



ato-dlo

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

BTOC-project SBC96014

Uitgevoerd in opdracht van 'Stichting Aardbei' waarin vertegenwoordigd:

- The Greenery
- 5 aardbeientelers

Voortgangsrapportage no. 2/6

periode november 1997 - december 1997

Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek (ATO-DLO)
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
Tel: 0317-475000
Fax: 0317-475347

VERTROUWELIJK

E.J. Smid
P.P.L.A. de Leeuw
J. Zomer
H.A.M. Boerrigter

2250868

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1. Inleiding	3
2. Doelstelling	5
3. Resultaten	6
3.1 Effect van gedoseerde oliën op gassamenstelling	6
3.2 Diffusie van aardbei-eigen vluchtige stoffen door verpakkingfolios ..	9
3.3 <i>In situ</i> toediening van mengsels van aardbei-eigen stoffen	13
3.4 Ontwikkeling van schimmel op aardbeien behandeld met aardbei- eigen green chemicals	17
4. Planning	22
5. Confrontatie met de fasering	22
6. Literatuur referenties	24

Samenvatting

Dit verslag beschrijft de resultaten van de laatste 2 maanden van het onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van BTOC-project SBC96014 in opdracht van de Stichting Aardbei waarin vertegenwoordigd The Greenery (Locatie Breda) en 5 aardbeien telers. Op basis van de resultaten verkregen in de eerste 10 maanden van 1997 zijn 3 aardbei-eigen stoffen geselecteerd voor verder onderzoek. Dit zijn: 2-nonanone, hexyl acetaat en methyl hexanoaat. In deze verslag periode zijn genoemde stoffen zowel apart als in combinatie, toegepast op aardbeien om schimmel-groei te onderdrukken. Hierbij worden 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.

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 gas-samenstelling (verlaagd O₂, verhoogd CO₂) 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 gas-samenstelling 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 plantestoffen afkomstig van diverse plantesoorten, 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 aanvang 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 Effect van gedoseerde oliën op gassamenstelling

In aansluiting op het experiment beschreven in voortgangsrapport 1/6, § 3.4., zijn de drie geselecteerde oliën (methyl hexanoaat, hexyl acetaat en 2-nonanone) in een nauwere doseringsreeks toegepast op Elsanta aardbeien. Hierbij is het effect van dosering van aardbei-eigen vluchtige stoffen op de gasfaseconcentratie van deze stoffen geanalyseerd en is de samenstelling van atmosfeer (CO₂ en O₂) na toediening van de oliën bestudeerd (onderdeel Taak 4).

Werkwijze

In dit experiment zijn aardbeien verdeeld over de standaard containers (1,5 kg/container). De doseringen zijn per container aangebracht op geperst papier (filtratiepapier) over 3 verdeelpunten. De containers zijn bewaard bij 10°C en beoordeling heeft plaatsgevonden na 10 en 13 dagen. Een onbehandelde controle is in 5-voud uitgevoerd. Hexylacetaat en 2-nonanone zijn in de volgende reeks gedoseerd: 20, 30, 40, 50 en 75 µl/container (20 liter inhoud). Methylhexanoaat is vanwege de lagere fytoxiciteit (zie rapport #1/6) in een hogere reeks gedoseerd; 50, 75, 100, 125, 150 µl/container.

Naast beoordeling van uiterlijk en schimmelaantasting, zijn in dit experiment ook de gascondities (CO₂ en O₂) en de gasfaseconcentraties van de toegevoegde aardbei-eigen stoffen bepaald met behulp van GC-analyse.

Bespreking van de resultaten

A. Gasfaseconcentraties

Bij de controle experimenten waar geen aardbei-eigen stoffen aan de containers wordt toegevoegd kunnen toch de betreffende stoffen (methyl hexanoaat, hexyl acetaat en 2-nonanone) in de gasfase worden aangetoond. Deze stoffen worden dus door de aardbei zelf geproduceerd. Methylhexanoaat wordt in een concentratie range van 0.04 tot 0.06 µg/L aangetroffen. Hexylacetaat wordt in een range lopend van 0.09 tot 0.19 µg/L aangetoond en 2-nonanone is in een vergelijkbare concentratie aanwezig (0.08 tot 0.19 µg/L). De gemeten gasfaseconcentratie in de headspace wordt bepaald door een groot aantal factoren (beladingsgraad van de container, fysiologische toestand van de vruchten, temperatuur). Omdat is aangetoond dat deze stoffen in de lucht een schimmelgroei-remmend hebben, kan worden gespeculeerd dat deze aanwezige "achtergrond- concentratie" een bijdrage levert aan de

natuurlijke weerstand van de aardbei tegen schimmelinfectie. Toevoeging van methylhexanoaat aan een container met aardbeien geeft 2,5 -voudige toename van de gasfase concentratie. Er wordt echter ook een toename gevonden van de hexylacetaat concentratie hetgeen duidt op een vorm van omzetting van de toegevoegde stof in andere vluchtige verbindingen. De toename van nonanone onder invloed van methylhexanoaat is op grond van dit experiment nog onduidelijk. De gasfase concentratie van nonanone na toevoeging van deze stof vertoont een duidelijke dosis-afhankelijkheid (Tabel 2). Echter, ook hier zien we niet alleen een toename van nonanone, maar ook van methylhexanoaat en hexylacetaat. Ook hier lijkt metabolisme van de toegevoegde stoffen een rol te spelen. Toevoeging van hexylacetaat heeft relatief het grootste effect op de gasfaseconcentratie. We zien een bijna 50-voudige toename van de gasfase concentratie bij de hoogste dosering (Tabel 1 en 2). Het effect op de concentratie van de beide andere stoffen is zeer beperkt.

B. Gassamenstelling

Na 10 dagen incubatie is de gassamenstelling (O_2 en CO_2) in de proefcontainers gemeten. Het doel van dit experiment is enerzijds monitoring van de proefomstandigheden en anderzijds om een indruk te krijgen van het effect van de stoffen op de respiratie van de aardbeien. Immers, in deze proefopzet wordt de gewijzigde gassamenstelling veroorzaakt door de ademhaling van het product zelf. Uit figuur 1 blijkt duidelijk methylhexanoaat geen duidelijk effect heeft op de gassamenstelling in de containers. Zuurstof en kooldioxyde zijn vergelijkbaar met de controle. Bij hoogste dosering 2-nonanone wordt een duidelijk hoger CO_2 en lager O_2 gehalte gemeten dan bij de controle. Dit geeft aan dat hoge concentraties 2-nonanone de ademhaling van aardbeien enigszins stimuleert. Een vergelijkbaar effect wordt ook waargenomen bij hexylacetaat in de hoogste dosering (Fig. 1).

Conclusies

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 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.

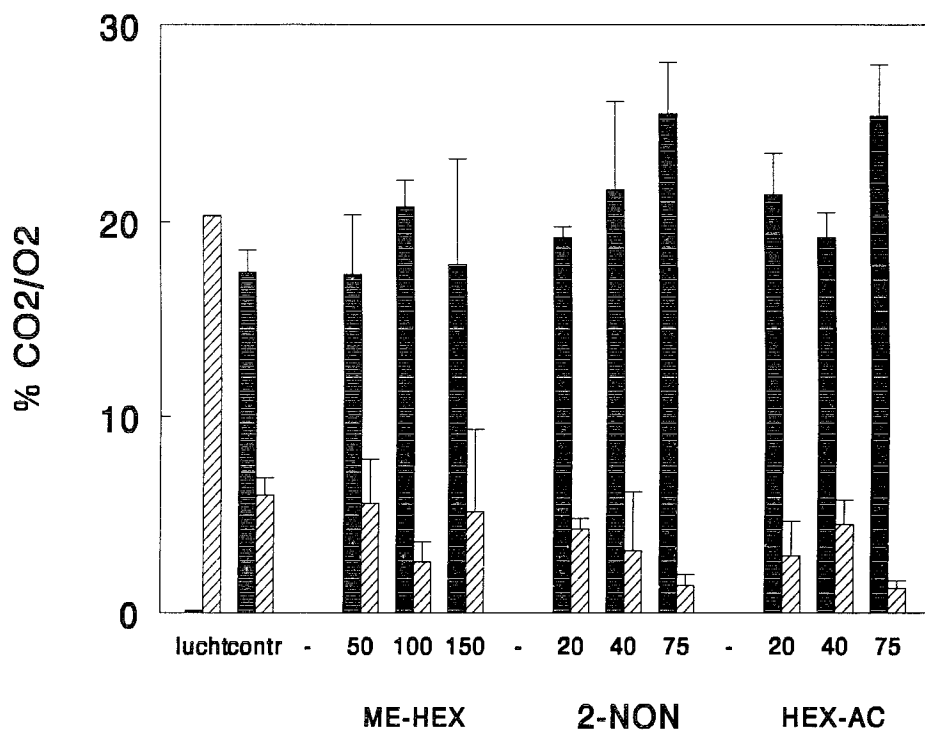
Bij de hoogste dosering lijken 2-nonanone en hexylacetaat de ademhaling van aardbeien te stimuleren. Methylhexanoaat daarentegen lijkt de ademhaling niet te beïnvloeden.

Tabel 1. Gasfase concentraties van methylhexanoaat, hexylacetaat en nonanone in 20 L containers bij 10°C, met 1,5 kg aardbeien per container. De gasfase-concentraties van de stoffen zijn bepaald met behulp van GC-analyse. De analyses zijn op dag 8 uitgevoerd. Herkomst aardbeien, 1-7-97, Donkers.

Toevoeging	Gasfase concentratie (µg/L lucht)		
	methylhexanoaat	hexylacetaat	nonanone
geen A	0.039	0.086	0.192
geen B	0.064	0.190	0.076
ME, 100 µl, A	0.122	0.328	0.027
ME, 100 µl, B	0.127	0.424	0.439
ME, 150 µl, A	0.110	0.395	0.016
ME, 150 µl, B	0.152	0.238	0.021
NON, 40 µl, A	0.231	0.363	0.246
NON, 40 µl, B	0.053	0.527	0.411
NON, 75 µl, A	0.267	0.703	0.583
NON, 75 µl, B	0.044	0.780	0.678
HA, 40 µl, A	0.020	0.306	0.055
HA, 40 µl, A	0.032	0.180	0.007
HA, 75 µl, A	0.037	8.469	0.133
HA, 75 µl, B	0.022	5.045	0.151

Tabel 2. Effect toevoeging aardbei-eigen stoffen op toename gasfase concentratie. Experimentele omstandigheden zijn beschreven in legenda tabel 1.

Toegevoegde stof	factor toename t.o.v. controle
methylhexanoaat 100 µl	2,4
methylhexanoaat 150 µl	2,5
nonanone 40 µl	2,5
nonanone 75 µl	4,7
hexylacetaat 40 µl	1,8
hexylacetaat 75 µl	48,9



Figuur 1. Effect van toegevoegde aardbei-eigen stoffen op de gassamenstelling van 20 l container met 1,5 kg Elsanta aardbeien. Experiment 1-7-1997. Getallen aan de x-as refereren naar de dosis in microliter per container. Beoordeling op dag 8 na aanvang experiment. CO₂, zwarte balken, O₂, gearceerde balken.

3.2 Diffusie van aardbei-eigen vluchtige stoffen door verpakkings folies.

in de studie "Aardbeien kleinverpakken met een beschermende atmosfeer" (ATO-Rapport B259, feb 1997) is naar voren gekomen dat PA160 polypropyleen folie met microperforaties (P-plus type) de beste resultaten geeft betreffende houdbaarheid van aardbeien (Elsanta). Er is aangetoond dat deze verpakking een extra bescherming biedt tegen kwaliteitsachteruitgang van aardbeien. Verpakking in PA160 folie bewerkstelligd dat (i) rotaantasting wordt onderdrukt, (ii) doorkleuring wordt geremd, uitdroging wordt beperkt en de smaak langer goed blijft. Daarom is de doorlaatbaarheid van de drie geselecteerde stoffen (methylhexanoate, hexylacetate en nonanone) voor de PA160-folie bepaald en vergeleken met twee andere folies. Dit zijn de PE (polyethyleen)-rekwikkel folie (Suntec 11 µm) en de PVDC (polyvinylidenechloride). De eerste (PE) is een folie met een relatief hoge gasdoorlaatbaarheid. De laatste (PVDC) is een zogenaamde "high barrier-type" folie hetgeen betekent dat deze een zeer lage gasdoorlaatbaarheid

heeft.

Deze werkzaamheden vallen onder taak 10 van de fasering.

Werkwijze

Door GC-analyse van de headspace wordt de diffusie kinetiek van de drie genoemde stoffen apart en in combinatie gedurende 9 dagen gemeten. De experimenten worden uitgevoerd bij 10°C met drie verschillende folie-types (PE rekwikkel, P160, PVDC). Bemonstering vindt plaats na 2 uur, 3 dagen, 6 dagen en 9 dagen. Het experiment wordt in duplo uitgevoerd. De stoffen worden als volgt gedoseerd:

- i. hexylacetaat (dosering 15 $\mu\text{l/L}$)
- ii. 2-nonanone (dosering 3,75 $\mu\text{l/L}$)
- iii methylhexanoaat (dosering 15 $\mu\text{l/L}$)

Bespreking van de resultaten

Met de PE-rekwikkel folie worden de geteste stoffen nauwelijks vastgehouden. Na 9 dagen bewaring van de dummy-verpakkingen wordt nog slechts tussen 4 en 7% van de initieel aanwezige concentratie stoffen gemeten. De retentie van de stoffen met de P160 folie is duidelijk veel beter (zie Fig. 2 en tabel 3). Na 9 dagen wordt nog steeds tussen 36 % (methylhexanoaat) en 66 % (hexylacetaat) teruggevonden. De retentie van genoemde teststoffen is het best met de PVDC-folie. Deze resultaten zijn in overeenstemming met de verwachting die gebaseerd is op de diffusie - eigenschappen van zuurstof en kooldioxide.

Opvallend is verder dat bij deze doseringen de gemeten gasfaseconcentraties veel hoger zijn dan de concentraties die gemeten zijn in de 20L testcontainers met aardbeien. Ook deze waarneming suggereert dat er, in aanwezigheid van aardbeien, omzetting van toegediende stoffen plaatsvindt. Deze veronderstelling zal in vervolgprouwen verder onderzocht moeten worden.

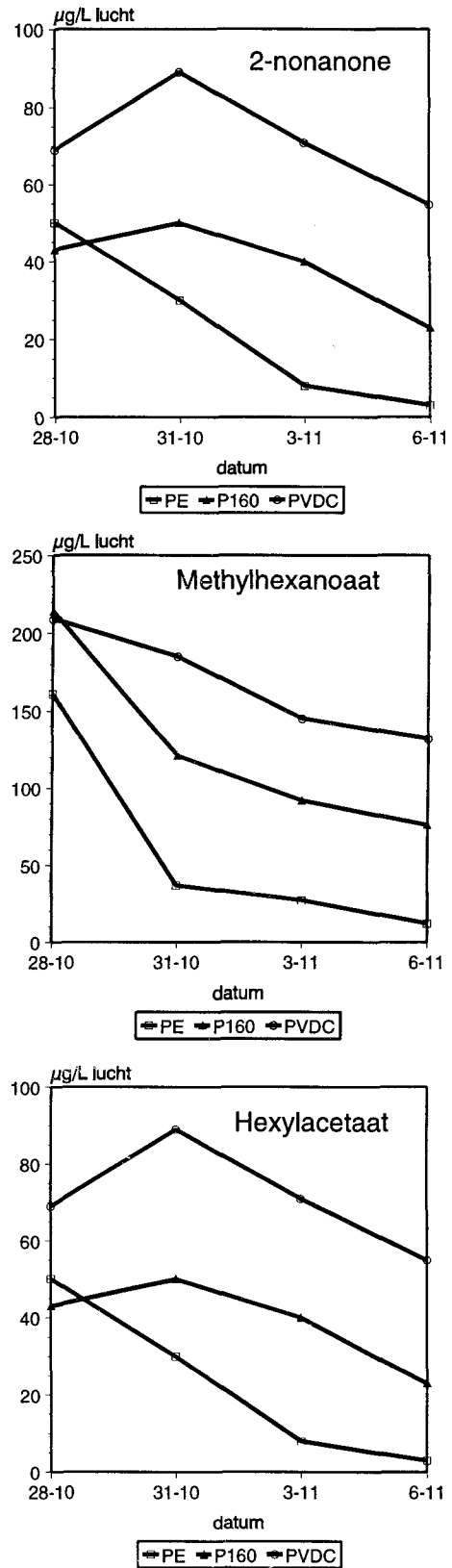
Conclusie

PA160 polypropyleen folie met microperforaties (P-plus type) 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 echter minder geschikt voor verpakking van actief respirerende aardbeien.

Tabel 3. Retentie van methylhexanoaat, hexylacetaat en 2-nonanone bij 10°C in verschillende verpakkingsfolies (dummy verpakkingen). Percentages worden gegeven ten opzichte van de t=0 situatie.

Folie	% retentie na 9 dagen		
	methylhexanoaat	hexylacetaat	2-nonanone
PE-rekwikkel	7	4	6
P160	36	66	53
PVDC	63	80	80

Figuur 2. Diffusie van 2-nonanone (boven), methylhexanoaat (midden) en hexylacetaat (onder) door verschillende verpakkingsfolies bij 10°C. Afkortingen worden gegeven in de bijbehorende sectie werkwijze.



3.3 In situ toediening van mengsels van aardbei-eigen stoffen .

In het volgende experiment zijn hexylacetaat, 2-nonanone en methylhexanoaat in mengsels toegediend aan 20 L containers met daarin Elsanta aardbeien. Na 9 dagen bewaring zijn de vruchten beoordeeld op uiterlijk (glans, kleur), stevigheid en schimmelaantasting. Verder is gedurende 9 dagen de gasfaseconcentratie van de in mengsels toegevoegde stoffen gemeten. Deze experimenten vallen in fase 2, taak 9.

Werkwijze

Aardbeien zijn verdeeld over 12 containers waarna 4 verschillende condities zijn aangelegd. Het experiment is uitgevoerd in triplo. Het volgende doseringsschema is uitgevoerd (dosering over drie opbrengpunten verdeeld):

Component in mengsel	Dosering ($\mu\text{l/L}$)		
	$\frac{1}{2}$ N	N	2N
hexylacetaat	7,5	15	30
2-nonanone	1,875	3,75	7,5
methylhexanoaat	7,5	15	30

Na dosering zijn de containers afgesloten met tape en bij 10°C geplaatst. De belading van de containers is 1 kg/20L. De gasfase concentratie en de zuurstof en kooldioxyde gehalten zijn gedurende het experiment gemeten.

Bespreking van de resultaten

Na 9 dagen bewaring onder standaard proefomstandigheden is het uiterlijk van de controle objecten niet afwijkend. Bij de objecten die met een dosering van $\frac{1}{2}$ N zijn behandeld wordt een lichte afwijking van het uiterlijk geconstateerd (zie tabel 4). Bij een dosering van N en 2N worden duidelijke afwijkingen vastgesteld. De laatste doseringen zijn duidelijk te hoog.

De CO₂ concentratie blijkt na 7 dagen het hoogst in containers met onbehandelde aardbeien (Fig. 3). Bij een hogere dosering van de mengsels wordt een lager CO₂ gehalte gemeten en een hoger O₂ gehalte. Dit duidt erop dat bij toediening in mengsels, de ademhaling van de vruchten wordt geremd. Bij de laagste dosering is er echter weinig effect op de CO₂ en O₂ gehalten te meten.

Figuur 4. (bovenste grafiek) geeft aan dat de headspace concentraties van hexylacetaat en 2-nonanone gedurende de bewaring bij de onbehandelde

vruchten toeneemt. De gasfase concentratie van methylhexanoaat neemt af tijdens bewaring onder de experimentele omstandigheden. De concentraties lopen van 0,1 tot 2 µg/L lucht). Dit is in de zelfde orde van grootte zoals gevonden is in het experiment beschreven in Tabel 2. Bij toediening in mengsels zien we nu echter veel hogere gasfaseconcentraties (50 tot 100 keer zo hoog als de onbehandelde controles). Bij alle geteste doseringen wordt hexylacetaat in de hoogste concentratie gevonden. Methylhexanoaat en 2-nonanone worden in een vergelijkbare concentratie aangetroffen (Fig. 4, midden/boven, midden/onder en onder). Verder wordt een duidelijk dosis-effect van de doseringen waargenomen. Het verschil tussen de gasfase concentraties van ½N en N is ongeveer een factor 2. Het verschil tussen N en 2N is echter duidelijk minder dan een factor 2. Dit kan mogelijk verklaard worden door het bereiken van een verzadiging van de gasfaseconcentratie.

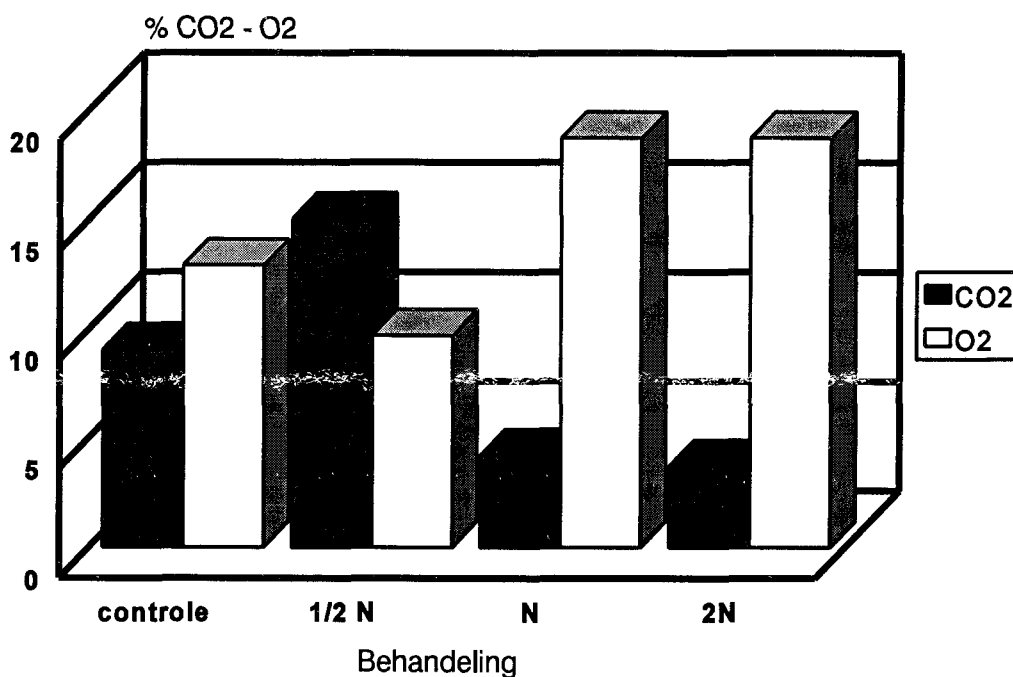
Tenslotte is het effect op schimmelgroei en stevigheid van de vruchten bepaald na een bewaarperiode van 9 dagen (Fig. 5). Bij de controle is 70% van de vruchten aangetast door schimmelgroei. Schimmelgroei is volledig onderdrukt bij alle behandelde objecten. Dus ook de laagste dosering van het mengsel geeft al volledige remming van schimmelaantasting (Fig. 5). Dit geeft aan dat bij deze aardbeien de laagste hier geteste dosis nog te hoog is. Dit wordt ook bevestigd door de waarneming dat de stevigheid van de vruchten sterk afneemt bij een toenemende dosering van de mengsels.

Conclusie

Bij toediening van een mengsel van 3 aardbei-eigen stoffen met schimmelgroei-remmende activiteit (hexylacetaat, methylhexanoaat en 2-nonanone) aan aardbeien in een container wordt een 50 tot 100-voudige toename van de gasfase concentratie waargenomen. Eerdere preliminaire waarnemingen (zie o.a. tabel 1 en 2) lieten een veel lagere toename zien. Verder onderzoek moet uitwijzen of dit verschil verklaard kan worden door toediening in mengsels of een andere nog onbekende factor. Verder valt op dat een hoge gasfaseconcentratie de ademhaling van de vruchten af kan remmen. In vervolg experimenten zal de dosering aangepast worden.

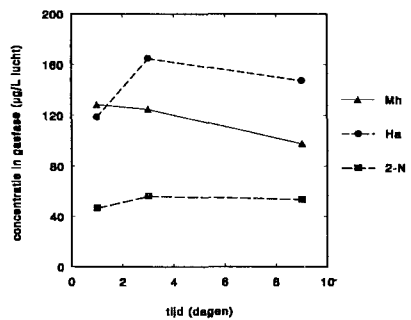
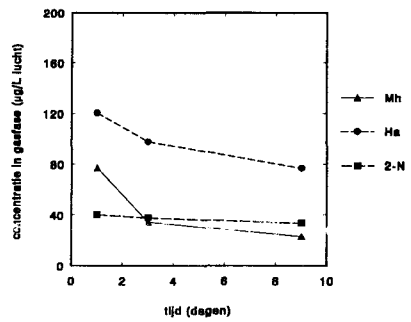
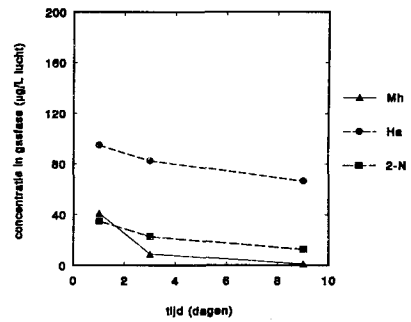
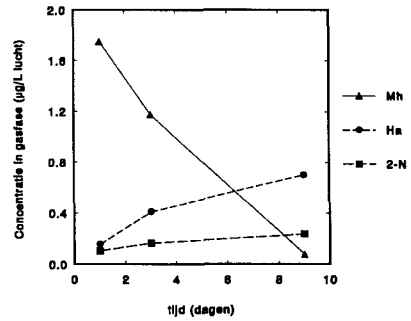
Tabel 4. Uiterlijk van aardbeien na 9 dagen bewaring bij 10°C. ++ is normaal uiterlijk, + is geringe afwijking, - duidelijke afwijking.

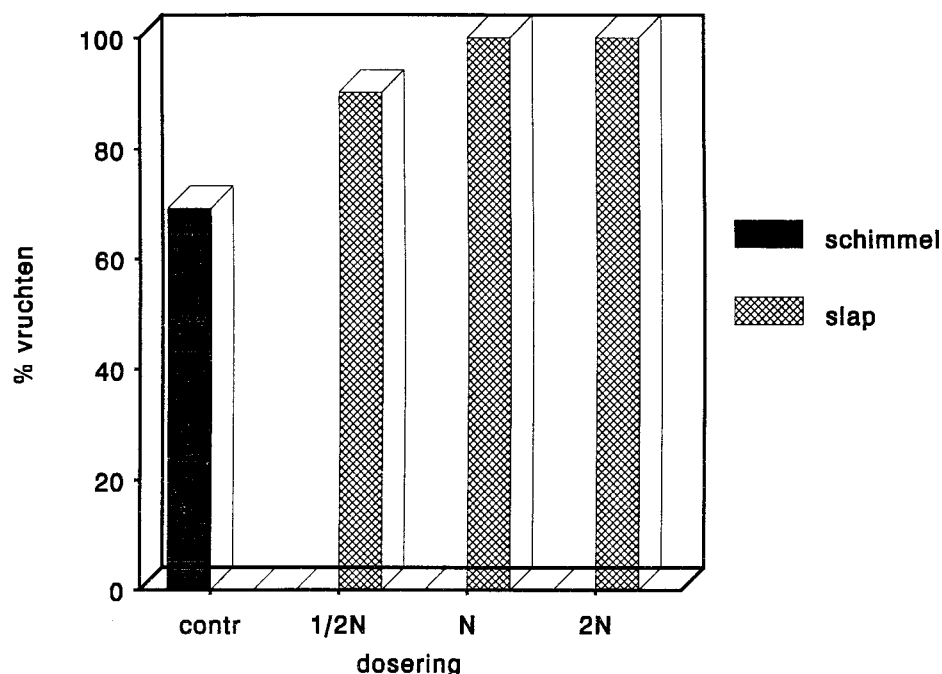
Behandeling	Dosering (µl/L)		
	½ N	N	2N
Mengsel A	+	-	-
Mengsel B	+	-	-
Mengsel C	+	-	-
controle A		++	
controle B		++	



Figuur 3. Zuurstof en kooldioxide gehalten in aardbeien-containers met verschillende doseringen van mengsels van hexylacetaat, methylhexanoaat en 2-nonanone (o.a. tabel 4). Proefomstandigheden: zie § 3.3.

Figuur 4. Gasfase concentraties in aardbeien containers van 3 aardbei-eigen stoffen (hexylacetaat, methylhexanoaat en 2-nonanone, toegediend als mengsels bij 3 dosering (controle: panel 1; 1/2N: panel 2; N: panel 3; 2N: panel 4). Condities als beschreven in § 3.3.





Figuur 5. Effect van mengsels van hexylacetaat, methylhexanoaat en 2-nonanone op schimmelaantasting en stevigheid van de vrucht. Proefomstandigheden zijn beschreven in § 3.3. Proef: 30-9-1997.

3.4 Ontwikkeling van schimmel op aardbeien behandeld met aardbei-eigen green chemicals

Om na te gaan hoelang schimmelontwikkeling op aardbeien wordt uitgesteld in aanwezigheid van (mengsels van) aardbei-eigen schimmelgroei-onderdrukkende stoffen, zijn behandelde objecten gedurende een periode van 9 tot 13 dagen vergeleken met controle objecten. Hierbij is het uiterlijk beoordeeld en de mate van schimmelaantasting.

Werkwijze trial 1-10-1997.

Containers met aardbeien zijn behandeld met 3,75 µl/L 2-nonanone. Als controle zijn onbehandelde objecten ingezet. Elk object is in 6-voud ingezet bij 10°C met een beladingsgraad van 1 kg/20L container. Op t= 2, 5, 6, 7, 8 en 9 dagen zijn containers geopend en is de inhoud beoordeeld op uiterlijk en mate van schimmelaantasting. Verder is zuurstof en kooldioxide gemeten. Deze trial

is ingezet op 1-10-1997.

Bespreking van de resultaten trial 1-10-1997.

Bij bewaring van Elsanta aardbeien in aanwezigheid van 2-nonanone wordt het moment waarop 10% van de vruchten zichtbare schimmel-aantasting laat zien ongeveer 2 dagen uitgesteld (zie Fig. 6). In dit experiment kon geen duidelijk verschil in gascondities (CO₂ en O₂) worden aangetoond (niet gepresenteerde, opvraagbare data). Het uiterlijk van de nonanone-behandelde vruchten begon pas op dag 8 af te wijken van de controle (tabel 5).

Werkwijze trial 28-10-1997

Deze trial is op dezelfde wijze uitgevoerd als de trial op 1-10-1997. Het enige verschil is dat in dit geval 8 verschillende objecten zijn ingezet. Dit zijn:

<i>Object</i>	<i>doseringen (µl/20 L)</i>
controle	0
hexylacetaat	30 en 75
2-nonanone	75 en 150
methylhexanoaat	75 en 150
mengsel	(30,75,75)

Bespreking van de resultaten trial 28-10-1997

De resultaten in tabel 6 laten zien dat in deze trial de actieve stoffen zijn gedoseerd op een niveau dat weinig negatieve effecten heeft op het uiterlijk (kleur en glans) van de vruchten. Alleen bij de hoogste doseringen zien we 3 tot 4 dagen eerder een afwijkend uiterlijk optreden. Dit wordt ook bij het mengsel waargenomen.

Met hexylacetaat in de hoogste dosering wordt het moment waarop schimmelaantasting meetbaar is met meer dan 3 dagen uitgesteld (Fig. 7, boven). Bij de lage dosering wordt geen verschil met de controle waargenomen. Toevoeging van 2-nonanone (in de hoge en lage dosering) heeft in dit experiment geen duidelijk meetbaar effect (Fig 7, midden-boven). Verder is de spreiding in de gegevens verkregen met methylhexanoaat is te groot om er een duidelijke uitspraak over te doen. Het anti-schimmel-effect van methylhexanoaat lijkt in deze proef echter gering (Fig. 7, midden-onder).

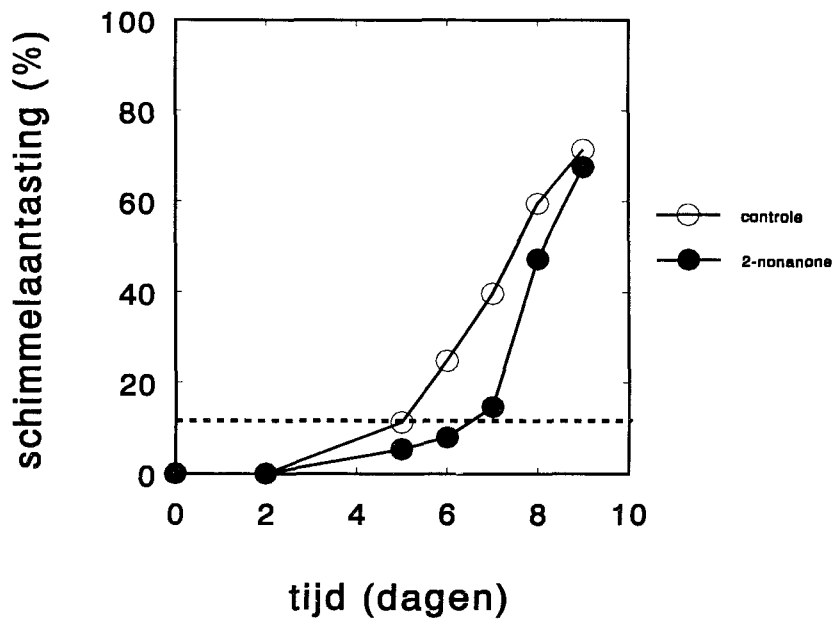


Figure 6. Ontwikkeling van schimmelaantasting op Elsanta aardbeien. De vruchten zijn behandeld met 2-nonanone volgens de beschreven werkwijze (zie § 3.4). Trial d.d. 1-10-1997.

Tabel 5. Effect van 2-nonanone op uiterlijke kenmerken van Elsanta aardbeien (kleur/glans). ++ is normaal uiterlijk; + is geringe afwijking; - sterke afwijking. Trial 1-10-1997.

object	Tijd (dagen)					
	2	5	6	7	8	9
controle	++	++	++	++	++	++
2-nonanone	++	++	++	++	+	+

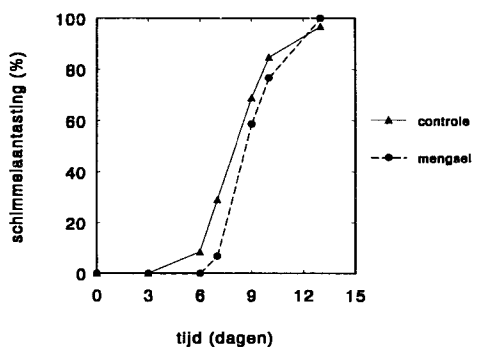
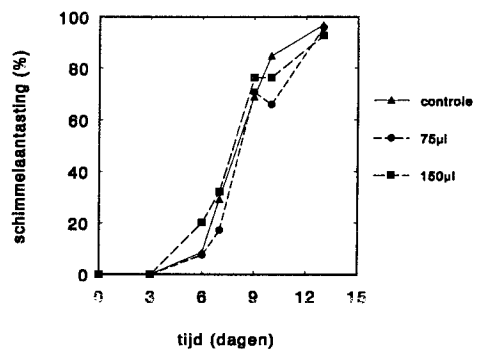
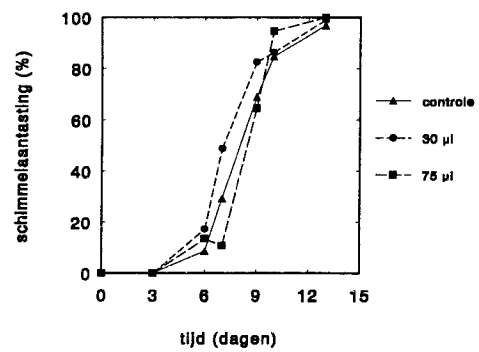
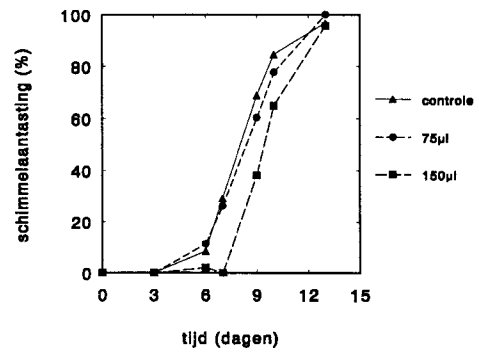
Tabel 6. Effect van hexylacetaat, 2-nonanone, methylhexanoaat en een mengsel op uiterlijke kenmerken van Elsanta aardbeien (kleur/glans). ++ is normaal uiterlijk; + is geringe afwijking; - sterke afwijking. Trial 28-10-1997.

object	Tijd (dagen)					
	3	6	7	9	10	13
controle	++	++	++	+	+	-
hexylacetaat 75 µl/20L	++	+	++	+	+	-
hexylacetaat 150 µl/20L	++	+	+	+	-	-
2-nonanone 30 µl/20L	++	++	+	+	+	-
2-nonanone 75 µl/20L	++	++	+	+	-	-
methylhexanoaat 75 µl/20L	++	+	++	+	++	-
methylhexanoaat 150 µl/20L	++	+	+	+	+	-
mengsel	++	+	+	+	-	-

Tabel 7. Overzicht van de herkomst van het aardbei-materiaal voor de experimenten uitgevoerd in 1997.

<i>Herkomst</i>	<i>Plaats</i>	<i>Data trials</i>	<i>ras</i>	<i>teelt</i>
H. Donkers	Someren	1-7-'97	Elsanta	VG en Su
W. van Aert	Rijsbergen	17-4-'97 30-9-'97 1-10-'97	Elsanta	Glas
W. van de Broek	Sprundel	23-5-'97 28-10-'97	Elsanta	Glas
J. de Regt	Etten-Leur	26-3-'97 4-06-'97	Elsanta	Glas
A. van de Berg	Rijsbergen	volgende seizoen	Elsanta	VG

Figure 7. Ontwikkeling van schimmelaanatting op Elsanta aardbeien. De vruchten zijn behandeld met hexylacetaat (bovenste grafiek), 2-nonanone (midden-boven), methylhexanoaat (midden-onder) en een mengsel van drie genoemde stoffen (onder). Experimentele condities zijn beschreven onder werkwijze (§ 3.4). Trial d.d. 28-10-1997.



Toepassing van een mengsel van hexylacetaat, methylhexanoaat en 2-nonanone, met elke component aanwezig in de de lage dosering, geeft een vertraging van de schimmelaantasting met 3 dagen (Fig 7, onder). Dat wil zeggen dat het moment waarop schimmelgroei kan worden waargenomen, 3 dagen later in de bewaring optreedt. We nemen nu dus schimmelgroei-remming waar in aanwezigheid van een mengsel stoffen, waarbij de afzonderlijke componenten in deze dosering geen duidelijk meetbaar effect laten zien. Dit suggereert dat de schimmelgroei-remmende activiteiten van de componenten additief op elkaar inwerken.

Conclusie

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. Bij deze dosering wordt na 9 dagen bewaring bij 10°C een nadelig effect op het uiterlijk van de vruchten waargenomen. Dit is een dag eerder dan bij de onbehandelde controle (10 dagen, zie tabel 6).

4. Planning

In het aankomende aardbeienseizoen (1998) zal gewerkt worden aan taken 8 tot en met 13 plus 15 van de fasering. Dit betekent in grote lijnen dat aardbeien in kleinverpakking met verschillende folies, mengsels van oliën en temperaturen zullen worden getest. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de mate van schimmelaantasting en vruchtschade (uiterlijk), maar ook naar smaak, geur en mondgevoel.

5. Confrontatie met de fasering

De uitvoering van het project loopt geheel volgens planning. Het werk in de eerste fase is voor een groot deel afgerond (taken 1, 2, 3, 4 en 7) of wordt in de eerste helft van 1998 afgerond (taak 5 en 6). Van fase II is reeds gewerkt aan de taken 9, 10. Bij alle nu uitgevoerde testen is gebruik gemaakt van een drager materiaal op papierbasis. Testen met materialen op zetmeel basis zullen in de eerste helft van 1998 worden uitgevoerd. De verkregen proefresultaten maken het mogelijk om een duidelijke keuze te maken voor 3 actieve aardbei-eigen stoffen (*green chemicals*) met voldoende in *situ* schimmelgroei-remmende werking. In het afgelopen jaar zijn experimenten uitgevoerd die aangeven dat het mogelijk is om voldoende schimmelgroei-remmende werking te combineren met het achterwege blijven van negatieve

effecten op het uiterlijk. Omdat echter bij alle geteste stoffen de fytotoxiciteit positief correleert met de anti-schimmel-werking zal een juiste (optimale) dosering van de stoffen van het grootste belang zijn.

Tabel 8. 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° helft	2° helft	1° helft	2° helft	1° helft	2° helft
1	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
2	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
3	13						
	14						
	15						
	16						
	17						

6. Literatuur referenties

Gorris, L.G.M. and Smid, E.J. 1995. Crop protection using natural antifungal compounds. *Pesticide Outlook*, 6: 20-24.

Oosterhaven, K., Poolman, B. and Smid, E.J. 1995. S-carvone as a natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteriostatic compound. *Ind. Crops and Prod.* 4: 23-31.

Peréz, A.G., Rios, J.R., Sanz, C. and Olfas, J.M. 1992. Aroma components and free amino acids in strawberry variety Chandler during ripening. *J. Agr. Food Chem.* 40: 2232-2235.

Perkins-Veazie, P. and Collins, J.K. 1995. Strawberry fruit quality and its maintenance in postharvest environments. *Advances in Strawberry Research*, 14: 1-8.

Pesis, E. and Avissar, I. 1990. Effect of postharvest application of acetaldehyde vapour on strawberry decay, taste and certain volatiles. *J. Sci. Food Agric.* 52: 377-385.

Smid, E.J., De Witte, Y. and Gorris, L.G.M. 1995. Secondary plant metabolites as control agents of postharvest *Penicillium* rot on tulip bulbs. *Postharvest Biol. Technol.* 6: 303-312.

Smid, E.J., Hendriks, L., Boerrigter, H.A.M. and Gorris, L.G.M. 1996a. Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound *trans*-cinnamaldehyde. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 343-350

Smid, E.J., Koeken, J.P.G. and Gorris, L.G.M. (1996b) Fungicidal and fungistatic action of the secondary plant metabolites cinnamaldehyde and carvone. In: H. Lyr, P.E. Russell and H.D. Sisler (Editors) *Modern fungicides and antifungal compounds*, Intercept Ltd. Andover, Hants, UK, pp. 173-181.

Vaughn, S.F., Spencer, G.F. and Shasha, B.S. 1993. Volatile compounds from raspberry and strawberry fruit inhibit postharvest decay fungi. *J. Food Sci.* 58: 793-796.