



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

## Eindrapportage BTOC-project SBC96014

Verslagperiode januari 1997 – december 1999  
ATO-rapport B444

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

## **Eindrapportage BTOC-project SBC96014**

Verslagperiode januari 1997 – december 1999  
ATO-rapport B444

Vertrouwelijk

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

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

2252622

## Inhoud

pagina

Samenvatting.....	1
1 Inleiding.....	2
2 Doelstelling.....	3
3 Resultaten .....	4
3.1 Samenvatting experimenteel werk 1997 .....	4
3.2 Samenvatting experimenteel werk 1998.....	5
3.3 Samenvatting experimenteel werk 1999.....	6
4 Conclusies.....	7
5 Confrontatie met de doelstelling.....	8

## Samenvatting

In deze rapportage worden de resultaten van het 3-jarig BTOC-project SBC96014 samengevat. Dit project is in opdracht van de Stichting Aardbei uitgevoerd door ATO-DLO in samenwerking met de Greenery (Locatie Breda) en 5 aardbeien telers.

In dit project is gewerkt aan 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. Met dit verpakkingsconcept kan de afzet van Nederlandse aardbeien op verre markten (Midden-Oosten, Verre-Oosten) worden verbeterd.

In de eerste fase van het project zijn op basis een uitgebreide *in vitro* en *in situ* (op produkt) screening uit een panel van 21 aardbei-eigen, 3 stoffen (2-nonanone, hexyl acetaat en methyl hexanoaat) geselecteerd voor verder onderzoek.

In de tweede fase van het onderzoek is het houdbaarheidsverlengend effect van de geselecteerde bewaarstoffen onderzocht bij aardbeien onder optimale MA (Modified Atmosphere) omstandigheden. Op grond van de resultaten is 2-nonanone gekozen als de meest geschikte aardbei-eigen stof voor toepassing in MA-verpakkingen.

In fase twee is in een aantal gevallen is aangetoond dat optimale MA-condities al dan niet gecombineerd met 2-nonanone, een positieve bijdrage leveren aan de houdbaarheid van het product. De experimenten leveren echter niet altijd 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 tegenstelling tot experimenten uit de eerste helft van 1998, wordt bij experimenten 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 (derde en laatste fase) heeft aangetoond dat MA-verpakking rotontwikkeling op Elsanta aardbeien onderdrukt. Bij de gevolgde werkwijze werd geen additioneel batig effect van groene bewaarstoffen aangetoond. In het gesimuleerde transport 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).

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.

# 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 aardbeismaak 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

### 3.1 Samenvatting experimenteel werk 1997

#### *Eerste helft 1997*

In de deze verslagperiode is op basis een uitgebreide screening uit een panel van 21 aardbei-eigen een selectie gemaakt van 8 stoffen met voldoende *in vitro* schimmelgroei-remmende werking. Uit deze groep zijn vervolgens op basis van een *in situ* (op produkt) screening 3 stoffen geselecteerd die bij optimale dosering een minimum aan vruchtschade geven en tegelijkertijd voldoende schimmelgroei-remmende werking vertonen. Bij lage doseringen van hexyl acetaat en 2-nonanone treedt weinig of geen vruchtschade op terwijl respectievelijk 32% en 97% schimmelonderdrukking wordt waargenomen. Gebaseerd op deze analyse zijn 2-nonanone, hexyl acetaat en methyl hexanoaat geselecteerd voor verder onderzoek.

#### *Tweede helft 1997*

In deze verslag periode zijn de geselecteerde stoffen zowel apart als in combinatie, toegepast op aardbeien om schimmelgroei te onderdrukken. Hierbij zijn naast de gebruikelijke analyses, de gasfaseconcentraties van de toegepaste stoffen gemeten en vergeleken met hun effect op schimmelgroei. Verder is de diffusie van 2-nonanone, hexyl acetaat en methyl hexanoaat door geselecteerde verpakkingsfolies gemeten teneinde na te gaan of deze materialen geschikt zijn voor toepassingen met vluchtige aardbei-eigen stoffen.

Toevoeging van aardbei-eigen stoffen in aan verpakte aardbeien (in 20L testcontainer) leidt in alle gevallen (methylhexanoaat, hexylacetaat en 2-nonanone) tot een verhoging van de gasfaseconcentratie van betreffende stoffen. De relatie tussen dosis en gasfaseconcentratie is niet in alle gevallen eenduidig hetgeen erop wijst dat toegevoegde stoffen gemetaboliseerd worden door de vruchten. Het effect van externe toevoeging op de gasfaseconcentratie is vooral uitgesproken bij hexylacetaat. Alle drie geteste stoffen (methylhexanoaat, hexylacetaat en 2-nonanone) worden bij onbehandelde controles in de gasfase aangetroffen. Bij de hoogste dosering lijken 2-nonanone en hexylacetaat de ademhaling van aardbeien te stimuleren. Methylhexanoaat daarentegen lijkt de ademhaling niet te beïnvloeden.

Polypropyleen folie met microperforaties (gasdoorlaatbaarheid 18000 ml/m<sup>2</sup>.bar.dag) geeft bij 10°C een uitstekende retentie van methylhexanoaat, methylhexanoaat, 2-nonanone. PE-rekwikkelfolie lijkt minder geschikt. De beste retentie wordt gemeten met PVDC. Deze laatste folie is door de "high barrier" eigenschappen (186 ml/m<sup>2</sup>.bar.dag) echter minder geschikt voor verpakking van actief respirerende aardbeien.

Toediening van een mengsel aardbei-eigen stoffen waarbij de afzonderlijke componenten in het mengsel geen biologisch effect hebben (geen schimmelgroei-remmende werking), stelt het moment waarop tijdens de bewaring schimmelaantasting is waar te nemen, met 3 dagen uit.

### 3.2 Samenvatting experimenteel werk 1998

#### *Eerste helft 1998*

In de eerste helft van 1998 zijn twee grote praktijk experimenten uitgevoerd met aardbeien van dezelfde herkomst (J. de Regt, Etten-Leur). In deze experimenten is het effect op de houdbaarheid onderzocht van een 3-tal aardbei-eigen stoffen (2-nonanone, hexylacetaat en methylhexanoaat), in diverse doseringen, en van twee verpakkingsvarianten. De opzet van beide experimenten was vrijwel identiek. Gebleken is dat twee behandelingen van aardbei-eigen stoffen een beter resultaat geven dan de MA-verpakking. Hierbij moet opgemerkt worden dat het effect van methylhexanoaat niet altijd eenduidig is. Bij een te hoge dosering ontstaat ernstige schade aan de kroontjes. Bij het eerste experiment (mei 1998) konden de MA-verpakking en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone als meest optimale verpakking worden aangewezen. Bij het tweede experiment (juni) scoorden aardbeien verpakt in een MA-verpakking en met toevoeging van 2-nonanone het beste als er rekening wordt gehouden met alle 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.

De resultaten van beide experimenten uit de eerste helft van 1998 laten zien dat het gewenste effect (schimmelgroei-remming en geen fytotoxische effecten) wordt verbeterd door de component hexylacetaat geheel weg te laten, de dosering methylhexanoaat te verlagen en de dosering 2-nonanone te verhogen. Een andere mogelijkheid is het verhogen van de dosering zuivere 2-nonanone. Er is bij deze aardbei-eigen stof geen schade geconstateerd voor wat betreft smaak of kroontjes.

#### *Tweede helft 1998*

De experimenten in tweede helft van 1998 zijn qua opzet vergelijkbaar aan die van mei en juni 1998 met echter één verschil. De stof methylhexanoaat is niet verder meegenomen in de experimenten omdat de effecten in mei en juni niet eenduidig waren. Bovendien werd bij een hoge dosering duidelijke schade aan de kroontjes waargenomen.

De experimenten in augustus en oktober 1998 laten in een eenduidig beeld zien dat MA verpakken de houdbaarheid van "Elsanta" aardbeien significant verbetert. Het toepassen van macro-geperforeerde folies (hot-needle) blijkt wederom zeer ongunstig voor de houdbaarheid. In tegenstelling tot de proef van mei, wordt bij de experimenten van augustus en oktober geen additioneel batig effect van 2-nonanone in de MA-verpakkingen waargenomen.

De resultaten van 1998 laten eenduidig zien dat de speciale MA-verpakking (micro-geperforeerde folies) de houdbaarheid van Elsanta aardbeien van 1 tot 3 dagen (afhankelijk van de temperatuur) kan verlengen. Indien bij aanvang van het experiment gebruik gemaakt wordt van ver doorgerijpt product (zoals is gebeurt in het "juni" experiment) geeft toevoeging van 2-nonanone aan dergelijke verpakkingen nogmaals maximaal 2 dagen (bij 4°C) verlenging van de houdbaarheid. Bij minder rijp product is het additioneel batige effect van 2-nonanone op de MA-omstandigheden niet aantoonbaar.



### 3.3 Samenvatting experimenteel werk 1999

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.

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 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).

## 4 Conclusies

In de eerste fase van het project is op basis een uitgebreide screening uit een panel van 21 aardbei-eigen een selectie gemaakt van 8 stoffen met voldoende *in vitro* schimmelgroeiremmende werking. Uit deze groep zijn vervolgens op basis van een *in situ* (op produkt) screening 3 stoffen geselecteerd die bij optimale dosering een minimum aan vruchtschade geven en tegelijkertijd voldoende schimmelgroeiremmende werking vertonen. Gebaseerd op deze analyse zijn 2-nonanone, hexyl acetaat en methyl hexanoaat geselecteerd voor verder onderzoek.

In de tweede fase van het onderzoek konden de MA-verpakking (modified atmosphere) en de MA-verpakking met toevoeging van hexylacetaat en 2-nonanone als meest optimale verpakking worden aangewezen. Uit vervolg experimenten is gebleken dat het gewenste effect (schimmelgroeiremming en geen fytotoxische effecten) wordt verbeterd door de component hexylacetaat geheel weg te laten, de dosering methylhexanoaat te verlagen en de dosering 2-nonanone te verhogen. Een andere mogelijkheid is het verhogen van de dosering zuivere 2-nonanone. Er is bij deze aardbei-eigen stof geen schade geconstateerd voor wat betreft smaak of kroontjes. Op grond van de resultaten van onze selectiestrategie met bijbehorende selectiecriteria is 2-nonanone gekozen als de meest geschikte aardbei-eigen stof voor toepassing in MA-verpakkingen.

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 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).

## 5 Confrontatie met de doelstelling

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 bewaarestoffen) al een significante houdbaarheidswinst oplevert, en omdat de meerwaarde van groene bewaarestoffen 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.