericht deze kennis te vertalen in moleculaire parameters die gebruikt kunnen worden voor een toets.

2. Koude afhankelijke stengelstrekking

De koude afhankelijke strekking van de bloemstengel bij de tulp cultivar Apeldoorn wordt op twee manieren bestudeerd. De eigenlijke strekkingsfase wordt voornamelijk geanalyseerd met biochemische en moleculair biologische technieken (zie hieronder). Het traject van de koudebehandeling wordt voornamelijk met plantenfysiologische technieken (zie hieronder) bestudeerd. Hierbij wordt bepaald hoe de temperatuur invloed heeft op de werking van de belangrijkste hormonen die bij dit proces een rol spelen (auxine en gibberelline). Kennis van deze processen is essentieel om markers te isoleren waarmee in de droge bol getoetst kan worden op de fysiologische conditie van de bol. Met een dergelijke toets kan de kwaliteit van een partij droge bollen na uitplant worden voorspeld.

Wetenschappelijke beschrijving van het onderzoek (eerste helft 1994)

Om strekking van de bloemstengel bij de tulp mogelijk te maken moeten een aantal biochemische processen worden aangeschakeld. Het al of niet aanschakelen van deze processen is afhankelijk van het temperatuurtraject dat de bol heeft doorlopen (zie fig. 1). Alleen indien het temperatuurtraject overeenkomt met de behoefte van het bolgewas vindt een juiste inductie van de biochemische processen plaats. Eén van deze processen, het transport en de verwerking van koolhydraten (suikers) speelt hierbij een cruciale rol.

Een aantal eiwitten is bij dit proces betrokken. Twee van deze eiwitten, het invertase en het sucrose synthase zijn, zoals uit dit onderzoek is gebleken, van groot belang bij de stengelstrekking. Als de tulp een ontoereikende hoeveelheid koude heeft gehad zijn deze eiwitten in onvoldoende mate aanwezig. Het sucrose synthase speelt een belangrijke rol bij de energievoorziening van het proces terwijl het invertase er voor zorgt dat wateropname in de stengel kan plaatsvinden. Van deze eiwitten zijn de genen (het erfelijke materiaal) geïsoleerd. Dit maakt het mogelijk het proces in meer detail te bestuderen en vormt de basis voor het ontwikkelen van een testsysteem. Drie verschillende sucrose synthase genen blijken actief te zijn in de stengel van de tulp. Eén is actief in zowel koude als niet koude behandelde bollen en speelt naar alle waarschijnlijkheid een rol bij de basisademhaling. Bij zowel gekoelde als ongekoelde bollen is er namelijk fysiologische activiteit in de stengel en zal er dus aanvoer van suikers nodig zijn. Een tweede sucrose synthase gen is alleen actief in de vaatbundels van koude behandelde bollen tijdens de stengelstrekking. De verhoogde aanvoer van suikers wordt naar alle waarschijnlijkheid gereguleerd door dit eiwit. Dit eiwit draagt zorg voor een voldoende hoog energieniveau om transport

mogelijk te maken. Een derde sucrose synthase eiwit wordt actief als er weer fotosynthese gaat plaatsvinden en is waarschijnlijk betrokken bij de dan plaatsvindende zetmeelopbouw. Het invertase eiwit wordt gecodeerd door één gen (met meerdere verschijningsvormen). Dit gen is net als het tweede sucrose synthase gen alleen actief tijdens de strekking van koude behandelde bollen. Invertase zet suikers in de stengelcellen om in stoffen die de wateropname verhogen en zodoende de stengel laten strekken. Deze eiwitten komen na uitplant in bollen die voldoende koude hebben gehad veel eerder voor dan in bollen die geen of te weinig koude hebben gehad (zie fig. 2), dit maakt het mogelijk om m.b.v. deze eiwitten al in een vroeg stadium na uitplant te zien of deze bollen voldoende koude hebben gehad.

Een andere benadering is er op gericht om markers te vinden die al in de droge bol aangeven of die partij voldoende koude heeft gehad. Bij deze benadering wordt o.a. gebruik gemaakt van weefselkweekexperimenten. Door toevoegen van verschillende hormonen wordt de stengel tot strekken aanzet. Bij deze experimenten kan een stengel uit een niet gekoelde bol ook tot strekken worden aanzet. Nu al kan de mate van koeling van een partij in enkele dagen worden afgeleid uit de strekkings-snelheid in weefselkweek bij bepaalde hormoon concentraties. De resultaten laten zien dat de strekking van de stengel met name afhankelijk is van auxine. Gibberelline blijkt de gevoeligheid voor auxine te vergroten. Dit effect is sterker indien de bol ook een koudebehandeling heeft doorlopen. Daarnaast wordt ook door de koudebehandeling de bol gevoeliger voor auxine (zie fig. 3). Onder natuurlijke omstandigheden wordt een bol dus door de koudebehandeling zodanig veranderd, dat hij in staat is te reageren op een lagere auxine concentratie. Bij gekoelde bollen is een heel lage concentratie auxine, die geproduceerd wordt door bijv. de bloem dus al voldoende om de stengel te laten strekken. De stengel van een niet gekoelde bol zal hier nog niet op reageren. Het verschil in gevoeligheid wordt over het algemeen veroorzaakt doordat de hoeveelheden van de eiwitten die voor de herkenning van het hormoon verantwoordelijk zijn (receptoren) veranderd zijn (een hogere gevoeligheid kan bv. worden veroorzaakt door meer receptor). Deze informatie geeft dus duidelijke aanknopingspunten voor het isoleren van meetbare parameters voor de koeling. Deze parameters kunnen dan gebruikt worden om de kwaliteit na uitplant al bij droge bollen te voorspellen.

Conclusies

De bovenstaande experimenten laten zien dat de gebruikte methodiek zeer succesvol is. In alle gevallen die zijn onderzocht is het duidelijk dat het mogelijk is om parameters te identificeren waarmee de fysiologische kwaliteit van de bol vastgesteld kan worden. Deze parameters kunnen vervolgens dienen als basis voor een toets. Door niet empirisch te werk te gaan maar gebruik te maken van inzichten die zijn verkregen in de regulatie van de biochemische processen, is het bovendien mogelijk de verkregen kennis te implementeren bij andere cultivars en mogelijk ook bij andere bolsoorten.

B. Publikaties

De Boer, A.D. and Balk, P.A. (May 1992) Cloning of cold-induced genes from tulip cv. Apeldoorn. Book of Abstracts, p 30. VI International Symposium on Flower Bulbs, Skierniewice, Poland.

De Boer, A.D. and Balk, P.A. (August 1992) Cloning of temperature regulated genes from bulbous plants. *Physiologia Plantarum* 85, A3 (17).

Bergmans, A. and De Boer, D. (August 1992) Formation of symplastdomains during flower development in Iris-bulbs (Iris cv. Prof. Blaauw). *Physiologia Plantarum* 85, A11 (64).

Bergmans, A.C.J., Van Bel, A.J.E., Van der Schoot, C. and De Boer, A.D. (September 1992) The formation of symplast domains during the initiation of flower development in Iris bulbs. 2nd International Workshop on Basic and Applied Plasmodesmatal Biology, Oosterbeek, The Netherlands.

De Boer, D., Lambrechts, H., Kollöffel, C., Gabryszewska, E. and Balk, P. (October 1992) Regulation of carbohydrate partitioning in relation to cooling of bulbs. Book of Abstracts, p 24. Scientific Symposium, Bulb Research Centre, Lisse, The Netherlands.

Bergmans, A., De Boer, D., Van Bel, A.J.E., and Van der Schoot, C. (1993). The initiation and development of Iris flowers: permeability changes in the apex symplasm. *Flowering Newslett.* 16, 19-26.

Balk, P.A. & De Boer, A.D., 1993. Sucrose hydrolyzing enzymes involved in temperature dependent stalk elongation in tulip. Autumn school on Biosynthesis and differentiation of Plant Storage Organs and Products, Wageningen, NL, October 27-29.

Bergmans, A., De Boer, D. and Van der Schoot, C., 1994. Initiation and development of Iris flowers - permeability changes in the apex symplasm. *Acta Botanica Neerlandica*, (in press).

Balk, P. and De Boer, D., 1994. Sucrose hydrolyzing enzymes involved in temperature dependent stalk elongation in tulip. 4TH International Congress of Plant Molecular Biology, Amsterdam, NL, Juni 19-24.

Rietveld, P., Balk, P., Weisbeek, P., Van der Plas, L. and De Boer, D., 1994. Interaction of auxin and gibberellins in temperature regulated stalk elongation in tulip. 4TH International Congress of Plant Molecular Biology, Amsterdam, NL, Juni 19-24.

Bergmans, A., 25 februari 1994. Initiation and development of Iris flowers. Gezamenlijke bijeenkomst KNBV secties "Bevruchtigingsonderzoek bij planten" en "Morfologie, anatomie, en cytologie", Wageningen, (voordracht).

C. Werkplan tweede helft 1994

1. Het moleculaire werk zal worden voortgezet. Het Leafy gen zal worden gecloneerd en gekarakteriseerd. In situ hybridisatie studies zullen worden uitgevoerd met dit gen en de resultaten zullen worden vergeleken met de resultaten van de microscopie en injectiestudies. Er zal worden nagegaan of de moleculaire marker inderdaad gebruikt kan worden om te bepalen of de bol nog in het vegetatieve of in het bloemvormende stadium verkeert.
2. De weefselkweek studies zullen worden herhaald en uitgebreid. Er zullen expressie studies met de marker genen worden gedaan. Er zullen enkele experimenten worden uitgevoerd om vast te stellen of andere cultivars op identieke wijze reageren of wat de verschillen zijn. Daarnaast zijn de experimenten gericht op het isoleren van markers die in de droge bol gebruikt kunnen worden.

Lengte onderste internodium (relatie tot koeltijd)

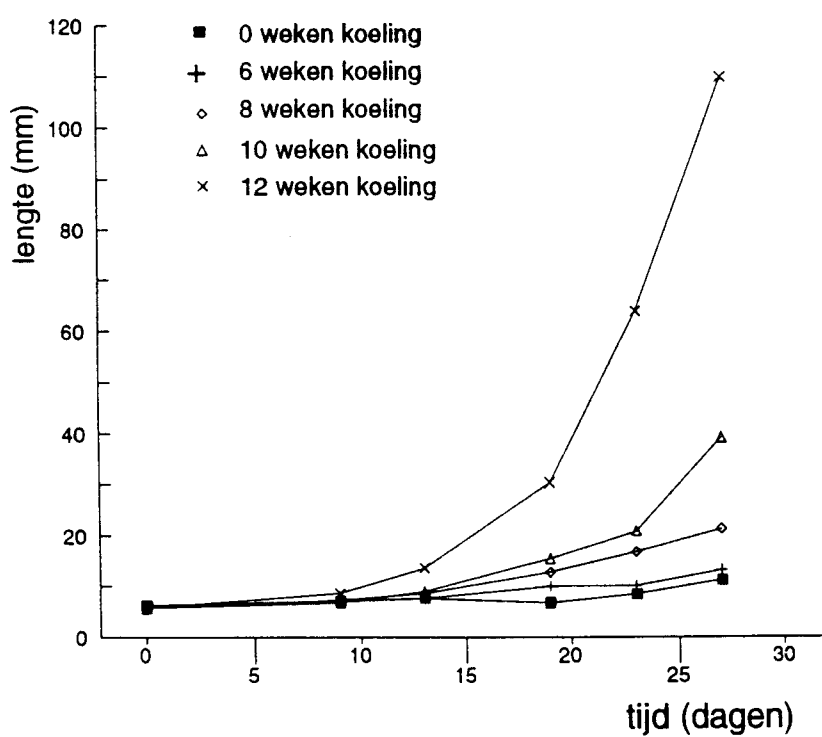


Fig. 1. Strecking van het onderste internodium van de bloemstengel bij tulpen die verschillende perioden bij 5°C bewaard zijn.

SUIKERSPLITSENDE ACTIVITEITEN (IN DE STENGEL) TIJDENS BEWAAR EN OPPLANT

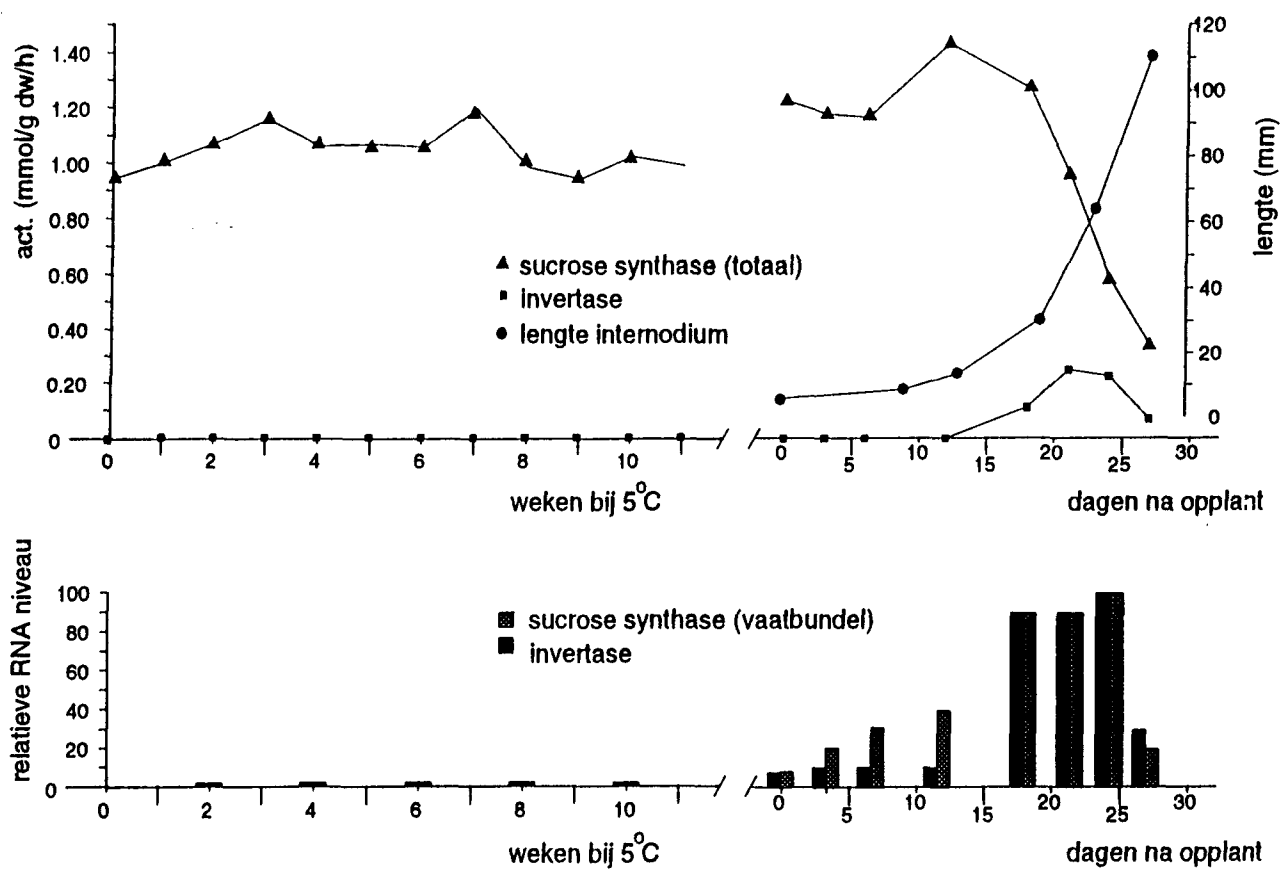


Fig. 2. Sucrose synthase en invertase activiteit in relatie tot het genexpressie niveau in het onderste internodium van de bloemstengel tijdens bewaar en uitplant van bollen die 12 weken bij 5°C zijn bewaard. Alleen het genexpressie niveau van het tweede gen voor sucrose synthase is weergegeven.

— ongekoeld 0 μM GA - - - gekoeld 0 μM GA - · - - gekoeld 100 μM GA

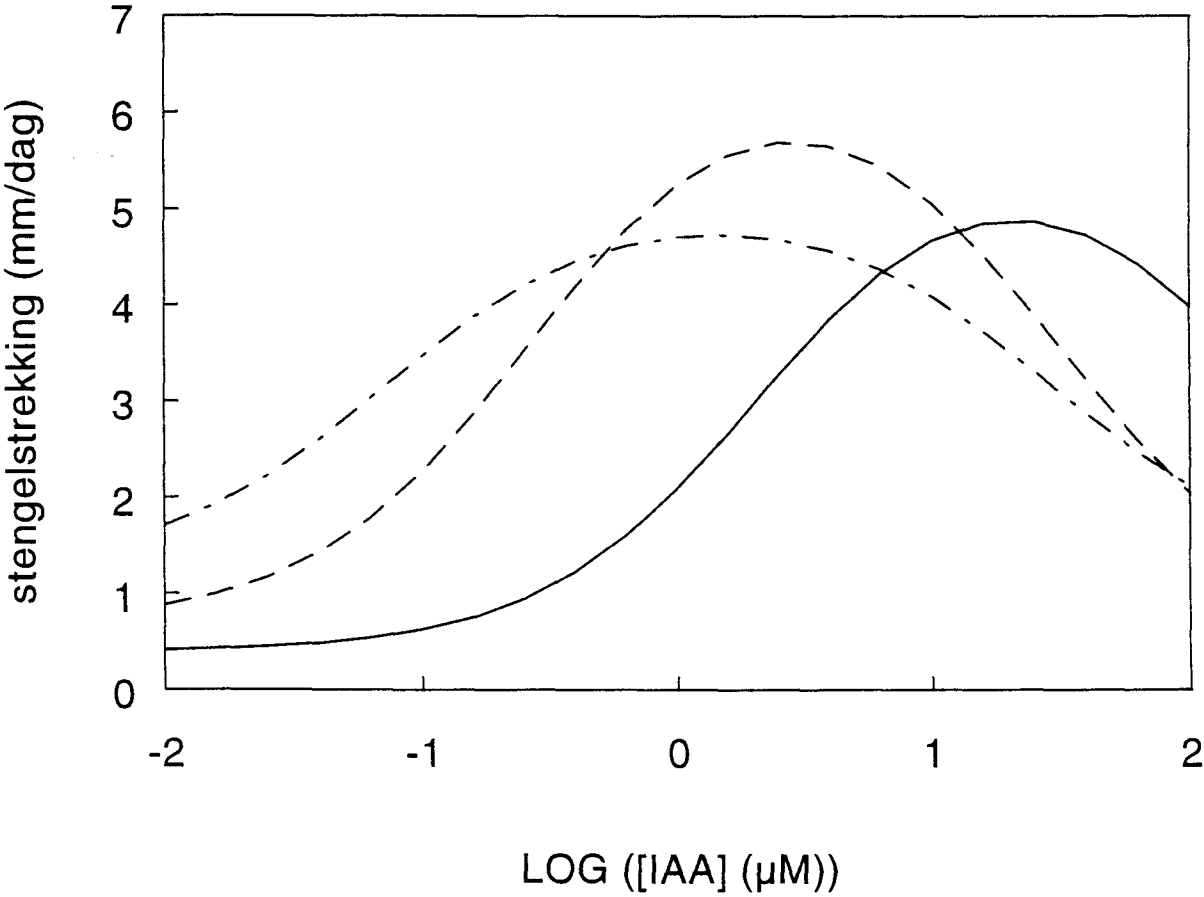


Fig. 3. Het effect van koeling en het toedienen van gibberelline op de stengelstrekking van het onderste internodium in relatie tot de auxine concentratie.

Biologische bestrijding van bewaarpathogenen

Eddy Smid, Jos Koeken en Leon Gorris.

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. Van etherische oliën, die door bepaalde planten in grote hoeveelheden geproduceerd worden, is in een aantal gevallen bekend is dat ze de groei van schimmels en bacteriën onderdrukken. In dit project wordt 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 micro-organismen voor het onderdrukken van bewaarrot. Hierbij wordt zowel de mogelijkheid van toepassing van het intacte micro-organismen ("biological control") als ook het gebruik van geïsoleerde actieve microbiële componenten ("biorational control") onderzocht.

A. Verslag over de eerste helft van 1994.

In deze verslagperiode is de onderzoeksinspanning geconcentreerd op de toepassing van cinnamaldehyde als bolontsmettingsmiddel. Ten eerste is een HPLC-assay voor cinnamaldehyde en carvon ontwikkeld. Met gebruikmaking van deze assay is de oplosbaarheid in water bepaald. Tenslotte is de dosis/effect relatie van de fungicide werking van cinnamaldehyde bepaald op 6 *Penicillium*-stammen, een *Aspergillus*-stam, een *Saccharomyces cerevisiae* en een *Candida boidinii*.

Bolontsmetting met cinnamaldehyde.

In de vorige verslagperiode (tweede helft 1993) is gemeld dat cinnamaldehyde een zeer specifieke, fungicide werking heeft. Verder is aangetoond dat cinnamaldehyde in een waterig milieu als een bolontsmettingsmiddel gebruikt kan worden. Daarom is begonnen met de ontwikkeling van een methode waarmee de cinnamaldehyde concentratie in waterig milieu bepaald kan worden.

Er is gekozen voor een HPLC-methode, gebaseerd op hydrofobe interactie-chromatografie. Daarbij is gebruik gemaakt van een C18-reversed phase kolom waarbij isocratische elutie met de mobiele fase bestaande uit 50% water en 50% methanol werd uitgevoerd. De vluchtige verbindingen worden spectrofotometrisch gedetecteerd bij 254 nm. Figuur 1 laat zien dat de HPLC-assay voor cinnamaldehyde op een traject van 0 tot minstens 20 nmol lineair is. Ook in het gebied lopend van 0.05 nmol tot 0.5 nmol is de assay nog gevoelig genoeg voor nauwkeurige metingen. Vergelijkbare resultaten zijn verkregen met carvon. In het gegeven chromatografische systeem is de retentietijd van carvon 7,15 min en van cinnamaldehyde 4,44

min. Dit resultaat weerspiegelt het feit dat carvon een hogere hydrofobiciteit heeft dan cinnamaldehyde. Daaraan gekoppeld zal de oplosbaarheid van carvon in water lager zijn dan die van cinnamaldehyde. Om dit te testen is de in water oplosbare fractie van carvon en cinnamaldehyde bepaald met gebruikmaking van de boven beschreven HPLC-assay. In figuur 2a is te zien dat in gedestilleerd water maximaal 10,0 mM carvon kan oplossen. Figuur 2b laat zien dat de oplosbaarheid van cinnamaldehyde in water 13,1 mM is. Dit resultaat is in overeenstemming met de verwachting.

Deze gegevens maken het vervolgens mogelijk de dosis/effect relaties van cinnamaldehyde en carvon op verschillende schimmelsoorten te bepalen. Het effect van carvon en cinnamaldehyde op de levensvatbaarheid van conidia-suspensies van een *Penicillium* SP14 (ex Tulipae) en *Aspergillus* DZ01 is getest door de suspensies 15 minuten te dompelen in een waterige oplossing met verschillende concentraties van de vluchtige verbindingen. Daarna zijn de behandelde conidia verdund in een carvon en cinnamaldehyde-vrije buffer en uitgeplaat op PDA platen. Na twee dagen incubatie bij 25°C is het aantal kolonies op de platen gescoord. Figuur 3A laat duidelijk zien dat een behandeling met een oplossing van carvon geen effect heeft op de levensvatbaarheid van de twee geteste suspensies. Dit resultaat is in overeenstemming met eerder gepresenteerde resultaten die laten zien dat groei-remming door carvon reversibel is (Voortgangsrapport eerste halfjaar 1993). Bij oplopende concentraties cinnamaldehyde blijkt echter de levensvatbaarheid van conidia van zowel *Aspergillus* DZ01 als *Penicillium* SP14 in sterke mate af te nemen (Figuur 3B). Dit experiment toont aan dat cinnamaldehyde onder deze condities een sterk fungicide werking heeft. Het resultaat strookt met de eerder gepresenteerde waarneming dat het oppervlak van tulpebollen kan worden ontsmet met een cinnamaldehyde oplossing (zie Voortgangsrapport van de tweede helft van 1993). Opvallend is verder dat de geteste *Aspergillus* stam veel gevoeliger is voor cinnamaldehyde dan de *Penicillium*-stam. Figuur 4 geeft een overzicht van de resultaten van de dosis/effect experimenten uitgevoerd met 4 *Penicillium* stammen, 1 *Aspergillus* stam en de gist-soorten *Saccharomyces cerevisiae* en *Candida boidinii*. Hieruit blijkt dat *Penicillium* SP14 (zie ook Fig. 3) van alle geteste stammen het minst gevoelig is voor cinnamaldehyde. De LC₅₀-waarden ("lethal concentration"; concentratie waarbij 50 % van alle conidia zijn gedood) van *P. hirsutum* CBS 349.75, *P. hirsutum* CBS 734.74, *Penicillium* SP1 (ex Tulipae) en *Aspergillus* DZ01 liggen tussen 2,3 mM en 3,4 mM cinnamaldehyde. De gisten *S. cerevisiae* (LD₅₀ = 8 mM) en *C. boidinii* (LD₅₀ = 8,6 mM) blijken minder gevoelig voor cinnamaldehyde.

Om na te gaan hoelang bollen gedompeld moeten worden in een cinnamaldehyde bevattende oplossing zijn tijdreeksen bij twee concentraties cinnamaldehyde opgenomen (Fig. 5). Bij 3,89 mM cinnamaldehyde wordt een halfwaardetijd voor overleving van *P. hirsutum* CBS 349.75 gevonden van 25 minuten. Bij 7,78 mM is de halfwaardetijd teruggebracht tot 3 minuten. Dit resultaat laat zien dat bij relatief hoge concentraties kan worden volstaan met korte dompeltijden. Op basis van deze gegevens, gecombineerd met informatie over de procesgang in bollenbedrijven, kan de dompeltijd en concentratie geoptimaliseerd worden.

B. Publikaties.

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 (abstract). 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. 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. Vol. 16 (11):190-193. ISBN 92-9067-058-4

Smid, E.J., J.A.M. van Beek and L.G.M. Gorris. 1993. Biological control of *Penicillium* infection on flower bulbs by antagonistic bacilli. (Abstract and Poster) Biocontrol of Plant Diseases and Pests - Problems and Progress. Society for Applied Bacteriology and British Society for Plant Pathology, Joint Meeting, 6 & 8 April 1993, Rothamsted Experimental Station, Rothamsted, England.

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

Gorris, L.G.M., Y. de Witte and E.J. Smid. 1993. Plant essential oil components for the control of fungal storage diseases of potato. Proc. of the 12th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, France, July, 18-23, p. 105-106.

Smid, E.J., Y. de Witte, O. Vrees and L.G.M. Gorris. 1993. Use of secondary plant metabolites for the control of post-harvest fungal diseases. Book of Abstracts, Postharvest '93, International Symposium. Kecskemét, Hungary, p 50.

Smid, E.J., Y. de Witte, O. Vrees and L.G.M. Gorris. 1994. Use of secondary plant metabolites for the control of postharvest fungal diseases on flower bulbs. Acta Horticulturae. In press.

Oosterhaven, K, A. Leitao, E.J. Smid & L.G.M. Gorris. 1994. Conversion of carvone by the phytopathogenic fungi *Fusarium solani* and *F. sulphureum*. J. Applied Bacteriology (manuscript in preparation).

Smid, E.J., , L.G.M. Gorris. Selection of secondary plant metabolites for control of postharvest fungal diseases on flower bulbs. Letters in Applied Microbiology (manuscript in preparation)

Oosterhaven, K., B. Poolman and E.J. Smid. 1994. S-carvone as a natural fungistatic, bacteriostatic and potato sprout inhibiting compound. Industrial Crop and Products. (submitted)

Gorris, L.G.M., J. Oosterhaven, K.J. Hartmans, Y. de Witte and E.J. Smid. 1994. Control of fungal storage diseases of potato by use of plant-essential oil components. In: Proceedings of British Crop Protection Conference, *Pests and Diseases*. In press.

Smid, E.J. and L.G.M. Gorris. 1994. Protection of flowers bulbs using plant metabolites. 1994. In: Proceedings of British Crop Protection Conference, *Pests and Diseases*. In press.

Smid, E.J. and J. Koeken. 1995. Cinnamaldehyde is a potent fungicidal agent. Crop Protection. (in preparation).

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/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 and L.G.M. Gorris. 1993. Onderdrukking van pathogene schimmels antagonistische bacteriën bij bewaring van bloembollen. Lezing op Gewasbeschermingsdagen, Koninklijke Nederlandse Planteziektenkundige Vereniging, 24 en 25 februari 1993, Wageningen.

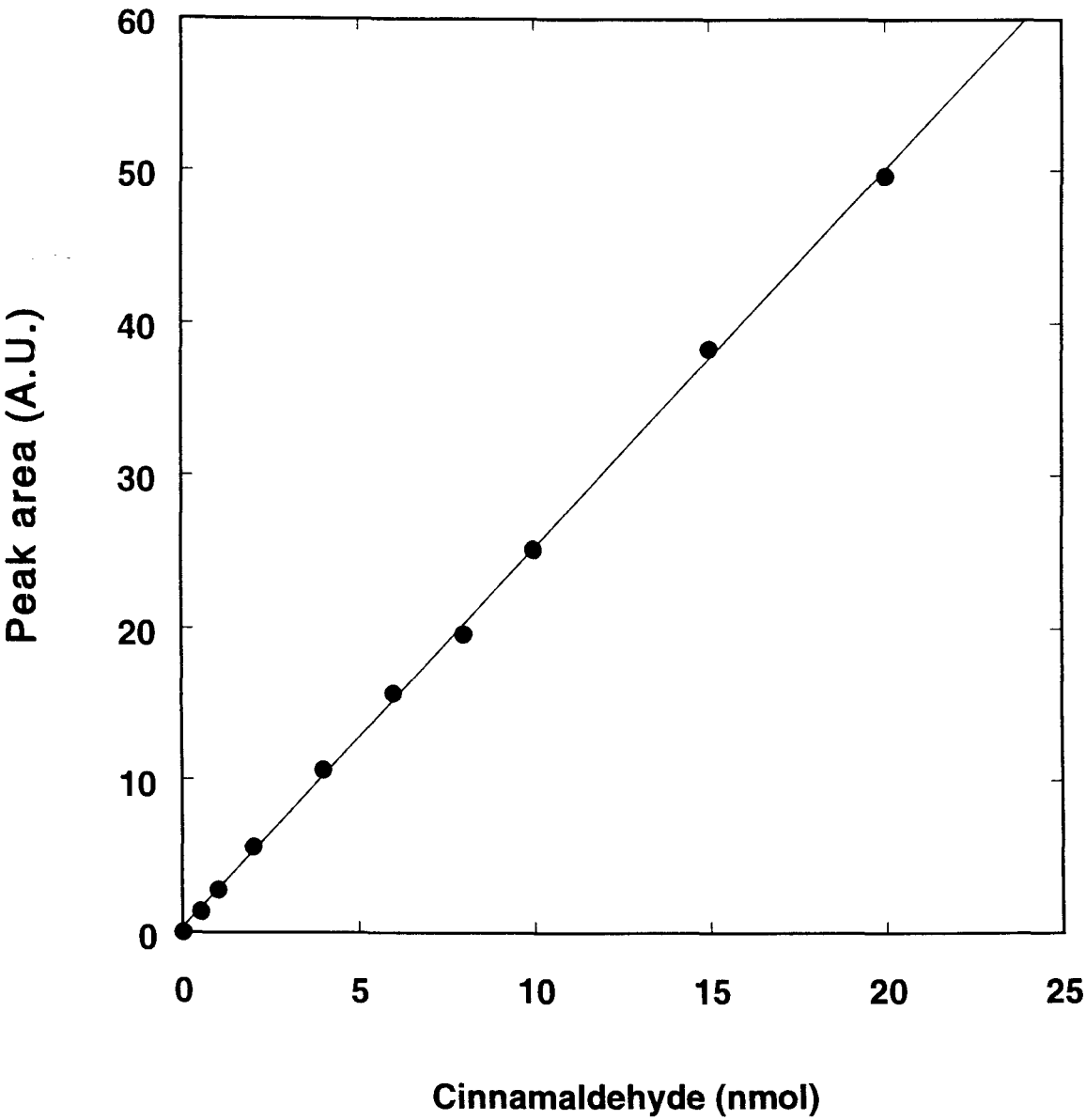
Smid, E.J. Y. de Witte, O. Vrees and L.G.M. Gorris. 1993. Use of secondary plant metabolites for the control of post-harvest fungal diseases. Postharvest '93, International Symposium. August 30 to September. Kecskemét, Hungary.

Smid, E.J. en L.G.M. Gorris. 1994. Bescherming van bewaarde bollen tegen ziekteverwekkers. Demonstratiedag Bloembollen. 10 maart, ATO-DLO, Wageningen.

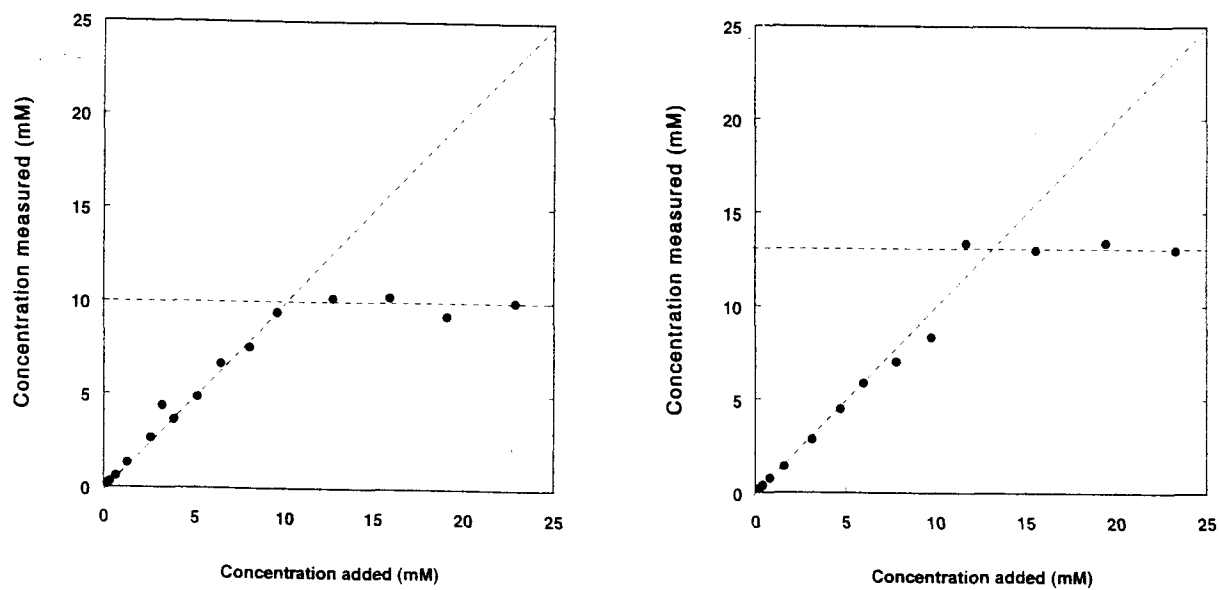
C. Werkplan voor de tweede helft van 1994.

De in de fasering aangegeven taken zijn in grote lijnen uitgevoerd. In de laatste 6 maanden van het project zal alle beschikbare tijd ingezet worden op onderzoek aan verschillende aspecten van de toepassing van cinnamaldehyde als bolontsmettingsmiddel. Om inzicht te krijgen in het werkingsmechanisme zullen de effecten van cinnamaldehyde op een aantal bio-energetische parameters bij gisten worden

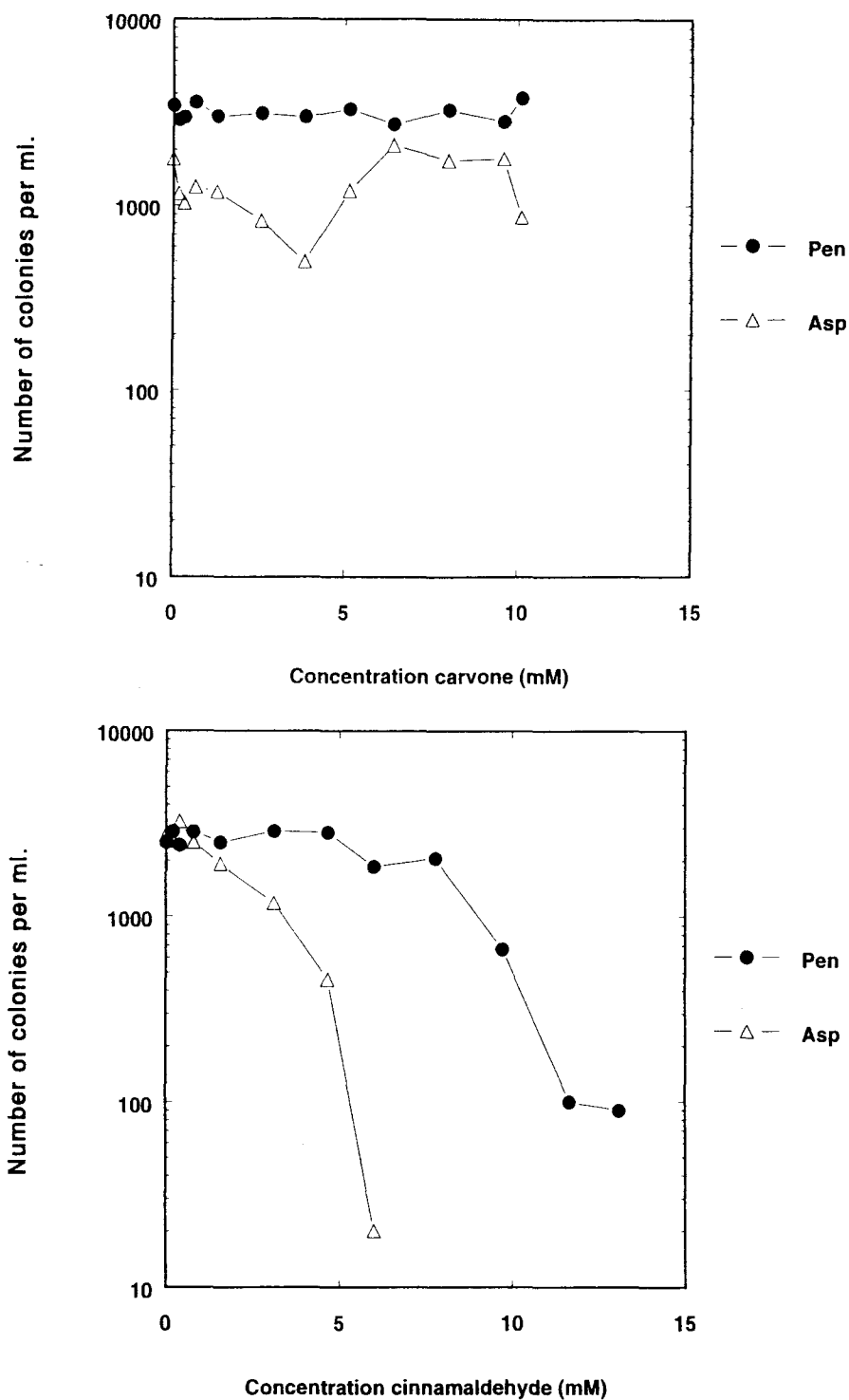
onderzocht. Verder zal onderzocht worden of resistentieontwikkeling bij *Penicillium* optreedt bij langdurige blootstelling aan cinnamaldehyde. Daarnaast zullen kleine partijen bollen behandeld worden met cinnamaldehyde en gedurende de bewaring geanalyseerd worden op de ontwikkeling van de schimmel- en bacteriepopulatie.



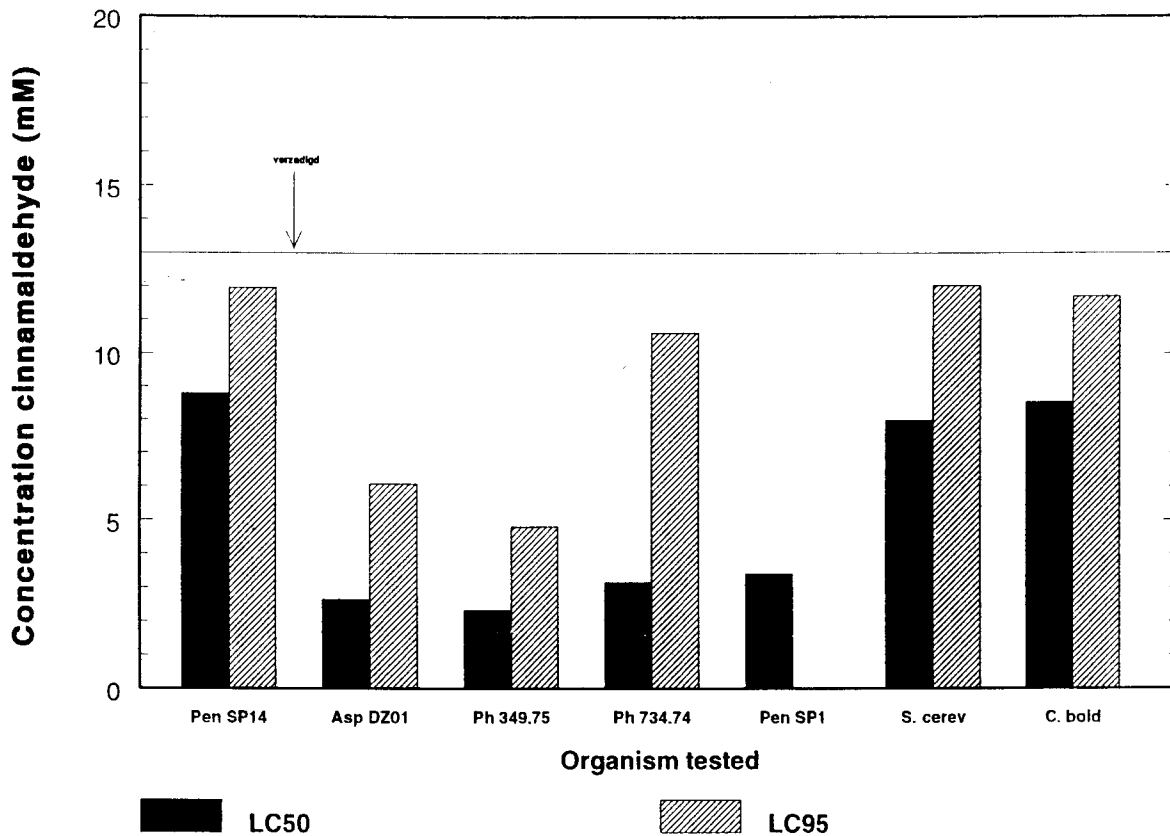
Figuur 1. Calibratie van de HPLC-assay van cinnamaldehyde.



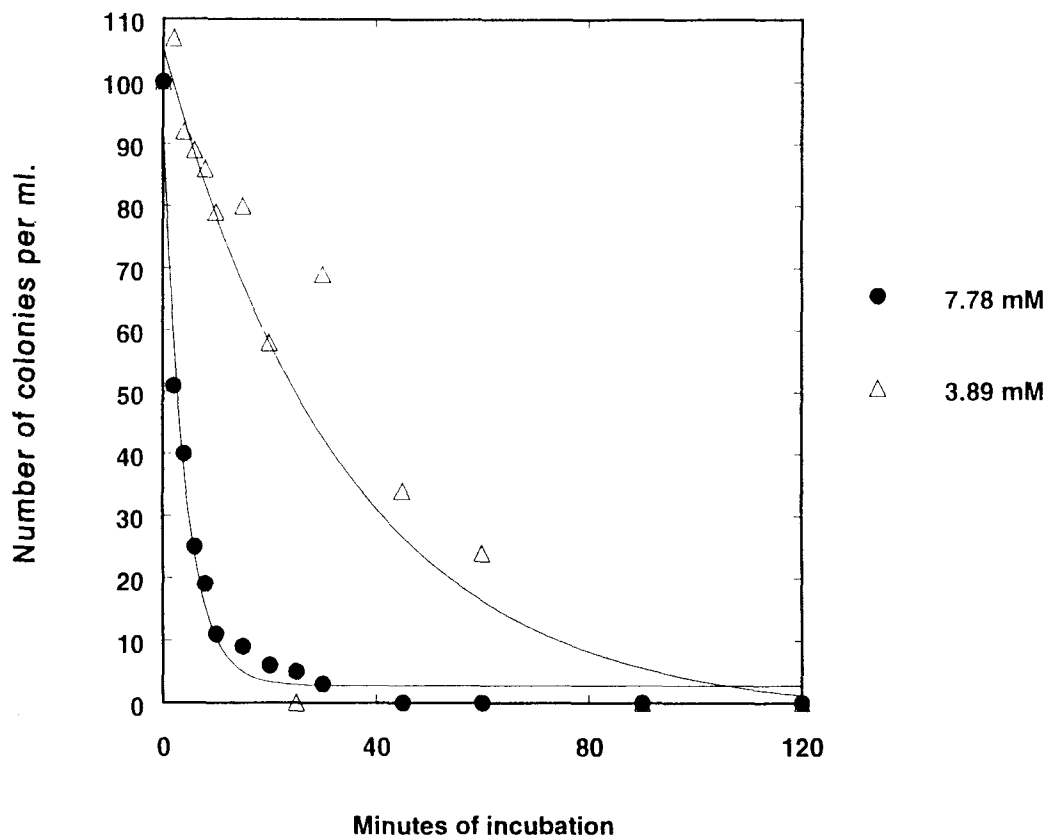
Figuur 2. Oplosbaarheid van carvon (Panel A) en cinnamaldehyde (Panel B) in water.



Figuur 3. Effect van carvon (Panel A) en cinnamaldehyde (Panel B) op de levensvatbaarheid van conidia-suspensies van *Aspergillus* DZ01 en *Penicillium* SP14. Het experiment is uitgevoerd bij 22°C. De conidia-suspensies zijn steeds 15 minuten blootgesteld aan de verschillende oplossingen.



Figuur 4. LC_{50} en LC_{95} waarden voor afdoding van conidia van *P. hirsutum* CBS 349.75, *P. hirsutum* CBS 734.74, *Penicillium* SP1 (ex Tulipae), *Penicillium* SP14 en *Aspergillus* DZ01 alsmede van cellen van *Saccharomyces cerevisiae* en *Candida boidinii*. De verschillende organismen zijn gedurende 15 minuten, bij 22°C gedompeld in een waterige oplossing met cinnamaldehyde.



Figuur 5. Relatie tussen overleving van *P. hirsutum* CBS 349.75 conidia en verblijftijd in een waterige oplossing van respectievelijk 3.89 mM en 7.78 mM cinnamaldehyde.

Logistieke besturing in de distributieketen van bloembollen

Bloembollenpreparatieplanning

A.P.H. Saedt, P. Sturm

Probleemstelling

Bij de grotere preparatiebedrijven voor bloembollen is sprake van een complex planningsprobleem. Bij de preparatieplanning wordt bepaald, welke bloembollen gedurende welke periode onder welke condities in welke cellen bewaard gaan worden. Bij het maken van een planning wordt rekening gehouden met de benutting van de bewaarcapaciteit, de inzet van arbeid, de kwaliteit van de produkten, klantenservice, de bedrijfsinrichting en -uitrusting en het energieverbruik.

Doelstelling

Ontwikkelen van een beslissingsondersteunend systeem voor de celplanning ten behoeve van bloembollenpreparatie in grotere centrale koelhuizen.

A. Voortgang eerste halfjaar 1994

a. Modelontwikkeling

Het aanvankelijk gebruikte rekenmodel leidt tot te omvangrijke berekeningen. Een toepassingsproef op praktijkniveau heeft tot dusver niet plaatsgevonden omdat bij volledige optimalisatie excessieve reketijden optreden. Zowel ten behoeve van het genereren van nieuwe preparatieplannen als het bewerken van bestaande plannen is het rekenmodel daarom ingrijpend aangepast. Enerzijds wordt onderzocht hoe het model in kleinere modules verdeeld kan worden (model-decompositie) zonder de kwaliteit van de planning teveel te schaden. Anderzijds is een begin gemaakt met een onderzoek naar zogeheten heuristische oplossingstechnieken. In het bijzonder wordt daarbij bekeken in hoeverre deze technieken toegepast kunnen worden op het oorspronkelijke en op het gedecomposeerde model.

De decompositie is als volgt geformuleerd.

Bepaal voor elke week van het planningstijdvak een preparatieplan dat ook slechts een week "vooruitkijkt". Probeer daarbij partijen uit het preparatieplan van de voorafgaande week zoveel mogelijk op dezelfde plaats te houden.

Van half april tot half juni is er de meeste leegstand in de cellen. Daarom loopt het planningstijdvak van half juni tot half april van het daarop volgende jaar. Er ontstaan dus ruim veertig preparatieplannen van elk een week. Deze vormen aaneengeschakeld het totale preparatieplan. Klimaat en vulling van de cellen worden zodanig bepaald dat er althans voor die week een optimale afstemming is tussen celvulling, celklimaat en verplaatsingsarbeid.

b. Systeemontwikkeling

Aan het bestaande prototype-systeem is een voorziening toegevoegd om locaties binnen de cellen in de planning te kunnen onderscheiden. Hieraan kan een signaalsysteem gekoppeld worden dat aangeeft welke andere lokaties hinderlijk geblokkeerd worden bij het in gebruik nemen van een bepaalde lokatie voor een bepaald tijdvak.

Een groot aantal alternatieve preparatieschema's is ingevoerd, gebaseerd op waarnemingen van de Stichting Van den Hoek's Broeiproevenbedrijf te In 't Veld (NH).

B. Publikaties

Poot, E.H. & A.P.H. Saedt
Computer helpt bij indelen cellen
Bloembollencultuur, 3 februari 1994

C. Planning tweede halfjaar 1994

Het literatuuronderzoek naar in aanmerking komende heuristische oplossings technieken wordt afgerond met een verantwoorde keuze van een techniek die meer uitgebreid getest gaat worden op kwaliteit en op snelheid. De gekozen techniek zal zo mogelijk ook op het oorspronkelijke model toegepast worden. Gelijktijdig zal de benodigde systeemontwikkeling hierop aansluiten.

Er wordt een onderzoek ingesteld naar de mogelijke afstemming met een broeierijplanningssysteem dat door het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse in samenwerking met de sectie Operationele Analyse van de vakgroep Wiskunde van de Landbouwwuniversiteit wordt opgezet. Dit onderzoek was in de planning voor het eerste halfjaar van 1994 opgenomen, maar de afronding van een eerste prototype van het onderhavige broeierij-planningssysteem heeft pas recentelijk plaatsgevonden.

Kwaliteitsverloopmodel Bloembollen

Clare Wilkinson, Anneke Polderdijk

A. Verslag eerste helft 1994

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 sector moeten in staat zijn om de effecten van hun maatregelen op de kwaliteit te overzien.

Doel van het project

Doel van het project is het objectiveren van de bloembolkwaliteit en vervolgens het modelleren van het verloop in kwaliteit van bloembollen onder invloed van gedefinieerde externe factoren in de afzetketen. Hierdoor zal duidelijk worden voor welke omgevingsfactoren de kwaliteit gevoelig is. Het model zal geïmplementeerd worden bij een logistieke besturing van de afzetketen, bijvoorbeeld in het planningssysteem.

Het onderzoek richt zich op twee representatieve bloembollen, namelijk tulpen en lelies.

Fasering

1991:	Inventarisatie-onderzoek
1992:	Voortzetting inventarisatie-onderzoek Opzetten en uitvoeren kwaliteitsenquêtes
1993:	Invoer,verwerking,rapportage enquêtes Verzamelen en ordenen gegevens tbv modelleren van kwaliteitsaspecten. Modelleren enkele tulpebloemaspecten Modelleren enkele tulpebolaspecten
jan-jun 1994:	Modelleren meerdere tulpe- en leliebol en -bloemaspecten Wetenschappelijk artikel over enquêteresultaten
jul-dec 1994:	Valideren modellen

Verslag van de Werkzaamheden

i) *Enquêtes*

Inleiding

In oktober/november 1992 zijn enquêtes naar alle schakels van de afzetketen gestuurd, meer dan 2000 enquêtes in totaal. De enquêtes gingen over de kwaliteit van tulpe- en leliebollen- en bloemen en hadden als doel het begrip 'kwaliteit' te verduidelijken. De geënquêteerden werden gevraagd hoe belangrijk zij een aantal aspecten achten voor de bol resp. bloemkwaliteit. In 1993 zijn enquêtes statistisch geanalyseerd. Deze analyse heeft een overzicht opgeleverd van de aspecten die van het grootste belang zijn voor de kwaliteit. Verder is gekeken naar mogelijke

verschillen in mening tussen de schakels. Die bleken nauwelijks te bestaan. Ook is gekeken naar mogelijke verschillen in mening ten opzichte van tulpen bestemd voor de droogverkoop en tulpen bestemd voor de broeierij. Die verschillen waren wel aanwezig, voornamelijk voor bolaspecten. Er is ook onderzocht of het land van bestemming of bedrijfseigenschappen (grootte, mate van specialisatie enz) van invloed zijn op de kwaliteitsperceptie. Er werden wel verschillen ontdekt, maar die waren zeer klein.

Wetenschappelijk artikel

De enquêteresultaten zijn in een artikel samengevat dat is ingediend bij het Engelstalige tijdschrift *Industrial Marketing Management*. In het artikel wordt de nadruk gelegd op het feit dat alle schakels van de keten zijn benaderd. Deze aanpak is tamelijk nieuw - onderzoek naar kwaliteitsperceptie beperkt zich voornamelijk tot de consument of een individuele schakel.

ii) Modelbouw

Validatie en Presentatie Q-Bulb

Q-Bulb is het computersysteem waarin de kwaliteitsverloopmodellen worden toegepast. In het computersysteem stelt de gebruiker een beperkt aantal afzetketens samen, en Q-Bulb berekent het effect hiervan op de voor de bol en de bloem belangrijkste kwaliteitsaspecten. Ook worden algemene kwaliteitscijfers aan de bol- en bloemkwaliteit voor elke afzetketen toegekend.

Q-Bulb is gemakkelijk te gebruiken, waardoor men snel inzicht kan krijgen in het effect van keuzes in de afzetketen op de kwaliteit.

Q-Bulb bevat tot dusver een kwaliteitsverloopmodel voor de tulpecultivar *Apeldoorn* met een 5°C koudebehandeling (droge bewaring). Momenteel dient Q-Bulb voornamelijk als prototype - dat wil zeggen als voorbeeld van wat een kwaliteitsverloopmodel allemaal kan. Er is dan ook veel aandacht besteed aan het presenteren van Q-Bulb, onder andere op de Bollandag op het ATO. Ook is er een lezing gehouden over Q-Bulb op het VIAS symposium (Vereniging van Informatici in de Agrarische Sector). De presentatie van Q-Bulb kan tevens als validatie dienen. In dit kader is Q-Bulb aan een aantal experts van het LBO gepresenteerd. Naar aanleiding van hun commentaar wordt een aantal delen van Q-Bulb bijgewerkt. Om de reacties van de praktijk te meten is tevens een artikel gepubliceerd in *Bloembollencultuur*.

Modelleren ziekten

De enquêteresultaten laten duidelijk zien dat afwezigheid van ziekte-aantasting verreweg het belangrijkste kwaliteitsaspect van de bol is. Mede daarom wordt veel aandacht besteed aan het verbeteren van de modellen voor ziekte-aantasting. Er wordt nu expliciet rekening gehouden met zowel de 'wachttijden' als de behandelingen. De 'wachttijden' zijn de periodes waarin de bollen op het veld of in de schuur liggen te wachten op de volgende behandeling. Volgens experts zijn slechte omstandigheden tijdens de 'wachttijden' grotendeels verantwoordelijk voor ziekte-aantasting.

Ziekte-aantasting is niet alleen een negatieve boleigenschap maar kan ook negatieve consequenties hebben voor de bloemkwaliteit. Om hierover meer informatie te

kunnen verkrijgen is meegewerkt aan een proef van E. Smid van het ATO (Project nr. 2.06.12). Als onderdeel van deze proef werden tulpebollen van de cultivar Apeldoorn met resp. wel en geen *Penicillium* aantasting opgeplant en in de kas gezet. De belangrijkste bloemkwaliteitsaspecten zijn bij de oogst bepaald, evenals de mate van *Penicillium*aantasting van de bol, waardoor het mogelijk is geworden om een relatie te leggen tussen de mate van aantasting van de bol en de bloemkwaliteit.

Tabel 1: Effect *Penicillium*aantasting op bloemaspecten

Mate van aantasting van de bol bij oogst bloem	geen	licht	matig	zwaar
steellengte	38.9 cm	38.7 cm	38.2 cm	37.9 cm
%uitval	2.3%	6.8%	5.9%	6.3%
bloemgrootte	Geen verschillen			
kasdagen	Geen verschillen			
gewicht/cm	Geen verschillen			

De resultaten worden in Tabel 1 weergegeven. *Penicillium*aantasting is voornamelijk van invloed op het percentage uitval, hoewel het ook tot iets kortere bloemen leidt. Deze resultaten worden nu aan de kwaliteitsverloopmodellen toegevoegd.

Modelleren effect koudebehandeling bij kistenbroei

In het eerste helft van 1994 zijn modellen ontwikkeld die het effect beschrijven van de duur van de koudebehandeling bij de kistenbroei op bloemkwaliteitsaspecten. De modellen zijn onder andere gebaseerd op gegevens afkomstig van van den Hoeks Broeiproevenbedrijf. Deze gegevens zijn de resultaten van jarenlange ervaring en dus zeer betrouwbaar. Nadeel vanuit de oogpunt van de modelmaker is dat ze v.w.b. de duur van de koudebehandeling een te kleine range betreffen - namelijk die range die in de praktijk toepasbaar is. Mede daarom wordt voor de tweede helft van het jaar een aanvullende proef gepland (zie beneden).

Meerdere cultivars

Er wordt getracht om kwaliteitsverloopmodellen te ontwikkelen voor de 30 belangrijkste tulpecultivars - dat zijn de 30 cultivars met de grootste veilingaanvoer. Waar mogelijk wordt direct gebruik gemaakt van gegevens over elk van de 30 cultivars. Zo werd informatie van van den Hoeks Broeiproevenbedrijf verkregen voor alle 30 cultivars. Ook wordt gebruik gemaakt van expertkennis - zo is aan de subcommissie voor tulpen van de Commissie voor Nomenclatuur gevraagd naar informatie over de ziekte- en beschadiginggevoeligheid van de 30 cultivars.

Meestal worden proeven uitgevoerd met maar een klein subset van de 30 cultivars. Om de modellen uit te kunnen breiden naar alle 30 cultivars worden de cultivars op basis van o.a. de Rassenlijstgegevens in groepen ingedeeld. Cultivars die dan bij dezelfde groep horen en dus op elkaar lijken, krijgen hetzelfde model.

Confrontatie met de fasering

In tegenstelling tot de planning zijn nog geen modellen voor de leliebol ontwikkeld. In plaats hiervan is de nadruk gelegd op de consolidatie en uitbreiding van de tulpemodellen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de tulpemodellen voor ziekte-aantasting en beschadiging na slechts kleine veranderingen ook kunnen worden toegepast voor de leliebol, en dat de kwaliteitsfuncties voor de leliebloem al voor een deel klaar liggen.

B. Publikaties

Polderdijk, Anneke, Clare Wilkinson en Marjolein Ebbing, 1994. Resultaten van een enquête over de kwaliteit van tulpen en lelies binnen de afzetketen van bloembollen. ATO Rapport 402, maart 1994.

Polderdijk, Anneke, Clare Wilkinson, 1994. Voorspelling van Bol en Bloemkwaliteit is mogelijk met Q-Bulb, Bloembollencultuur (ingediend).

Wilkinson, E.C., J.J.Polderdijk, M.Sloof en R.M. Lokers, 1994. Q-Bulb. VIAS Symposium, juni 1994.

Wilkinson, E.C., J.J. Polderdijk en M.E. Ebbing, 1994. Quality Perception by Producers and Distributors in the Flowerbulb Distribution Chain, Industrial Marketing Management (ingediend).

C. Werkzaamheden tweede helft van 1994

Aanpak

Kistenbroeioproef

Als aanvulling op de informatie afkomstig van Jan van den Hoek zal een proef worden uitgevoerd waarbij het effect van de duur van de tussentemperatuur en de koudebehandeling op bloemaspecten bij de kistenbroei van tulpen wordt onderzocht. De cultivars Apeldoorn en Monte Carlo worden meegenomen.

Uitbreiden Q-Bulb

De uitgebreide kwaliteitsverloopmodellen voor de 30 tulpecultivars en de behandeling bij de kistenbroei die nu op papier staan zullen binnen Q-Bulb worden geprogrammeerd. Op die manier worden de modellen zichtbaar en toegankelijk voor anderen. Een beschrijving van Q-Bulb en van de modellen die daar in staan zullen in een ATO-rapport worden vastgelegd.

Modelleren leliebol- en bloemaspecten

Modellen zullen worden ontwikkeld voor de leliebolaspecten beschadiging, ziekte-aantasting en uitdroging en voor enkele leliebloemaspecten. Er zal getracht worden modellen te ontwikkelen voor de Aziatische hybriden Conneticut King en Enchantment en voor de Oriëntal hybride Stargazer. Deze zijn de belangrijkste cultivars voor wat betreft de veilingaanvoer van snijlelies.

Hoe nu verder?

Een beslissing zal moeten worden genomen over de verdere ontwikkelingen van het project. De komende tijd zal de achterban worden gepolst.

Mogelijke aandachtsgebieden voor de toekomst zijn:

- Uitbreiding Q-Bulb naar andere bol- en knolsoorten.
- Ontwikkelen van een Q-Bulb library, een soort bibliotheek waarin de modellen staan die samen Q-Bulb vormen. De gebruiker kan dan een of meer deelmodellen oproepen die hij verder kan gebruiken als deel van een ander systeem. Zo kunnen modellen voor de koudebehandeling worden opgeroepen voor gebruik in een preparatieplanningssysteem, of kwaliteitsfuncties voor de leliebloem voor gebruik in een computersysteem voor de kas.
- Consumentenonderzoek. In de afgelopen 4 jaar is veel aandacht besteed aan het onderzoeken van de kwaliteitsprioriteiten van de sector. Op dezelfde manier zouden we het laatste schakel van de keten - de consument - kunnen onderzoeken.

Fasering

jul-dec 1994: Kistenbroeiproef
jul-sep 1994: Uitbreiden Q-Bulb
sep-dec 1994: ATO-rapport Q-Bulb
aug-dec 1994: Ontwikkelen leliemodellen

CBA en de inwendige en uitwendige kwaliteit van bloembollen

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

A. Verslag over eerste helft van 1994.

Probleemstelling

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. Classificatie van deze producten op kwaliteit is een belangrijk proces in de afzetketen. De kwaliteitssortering bepaalt bijvoorbeeld de afzetmogelijkheid en de prijsvorming.

Doelstelling

Digitale beeldverwerking kan ingezet worden bij de beoordeling van visuele kwaliteit. Met deze techniek kunnen objectief vorm, afmetingen, kleur en kleurafwijkingen bepaald worden. Door deze mogelijkheden wordt vaak bij landbouwkundige producten gedacht aan toepassingen in optische sorteerlijnen. Het doel van het onderzoek is een sorteermethode te ontwikkelen die op uitwendige (en op later stadium eventueel ook inwendige) kwaliteit sorteert. In eerste instantie zal het prototype als voorsortering van de uitwendige kwaliteit van tulpebollen ingezet gaan worden.

Fasering

- 1991: vaststelling uitwendige kwaliteitsparameters; literatuur onderzoek inwendige kwaliteit;
- 1992: meetsysteem inwendige kwaliteit (door aanschaf Röntgenapparatuur oorspronkelijke fasering bijgesteld); oriëntatie-herkenning van bol t.o.v. kamera; meetresultaten kleurbeoordeling;
- 1993: onderzoek inwendige kwaliteit/bloeibaarheid tulpebol; optimaliseren meetsysteem uitwendige aantasting;
- 1994: sorteersysteem uitwendige kwaliteit;

Verslag van de werkzaamheden

De werkzaamheden in de eerste helft van 1994 bestaan in eerste instantie uit het gezamenlijk uitvoeren van een opplantproef van tulpebollen die onder verschillende ethyleenconcentraties werden bewaard. Dit is gezamenlijk uitgevoerd met project nummer 70270. Als voorbereiding op een sorteersysteem voor uitwendige kwaliteit in de praktijk te realiseren is er snelle hardware aangeschaft. Dit maakt het mogelijk om real-time bollen op uitwendige kwaliteit te sorteren. Real-time houdt in dit geval in dat de beelden net zo snel worden verwerkt als de opnamen worden gemaakt. De bouwstenen om van de algoritmen grootte en kleur/afwijking te bepalen zijn op deze nieuwe hardware geïmplementeerd. In deze periode is nagedacht hoe het kleurscheidingsalgoritme om uitwendige fusarium aantasting te detecteren op het snelle systeem geïntegreerd kan worden. In deze periode is actief gezocht naar mogelijke partners om gezamenlijk de ontwikkelde technieken uit te zetten in de praktijk. Volgens een vastgestelde procedure werden alle relevante mechanisatiebedrijven in

Nederland benaderd. Geïnteresseerde bedrijven zijn uitgenodigd voor een inventariserend gesprek. Na een tussenevaluatie, waarbij gelet wordt op zaken als innovativiteit, bedrijfsomvang, marktsegment, electronica-/camera-ervaring, worden uiteindelijk een of meerdere bedrijven geselecteerd om gezamenlijk een prototype voor een specifieke praktijkvraag te ontwikkelen. De evaluatiefase zal in de tweede week van juli uitgevoerd worden en wordt teruggekoppeld met het PVS

Confrontatie met de fasering

Het project verloopt conform de voorgenomen fasering.

B. Publikaties.

In deze periode zijn geen publicaties verschenen.

C. Werkzaamheden tweede helft van 1994.

Aanpak

In deze periode zal het kleurscheidingsalgoritme om uitwendige fusarium aantasting te detecteren op het snelle systeem geïntegreerd moeten worden. Mocht blijken dat de snelheid van het systeem dan te traag wordt, dan zal naar een andere methode om fusarium te detecteren worden gezocht. Omdat het ook nodig is om andere ziekten dan fusarium te kunnen detecteren, zal er een extra inspanning verricht worden om aan deze aangetaste (tulpe-)bollen te komen. Vervolgens zal de kleurscheidings techniek/of nieuwe methode op deze ziekten worden getest.

Fasering

- | | |
|---------|--|
| jul/sep | <ul style="list-style-type: none">- contacten bedrijf voor leveren aangetaste (tulpe-) bollen- experimenten tulpebollen (uitwendig) leliebollen (inwendig)- opzetten samenwerkingsverband mechanisatiebedrijf- ontwikkelen prototype bollenbeoordeling uitwendige kwaliteit (ca. 20 bollen/sec) |
| oct/dec | <ul style="list-style-type: none">- uitzetten systeem in praktijk voor concrete toepassingen |

Afwijking van oorspronkelijke fasering

In de voorgenomen fasering wordt niet afgeweken van de oorspronkelijke fasering.

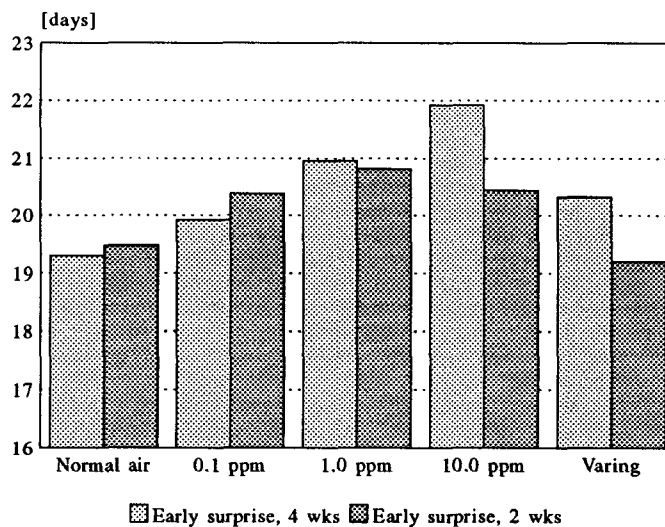
Intelligente bloembollencontainer

H. Wang, H. Boerrigter

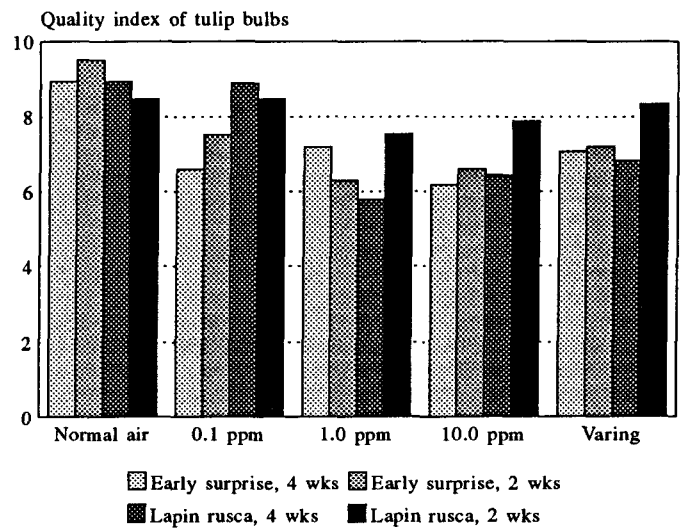
A. Voortgang eerste helft 1994

Zoals bekend, is dit project halverwege 1993 door de begeleidingscommissie bijgestuurd. De aandacht in de periode hierna is vrijwel geheel gericht geweest op het ontwikkelen van een praktijkhandleiding voor het instellen van het klimaat in containers. Het gaat hier dan om temperatuur en ventilatie. De ventilatie heeft vooral invloed op de relatieve vochtigheid en het ethyleenniveau tijdens het (zee)transport.

Omdat over de temperatuurstelling meer bekend is dan over de ventilatie heeft het onderzoek zich vooral op het laatste gericht. Eerst is hiertoe een experiment gedaan -in aanvulling op literatuurgegevens- naar de ethyleeninvloed op de tulpebol. Twee tulpecultivars, Lapin Rusca en Early Surprise, zijn gedurende 2 en 4 weken behandeld met vijf ethyleenconcentraties (0, 0.1, 1.0, 10, en een variërende ethyleenconcentratie). De ethyleenbehandeling werd gegeven in september 1993, waarna de bollen onder normale condities werden bewaard tot februari 1994. Hierna werden de bollen opgeplant en getrokken. Bij de oogst in maart werd een aantal parameters per bloemsteel vastgesteld: lengte, gewicht en trekduur. Enkele resultaten zijn in onderstaande figuren weergegeven.



Figuur 1: Forcing periods of tulip bulbs in the greenhouse as influenced by various ethylene concentrations during transportation



Figuur 2: Quality index of tulip bulbs as influenced by various ethylene concentrations during transportation

Voorts werd een serie experimenten gestart in de praktijk. In een praktijksituatie zijn tijdens transport zowel in als buiten de container de temperatuur, relatieve vochtigheid en ethyleenconcentratie gemeten. Deze metingen kunnen de modelberekeningen valideren, op basis waarvan een instellingsadvies wordt geformuleerd.

B. Publikaties

--

C. Planning komende periode

In de tweede helft van 1994 zal nog een reeks proeven uitgevoerd worden betreffende de invloed van relatieve vochtigheid op de produktkwaliteit. Hierbij zal dezelfde aanpak als bij ethyleen worden gevolgd. In een serie produktexperimenten zal een reeks van rv-niveaus worden aangelegd gedurende vier weken, waarna de trekresultaten worden bepaald. Tevens zal weer een praktijktransport worden gevolgd. In dit halfjaar zal ook de praktijkinstructie verschijnen voor het instellen van temperatuur en ventilatie in containers. Deze instructie wordt geschreven op basis van reeds beschikbare kennis en de in de proeven opgedane kennis.

Verpakken en coaten van bloembollen

R.G. Evelo, H. Tournois, H.W. Peppelenbos, J.M. Vereijken

A Voortgang eerste halfjaar 1994

Probleemstelling

In open verpakkingen, onder niet gekoelde condities, gaan leliebollen spruiten 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_2 -, CO_2 -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.

Er zijn de volgende werkgebieden:

- relatie bol-klimaat
- invloed van de verpakking op het klimaat
- ontwikkelen en selecteren van het verpakkingsmateriaal.

Fasering

De structuur van dit project volgt de hieronder beschreven lijn. Bij aanvang van het project is begonnen met het ontwerpen en bouwen van een onderzoeksofstelling speciaal gericht op MA verpakkingen. Tegelijkertijd is aan de hand van Controlled Atmosphere experimenten de gewenste gassamenstelling voor leliebollen Connecticut King en Star Gazer bepaald. Deze leliebollen zijn ook gebruikt in verpakkings-experimenten waarin verschillende verpakkingsmaterialen zijn getoetst.

Parallel hieraan wordt een computermodel ontwikkeld dat de gassamenstelling in de verpakking berekent. Hiervoor is de respiratiesnelheid van de bollen onder gewijzigde gassamenstelling bepaald.

De mogelijkheid om tulpebollen te verpakken in een volledig gesloten MA verpakking wordt onderzocht. Hiervoor zijn verschillende vochtabsorbers getest. Ook hiervoor wordt een model ontwikkeld.

Deze modellen en experimenten leveren specificaties voor het toepassen van (bioafbreekbaar) verpakkingsmateriaal voor bloembollen.

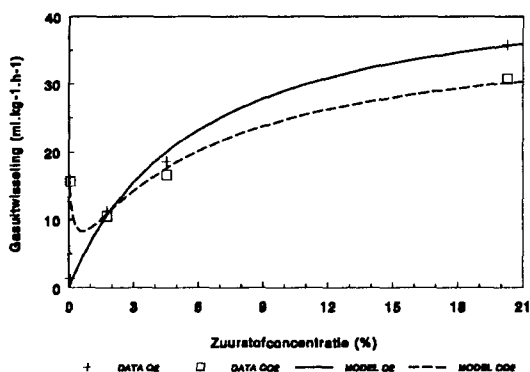
Verslag van de werkzaamheden

Relatie bol-klimaat

In het kader van de bol-klimaat relaties is binnen dit project gewerkt aan:

1. de gassamenstelling die optimaal is voor bol- en bloemkwaliteit
2. de ademhalingssnelheid en het verloop daarvan in de tijd

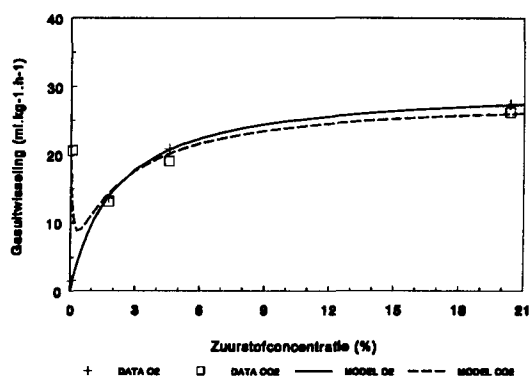
Over het onderzoek aan het eerste punt is vorig jaar verslag gedaan. Onderzoek aan de ademhaling is dit jaar uitgevoerd. Omdat MA-verpakkingen vaak bij hogere temperaturen verhandeld worden, zijn de metingen bij 20 °C uitgevoerd.



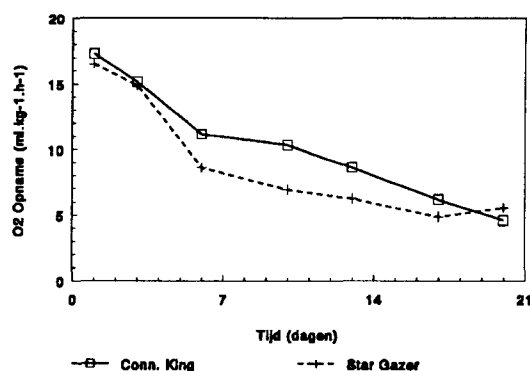
Figuur 1: De ademhaling van Star Gazer bij 20°C op dag 2 en 3.

Zowel de zuurstofopname als de kooldioxide-afgifte werd gemeten bij diverse zuurstofconcentraties en kooldioxideconcentraties. Ook extreme gassamenstellingen als 0% zuurstof werden daarin betrokken (zie figuren 1 en 2). De metingen hebben een aantal resultaten opgeleverd.

Allereerst blijkt dat kooldioxide, tot 6%, nauwelijks de ademhaling beïnvloedt. Daarnaast is er een duidelijk beeld verkregen omtrent de overgang van aerobe naar anaërobe ademhaling. Pas bij zeer lage zuurstofconcentraties (1%) wordt die anaërobe ademhaling belangrijk. Deze kennis is van belang om te kunnen bepalen binnen welke grenzen de gassamenstelling in een verpakking moet blijven.



Figuur 2: De ademhaling van Connecticut King bij 20°C op dag 2 en 3.



Figuur 3: Het verloop van de ademhaling in de tijd bij 2% O₂ en 2% CO₂.

Voor verschillende leliecultivars kan dezelfde folie gekozen worden als de verschillen in ademhaling en optimale gasamenstelling klein zijn. Uit de ademhalingsmetingen blijkt in elk geval dat de verschillen tussen Star Gazer en Connecticut King niet bijzonder groot zijn.

Om een optimale gassamenstelling te kunnen handhaven is het belangrijk om een eventueel verloop van de ademhaling in de tijd te kennen. Uit de metingen blijkt dat er een verloop is. In figuur 3 is het verloop van de zuurstofopname van Star Gazer en Connecticut King bij de optimale gasamenstelling weergegeven. Door een juiste keuze van verpakkingsmaterialen kan op dit verloop worden ingespeeld.

Invloed van de verpakking op het klimaat

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:

- leliebollen
- modelbouw

Leliebollen.

In deze verslagperiode zijn MA experimenten met diverse verpakkingsvarianties met leliebollen cv Connecticut King toegepast. In de verpakkingen ontstaan verschillende O₂ en CO₂ gasconcentraties en met verschillende mate van indroging van de bol. Deze experimenten zijn een uitbreiding van de in voorgaande rapportages gemelde experimenten.

Er is gekozen voor:

- een hoger aantal bollen per verpakking(8 i.p.v. 4 stuks);
- verschillende vulmiddellen;
- variatie in de wijze van perforeren;
- folies met lagere gasdoorlatende eigenschappen.

Het beeld dat volgt uit deze experimenten is in overeenstemming met de resultaten uit 1993. De huidige droogverkoopverpakking is te verbeteren door de verpakking aan te passen. Hierbij wordt gestreefd om zoveel mogelijk de indroging van de leliebol te beperken waarbij een verhoging van de CO₂ concentratie is toegestaan.

Voor een implementatie van dit verpakkingsconcept in de praktijk zou deze echter onder meer uiteenlopende voorwaarden moeten worden getoetst en verder worden geoptimaliseerd. Te denken valt aan een langere tijdschaal waarbij het eerste deel bij lage temperaturen plaatsvindt (bewaring onder goede omstandigheden) gevolgd door circa 8 weken bij ongekoelde (18°C) en mogelijk zelfs nog hogere temperaturen.

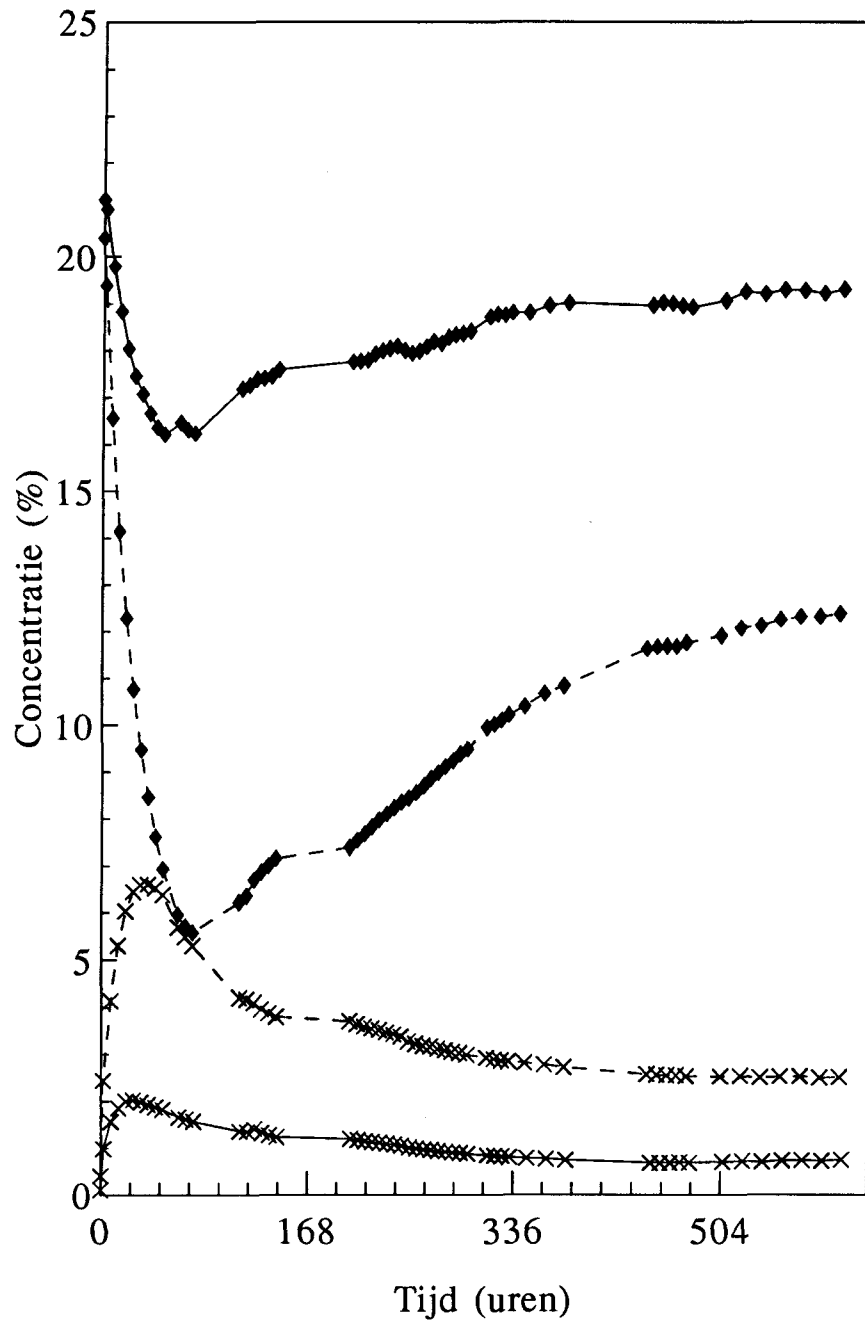
Naast de hierboven genoemde hoofdconclusie zijn nog de volgende aspecten waargenomen:

- Bij de bollen verpakt in tuinturf kan massatoename worden waargenomen. Dit wordt veroorzaakt door de groei van de bol en gaat gepaard met kwaliteitsverlies;
- Bij het verpakkingsmateriaal dat het minste indroging gaf en de hoogste CO₂ concentraties is geen CO₂ schade opgetreden.

Om de mogelijkheden van een MA leliebollen verpakking te onderzoeken is de CO₂ tolerantie voor leliebollen nader onderzocht bij 18°C. Hiervoor zijn leliebollen cv Connecticut King en Star Gazer in het CA doorstroomsysteem bewaard bij verschillende gascondities (O₂= 21 en 5 %; CO₂= 0, 5, 10 en 20%). De O₂ afhankelijkheid van de ademhaling is in figuur 1A,B weergegeven voor beide cultivars. Voor Connecticut King is de kwaliteitsbeoordeling van de bol en de bloem al uitgewerkt. Het blijkt dat laag zuurstof gunstig is voor de bolkwaliteit en hoog CO₂ voor de bloemkwaliteit.

Modelbouw

In het kader van de modelbouw is het gebruikersinterface van het MA model verbeterd. Voor de validatie van het model zijn leliebollen in modelverpakkingen verpakt. Net als in eerdere waarnemingen wordt de O₂ en de CO₂ concentratie in de verpakking niet constant zoals bij MA van groente en fruit producten wel gebruikelijk is. Een voorbeeld van het verloop van de gasconcentraties in de tijd is in figuur 4 weergegeven. De oorzaak van het niet constant worden van de O₂ en CO₂ concentratie in de verpakking betekent dat de ademhaling van de bol niet constant in de tijd is maar afneemt. Dit is een overeenstemming met de bewaar experimenten uitgevoerd in het doorstroomsysteem zoals weergegeven in figuur 3. In deze experimenten neemt de ademhalingsactiviteit sterk af. De verandering van de ademhaling is mogelijk te verklaren



Figuur 4: Het verloop van de O₂ (♦) en de CO₂ (x) voor 2 verpakkingen. --- is m=650gr, A=620cm², V=2384 ml en - - - is m=150gr, A=620cm² en V=1831ml

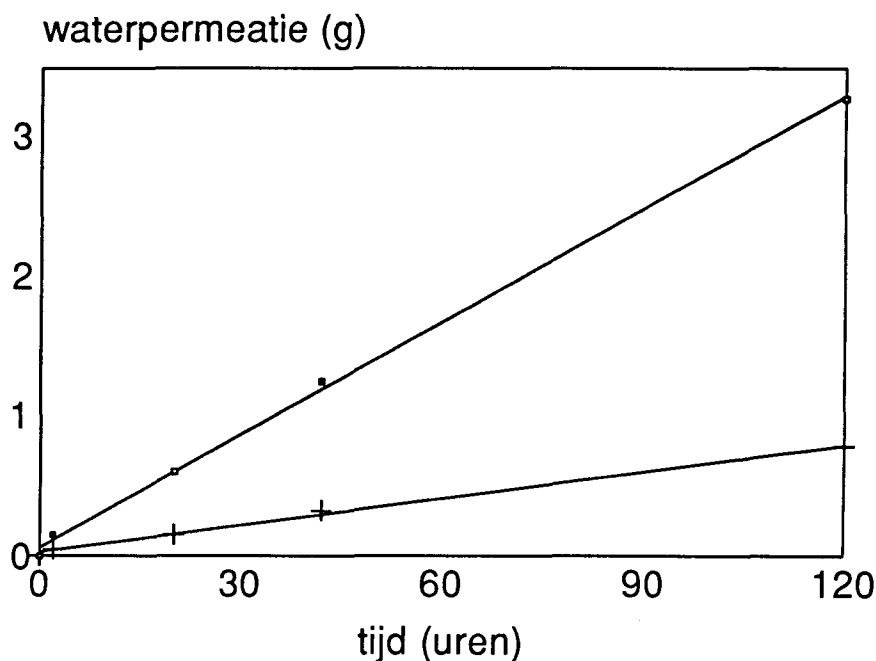
door een verandering in de fysiologische toestand van de bol en is mogelijk indicatief voor het stadium van de bol.

Ontwikkelen van verpakkingsmateriaal

Het doel van dit onderzoek is de ontwikkeling van milieuvriendelijke, biodegradeerbare coatings en folies op basis van eiwitten. In overeenstemming met de fasering is in de afgelopen periode aandacht besteed aan de effecten van cross-linking op de vochtdoorlaatbaarheid en mechanische eigenschappen van de eiwitcoatings/folies. Eveneens volgens planning is onderzoek verricht naar de invloed van water op polymeerchemische eigenschappen van eiwitten, omdat water zeer grote effecten heeft op de eigenschappen van de coatings/folies. Aan de gaspermeabiliteit van de coatings/folies is in de afgelopen minder periode aandacht besteed.

Cross-linking van eiwitten

Tussen eiwitten kunnen zowel met chemische als enzymatische methoden cross-links worden aangebracht. Omdat de enzymatische cross-linking een relatief duur proces is heeft de nadruk gelegen op chemische cross-linking (o.a. met glutaraldehyde). Door de cross-linking worden de coatings/folies belangrijk sterker (tot zelfs een factor 3) zonder dat dit ten koste gaat van de rekbaarheid ervan. Ook is gebleken dat door cross-linking de zwelling van de coatings/folies kan worden gereduceerd met minimaal 30%. Zoals te zien is in figuur 5 zijn er ook grote effecten op de vochtdoorlaatbaarheid: deze kan door cross-linking met bijna een factor 5 worden teruggebracht.



Figuur 5. De vochtdoorlaatbaarheid van een eiwitcoating met (+) en zonder (o) cross-linking.

Waterrelaties

Onderzocht is de relatie tussen watergehalte/wateractiviteit en de glastransitietemperatuur (T_g) van eiwitten. De T_g is die temperatuur waarbij een polymeer zoals eiwitten overgaat van een brosse glastoestand naar een vervormbare rubbertoestand. Het blijkt dat bij een watergehalte van ongeveer 16% de T_g van de eiwitten rond de 20°C ligt. In veel gevallen bevat een eiwitcoating minder water, waardoor deze bros is. Het blijkt mogelijk om de T_g van eiwitten bij lage watergehaltes te verlagen door het gebruik van weekmakers, zoals glycerol. Het toevoegen van 10% glycerol geeft een verlaging van de T_g van 25°C.

De microbiële stabiliteit van eiwitcoatings is bij hoge watergehaltes onvoldoende. Daarom is het van belang de wateradsorptie door eiwitten te reduceren.

B. Publikaties

Geen

C. Planning tweede halfjaar 1994

Afwijking van de fasering

Geen

- Er zal een verpakkingsexperiment met tulpebollen worden uitgevoerd in combinatie milieuvriendelijke schimmelremmende middelen.
- Bij het onderzoek op de ontwikkeling van biodegradeerbare coatings ligt de komende periode de nadruk op het reduceren van de wateradsorptie door eiwitten. Mogelijkheden die onderzocht worden zijn onder meer het hydrofobiseren van eiwitten door modificaties en het gebruik van hydrofobe weekmakers.