



D

# Verbetering van de afzet en export van Nederlandse aardbeien door toepassing van product-eigen green chemicals

## Voortgangsrapportage no. 5/6 en 6/6 BTOC-project SBC96014

Periode januari 1999 – december 1999  
ATO-rapport B440

Vertrouwelijk

H.A.M. Boerrigter  
P.P.L.A. de Leeuw  
G.J.P.M. van den Boogaard  
E.J. Smid





# Verbetering van de afzet en export van Nederlandse aardbeien door toepassing van product-eigen green chemicals

## **Voortgangsrapportage no. 5/6 en 6/6 BTOC-project SBC96014**

Periode januari 1999 – december 1999  
ATO-rapport B440

Vertrouwelijk

H.A.M. Boerrigter  
P.P.L.A. de Leeuw  
G.J.P.M. van den Boogaard  
E.J. Smid

**ATO B.V.**  
**Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut**  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
Tel: 0317-475024  
Fax: 0317-475347

2251077

| <b>Inhoud</b>                                   | <b>pagina</b> |
|---|---------------|
| Samenvatting.....                               | 1             |
| 1 Inleiding.....                                | 2             |
| 2 Doelstelling.....                             | 3             |
| 3 Resultaten demonstratie-experiment 1999 ..... | 4             |
| 3.1 Inleiding .....                             | 4             |
| 3.2 Doel van het demonstratie-experiment.....   | 4             |
| 3.3 Materiaal en methoden .....                 | 4             |
| 3.4 Resultaten.....                             | 6             |
| 3.5 Conclusies demonstratie-experiment .....    | 10            |
| 4 Resultaten begassings-experiment 1999.....    | 11            |
| 4.1 Doelstelling .....                          | 11            |
| 4.2 Materialen en methoden.....                 | 11            |
| 4.3 Resultaten .....                            | 11            |
| 4.4 Conclusie begassings-experiment .....       | 12            |
| 5 Algemene discussie .....                      | 14            |
| 6 Confrontatie met de fasering .....            | 16            |

## Samenvatting

In deze rapportage worden de resultaten gepresenteerd van de proeven die in 1999 zijn uitgevoerd in het kader van het BTOC-project SBC96014. Dit project wordt in opdracht van de Stichting Aardbei uitgevoerd in samenwerking met de Greenery (Locatie Breda) en 5 aardbeien telers. Dat betekent dat de reguliere 6 maandsrapportages zijn gebundeld tot één jaaroverzicht.

Op grond van de resultaten die binnen het BTOC-project SBC96014 in 1997 en 1998 zijn geboekt, heeft The Greenery besloten om MA-verpakkingen in de praktijk te gaan toepassen. Een deel van de activiteiten van ATO in 1999 hingen samen met begeleiding van de implementatiefase. Deze activiteiten zullen naar verwachting in 2000 door The Greenery worden doorgezet.

De proeven die in 1999 zijn uitgevoerd vallen in de laatste fase van het totale project en worden beschreven in de taken 13 tot en met 17 van het projectvoorstel. Voor de invulling van deze taken is op 18-2-99 is door de projectgroep (vertegenwoordigers van de Stichting Aardbei t.w. 5 aardbeienteler en The Greenery) in overleg met ATO besloten om in fase 3 te concentreren op het praktijkgereed maken van de MA-verpakking (micro-geperforeerde verpakkingen) omdat hiervan verhoudingsgewijs een grote mate van houdbaarheidsverlenging verwacht kan worden. Daarnaast zal in een laboratoriumexperiment de mogelijkheden van een voorbehandeling van aardbeien met groene bewaarstoffen (2-nonanone) bestudeerd worden.

Om de kwaliteitswinst van een goede MA-verpakking aan te tonen is in de vorm van een demonstratie-experiment een afzetketen van Nederland naar Moskou gesimuleerd. De condities in de gesimuleerde afzetketen zijn vastgesteld in gezamenlijk overleg met The Greenery, Jover BV (exporteur) en ATO.

Het demonstratie-experiment heeft aangetoond dat MA-verpakking rotontwikkeling op Elsanta aardbeien onderdrukt. Bij de gevolgde werkwijze kan geen additioneel batig effect van groene bewaarstoffen worden aangetoond. In het gesimuleerde traject Nederland-Moskou kan het voordeel van MA-verpakkingen pas bij de eindgebruiker worden vastgesteld. De houdbaarheid van Elsanta aardbeien in het transport traject wordt door toepassing van MA-verpakking verlengd van 5 tot 7 dagen (40% verlenging van de houdbaarheid).

# 1 Inleiding

Voor de export van Nederlandse aardbeien naar verre overzeese bestemmingen (Midden-Oosten, Verre-Oosten) kan een gesloten koelketen om logistieke redenen niet gegarandeerd worden. Onder deze sub-optimale omstandigheden is toepassing van een gewijzigde gassamenstelling (verlaagd O<sub>2</sub>, verhoogd CO<sub>2</sub>) onvoldoende om schimmelgroei op de vruchten volledig te onderdrukken. Daarom bestaat er grote behoefte aan een verpakkingsmethodiek die kwaliteitsbehoud van export-aardbeien in de afzetketens voor verre bestemmingen gegarandeerd. Toepassing van een combinatie van aardbei-eigen stoffen met schimmelgroei-remmende werking en een gewijzigde gassamenstelling kan een verpakkingsconcept opleveren waarmee kwaliteitsbehoud in deze specifieke afzetketens gewaarborgd kan worden.

Aardbeien produceren een zeer groot aantal aromastoffen die samen de specifieke aardbeiensmaak en -geur bepalen. Uit recente publicaties blijkt dat de aardbei aroma uit 35 tot 200 verschillende vluchtige verbindingen bestaat. De aroma van rijpe vruchten wordt voor een belangrijk deel bepaald door methyl esters van methyl alcoholen (Perkins-Veazie and Collins, 1995). In een studie van Perez et al. (1992) worden 7 vluchtige stoffen aangewezen die direct correleren met de kenmerkende aardbeien aroma. Naast genoemde geurstoffen spelen zuurgraad en suikergehalte een belangrijke rol bij de beoordeling van de aroma.

Recent onderzoek op ATO-DLO heeft aangetoond dat vele verschillende vluchtige plantenstoffen afkomstig van diverse plantensoorten, schimmelgroei-remmende eigenschappen bezitten en zodoende gebruikt kunnen worden om schimmelaantasting op land- en tuinbouwgewassen te onderdrukken (Smid et al., 1995; Gorris and Smid, 1995; Smid et al., 1996a; Oosterhaven et al., 1995). Van trans-cinnamaldehyde, de belangrijkste component uit cassia olie, is aangetoond dat de stof inwerkt op de membranen van de doelwit micro-organismen (Smid et al., 1996b). Tengevolge van sterke geur- en smaak-eigenschappen van dergelijke stoffen kan smaak-afwijking van behandelde producten optreden bij toepassing in gesloten verpakkingen.

Van een aantal vluchtige aardbei-stoffen is vastgesteld dat ze schimmelgroei-remmende activiteit bezitten (Pesis and Avissar, 1990; Vaughn et al., 1993). Hoewel deze stoffen door aardbeien geproduceerd worden, bezitten ze niet de typische organoleptische eigenschappen die geassocieerd worden met aardbeien. Recent onderzoek op ATO-DLO heeft aangetoond dat een 4-tal typische natuurlijke aardbei-aroma stoffen de groei van *B. cinerea* en *R. stolonifer* op een aardbei-medium remmen. Deze stoffen combineren de gunstige schimmelgroei-remmende werking met een natuurlijke aardbei-aroma. Deze laatste eigenschap minimaliseert de kans op het optreden van smaakafwijking bij toepassing van de stof op verpakte aardbeien. Naast de reeds onderzochte stoffen worden een 10-tal ander aardbei-stoffen geassocieerd met de typische aardbei-aroma. Van deze stoffen is bij aanvan van het project onbekend of ze schimmelgroei-remmende eigenschappen bezitten. Op basis van de typische geur karakteristieken kunnen deze verbindingen in combinatie met sterke schimmelgroei-remmende eigenschappen toegepast worden bij MA-verpakte aardbeien.

## **2 Doelstelling**

Het doel van dit project is de ontwikkeling van een verpakkingsmethodiek voor Nederlandse export aardbeien die gebaseerd is op een combinatie van gewijzigde gassamenstelling en toepassing van aardbei-eigen aromastoffen met schimmelgroei-werende activiteit. Het te ontwikkelen verpakkingsconcept moet de afzet van Nederlandse aardbeien op verre markten (Midden-Oosten, Verre-Oosten) faciliteren.

### 3 Resultaten demonstratie-experiment 1999

#### 3.1 Inleiding

In het kader van het project "Verbetering van de afzet van Nederlandse aardbeien door toepassing van product-eigen green chemicals" (BTOC SBC96014), is afgesproken dat "The Greenery" de tot dusver bereikte resultaten in de praktijk zal gaan toepassen. Het activiteitschema 1999 werd als gevolg daarvan in hoge mate bepaald door de begeleiding van ATO in deze implementatiefase.

Uitgangspunt was dat een geïnteresseerde exporteur middels een demonstratie-experiment wordt overtuigd van de toegevoegde waarde van het nieuwe verpakkingsconcept. De condities die tijdens het experiment worden opgelegd, zijn de gesimuleerde condities van een bestaande handelsketen. Na intern beraad bij The Greenery is Jover BV geselecteerd voor deelname aan het demonstratie-project. De handelsketen betreft de keten van Nederland naar Moskou via wegtransport. De omstandigheden die zich voordoen in deze keten werden na overleg vastgesteld door Jover, The Greenery en ATO. Er is gekozen voor simulatie en niet voor een daadwerkelijke praktijkproef, omdat in een simulatieproef veel zuiverder naar de kwaliteit gekeken kan worden.

#### 3.2 Doel van het demonstratie-experiment

Het doel van het demonstratie-experiment is het vaststellen van de kwaliteitswinst die met een goede MA-verpakking geboekt kan worden bij de afzet van Nederlandse aardbeien naar Moskou. Naast het simuleren van daadwerkelijke transportcondities inclusief trillingen wordt als referentie ook de houdbaarheid van de aardbeien bepaald bij enkele vaste temperaturen. Dit laatste wordt vooral gedaan om een vergelijking met eerder onderzoek mogelijk te maken.

#### 3.3 Materiaal en methoden

##### Product

Er is met "Elsanta" aardbeien van 2 telers. De geselecteerde telers maken deel uit van de Stichting Aardbei.

##### Verpakkingen

In de proef werden de volgende verpakkingsvarianten getest:

1. Transparant kunststof bakje (500g) zonder deksel
2. Idem bakje (500g) met geperforeerde klemdeksel
3. Idem bakje (500g) met "hot needle" geperforeerde folie
4. Idem bakje (500g) omwikkeld met MA "flowpack"-folie (Type P-plus)
5. Idem bakje (500g) omwikkeld met MA-folie (P-plus) + 1 dosis groene bewaarstof

De toegepaste "green chemical" was E-2-hexenal met een dosering van 6µl/l. De folie heeft als bestelcode PA160 en wordt geleverd door Danisco Flexibles.

### Ketensimulatie

De aardbeien werden 's ochtends direct na de pluk opgehaald bij de telers en met een niet-gekoeld transportbusje naar ATO vervoerd. Na aankomst bij ATO werden de aardbeien opgeslagen bij 5°C. Dit traject simuleert de gebruikelijke werkwijze in de praktijk, namelijk: teler-collectiepunt-ontvangst exporteur.

De volgende ochtend werden de aardbeien machinaal "geflowpacked" met een verpakkingsmachine type Omori 56000jbx. Het verpakken vond plaats bij 12°C en tot 16.00 hr werden de verpakkingen bij die temperatuur bewaard.

Deze werkwijze simuleert de handelwijze bij de exporteur nl. het zgn. "transportklaar" maken.

Daarna volgde een opslagperiode van 48 uur bij 7°C.

Een gedeelte van de partij werd op een triltafel aan transporttrillingen blootgesteld. Dit simuleert het feitelijke wegtransport.

Na deze periode (aankomst Moskou) werd de partij nog 2 dagen bewaard bij 2°C om de verblijftijd bij de importeur te simuleren.

Een uitgangspunt bij deze proef was dat de aardbeien na afgifte door de importeur nog 2 dagen acceptabel moeten zijn bij de gebruikers (horeca en catering). Deze shelf-life periode werd gesimuleerd door 12°C op te leggen. Hiermee is een gemiddelde koelkasttemperatuur in een horeca-omgeving gesimuleerd, waarbij de deur vaak geopend wordt.

### Productbeoordelingen en kwaliteitsinspecties

Direct na de transportsimulatie zijn de eerste samples beoordeeld (aankomst bij de Russische importeur). De nog niet beoordeelde aardbeien werden vervolgens 2 dagen opgeslagen bij 2°C waarna de tweede beoordeling plaatsvond. Van een gedeelte van deze aardbeien is ook het uitstalleven bepaald. Dat wil zeggen dat de aardbeien nog 2 dagen nabewaard werden bij 12°C en dan voor de laatste maal zijn beoordeeld.

### Tijdschema

- dinsdag 26 oktober: De aardbeien werden op deze dag geoogst en bij de geselecteerde telers opgehaald door ATO en 's nachts bewaard bij 5°C.
- woensdagochtend 27 oktober: De aardbeien werden verpakt bij 12°C en om 16.00 uur werd de opslagtemperatuur naar 7°C gebracht. De aardbeien werden 48 uur bewaard en in die tijd werd een gedeelte van de partij aan transporttrillingen blootgesteld.
- vrijdagmiddag 29 oktober: De eerste samples werden beoordeeld. Dit is het moment dat de Russische importeur voor het eerst de aardbeien ziet cq kan inspecteren.
- zondagmiddag 31 oktober: Na 2 dagen 2°C werd opnieuw beoordeeld. Dit is het laatste moment dat de importeur de aardbeien nog ziet. De aardbeien werden vervolgens uitgesteld bij 18°C.
- maandag 1 november: beoordeling van de mechanisch belaste aardbeien.
- dinsdag 2 november: bij 18°C uitgestalde aardbeien van 31-10 nogmaals beoordeeld.
- woensdagochtend 3 november: De aardbeien die 60 uur bewaard waren bij 12°C werden voor het laatst beoordeeld en bezichtigd door alle relevante projectdeelnemers. Tevens werden de aardbeien beoordeeld die bij de vaste temperaturen werden bewaard.



### Proefomvang

Per beoordeling werden 4 herhalingen meegenomen per verpakkingsvariant. Er werd 3 keer beoordeeld: vrijdag, zondag, woensdag. Er werd wel en niet getrild met aardbeien van één herkomst. Er werden 5 verpakkingsvarianten getest. Aardbeien van twee telers werden onderzocht. Alle verpakkingsvarianties werden ook opgeslagen bij vaste temperaturen (2°C en 10°C). Deze partijen werden één keer (op woensdag) beoordeeld.

### Kwaliteitsbeoordeling

Bij de beoordeling werden de volgende kwaliteitsaspecten vastgelegd.

1. Aantal door rot aangetaste aardbeien per bakje
2. Mate van rotaantasting per aangetaste aardbei: klasse 0-5. 5=volledig rot
3. Kleur van de aardbeien (0-5). 5=diep rood
4. Kwaliteit van de kroontjes: klasse 0-2. 0= fris groen 2= bruin verdroogd
5. Geur- en smaakafwijkingen
6. Andere visuele eigenschappen en/of afwijkingen zoals beschadigingen

Voor een heldere presentatie worden in dit verslag niet alle ruwe data gepresenteerd maar gemiddelde waarden die duidelijk inzicht geven in de effecten van de diverse onderzochte varianten. Voor rot wordt een percentage gegeven. Dat wil zeggen dat in één bakje het percentage rot bepaald wordt door het aantal rotte aardbeien en de mate van aantasting. Bijv. drie aardbeien met een rotaantasting in klasse 1 scoort hetzelfde percentage als één aardbei met een rotaantasting klasse 3. Een bakje met 40 aardbeien waarvan 2 aardbeien in de rotklasse 5, levert een rotpercentage op van 5% terwijl 2 aardbeien ingedeeld in klasse 2 een percentage van  $2/40 \cdot 0.4 = 2\%$  rot betekent.

Het maximaal toelaatbare rotpercentage wordt door ons op 5% gesteld. Dit is een arbitraire waarde en kan afhankelijk van de acceptatie van een specifieke markt worden bijgesteld.

Op de oogstdag (26 oktober) werd bij de telers zelf een kwaliteitscontrole uitgevoerd door een keurmeester (Dhr. J. Beekers) van The Greenery: locatie Breda.

### Mechanische belasting

Een gedeelte van de verpakkingen werd blootgesteld aan een belasting die in de ASTM-norm 4169 wordt omschreven. Gedurende 1 uur wordt de belasting opgelegd op een niveau van 150%.

## **3.4 Resultaten**

### Product

Het kwaliteitscontrole rapport van The Greenery vermeldt dat de in- en uitwendige kwaliteit van beide partijen "goed" is. Teler a leverde aardbeien in klasse I-super. Teler b leverde aardbeien in klasse 1-2. In beide gevallen werd sortering "middel" geleverd.

Op 27 oktober 1999 werd vastgesteld dat in een monster van 4 bakjes per teler er geen rot aanwezig was. De aardbeien van teler A waren duidelijk verder doorgekleurd vergeleken met de aardbeien afkomstig van teler B.

### Rotaantastingen

Uit de statistische toetsing van de resultaten blijkt dat er een significant effect was op rotontwikkeling van de variabelen: herkomst, beoordelingsdag en verpakkingsvariant. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de resultaten waarbij de herkomsten zijn gemiddeld.

| Tabel 1: Gemiddelde rotaantasting (%) van "Elsanta" aardbeien in diverse verpakkingen.<br>Conditie conform ketencondities Nederland-Moskou.<br>Pluktijdstip 26 oktober |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|
| Verpakkingsvariant   | 29 oktober | 31 oktober | 3 november |
| Bakje met geperforeerde deksel   | 0.4a*      | 2.0a       | 36.2d      |
| Bakje open   | 0.2a       | 1.8a       | 27.0c      |
| Bakje met geperforeerde folie  | 0.4a       | 2.0a       | 40.3d      |
| MA-verpakking  | 0.4a       | 1.5a       | 17.9b      |
| MA-verp. + "green chemical"  | 0.2a       | 1.0a       | 16.4b      |

\*De Lsd-waarde is 6.6. Gemiddeldes aangegeven met dezelfde letter verschillen niet significant als  $P < 0.05$ .

Alle aardbeien zijn zowel op 29 november als op 31 oktober voor wat betreft de rotaantasting nog zeer acceptabel, immers 5% rot wordt als maximaal toelaatbare grenswaarde gehanteerd. De effecten van de toegepaste verpakkingen komen duidelijk naar voren tijdens de beoordeling op 3 november. De MA-verpakking biedt een duidelijke beschermende werking tegen rotaantasting. Het toevoegen van "green chemicals" levert geen extra bescherming op. De meer vochtige verpakkingen nl. "geperforeerde folie" en "deksel" vertonen meer rot dan het "open bakje" ergo de huidige praktijk van het aanbrengen van een deksel of geperforeerde folie versterkt de rotontwikkeling.

Het effect van de verschillen tussen beide telers wordt in tabel 2 weergegeven waarbij alleen de beoordeling op 3 november wordt vermeld.

| Tabel 2: Effect van herkomst op de rotontwikkeling (%) na 8 dagen ketensimulatie |         |         |
|--|---------|---------|
| Verpakkingsvariant   | Teler a | Teler b |
| Bakje met geperforeerde deksel   | 37.1    | 35.3    |
| Bakje open   | 24.8    | 29.2    |
| Bakje met geperforeerde folie  | 34.1    | 46.5    |
| MA-verpakking  | 13.2    | 19.6    |
| MA-verp. + "green chemical"  | 13.9    | 21.9    |
| Gemiddeld  | 24.6    | 30.5    |

Het verschil tussen het totaal gemiddelde van teler a en b valt binnen de spreiding van de gegevens. Lsd = 7.4 als  $P < 0.05$ . Er is wel een betrouwbaar verschil tussen de verpakkingsvarianten (Lsd = 16.7). Er lijkt een trend aanwezig dat teler b wat rotgevoeliger is dan de aardbeien afkomstig van teler a.

De vergelijking van het effect van ketencondities versus stabiele condities wordt in tabel 3 weergegeven.

| Tabel 3: Effect van verschillende bewaarcondities op de rotontwikkeling van kleinverpakte Elsanta aardbeien na 8 dagen opslag. |     |      |                |
|--|-----|------|----------------|
| Verpakkingsvorm  | 2°C | 10°C | "Rusland"keten |
| Open bakje   | 2   | 62   | 36             |
| Bakje met deksel   | 1   | 53   | 27             |
| Bakje met gaatjes folie  | 2   | 71   | 40             |
| Bakje met MA-folie+ "gc"   | 9   | 35   | 18             |
| Bakje met MA-folie   | 3   | 43   | 16             |
| Lsd*   | 7.5 | 7.5  | 7.5            |

Verschillen <Lsd-waarde zijn niet significant

Uit tabel drie blijkt dat het wisselen van temperatuur minder erg is dan veelal wordt verondersteld. Continu 10°C levert veel meer rot op dan het wisselen van de temperatuur. De gemiddelde temperatuur in het "Rusland" traject is op basis van de temperatuursom ca. 7°C, ergo een gemiddeld lagere temperatuur maar met wisselingen is te prefereren boven een stabiele maar hogere temperatuur in verband met de houdbaarheid. Dit is een conclusie die haaks staat op de beleving in de praktijk ten aanzien van het effect van temperatuurwisselingen op de kwaliteit en wordt daarom hier extra benadrukt.

#### Uiterlijk kroontje

Dit kwaliteitsaspect vertoonde net als rotontwikkeling significante verschillen in relatie tot de onderzochte variabelen. Tabel 4 geeft een overzicht van de score op dit kwaliteitsaspect.

| Tabel 4: Gemiddelde score voor het uiterlijk van het kroontje (range 0-2: 2=slecht) van "Elsanta" aardbeien in diverse verpakkingen. Condities conform ketencondities Nederland-Moskou. |            |            |            |
|---|------------|------------|------------|
| Pluktijdstip 26 oktober   |            |            |            |
| Verpakkingsvariant  | 29 oktober | 31 oktober | 3 november |
| Bakje met geperforeerde deksel  | 0.2*       | 0.3        | 1.2        |
| Bakje open  | 0.2        | 0.2        | 1.2        |
| Bakje met geperforeerde folie   | 0.2        | 0.2        | 1.0        |
| MA-verpakking   | 0.1        | 0.2        | 0.3        |
| MA-verp. + "green chemical"   | 0.2        | 0.2        | 0.4        |

\* LSD-waarde =0.2 Verschillen zijn significant als ze groter zijn dan de LSD-waarde ( $P < 0.05$ ).

Op 29 en 31 oktober is er nog geen achteruitgang van het frisse uiterlijk van de kroontjes. Op de laatste beoordelingsdag blijkt dat er een groot voordeel is van de geteste MA-verpakking ten aanzien van dit kwaliteitsaspect. Het effect wordt waarschijnlijk voornamelijk veroorzaakt door de aanwezige gasconcentratie en tevens zij het in geringere mate door de beperking van de indroging. Dit kan worden afgeleid uit het resultaat dat wordt verkregen met de geperforeerde folie. Die folie scoort iets beter dan de meer open verpakkingen. Deze folie beperkt de indroging maar realiseert geen gascondities. Het effect van de verschillende opslagtemperaturen en verpakkingsvormen op het uiterlijk van de kroontjes wordt in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5: Effect van verschillende condities op het uiterlijk van het kroontje (range 0-2: 2=slecht) van kleinverpakte "Elsanta" aardbeien na 8 dagen opslag.

| Verpakkingsvorm          | 2°C | 10°C | "Rusland"keten |
|--------------------------|-----|------|----------------|
| Open bakje               | 0.2 | 1.8  | 1.2            |
| Bakje met deksel         | 0.1 | 1.9  | 1.2            |
| Bakje met gaatjes folie  | 0.2 | 2.0  | 1.0            |
| Bakje met MA-folie+ "gc" | 0.1 | 0.4  | 0.3            |
| Bakje met MA-folie       | 0.1 | 0.7  | 0.4            |

\* LSD-waarde =0.3 Verschillen zijn significant als ze groter zijn dan de LSD-waarde ( $P < 0.05$ ).

Na 8 dagen is het uiterlijk van de aardbeien uit de 10°C bewaring en van de "Rusland" ketensimulatie alleen in MA-verpakkingen nog acceptabel. Continu bewaren bij lage temperatuur (2°C) is ook gunstig voor het uiterlijk. MA heeft een sterk positief effect op het uiterlijk van de onderzochte aardbeien.

#### Houdbaarheidswinst

Na 8 dagen is het uiterlijk van de aardbeien in MA-verpakking nog zeer acceptabel; na 8 dagen wordt ongeveer 16% rot geteld. Voor bepaling van de houdbaarheid hebben we als maximaal toelaatbare rotaantasting 5% gedefiniëerd. Mede op basis van eerdere proefnemingen waarbij naar de snelheid van rotontwikkeling werd gekeken (sigmoïdaal verloop) kan vrij nauwkeurig worden geschat dat MA-verpakte aardbeien 7 dagen houdbaarheid hebben. Deze schatting is dus gebaseerd op eerdere experimenten en interpolatie van de resultaten van dit experiment. In deze proef wordt de houdbaarheid gelimiteerd door rotaantasting en niet door een onacceptabel uiterlijk. Deze houdbaarheidsformule geldt ruwweg voor het temperatuur-gebied van 6 tot 10°C.

#### Beschadiging

Het gedeelte van de aardbeien dat aan transporttrillingen werd blootgesteld is één keer beoordeeld nl. op 1 november 1999. Het bleek dat de intensiviteit van de trillingen een aanzienlijke beschadiging van het product veroorzaakte. Echter er was op dat moment nog vrijwel geen rotaantasting cq niet goed te onderscheiden van beschadigingen. In tabel 5 wordt het percentage beschadiging weergegeven.

Tabel 5: Percentage beschadigde aardbeien in diverse verpakkingen die werden onderworpen aan een mechanische belasting van 0.25\* de ASTM-norm nr.

| Verpakkingsvorm                | % beschadiging |
|--------------------------------|----------------|
| Open bakje                     | 31             |
| Bakje met deksel               | 30             |
| Bakje met geperforeerde folie  | 23             |
| MA-verpakking                  | 20             |
| MA-verpakking + green chemical | 28             |

Uit de tabel en uit de analyse van de resultaten volgt dat de beschadigingen in de diverse verpakkingstypes niet verschillen. De spreiding was zeer groot: binnen 1 verpakkingstype van 15%-80%. Waarschijnlijk was de plaats in de omverpakking van een doosje meer bepalend voor de aangetroffen schade dan de verpakkingsvorm zelf. Met deze proefopzet kan dus geen verklaring worden gegeven voor de geconstateerde effecten.

### Andere kwaliteitsaspecten

In de verpakkingen met E-2-hexenal werd op 29 oktober 1999 een afwijkende geur geconstateerd. Deze geur werd bij latere beoordelingen niet meer opgemerkt. De in de verpakking aanwezige hexenal wordt na verloop van tijd of door het product gemetaboliseerd of het gas verdwijnt door diffusie uit de verpakking.

### 3.5 Conclusies demonstratie-experiment

- Een MA-verpakking beschermt aardbeien tegen rotaantastingen. In het traject Nederland-Moskou kan dat pas bij de eindgebruiker worden geconstateerd en niet daarvoor.
- Groene bewaarstoffen (E-2-hexenal) toevoegen levert bij deze werkwijze geen additioneel batig effect boven op het gunstige effect van MA-verpakkingen
- Verpakkingen die in deze proef een hoge relatieve luchtvochtigheid realiseren maar geen beschermende gascondities opbouwen versterken de rotaantastingen. Dit zijn de varianten: bakje met deksel en bakje met geperforeerde folie
- MA heeft een sterk positief effect op het uiterlijk van de onderzochte aardbeien.
- In een volledig beheerste keten waarbij de temperatuur 2°C blijft is de toegevoegde waarde van een speciale verpakking niet aantoonbaar. De geldende opvatting is dat een dergelijke keten met Nederlands product niet gerealiseerd wordt.
- De houdbaarheid van Elsanta aardbeien in deze proef in praktijkverpakkingen is ca. 5 dagen. In beschermende MA-verpakkingen is de houdbaarheid ca. 7 dagen
- In relatie tot de houdbaarheid van aardbeien is een gemiddeld lagere temperatuur met wisselingen te prefereren boven een stabiele maar hogere temperatuur.

## 4 Resultaten begassings-experiment 1999

### 4.1 Doelstelling

Het doel van dit experiment is om te bepalen of voorbehandeling van aardbeien met 2-nonanone, aangeboden via de gasfase, de ontwikkeling van de natuurlijke populatie gisten en schimmels tijdens de bewaring kan afremmen.

### 4.2 Materialen en methoden

#### Proefplan

Bij deze proef zijn aardbeien voorbehandeld met 2-nonanone. Bij dit experiment is voor één dosering 2-nonanone gekozen, één herkomst en verschillende behandelzeiten. Direct na behandeling is d.m.v. microbiologische analyse de schimmelpopulatie bepaald. Per behandeling zijn steeds 3 bakjes bemonsterd. Monsters van ongeveer 10 gram (4 aardbeien) werden genomen uit de toplaag en de bodem van het bakje.

#### Dosering

2-nonanone is gedoseerd op 10 µl/l. Met een volume van de container van 70 liter wordt een hoeveelheid van 700 µl 2-nonanone aan de gevulde container toegevoegd.

#### Behandeltemperatuur

De blootstelling van de aardbeien aan 2-nonanone is uitgevoerd bij een temperatuur van 15°C.

#### Behandeltijd

De aardbeien zijn gedurende 0, 30, 60 en 120 minuten blootgesteld aan 2-nonanone

#### Analyse headspace

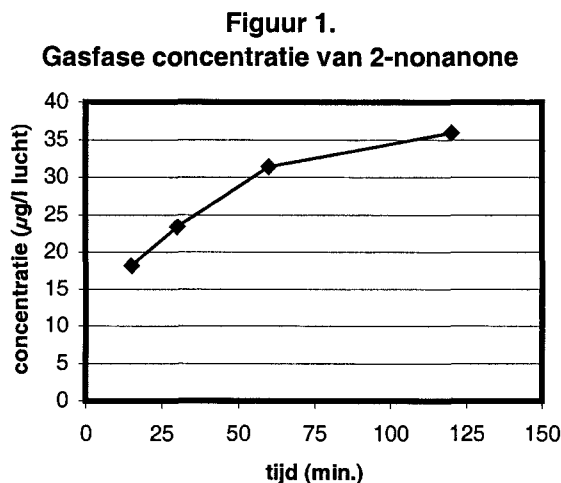
De head-space concentratie van 2-nonanone in de container is gemeten met behulp van gaschromatografie. Hierbij zijn op verschillende tijdstippen in de periode van 0 minuten t/m 120 minuten, in duplo, gasmonsters genomen. Deze monsters zijn opgenomen in tenax-buizen waarna via thermodesorptie een GC-analyse kon worden uitgevoerd.

### 4.3 Resultaten

In de experimentele behandeltijd neemt de gasfase concentratie van 2-nonanone in 120 minuten toe tot 36 µg/l (Figuur 1). De initiële toename van de concentratie in de gasfase gaat snel: na 15 minuten wordt al concentratie van 18 µg/l 2-nonanone waargenomen.

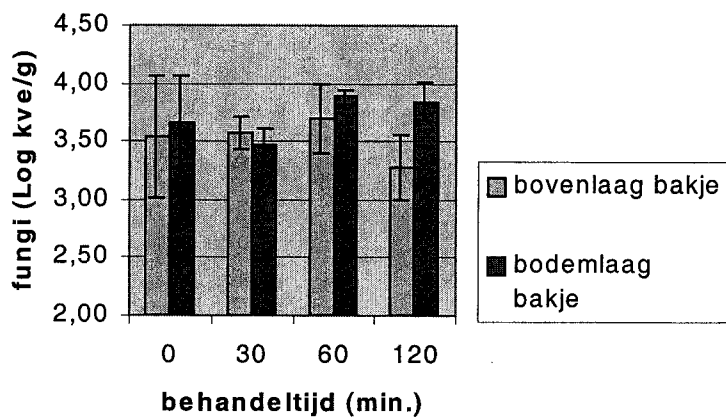
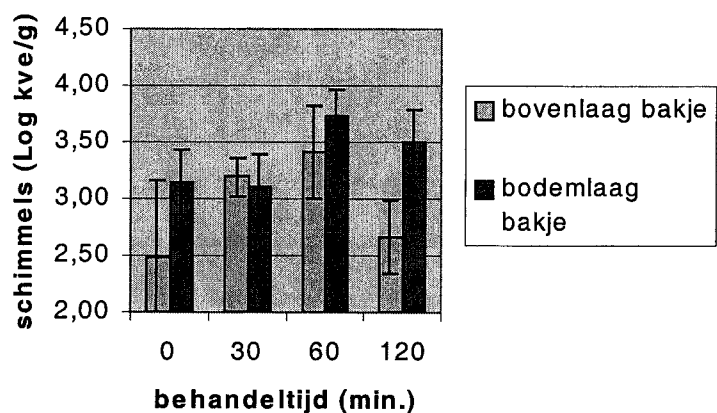
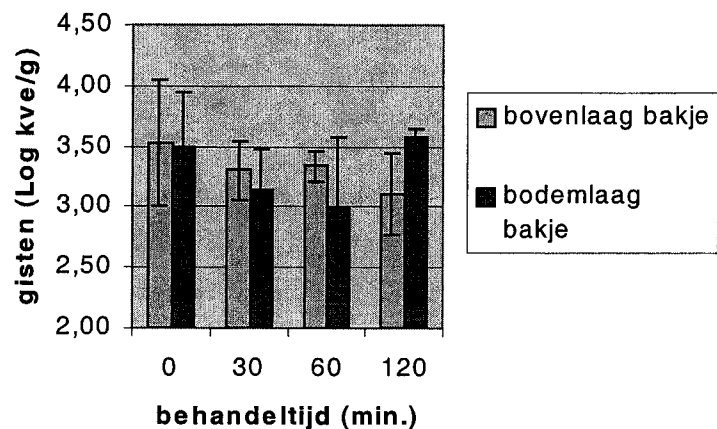
Bij een behandeltijd van 0 tot en met 60 minuten werd geen waarneembare schade aan de vruchten of de kroontjes waargenomen. Bij verlenging van de behandeltijd tot 120 minuten kon echter duidelijk schade aan de kroontjes worden waargenomen. De kroontjes waren donker van kleur en verlept. Aan het uiterlijk van de vruchten was na 120 minuten niets veranderd.

Het effect van een begassing op de schimmel- en gisten populatie op de vruchten is bestudeerd door het uitvoeren van specifieke plaattellingen. Figuur 2 (a,b en c) laat duidelijk zien dat de natuurlijke flora van deze Elsanta aardbeien bestaat uit vergelijkbare hoeveelheden gisten en schimmels (ongeveer 1000 tot 3000 propagules per gram product). Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen de aantallen op vruchten onderin het bakje en vruchten bovenin het bakje. Begassing met 2-nonanone heeft bij de gebruikte dosering geen effect op de natuurlijke microbiële flora van aardbeien.



#### 4.4 Conclusie begassings-experiment

- Begassing van aardbeien met 2-nonanone voor een periode van 0 tot en met 60 minuten bij een gasfase concentratie tussen 15 en 30 µg/l geeft geen waarneembare schade aan de vruchten of kroontjes waargenomen
- Bij een behandeltime van 120 minuten treedt duidelijk schade op aan de kroontjes, terwijl het uiterlijk van de vruchten niet veranderd
- Begassing met 2-nonanone heeft bij de gebruikte dosering geen effect op de natuurlijke microbiële flora van aardbeien.
- Voorbehandeling met 2-nonanone levert geen bijdrage aan de verlenging van de houdbaarheid van aardbeien.



Figuur 2. Effect van 2-nonanone begassing op de populatie gisten (boven), filamenteuze schimmels (midden), en de som van beide (onder)



## 5 Algemene discussie

Op grond van de resultaten die binnen het BTOC-project SBC96014 in 1997 en 1998 zijn geboekt, heeft The Greenery besloten om MA-verpakkingen in de praktijk te gaan toepassen. Een deel van de activiteiten van ATO in 1999 hingen samen met begeleiding van de implementatiefase. Om de kwaliteitswinst van een goede MA-verpakking aan te tonen is in de vorm van een demonstratie-experiment een afzetketen van Nederland naar Moskou gesimuleerd.

Recapitulatie van de resultaten van 1998 en aansluitend 1999 levert het volgende beeld op. In de eerste helft van 1998 bleken aardbeien die verpakt waren in een MA-verpakking en met toevoeging van 2-nonanone het hoogst te scoren als er rekening werd gehouden met alle gemeten kwaliteitsaspecten. In dit experiment werd bij 4°C, ten opzichte van standaard verpakte aardbeien, de houdbaarheid met 5 dagen verlengd tot 15 dagen. De vruchten uit deze periode waren duidelijk verder doorgekleurd dan die van mei. Dit experiment toont duidelijk aan dat zowel de optimale MA-condities als ook 2-nonanone een positieve bijdrage leveren aan de houdbaarheid van het product. De experimenten uitgevoerd in de tweede helft van 1998 leveren een éénduidig beeld op: MA verpakken verbetert de houdbaarheid van "Elsanta" aardbeien significant. In alle gevallen blijkt het toepassen van macro-geperforeerde folies (hot-needle) zeer ongunstig voor de houdbaarheid. In de tweede helft van 1998 wordt geen additioneel batig effect van 2-nonanone in de MA-verpakkingen waargenomen. De houdbaarheid van Elsanta aardbeien werd door de speciale MA-verpakking, afhankelijk van de temperatuur 1 tot 3 dagen verlengd.

Het demonstratie-experiment van 1999 heeft aangetoond dat MA-verpakking rotontwikkeling op Elsanta aardbeien onderdrukt. Bij de gevolgde werkwijze kan geen additioneel batig effect van groene bewaarestoffen worden aangetoond. In het gesimuleerde traject Nederland-Moskou kan het voordeel van MA-verpakkingen pas bij de eindgebruiker worden vastgesteld. De houdbaarheid van Elsanta aardbeien in het transport traject wordt door toepassing van MA-verpakking verlengd van 5 tot 7 dagen (40% verlenging van de houdbaarheid).

De doelstelling van het project om een verpakkingsconcept te ontwikkelen waarmee de houdbaarheid van Nederlandse export-aardbeien kan worden verlengd is gehaald. In het onderzoek is toepassing van een gewijzigde gassamenstelling al dan niet in combinatie met groene bewaarestoffen uitgebreid getest in het laboratorium en onder gesimuleerde praktijk omstandigheden. Deze toepassing van twee verschillende factoren om de houdbaarheid te verlengen wordt ook wel horden-technologie genoemd. Verpakte aardbeien worden, gezien door de bril van het concept van de horden-technologie blootgesteld aan drie conserverende horden: (i) lage temperatuur, (ii) gewijzigde gassamenstelling en (iii) groene bewaarestoffen. Een lage bewaartemperatuur is verreweg de belangrijkste horde en met een gesloten koelketen kan dan ook de grootste winst in houdbaarheid behaald worden. Bij een niet optimale koelketen, zoals bijvoorbeeld gedurende transport over de weg naar Rusland of op vliegtransport, kan met een optimale mix van O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub> de houdbaarheid worden verlengd met enige dagen (afhankelijk van de heersende temperatuur in de keten). In veel gevallen zal de houdbaarheidswinst die bereikt wordt door de combinatie van deze twee horden zo hoog zijn dat andere factoren dat niet meer kunnen verbeteren. De oorzaak hiervan kan gelegen zijn in het verder doorgaan van het proces van (fysiologische) veroudering van de vruchten waardoor microbiële problemen (schimmelgroei) niet (meer) de primaire oorzaak zijn van het bereiken van het einde van de houdbaarheid. Dit hebben we kunnen waarnemen in die gevallen

waarin geen extra houdbaarheid verlengend effect van 2-nonanone kon worden waargenomen. In andere gevallen kon wel een extra effect van 2-nonanone op de houdbaarheid worden waargenomen. De verzamelde resultaten laten niet toe dat we een verklaring voor deze waarnemingen geven.

Op grond van de resultaten die binnen het BTOC-project SBC96014 zijn geboekt, heeft The Greenery besloten om MA-verpakkingen in de praktijk te gaan toepassen. Deze keuze is gerechtvaardigd omdat de MA-verpakking alleen (dus zonder toevoeging van groene bewaarstoffen) al een significante houdbaarheidswinst oplevert, en omdat de meerwaarde van groene bewaarstoffen bij een geoptimaliseerde MA-verpakking met microgeperforeerde folies niet onder alle geteste omstandigheden duidelijk is aangetoond.

Het ontwikkelde verpakkingsconcept kan met name de afzet van topkwaliteit Nederlandse aardbeien op verre markten verbeteren.

## **6 Confrontatie met de fasering**

De uitvoering van het project is ook de afgelopen periode in grote lijnen volgens planning verlopen. De experimenten die in 1999 zijn uitgevoerd vallen in de laatste fase van het totale project en zijn beschreven in de taken 13 tot en met 17 van het oorspronkelijke projectvoorstel. Voor de invulling van deze taken is op 18-2-99 door de projectgroep (vertegenwoordigers van de Stichting Aardbei t.w. 5 aardbeienteler en The Greenery) in overleg met ATO besloten om in fase 3 te concentreren op het praktijkgereed maken van de MA-verpakking (micro-geperforeerde verpakkingen) omdat hiervan verhoudingsgewijs een grote mate van houdbaarheidsverlenging verwacht kan worden.

Overzicht van de fasering van de taken beschreven in § 4.4.5. van het projectvoorstel.  
Arcering van de blokken geeft aan dat taken zijn uitgevoerd of dat er aan gewerkt wordt

| Fase | Taak | 1997                 |                      | 1998                 |                      | 1999                 |                      |
|------|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|      |      | 1 <sup>e</sup> helft | 2 <sup>e</sup> helft | 1 <sup>e</sup> helft | 2 <sup>e</sup> helft | 1 <sup>e</sup> helft | 2 <sup>e</sup> helft |
| 1    | 1    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 2    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 3    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 4    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 5    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 6    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 7    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| 2    | 8    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 9    |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 10   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 11   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 12   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| 3    | 13   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 14   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 15   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 16   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|      | 17   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |