



ATO-DLO

Inhoezen van arbeienpallets voor transport naar verre bestemmingen

Periode oktober/november 1995

VERTROUWELIJK

**Agrotechnologisch
Onderzoek Instituut
(ATO-DLO)**
Bornsesteeg 59
Postbus 17
3700 AA Wageningen
tel. 0317 - 475000
fax. 0317 - 412260

A.C.R. van Schaik
H.A.M. Boerrigter
E.J. Smid

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

222/399

Inhoudsopgave	Pagina
Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Materiaal en methoden	5
2.1 Proefopzet	5
2.2 Inhoezen, begassing en temperatuurmeting	6
2.3 Produktbeoordeling	6
3. Resultaten praktijkproef	9
3.1 Bewaarcondities	9
3.2 Algemene beoordelingsresultaten	11
3.3 Beoordeling rot en beschadiging	13
3.4 Schimmelbesmetting	15
3.5 Kwaliteitsanalyses en smaak	17
4. Bespreking resultaten praktijkonderzoek	19
5. Conclusies praktijkonderzoek	22
6. Onderzoek ketensimulatie	23
7. Materiaal en methoden ketensimulatie	24
7.1 Proefopzet ketensimulatie	24
7.2 Werkwijze in minipallets en CA-doorstroomstelsel	25
7.3 Produktbeoordeling	26
8. Resultaten ketensimulatie	27
8.1 Ontwikkeling MA condities	27
8.2 Kwaliteitsbeoordeling	28
9. Bespreking resultaten ketensimulatie	31
10. Conclusies keteonderzoek	33
11. Vervolgonderzoek	34
12. Literatuurreferenties	35

Samenvatting

Om in de toekomst export van aardbeien naar verre bestemmingen via luchttransport mogelijk te maken is onderzoek uitgevoerd naar het inhoezen van pallets en zodoende CA/MA condities te creëren voor een beter kwaliteitsbehoud.

Het onderzoek bestond uit 2 gedeelten:

1. Praktijkonderzoek inhoezen pallets
2. Ketensimulatie op laboratoriumniveau

Praktijkonderzoek is uitgevoerd op Veiling Breda. Voorgekoelde Elsanta aardbeien afkomstig van 5 telers werden deels van hoezen voorzien en 6 dagen bewaard bij 8°C.

Behandelingen waren:

- CA/MA 5% O₂-15% CO₂ in 2 typen hoezen (foliedikte 0.1 en 0.2 mm)
- atmosferische condities met hoes
- atmosferische condities zonder hoes
- bewaring bij 1°C

Na de begassingsperiode werden alle behandelingen 5 dagen nabewaard in normale luchtomstandigheden bij 8 en 12°C. In deze periode werden de aardbeien beoordeeld via het veilingoordeel en op schimmel- en rotontwikkeling (ATO). Daarnaast is smaak, zuurgehalte en refractiewaarde bepaald alsmede telling van schimmelsporen per behandeling/herkomst (ATO).

Het bleek technisch goed uitvoerbaar om pallets in te hoezen, enige aanpassingen zijn noodzakelijk. CA/MA bleek een duidelijk betere kwaliteit op te leveren. Het algemene veilingoordeel was beter en het effect op schimmelonderdrukking was groot, vooral tijdens de uitstalperiode van het produkt. Bewaring bij 1° was in dit onderzoek vergelijkbaar met CA/MA. De behandelingen hadden nauwelijks effect op refractiewaarde, zuurgehalte en kwantitatief op schimmelsporen, terwijl er geen negatief effect van CA/MA op de smaak van de aardbeien was.

Bij het simulatie onderzoek werden voorgekoelde aardbeien bewaard in minipallets en kleine containers. De temperatuur werd 24 uur aangehouden op 18°C en 24 uur op 8°C. Daarna werd nog 5 dagen in atmosferische condities nabewaard in 8°C.

De MA-behandelingen werden gestart met: - normale atmosferische condities, - 30% O₂ en laag CO₂, - 5% O₂, - 15% CO₂ en - continu atmosferische condities.

De ontwikkeling van de MA-condities en de invloed op de kwaliteit was in de minipallets en de containers overeenkomstig. Dit geeft aan dat de gebruikte folie voor de minipallet volledig dicht was. Bij de MA-condities met als uitgangspunt 0% CO₂ was het maximale CO₂-gehalte aan het einde van de simulatieperiode ongeveer 15% terwijl het O₂-gehalte overeenkomstig gedaald was. De hogere O₂-waarde bij aanvang daalde overeenkomstig en had geen extra invloed op ademhaling en kwaliteit. In de CA-behandeling ontstonden al na een korte periode anërobie omstandigheden waardoor alcoholvorming en een slechte smaak ontstond.

In de andere MA-behandelingen was de effectieve periode van CO₂ dusdanig kort dat er geen duidelijk voordeel was ten aanzien van schimmel- en rotontwikkeling.

Algemene conclusie van dit onderzoek is dat er nog geen toepasbaar MA-systeem is wat enerzijds het anërobie probleem voorkomt en anderzijds een maximaal profijt geeft van de gascondities.

Bij vervolgonderzoek zijn de combinaties van MA met respectievelijk *een gesloten koelketen, een gecontroleerd lek in de folie en de toepassingen van "green chemicals"* relevante mogelijkheden.

Daarnaast is de toepassing van een geperforeerde hoes en koelketen nog een optie.

1. Inleiding

Om de afzet van Nederlandse aardbeien te bevorderen is een grotere export van belang. Dit betreft niet alleen de export van dit produkt binnen Europa maar vooral naar verdere bestemmingen zoals het Midden Oosten en het Verre Oosten (Japan). Dit is een belangrijke wens van het bedrijfsleven (veilingen, exporteurs). Vooral het tegengaan van schimmelontwikkeling is een essentiële voorwaarde. Omdat koeling in deze transportketen (luchtvracht) niet altijd mogelijk is zijn alternatieve methoden noodzakelijk.

Door het ATO worden de effecten onderzocht van anti-microbiële stoffen die van nature in de aardbei voorkomen. Deze stoffen zouden bij toepassing de schimmelgroei op de vruchten kunnen onderdrukken. Verder is onderzocht of het technisch mogelijk is om pallets met aardbeien in te hoezen en hierin een andere gassamenstelling te realiseren. Dit naar analogie van het aardbeien transport in de USA. De optimale gassamenstelling voor het Nederlandse ras Elsanta is bekend uit eerder onderzoek op het ATO (1). Verder kan de techniek van inhoezen gebruikt worden om natuurlijke anti-microbiële stoffen in dit concept in te passen.

In dit rapport wordt het praktijkonderzoek beschreven wat is uitgevoerd op de veiling in Breda (RBT). Hierbij werd in samenwerking met veiling RBT, CBT en Hydrogas een experiment uitgevoerd waarbij aardbeienpallets werden ingehoesd en in een gewijzigde gassamenstelling bewaard.

Tevens is op laboratoriumschaal onderzoek uitgevoerd naar de ontwikkeling van de MA-condities en de invloed op de produktkwaliteit in een gesimuleerde keten van luchttransport naar verre bestemmingen.

2. Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In het onderzoek, uitgevoerd op veiling RBT te Breda, werd vooralsnog uitgegaan van een scenario dat enigszins vergelijkbaar is met de condities die tijdens het transport zullen optreden.

De aardbeien werden betrokken van 5 telers uit de regio Breda. Voorgeschreven was dat het produkt zoveel mogelijk zonder beschadigingen geplukt zou worden. Dit gebeurde in kartonnen fruitbakken met een inhoud van 5 kg. In iedere bak werden 5 papierpulp bakjes en 5 plastic bakjes a 500 g. geplaatst. Na de pluk werden de aardbeien direkt naar de veiling vervoerd en voorgekoeld tot 2 a 3°C gedurende de nachtperiode. Na deze voorcooling werden de pallets in een koelcel van 8°C geplaatst. De aardbeien van elke teler werden verdeeld over 6 pallets bestemd voor de diverse behandelingen.

Op een behandelingspallets werden de bakken per teler 8 hoog gestapeld, op elke stapel één teler.

Vier bakken per teler in iedere stapel op alle pallets werden vooraf gewogen en tevens bestemd om na de bewaarperiode beoordeeld te worden. Dit waren baknr's. 2, 3, 6 en 7 in de stapeling. Baknummer 2 en 6 werden bestemd om na 6 dagen beoordeeld te worden terwijl bak 3 en 7 na respectievelijk 8 en 12 dagen werden beoordeeld. Na de beginbeoordeling en installatie van de meetapparatuur werden de bestemde pallets van hoezen voorzien en op gasconditie gebracht.

De pallets werden continu bij 8°C bewaard gedurende 6 dagen in de betreffende gascondities. Eén pallet werd als controle bewaard bij een temperatuur van 1°C. Na 6 dagen opslag werden alle behandelingen nog 2 dagen bij 8°C en vervolgens nog 3 dagen in 12°C bewaard om de afzetfase te simuleren.

Na respectievelijk 6, 8 en 11 dagen na de oogst werd een produktbeoordeling uitgevoerd.

Behandelingen:

- Pallet 1. Inhoezen (Hydrogas) waarbij d.m.v perforaties in de folie atmosferische condities werden gehandhaafd in 8°. Dagelijks werden de CO₂ en O₂ gehalten gemeten evenals temperatuur.
- Pallet 2. Inhoezen (Hydrogas) met direkte realisatie van de 15% CO₂- en 5% O₂-condities in 8°C. De condities werden dagelijks gemeten maar niet bijgeregeld (MA-bewaring).
- Pallet 3. Inhoezen (Hydrogas) met direkte realisatie van de 15% CO₂- en 5% O₂-condities in 8°C. Via dagelijkse meting en bijregeling van CO₂ en O₂ werden de optimale condities zoveel gehandhaafd.

- Pallet 4. Zonder hoes als controle bij 8°C.
- Pallet 5. Zonder hoes als controle bij 1°C.
- Pallet 6. Inhoezen (Bessenzak, dikte 0.2 mm) met directe realisatie van de optimale CO₂ en O₂ condities in 8°C. Via dagelijkse meting en bijregeling van CO₂ en O₂ werden de optimale condities zoveel gehandhaafd. De streefwaarden waren 15% CO₂ en 5% O₂.

2.2 Inhoezen, begassing en temperatuurmeting

Voor het inhoezen van de pallets werden twee soorten polyetheen folies gebruikt. In het ene geval waren deze geleverd door Hydrogas, in het andere geval betrof dit de folie die ook gebruikt wordt voor de bewaring van de rode bes in de praktijk. Deze laatste folie heeft een 2x grotere dikte.

Eerst werd een kartonnen bodemplaat op de pallet gelegd waarna alle hoezen op de pallet zijn gelegd in opgestroopte toestand. Daarna is het produkt op de pallet in de hoes gezet en vervolgens is de hoes eromheen gevouwen en aan de bovenkant dichtgeplakt.

Bij één pallet werd eerst een plastic onderlaag gelegd waarop het produkt is gestapeld, waarna de hoes van bovenaf over de pallet is getrokken en is geplakt aan de folie onderlaag.

Het zuurstofgehalte werd verlaagd door stikstof inspuiting tot het gewenste O₂-gehalte van 5% was bereikt. Het CO -gehalte werd gerealiseerd door zuiver koolzuurgas in te spuiten tot de streefwaarde van 15% was bereikt. Per dag werd tweemaal de gassenstelling gemeten. In pallet 2 en 6 werd de gasamenstelling steeds gecorrigeerd, in pallet 1 gebeurde dit niet (MA-condities). De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de pallets werd continu gemeten met behulp van PT-100 voelers en capacitatieve vochtvoelers in de vorm van een Escort-systeem. In alle pallets behalve pallet 6 werden deze condities gemeten gedurende de begassingsperiode van 6 dagen.

2.3 Produktbeoordeling

Op 4 tijdstippen (Tabel 1) werd het produkt beoordeeld nl. bij de start, na 6 dagen begassing, na 2 dagen uitstalling in 8°C en na 3 dagen uitstalling in 12°C. Bij de beoordeling is het algemene uitgangspunt geweest om dit zoveel mogelijk cijfermatig weer te geven.

Het produkt werd gewogen bij inzet en na 6 dagen begassing. Hieruit is het gewichtsverlies bepaald tijdens de behandelingsperiode. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen de plastic bakjes en de papierpulp bakjes.

De "veilingbeoordeling" is een algemene beoordeling waarbij diverse

kwaliteitsaspecten worden nagegaan. De navolgende criteria zijn beoordeeld:

- kleur: 1=wit t/m 9 =donker
- rijpheid: rauw=1, halfrijp=2, bijna rijp=3, rijp=4, overrijp=5
- beschadiging: geen=0, licht=1, matig=2, sterk=3
- vruchtrot: geen=0, licht=1, matig=2, sterk=3
- glans: licht=1, matig=2, sterk=3
- alg. oordeel: 1= afwijkend t/m 9=super (>6= exportwaardig)

Tabel 1: Schematisch overzicht van beoordelingen en analyses

Beoordeling	Inzet	Na 6 dagen begassing	Na 2 dagen uitstalling in 8°C	Na 3 dagen uit- stalling in 12°C
Gewichtsverlies	*	*		
Veilingbeoordeling	*	*	*	*
Smaak	*	*		
Rotbeoordeling		*		*
Schimmelbesmetting	*	*		
Refractie/pH	*	*		
Beschadigingen		*		

De smaak van de aardbeien is met een expertpanel beoordeeld op de aspecten:

- zuurheid: weinig=1, matig=2, sterk=3
- zoetheid: niet=1, matig=2, sterk=3
- aroma: geen=1, afwijkend=2, normaal=3
- smaak alg.: slecht=1, matig=3, goed=3

Bij de smaakbeoordeling zijn aardbeien geproefd uit een pallet met optimale CA-omstandigheden en aardbeien uit de ongehoesde pallet in 8°C. Hierbij werd produkt van alle telers beoordeeld.

De rotbeoordeling in de aardbeien is uitgevoerd door de aardbeien met rot of schimmelaantasting te tellen. Dit is uitgedrukt in procenten van de totale hoeveelheid per bakje. De beoordeling is uitgevoerd aan alle behandelingen, van alle herkomsten, per hoogte in de pallet. Ook is er onderscheid gemaakt tussen papierpulp- en de plasticbakjes.

Ook de mate van beschadiging is vastgesteld. Dit gebeurde aan de aardbeien van één pallet en van de diverse herkomsten en was bedoeld om de invloed van papierpulp en plastic bakjes vast te stellen.

Bij het bepalen van de beschadigingen zijn alle plekjes op de vrucht in aanmerking genomen.

Microbiële analyse

Naast een macroscopische beoordeling op het voorkomen van schimmelaantasting op de vruchten (zie pag. 12), is een kwantitatieve bepaling van de aantallen schimmels en gisten op de vruchten uitgevoerd. Het aantal levensvatbare schimmels en gisten op een produkt vormt een maat voor het besmettingsniveau.

Voor de bepaling van het besmettingsniveau bij aanvang van de proef zijn monsters van de vijf verschillende herkomsten genomen. Na afloop van het experiment zijn monsters van alle herkomsten én de zes verschillende behandelingen geanalyseerd. Standaard zijn de monsters één dag na monsternamen geanalyseerd.

Refractiewaarde en pH

De refractiewaarde van de vruchten is bepaald aan het vruchtesap evenals de pH. Bepaling van de refractiewaarde gebeurde met een handrefractometer. De waarde geeft de hoeveelheid opgeloste stoffen in het vruchtesap aan wat een maat is voor het suikergehalte.

De pH geeft de zuurgraad van de aardbeien aan. Beide aspecten kunnen gerelateerd worden aan de smaakervaring van de vruchten.

3. Resultaten praktijkproef

3.1 Bewaarcondities

Registratie van de bewaarcondities per behandeling zijn van groot belang om een juiste correlatie van de omstandigheden met de produktkwaliteit vast te stellen. Wat betreft de bewaar temperatuur is van belang wat de temperatuurontwikkeling per pallet is. De voorgekoelde aardbeien hadden een aanvangstemperatuur van 1-2°C. Het inhoezen van de pallets kan het opwarmingsproces beïnvloeden.

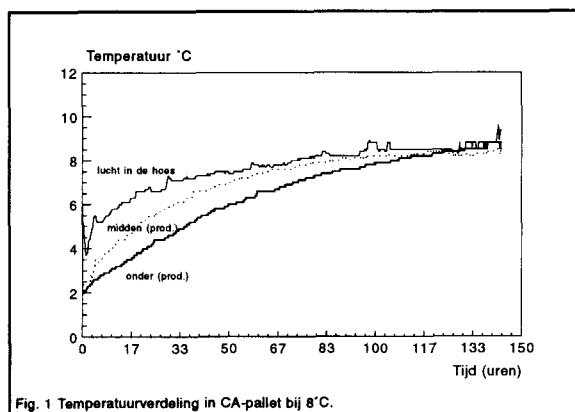


Fig. 1 Temperatuurverdeling in CA-pallet bij 8°C.

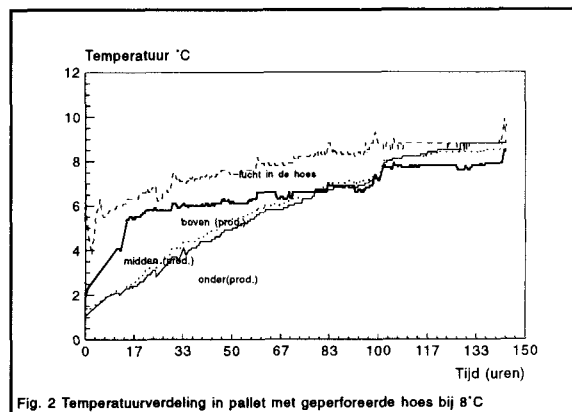


Fig. 2 Temperatuurverdeling in pallet met geperforeerde hoes bij 8°C

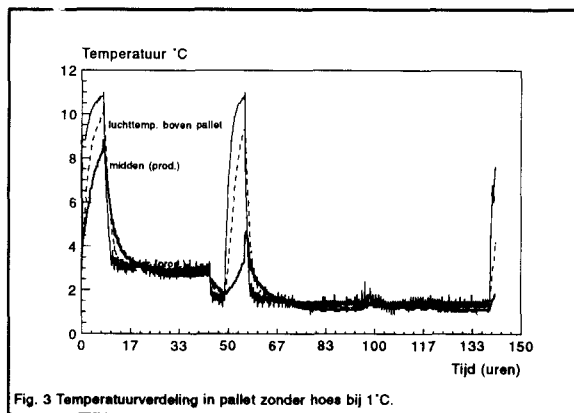


Fig. 3 Temperatuurverdeling in pallet zonder hoes bij 1°C.

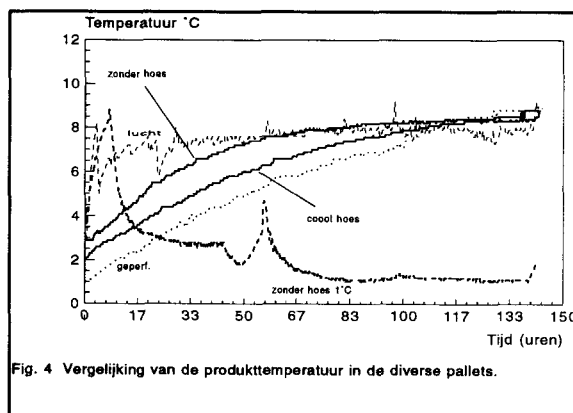


Fig. 4 Vergelijking van de produkttemperatuur in de diverse pallets.

Er bestaat bij de ingehoesde pallets bewaard in 8°C een temperatuurverschil qua niveau in de pallet (Fig. 1 en 2). Onder in de pallet is de temperatuur iets lager. Het verschil kan worden veroorzaakt doordat koudere lucht zwaarder is. Ook de celkoeling kan hiermee te maken hebben.

Belangrijk is wat de verhouding is tussen de diverse pallets qua temperatuurontwikkeling (Fig. 4).

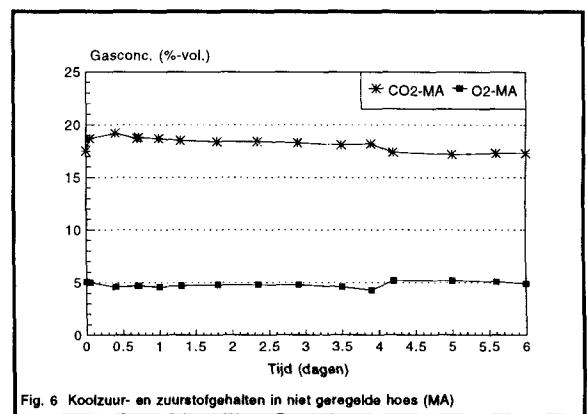
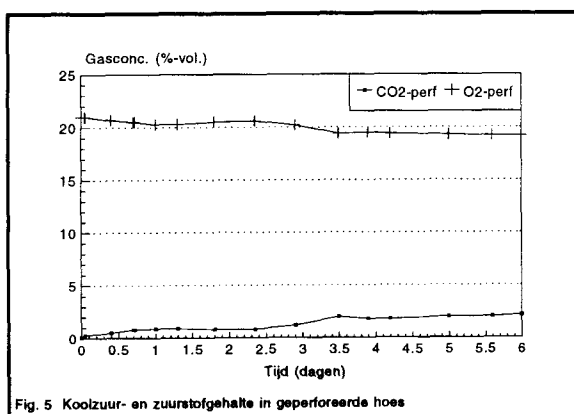
Een storing van de koelinstallatie tijdens de beginperiode veroorzaakte een temperatuurverhoging tot maximaal 8°C bij de 1°C behandeling.

De luchttemperatuur in de 8°C cel varieerde tijdens de beginperiode tussen 6 en 8°C, vanaf 24 uur was deze vrijwel continu 8°C tijdens de verdere bewaarperiode.

De snelheid waarmee de temperatuur stijgt is in alle gehoeste pallets gelijk. De starttemperatuur van de verschillende pallets was ongelijk. Dit werd veroorzaakt door het tijdsverschil dat optrad tijdens het prepareren van de pallets. De tijd die per pallet nodig is om de streeftemperatuur te bereiken bedroeg voor de pallet zonder hoes 50 uur en met hoes ongeveer 100 uur. De lagere startwaarde (1°) van de pallet met geperforeerde hoes bleef tijdens deze periode van 100 uur in het algemeen gehandhaafd.

De gasconcentraties in de ingehoesde pallets zijn weergegeven in de figuren 5 tot en met 8.

In de geperforeerde hoes bleef het zuurstofgehalte op 20% terwijl het CO₂-gehalte niet hoger kwam dan 2%. In de pallet met MA-condities (fig. 6) bleef zowel het CO₂- als het O₂-gehalte tijdens de bewaarperiode gehandhaafd op de uitgangswaarden. Blijkbaar was er een toevallig evenwicht tussen de respiratie van het produkt en het eventuele lek in de hoes. Gezien het feit dat bij dezelfde uitgangscondities in de CA-pallets er wel een noodzaak was tot een regelmatige bijstelling van de condities wijst op een klein lek in de hoes van de MA-pallet. Behoudens enkele kleine uitschieters zijn de voorgenomen CA-condities van 15% CO₂ en 5% O₂ uitstekend gehandhaafd (Fig 7 en 8). In de pallet met de Coolhoes is na ongeveer 3.5 dag een storing opgetreden die de CA-condities duidelijk veranderde. Dit is daarna snel hersteld.



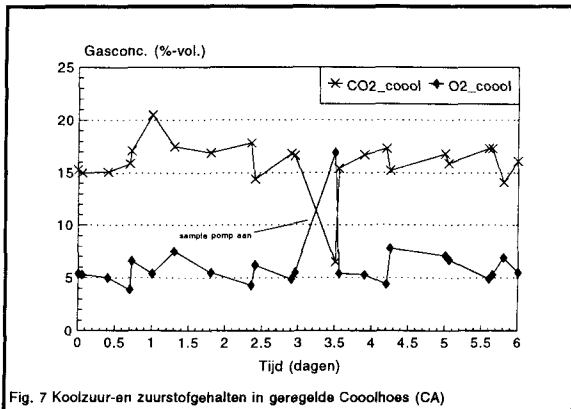


Fig. 7 Koolzuur- en zuurstofgehalten in gegerelde Coooolhoes (CA)

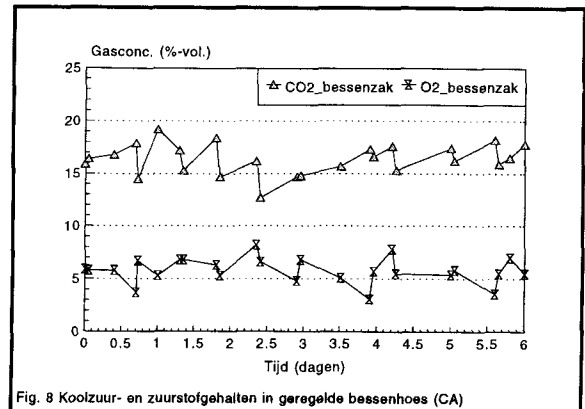
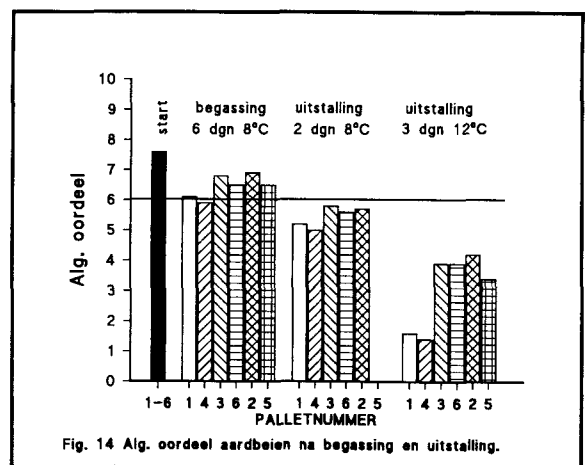
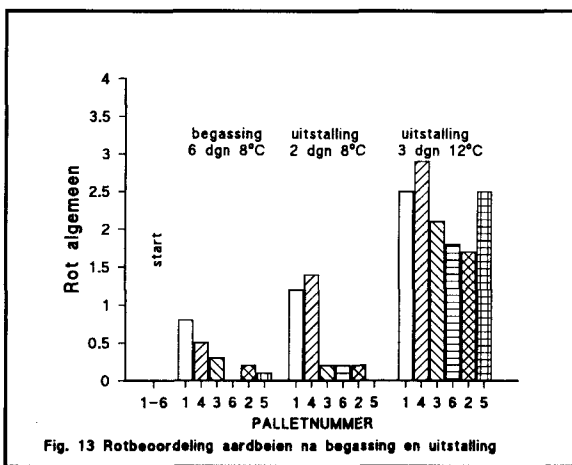
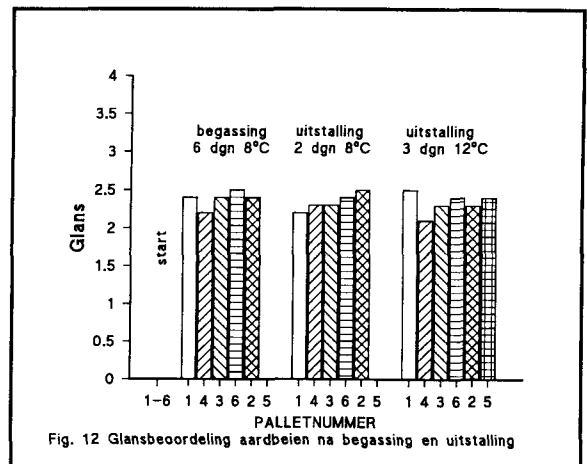
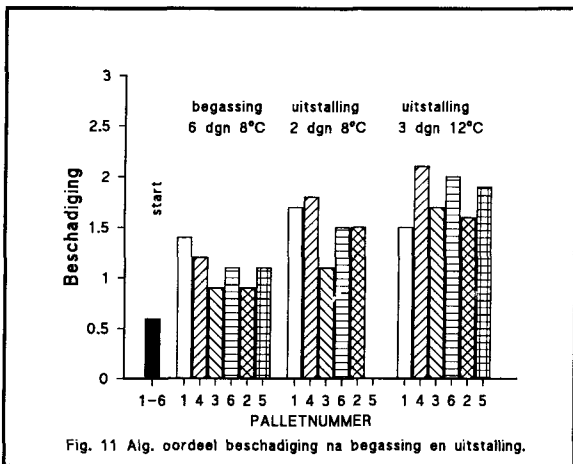
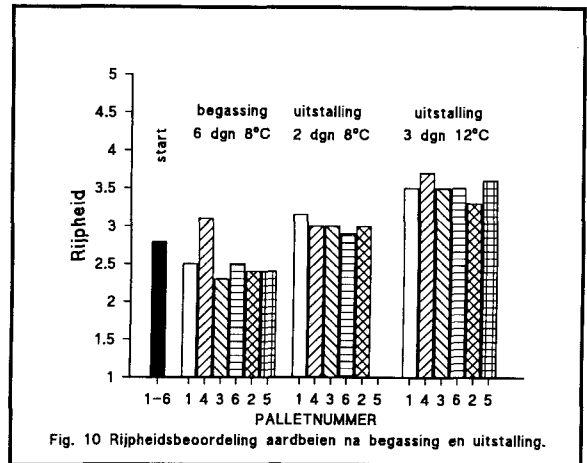
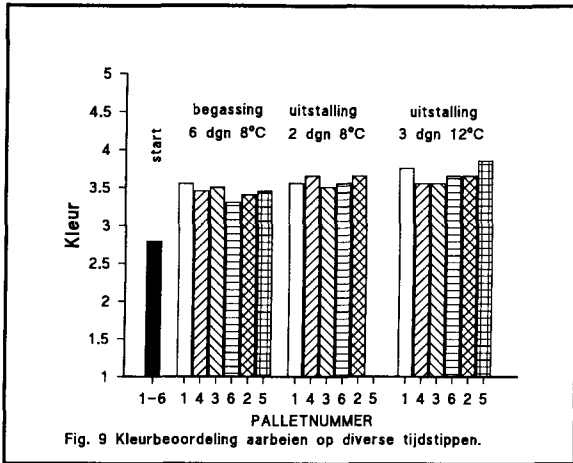


Fig. 8 Koolzuur- en zuurstofgehalten in gegerelde bessenhoes (CA)

3.2 Algemene beoordelingsresultaten

Met de algemene beoordelingsresultaten wordt bedoeld de beoordeling die is uitgevoerd volgens de normen van de veilingkeuring. Bij de beoordeling op rijpheid is dit uitgebreid met meerdere stadia, ook is een beoordeling op glans toegevoegd. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 9 tot en met 14. In de respectievelijke figuren is de startbeoordeling weergegeven alsmede de beoordeling na 6, 8 en 12 dagen. De weergave is per palletnummer wat correspondeert met de behandeling. De *kleur* (Fig. 9) van de aardbeien neemt tijdens de opslagperiode iets toe, er zijn geen verschillen tussen de pallets ofwel behandeling. Ook qua *rijpheidsbeoordeling* (Fig. 10) die samenhangt met de kleur is er geen verschil tussen de behandelingen. De mate van *beschadiging* (Fig. 11) neemt duidelijk toe bij een langere opslagperiode. Dit is te verklaren omdat beschadigingen bij een langere opslagduur meer zichtbaar worden maar tevens doordat op de vrucht ouderdomsvlekken optreden. De CA-behandelingen (pallet 2, 3 en 6) vertonen minder beschadigingen. De *glans* van de aardbeien is bij aanvang van de opslagperiode niet bepaald, tijdens de opslag veranderde deze nauwelijks terwijl er ook geen verschillen waren tussen de behandelingen.



De mate van rot (Fig. 13) neemt sterk toe bij een langere opslagduur. Vooral bij pallet 1 en 4 (niet begast) is al na 6 en 8 dagen sprake van sterke rotontwikkeling. CA- en MA-bewaring onderdrukt dit heel duidelijk. Opvallend is dat ook na de

periode van begassing, dus tijdens de gesimuleerde distributiefase, er nog een sterke invloed is van de behandelingen.

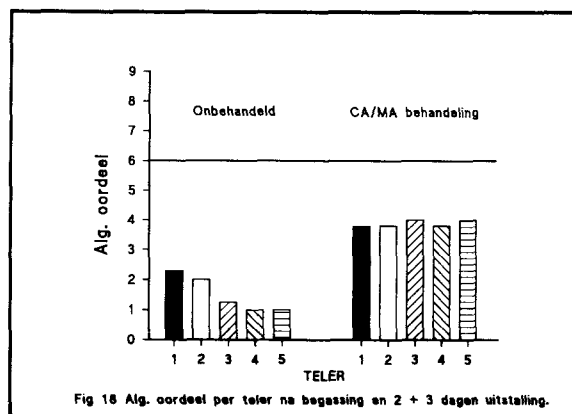
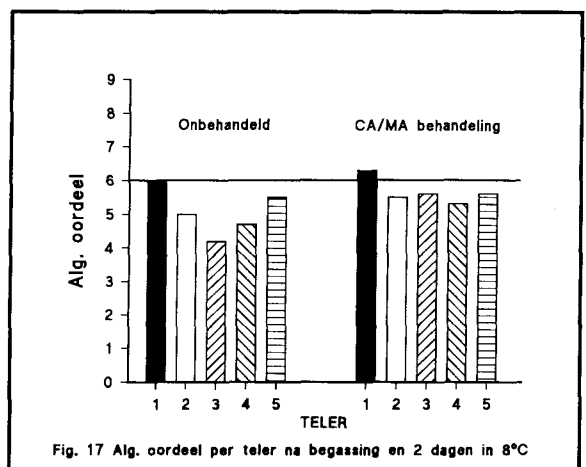
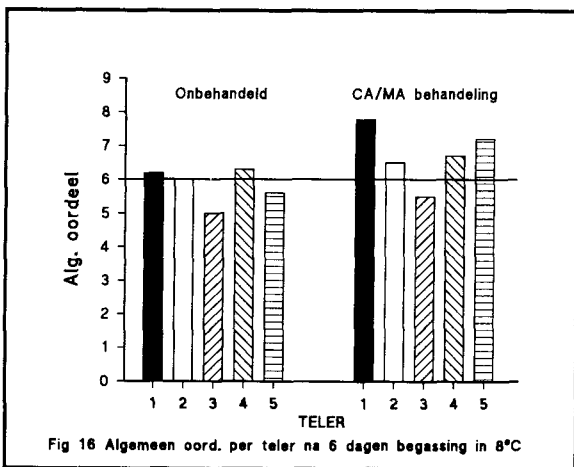
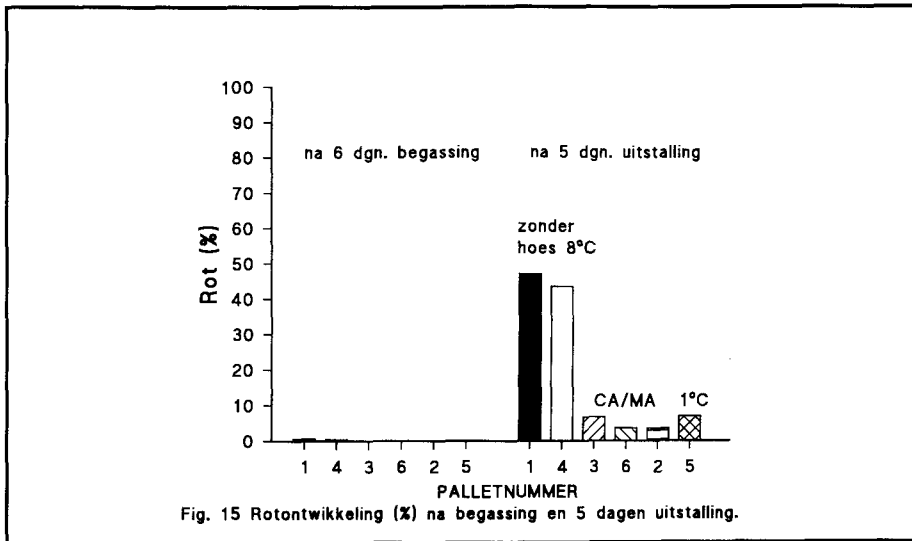
Alle algemene kwaliteitsparameters hebben invloed op de *algemene beoordeling* (Fig. 14). Echter de mate van beschadiging en optreden van rot hebben de belangrijkste invloed. Het cijfer voor de algemene beoordeling geeft tevens de exportwaarde weer; lager dan 6 is niet meer exportwaardig.

Na 6 dagen begassing bij 8°C is het produkt van alle behandelingen nog net exportwaardig echter na 2 dagen uitstalling is dit verschillend. De pallets in CA en MA zitten iets onder de limiet, de onbehandelde pallets zijn duidelijk minder. Na nog 3 dagen uitstalling wordt het onderscheid tussen CA/MA enerzijds en onbehandeld nog groter. De pallet bewaard zonder hoes in 1°C (pallet 5) is te vergelijken met CA en MA.

De invloed van herkomst is weergegeven in de figuren 16, 17 en 18. Het blijkt dat direct na de begassingsperiode en na 2 dagen nabewaring in 8°C er consequente verschillen zijn tussen de herkomsten. Enkele herkomsten blijven duidelijk beter dan andere. Opvallend is dat de verschillen tussen de herkomsten na 5 dagen uitstalling kleiner worden, maar dat het grote verschil tussen CA/MA en onbehandeld duidelijk blijft bestaan.

3.3 Beoordeling rot en beschadiging

Naast de algemene beoordeling op rot en schimmel is ook specifiek het percentage rotte vruchten bepaald (figuur 15). In tegenstelling tot de algemene beoordeling op rot waarbij een klein aantal rotte vruchten een grote invloed hebben op het beoordelingsresultaat geeft de procentuele aantasting een beter beeld (Fig 15). Direct na de begassingsperiode is nog nauwelijks sprake van enige rotontwikkeling. Na 5 dagen uitstalling is dit fors toegenomen waarbij verschillen heel duidelijk worden. In de onbehandelde pallets komen bijna 50% rotte vruchten voor. In CA/MA blijft dit beperkt tot ongeveer 5%. Verschillen tussen pallets met verschillende hoestypen zijn er nauwelijks, ook bij de MA-pallet ligt de aantasting op hetzelfde (lage) niveau. De aardbeien die continu bij 1°C zijn gekoeld zonder hoes vertonen hetzelfde lage aantastingsniveau.



Het percentage *beschadigen* (Tabel 2) was per teler behoorlijk verschillend. Dit varieerde van 4 tot ruim 30 procent. Dit geeft aan dat de handeling en kwaliteit per teler in hoge mate bepalend is voor de mate van beschadiging. De aarbeien van de herkomst met het hoogste percentage beschadiging hadden het meeste rot terwijl de

minst beschadigde ook minder rot vertoonden.

Er kon geen duidelijk verband aangetoond worden tussen het soort kleinverpakking en de mate van beschadiging. Gemiddeld was er geen verschil in beschadigingsniveau tussen papierpulp en plastic doosjes.

Tabel 2. Invloed kleinverpakking op de hoeveelheid beschadigde aardbeien per teler

Herkomst aardbeien	Percentage beschadigde aardbeien in:	
	Papierpulp doosje	Plastic doosje
7520	5.45	3.27
6569	9.09	7.27
7001	28.54	32.0
8360	13.45	11.63
6999	16.36	17.09
Gemiddeld	16.57	16.78

3.4 Schimmelbesmetting

Voor dit experiment zijn aardbeien van 5 verschillende telers betrokken. De vruchten uit de verschillende herkomsten vertonen in het algemeen een lage initiële besmettingsgraad (Tabel 3). Alleen aardbeien van teler 8360 hebben een enigszins verhoogd besmettingsniveau bij inzet.

Na 6 dagen bewaring bij 1°C en 8°C onder de verschillende proefomstandigheden zijn van alle herkomsten schimmel- en gist kiemgetallen bepaald. Als we alle omstandigheden en herkomsten bij elkaar nemen zien we een gemiddelde toename van de aantallen schimmels en gisten met een factor 4,3. Deze relatief beperkte toename van het kiemgetal illustreert dat het produkt na 6 dagen bewaring nog steeds een lage besmettingsgraad heeft. Bewerking van de gegevens laat zien dat na 6 dagen bewaring het produkt gemiddeld ongeveer evenveel schimmels als gisten bevat (ratio schimmels/gisten = 1,1). Evenals bij de inzet wordt ook na 6 dagen de hoogste gemiddelde besmetting gevonden op produkt van herkomst 8360 (73×10^2 kve/gram). Het verschil met de andere herkomsten is echter afgenomen.

De gegevens in tabel 3 tonen verder aan dat de verschillende bewaaromstandigheden geen systematisch verschil in kiemgetallen voor schimmels en gisten veroorzaakt.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat de opgelegde gascondities in de objecten 2, 3 en 4 de ontwikkeling van gisten en schimmels op het produkt niet volledig onderdrukt.

Tabel 3. Besmettingsgraad van aardbeien van 5 verschillende herkomsten bij inzet en na 6 dagen bewaring onder verschillende condities.

Object	Besmettingsgraad aardbeien in kve/gram ($\times 10^2$) bij inzet en na 6 dagen in verschillende condities				
	Herkomst 6569	Herkomst 6999	Herkomst 7001	Herkomst 7520	Herkomst 8360
Inzet	3.8	9.0	1.3	3.0	41.0
na 6 dagen:					
Pallet 1 Geperf. hoes	18.0	212	46.5	171	71.5
<u>Pallet 2</u> (MA)	1.5	3.0	16.5	23.0	47.0
Pallet 3 (CA)	51.5	4.5	68.5	24.5	134.5
Pallet 4 Geen hoes 8°C	14.0	32.5	53.0	17.0	99.5
Pallet 5 Geen hoes 1°C	3.0	5.0	3.0	13.5	35.0
Pallet 6 (CA)	26.5	3.0	3.0	7.0	50.5

3.5 Kwaliteitsanalyses en smaak

Bij inzet en na 6 dagen begassing zijn een aantal kwaliteitsanalyses uitgevoerd en is een globaal smaakonderzoek verricht.

Tabel 4 Gewichtsverliezen na 6 dagen bewaring in diverse omstandigheden gemiddeld over de herkomsten.

Pallet/behandeling	Gemiddelde per pallet (%)	Gemiddelde bovenin pallet (%)	Gemiddelde onderin pallet (%)
Pallet 1 (Geperf. hoes)	0.60	0.49	0.71
Pallet 4 Geen hoes 8°C	0.38	0.35	0.41
Pallet 3 (CA)	0.34	0.41	0.27
Pallet 6 (CA)	0.58	0.64	0.51
Pallet 2 (MA)	0.66	0.58	0.71
Pallet 5 Geen hoes 1°C	1.70	1.67	1.88

Het *gewichtsverlies* (Tabel 4) in alle pallets is vrij laag te noemen. In de pallets die bij 8°C zijn is de r.v. in de cel en in de gehoeste pallets gemeten. Zowel in de hoes als de cel was de r.v. erg hoog (95-100 %). Opgemerkt moet worden dat de inkoeling niet ingecalculeerd is.

Alleen in pallet 5 (continu 1°C) was het gewichtverlies wat hoger maar nog relatief laag. Er is geen duidelijk verschil tussen de verliezen boven en onderin de pallet alsmede de diverse herkomsten.

Van belang voor de smaak kwaliteit zijn een aantal chemisch parameters zoals *refractiewaarde en zuurgehalte*. De refractiewaarde is een maat voor het suikergehalte in de aardbei aan, de pH voor de zuurgraad.

De pH van de aardbeien gaf nauwelijks verschillen te zien tussen herkomsten enerzijds en behandeling anderzijds. De pH van alle partijen varieerde tussen 3.6 en 3.8.

De refractiewaarde (tabel 5) was niet verschillend als gevolg van de behandelingen.

Wel was er een aantoonbaar verschil tussen de herkomsten. Herkomst 7001 en 7520 hadden een duidelijk hogere refractiewaarde.

Tabel 5 Refractiewaarde van aardbeien afkomstig van verschillende herkomsten bij inzet en na 6 dagen bewaring in diverse omstandigheden.

Object	Refractiewaarde aardbeien per herkomst en pallet bij inzet en na 6 dagen in verschillende condities.				
	Herkomst 6569	Herkomst 6999	Herkomst 7001	Herkomst 7520	Herkomst 8360
Inzet	5.5	4.75	7.5	6.0	5.2
na 6 dagen:					
Pallet 1 Geperf. hoes	5.5	5.0	7.5	6.0	5.0
<u>Pallet 2</u> (MA)	7.0	5.0	7.5	7.5	6.5
Pallet 3 (CA)	6.5	5.0	8.0	6.5	6.0
Pallet 4 Geen hoes 8°C	5.0	5.0	7.0	7.0	6.0
Pallet 5 Geen hoes 1°C	5.0	5.0	7.5	7.5	6.0
Pallet 6 (CA)	7.5	5.0	7.5	7.0	5.0
Gemiddelde per herkomst	5.8	5.0	7.5	6.9	5.7
Standaard-afwijking	0.8	0.0	0.32	0.58	0.40

Bij het *smaakonderzoek* na 6 dagen werden de aardbeien uit de CA-pallet (3) vergeleken met aardbeien uit de ongehoesde pallet. Er was een tendens dat de vruchten uit de ongehoesde pallet iets beter werden gewaardeerd dan de aardbeien uit de CA-pallet.

Het aroma van de aardbeien uit de CA-pallet was niet minder dan de onbehandelde vruchten. Echter het verschil tussen de aardbeien van de diverse herkomsten was groter. Vooral de aardbeien van nr. 6999 werden laag gewaardeerd. De slechte smaak gaat samen met de laagste refractiewaarde.

4. Bespreking resultaten praktijkonderzoek

Het onderzoek was erop gericht om in semipraktijkomstandigheden de technische haalbaarheid na te gaan van het inhoezen van complete aardbeienpallets in. Tevens was van groot belang te bepalen in hoeverre CA/MA-condities invloed zouden hebben op de kwaliteit van de aardbeien vooral ten aanzien van de rotontwikkeling. Deze effecten zijn bekend uit eerder onderzoek (Lit. 2) Echter specifiek voor het ras Elsanta alleen bij een temperatuur van continu 3 en 15°C (Lit. 1)

De omstandigheden qua temperatuur in dit onderzoek zijn niet echt vergelijkbaar met de condities van eventueel luchttransport. Gestreefd is om dit te simuleren met een gemiddelde temperatuur van 8°C. Echter fluctuerende temperaturen zoals deze in de praktijk voor zullen komen hebben een forse invloed op de MA-condities in de pallet doordat de ademhaling van het produkt verandert. Het onderzoek beschreven in het tweede gedeelte van dit rapport is hierop gericht.

Het inhoezen van complete pallets bleek voor deze proefdoeleinden goed uitvoerbaar. Echter voor praktijkomstandigheden zijn duidelijk nog aanpassingen noodzakelijk, zoals een betere methode voor het hermetisch afsluiten van de hoes.

Het gebruik van kartonnen fust bleek goed uitvoerbaar echter het doorzakken van de bodems verdient nog een verbetering.

De gebruikte folies voor de CA/MA-pallets hadden een dikte van respectievelijk 0.1 (pallet 3) en 0.2 mm (pallet 6). Qua haalbaarheid van de CA-condities waren er geen verschillen, echter verwacht kan worden dat een "dikkere" folie minder kwetsbaar is bij toepassing. In de MA-pallet uitgevoerd met een "dunne" hoes was kennelijk een lek opgetreden waardoor er geen spectaculaire verandering van de MA-condities optrad. Bij een volledig dichte folie zou het O₂-gehalte lager en het CO₂-gehalte hoger zijn uitgekomen. Omdat er zich blijkbaar een evenwicht tussen lektheid en ademhaling van het produkt had ingesteld bleven de gascondities hetzelfde als in de CA-pallets en fungeerde deze pallet alleen maar als een herhaling.

Omdat alle aardbeien waren voorgekoeld tot ongeveer 2°C kon het opwarmgedrag in hoezen nagegaan worden. Duidelijk is dat aardbeien in pallets zonder hoes sneller opwarmen dan in gehoemde pallets. Het inhoezen van de aardbeien is dus positief voor de kwaliteit.

De wat lagere temperatuur in de onderzijde van de pallets veroorzaakt door gebrek aan luchtcirculatie in de hoes had geen effect op de resultaten van de kwaliteitsbeoordeling.

Voor een reële vergelijking van de produktkwaliteit is verder van belang dat de r.v. bij alle behandelingen hetzelfde is. Uit de metingen van de r.v. en de uiteindelijke gewichtsverliezen na 6 dagen 8°C lijken de verschillen minimaal te zijn.

Uit de kwaliteitsmetingen bleek dat er geen verschil was tussen de pallet zonder hoes en de pallet met een geperforeerde hoes.

Bij de kwaliteitsbeoordeling van de aardbeien bleek de keuze van de beoordelingen na de behandelingsperiode juist geweest te zijn. Effecten, vooral wat betreft de rotontwikkeling, bleken pas echt duidelijk te worden tijdens de nabewaarfase. Als beoordelingsnorm is de "veilingbeoordeling" belangrijk vanwege de herkenbaarheid. De behandelingen in het onderzoek hadden weinig invloed op enkele parameters zoals rijpheidsontwikkeling, kleur van de vruchten en de mate van glans. Per herkomst waren er wel belangrijke verschillen maar deze zijn voor het onderzoek minder relevant.

Bij de veilingbeoordeling is het zogenaamde "algemene oordeel" beslissend voor de exportwaardigheid van het produkt. Het algemene oordeel is voornamelijk gebaseerd op de mate van beschadiging en op rotontwikkeling.

Doordat deze kwaliteitsparameters gunstig worden beïnvloed door bewaring in CA/MA is het algemene oordeel ook steeds ten gunste van de CA/MA pallets. Bij de start van het onderzoek was het gemiddelde alg. oordeel 7.5 (max. is 9, 6 is nog exportwaardig). Na de behandelingsperiode van 6 dagen hadden de CA/MA-pallets nog gemiddeld 6.5 terwijl in de controlepallets enkele herkomsten niet meer aan de norm van een 6 konden voldoen. Ook tijdens de nabewaring bleef het verschil tussen CA/MA en controle bestaan en werd zelfs nog groter. Voor de kwaliteitsontwikkeling tijdens de distributie en uitstalfase is dit laatste effect erg positief voor CA/MA.

De kwaliteit van continu gekoelde aardbeien (1-2°C) tijdens de behandelingsperiode is steeds vergelijkbaar met de kwaliteit van CA/MA.

De belangrijkste kwaliteitsparameter is de rot-en schimmelontwikkeling op de vruchten.

Direkt na de behandelingsperiode is de rotaantasting nog gering echter na de uitstalperiode van 5 dagen bij respectievelijk 8 en 12°C ontstaat een spectaculair verschil tussen CA/MA-omstandigheden en de controlepallets waarin veel rot optreedt.

Zoals eerder genoemd is dit effect voor de distributie- en uitstalfase heel belangrijk. Bedacht moet worden dat hier een maximaal effect getoond wordt omdat de CA/MA condities optimaal gehouden zijn. In meer praktische omstandigheden tijdens het vervoer van het produkt worden deze condities waarschijnlijk nooit bereikt.

Wel wordt hiermee aangetoond dat CA/MA rotontwikkeling sterk kan onderdrukken.

De oorzaken van rotontwikkeling kunnen als volgt worden beredeneerd. De initiële besmettingsgraad was laag bij de inzet van het produkt en was nauwelijks gestegen na de behandelingsperiode van 6 dagen waarbij er ook nauwelijks verschillen waren tussen de behandelingen/pallets. Omdat tijdens de nabewaarfase wel een forse rotontwikkeling plaatsvond bij de onbehandelde pallets kan geconcludeerd worden dat met CA/MA vooral de rotgevoeligheid van het produkt wordt beïnvloed. De invloed op de ontwikkeling van schimmelsporen is blijkbaar gering.

Van groot belang is tevens de invloed van de CA/MA behandeling op de smaak. Bij de aangehouden condities werd het aroma van de aardbeien niet negatief beïnvloed en werd geen alcoholontwikkeling geconstateerd.

In het smaakonderzoek was er geen verschil tussen de behandelingen.

Additioneel is tevens de mate van beschadiging van de aardbeien onderzocht bij verpakking in papierpulp en plastic (pvc) doosjes. In dit onderzoek kon geen verschil aangetoond worden in de mate van beschadigingen en de rotontwikkeling tussen de doosjes.

5. Conclusies praktijkonderzoek

- Op voorwaarde van technische verbeteringen is het inhoezen van aardbeien voor transportdoeleinden uitvoerbaar.
- Toepassing van continu 15% CO₂ en 5% O₂ in polyetheen hoezen bij 8°C gaf enkele dagen verlenging van het uitstalleven bij diverse partijen aardbeien.
- In deze optimale omstandigheden werden geen smaakafwijkingen gevonden.
- Niet alleen het veilingoordeel van de behandelde aardbeien was beter maar vooral de ontwikkeling van schimmel en rot werd fors geremd in CA/MA omstandigheden.
- Er werden geen kwaliteitsverschillen en invloed op CA-condities geconstateerd bij het gebruik van de bessenzak en de Coolhoes.
- Telling van de schimmelsporen bij inzet van de aardbeien gaf geen indicatie over het uiteindelijke aantastingsniveau van rot tijdens het uitstalleven.
- Inhoezen van pallets vertraagt opwarming van aardbeien.
- Na 6 dagen bewaring hebben aardbeien bewaard in 1°C dezelfde kwaliteit als aardbeien bewaard in CA/MA-bewaring bij 8°C.
- De bewaaromstandigheden hadden geen invloed op de zuurgraad en de refractiewaarde.
- De refractiewaarde van de Elsanta aardbeien in dit onderzoek lag op een laag niveau.
- Bewaring in kartonnen dozen voldeed uitstekend behoudens het enigszins doorzakken van de bodem.
- Er was geen kwaliteitsverschil van aardbeien uit plastic- dan wel papierpulpdoosjes.

6. Onderzoek ketensimulatie

Uit de resultaten van het praktijkonderzoek op de veiling RBT blijkt dat het inhoezen van pallets en het aanleggen van CA/MA-condities duidelijke voordelen biedt voor de kwaliteit van aardbeien in gesimuleerde transportomstandigheden. Een belangrijke vraag is in hoeverre deze voordelen te benutten zijn bij een luchttransportketen.

Immers bij een hermetische afsluiting van de pallet met een hoos veranderen de CO₂- en O₂ condities in afhankelijkheid van de ademhaling van het produkt. De ademhalingsnelheid is echter niet stabiel maar wordt bepaald door de temperatuur in de pallet en de actuele MA-conditie.

Om de produktkwaliteit niet negatief te beïnvloeden mag het zuurstof en koolzuurgas-gehalte bepaalde grenzen niet overschrijden.

Op het ATO is onderzoek uitgevoerd waarbij een luchttransportketen is gesimuleerd in het CA-doorstroomsysteem en in minipallets met aardbeien. De vergelijking tussen de ketensimulatie in het CA-doorstroomsysteem en de minipallets is uitgevoerd om eventueel diffusie van CO₂ en O₂ door de folie van de minipallet vast te stellen.

In dit onderzoek waren temperatuurverloop, ontwikkeling MA-condities en de uiteindelijk invloed op de produktkwaliteit belangrijk.

7. Materiaal en methoden ketensimulatie

7.1 Proefopzet ketensimulatie

Voor de keuze van temperatuur en tijd in de luchttransportketen is bij een aantal exporteurs navraag gedaan omtrent de transport omstandigheden. Gekozen is voor een bepaalde keten waarbij uitgegaan is van voorgekoelde Elsanta aardbeien van twee telers.

Samenstelling keten:

- Voorkoelen bij 2°C
- Inzet produkt in doorstroomstelsel en inhoezen minipallets
- 2 uur 2°C (simulatie gekoeld transport naar vliegveld)
- 24 uur 18°C (simulatie vliegveld en luchttransport)
- 24 uur 8°C (simulatie distributie en afzet)
- Beoordeling produkt na 1 en 5 dagen bewaring bij 8°C.

Tabel 6 Ingestelde gascondities in minipallets en CA-doorstroomstelsel

Behandeling	Instelling MA-condities bij start van de ketensimulatie		Verdere behandeling tijdens keten
	Koolzuurgas	Zuurstof	
0-21 MA	0	21	MA
0-30 MA	0	30	MA
15-5 MA	15	5	MA
0-21 continu	0	21	continu

Een uitgangspunt bij de keuze van de condities was of de aanvangscondities toereikend waren om aan het einde van de keten nog geen schadelijke effecten te veroorzaken.

Bij een veronderstelde dichte verpakking daalt het O₂-gehalte en stijgt het CO₂-gehalte door de ademhaling van de aardbeien. Een hogere temperatuur versnelt dit proces en uiteraard is de tijdsduur ook van belang. Bij te laag O₂ (<5%) en te hoog CO₂ (>15%) kan schade in de aardbeien optreden door alcoholvorming.

Om deze reden is bij één behandeling het zuurstofgehalte bij aanvang van de keten op 30% O₂ gebracht om een extra voorraad zuurstof in de verpakking te hebben.

7.2 Werkwijze in minipallets en CA-doorstroomsysteem

Minipallets

Eénlaags kartonnen fruitdozen werden gevuld met 9 kg aardbeien verpakt in papierpulp doosjes van 500 gram. Per minipallet werden 4 van deze dozen (2 per teler) gebruikt.

Als hoes werd een polyetheen film gebruikt met een dikte van 0.1 mm van het merk Cool. Dezelfde film werd ook gebruikt in het praktijkonderzoek op de veiling waardoor tevens een schatting gegeven kon worden van de diffusie eigenschappen.

De voorgekoelde aardbeien werden na inhoezen op de (start) MA-condities gebracht. Berekend werd dat de volumeverhouding tussen produkt en lucht in de minipallet 1 op 4 is. Deze verhouding is normaal voor een palletsituatie met aardbeien.

Het gaswisselend oppervlak van de folie hoes bedroeg ongeveer 1 M².

De 3 minipallets werden bewaard in een grote klimaatkast waarin de temperatuur en rv. nauwkeurig wordt geregeld.

Tijdens de ketensimulatie werden de gascondities continu met behulp van een gaschromatograaf gemeten waardoor een meer gefundeerd beeld ontstond van de ontwikkeling van de gascondities.

CA-doorstroomsysteem

Het doorstroomsysteem bestaat uit roestvrij stalen tanks met een inhoud van ongeveer 70 liter. De tanks kunnen hermetisch worden afgesloten. Via een gasmengsysteem kan elke gewenste gassamenstelling naar de containers geleid worden. De containers staan opgesteld in een geconditioneerde ruimte waarin elke gewenste temperatuur gerealiseerd kan worden. De containers werden gevuld met ongeveer 12 kg aardbeien van dezelfde telers waardoor in de containers een verhouding tussen aardbeien en vrij luchtvolume ontstond van 1 op 4.

De voorgekoelde aardbeien waren ook in dit systeem verpakt in papierpulp doosjes van 500 gram welke los in de containers waren gestapeld.

De ketensimulatie werd gerealiseerd door de temperatuur in de ruimte te veranderen waardoor in de containers de temperatuur ook verandert. De temperatuur werd tijdens de ketensimulatie continu gemeten.

De gassamenstelling in de containers werd handmatig gemeten via de analysers van het doorstroomsysteem.

7.3 Produktbeoordeling

Omdat de ketensimulatie van de aardbeien in de minipallets en het doorstroomsysteem op hetzelfde moment gebeurde kon ook de beoordeling van het produkt synchroom verlopen.

De aardbeien zijn na de ketensimulatie bij een temperatuur van 8°C geplaatst en een hoge r.v. (95%). Na respectievelijk 1 en 5 dagen is de produktbeoordeling uitgevoerd.

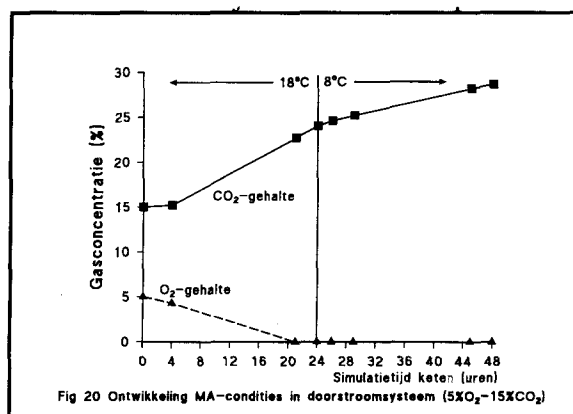
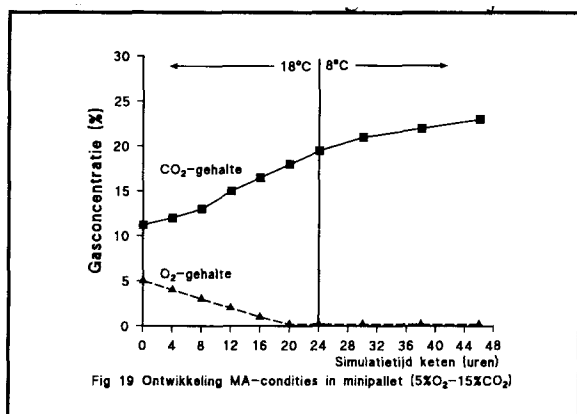
Na 1 en 5 dagen is de "veilingbeoordeling" op basis van beschadigingen, rot en algemeen oordeel uitgevoerd. Tevens werd de smaak beoordeeld door een expert panel.

Na 5 dagen werd tevens een rot en schimmeltelling uitgevoerd aan alle aardbeien.

8. Resultaten ketensimulatie

8.1 Ontwikkeling MA condities

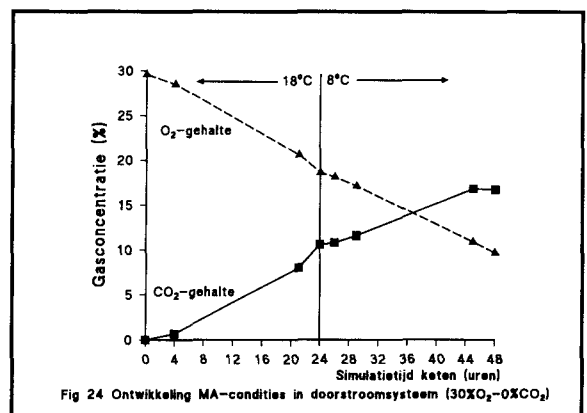
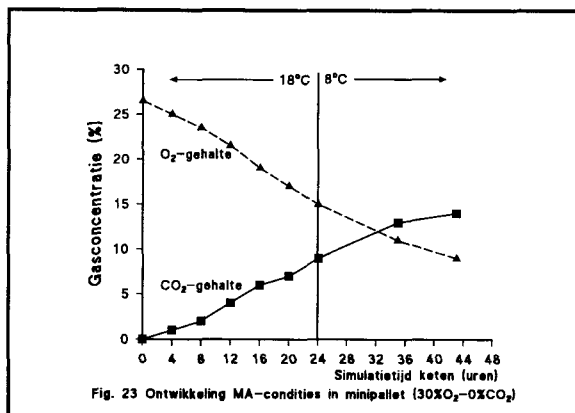
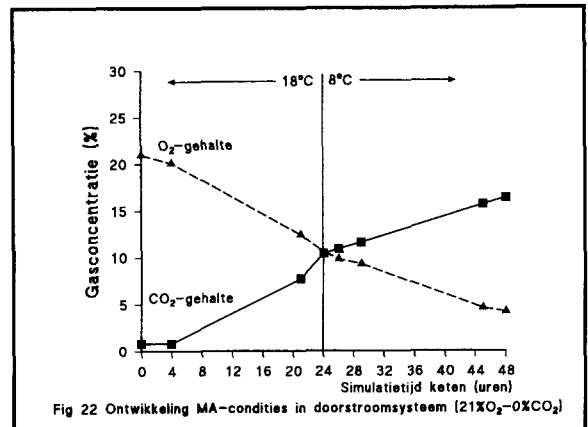
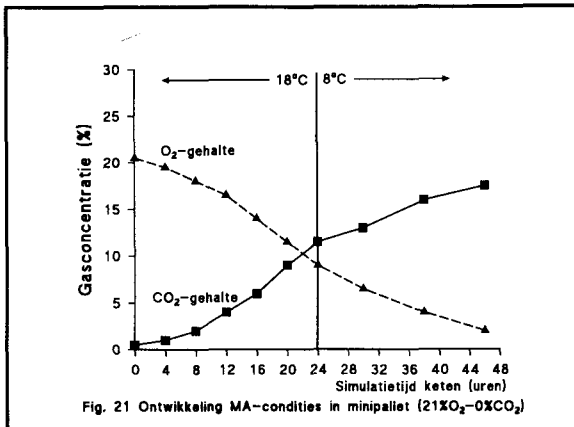
Het is uitermate belangrijk hoe de MA-condities zich ontwikkelen in de gesimuleerde keten, enerzijds voor de kwaliteitshandhaving en anderzijds voor het ontstaan van schadelijke effecten in het produkt.



Bij de behandeling 5% O₂ en 15% CO₂ (fig 19 en 20) is al na ongeveer 20 uur het zuurstofgehalte gedaald tot 0% wat schadelijk kan zijn voor het produkt.

In de minipallet en de container was de snelheid van zuurstofdaling vrijwel identiek. Ook de ontwikkeling van koolzuurgas was hetzelfde qua snelheid. Alleen de startwaarde van het CO₂-gehalte was iets lager in de minipallet waardoor de eindwaarde van dit gas ook lager uitkwam. De eindwaarde was ongeveer 25% CO₂ wat voor aardbeien hoog is.

Bij standaardomstandigheden waarbij gestart werd met 21% O₂ en 0% CO₂, weergegeven in figuur 21 en 22, zijn de veranderingen van zuurstof en koolzuur in de minipallet wat sterker. De eindwaarde van het zuurstofgehalte komt in de minipallet uit op 2%, in de het doorstroomsysteem op 5%. De eindwaarde voor koolzuurgas is vergelijkbaar. De effectieve periode van beide gasen in verband met rotbestrijding is relatief kort.



De hogere startwaarde aan zuurstof van 30% (figuur 23 en 24) geeft zowel in de minipallet als in de doorstroomcontainer een veel hogere eindwaarde dan wanneer als startwaarde 21% zuurstof werd gebruikt. De afnamesnelheid in beide systemen is hetzelfde.

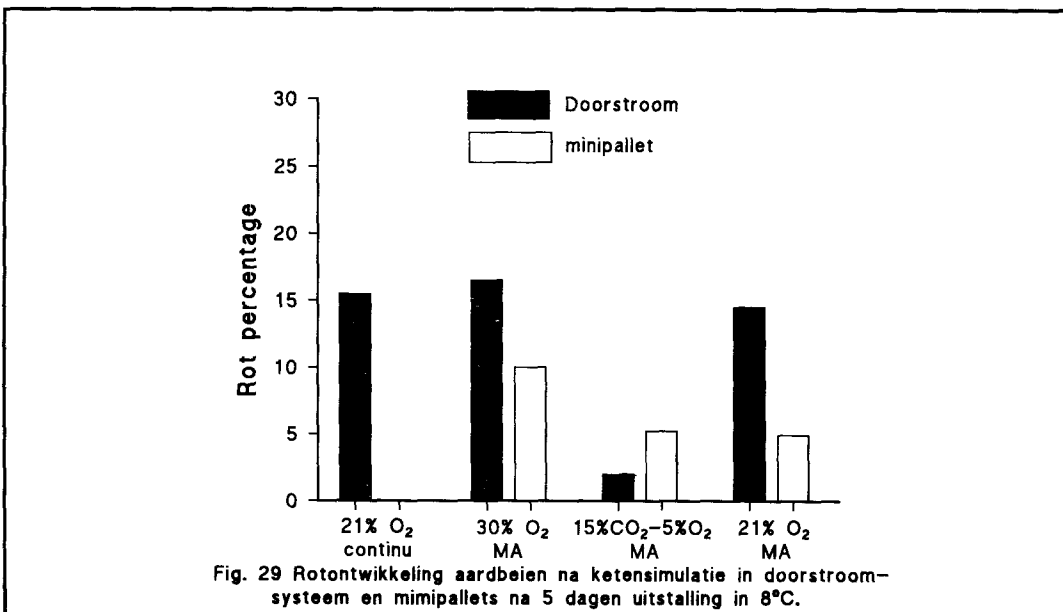
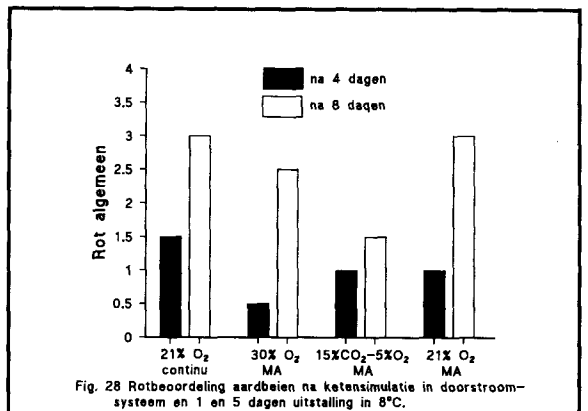
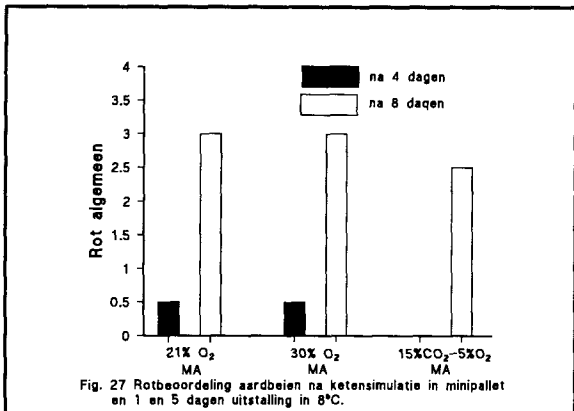
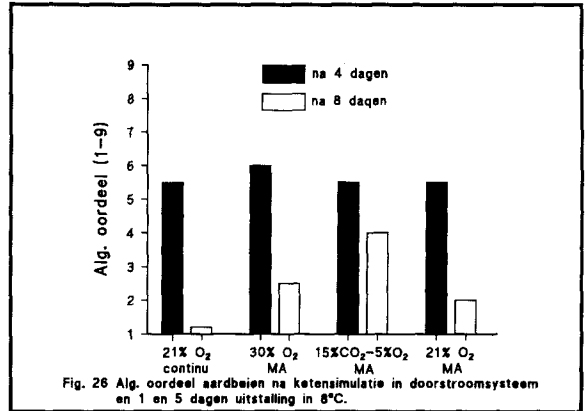
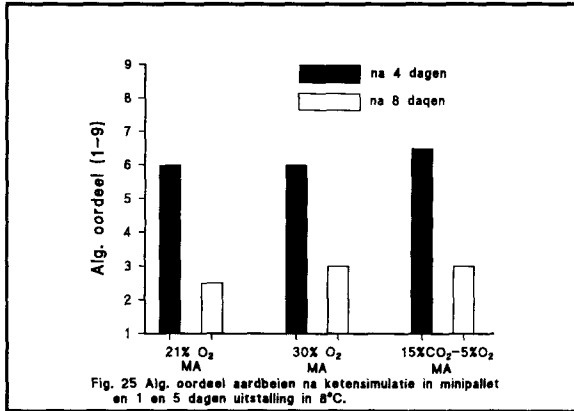
Het CO₂-gehalte neemt in beide systemen met dezelfde snelheid toe. Ook is de ontwikkeling nagenoeg gelijk met de CO₂-ontwikkeling bij 21% zuurstof. Dit impliceert dat het hogere zuurstofgehalte geen effect heeft op de respiratie.

8.2 Kwaliteitsbeoordeling

De algemene kwaliteit van de aardbeien (fig. 25 t.e.m. 28) is direkt na de ketensimulatie qua veilingoordeel nauwelijks verschillend tussen minipallet en doorstroomstelsel.

Het algemene oordeel is nog nauwelijks een 6. Significante verschillen tussen de

behandelingen zijn er niet. Na 5 dagen uitstalling in 8°C zakt het algemeen oordeel vrij sterk door het optreden van rot. Bij de simulatie in het doorstroomstelsel blijft de behandeling 5% O₂ en 15% CO₂ nog kwalitatief nog op redelijk niveau.



De ontwikkeling van rot lijkt in de minipallet wat trager te verlopen dan in de containers. Dit zou te wijten kunnen zijn aan een lagere r.v. mogelijk veroorzaakt door het gebruik van de kartonnen dozen.

Na 5 dagen uitstalling is de algemene beoordeling op rot en de beoordeling uitgedrukt in percentages bij de behandeling 5% O₂ en 15% CO₂ duidelijk iets beter dan de andere behandelingen.

De andere behandelingen (21 en 30% O₂) verschillen onderling nauwelijks en lijken zelfs vergelijkbaar met de aardbeien die continu in 21% zuurstof zijn bewaard.

Alle resultaten zijn steeds gemiddeld voor de twee herkomsten die qua gedrag in de diverse behandelingen hetzelfde beeld vertoonden.

Een andere belangrijke waarneming was de smaakontwikkeling van de aardbeien in de behandelingen. De aardbeien uit de simulatie waarbij het zuurstofgehalte gestart is op 21% vertoonden een lichte alcoholmaak, aardbeien met een startsituatie in 30% O₂ hadden dit niet. De aardbeien waarbij de startsituatie in de keten 5% O₂ en 15% CO₂ hadden een zeer sterke alcoholmaak. Deze smaak was ook na 5 dagen uitstalling nog heel duidelijk aanwezig en nog steeds onacceptabel.

Tabel 7 Schematische weergave invloed condities op kwaliteit aardbeien in MA.

O ₂ - CO ₂	Alcoholvorming	Schimmelvorming
5 - 15	ja	nee
30 - 0	nee	ja
21 - 0	nee	ja

9. Bespreking resultaten ketensimulatie

De gekozen omstandigheden om de luchtvrachtketen te simuleren zijn gebaseerd op de ervaringen van enkele belangrijke exporteurs van aardbeien naar verre bestemmingen. Uitgangspunt bij de keuze zijn min of meer gemiddelde omstandigheden tijdens de transportsimulatie.

Belangrijk in dit onderzoek is de vergelijking tussen de minipallets en de volledig gecontroleerde omstandigheden in de containers van het doorstroomsysteem. Deze containers zijn absoluut gasdicht waardoor de lektheid/diffusie eigenschappen van de folie controleerbaar zijn. Uit de metingen van de MA-condities blijkt dat er nauwelijks verschil is in CO₂ ophoping en O₂-reductie tussen de minipallets en de volledig dichte containers. De polyetheenfolie van 0.1 mm blijkt dus behoorlijk dicht te zijn. De minipallets zijn een redelijk goede afspiegeling van de praktijksituatie omdat de ratio tussen lucht en produktvolume overeenkomstig zijn. Alleen de massa is kleiner waardoor het opwarmings/afkoelingsproces bij veranderende temperaturomstandigheden sneller zal verlopen.

Een probleem bij MA-toepassing met een zo dichte folie is dat er geen stabilisatie optreedt van het zuurstof en koolzuurgas waardoor schadelijke grenzen worden overschreden en alcoholvorming optreedt. Hierdoor wordt de smaak negatief beïnvloed. Voor het zuurstofgehalte is dit in zekere mate te voorkomen door een extra voorraad zuurstof mee te geven. In dit onderzoek werkte dit uitstekend waren. Het is echter moeilijker om het CO₂-gehalte binnen aanvaardbare grenzen te houden. Komt dit boven de 20% dan is er ook alcoholvorming te verwachten. Bij een te lange duur van het transport in combinatie met een te hoge temperatuur ontstaat er direkt problemen. Gecontroleerde tijds/temperaturomstandigheden kunnen dit probleem oplossen echter deze zijn in de keten moeilijk te garanderen. Beter zou zijn een gecontroleerd lek te creëren waardoor koolzuurgas binnen een bepaald maximum blijft. Technisch is hiervoor nog geen systeem beschikbaar.

Een ander probleem bij het inhoezen van aardbeien op pallets is dat zonder extra toevoeging van CO₂ en/of reductie van O₂ er nauwelijks een effect op de schimmelgroei is. Pas als het CO₂-gehalte op 10% komt en het zuurstofgehalte beneden 10% daalt is er een effect te verwachten op schimmelgroei en ontwikkeling. Als we deze waarden aannemen als grenswaarden is de effectieve periode in de hoezen maar heel kort geweest. Als we alleen het CO₂ gehalte als werkzame stof voor het tegengaan van rot in de hoes veronderstellen dan is in dit onderzoek maar 24 uur sprake geweest van effectieve omstandigheden.

Blijkbaar is de gekozen periode te kort om een duidelijk effect te hebben op de rotontwikkeling. Er waren nauwelijks verschillen met de controlepartijen in continu atmosferische omstandigheden.

Dat ook onder deze relatief korte tijd MA wel effect kan hebben wordt bewezen de behandeling 5% O₂- 15% CO₂ Hierbij was wel sprake van een duidelijk effect op de schimmelontwikkeling. Ook de praktijkproef op de veiling heeft dit voldoende bewezen. Echter het realiseren van deze omstandigheden direkt bij het inhoezen en verdere MA-bewaring is in de praktijk onmogelijk omdat door anäerobie er vrij snel sprake is van alcoholvorming.

Uit het totale onderzoek blijkt dat MA/CA-een goede bestrijding van rot kan geven als gedurende de hele keten er een effectief gehalte CO₂ en O₂ in de hoes aanwezig is.

Moeten deze gehalten in de hoes nog opgebouwd worden dan is bij een korte keten het effect gering. Echter als dit aangebracht wordt kan dit zonder controle snel tot anäerobe omstandigheden leiden.

10. Conclusies ketenonderzoek

- De ontwikkeling van MA-omstandigheden in dichte containers was vergelijkbaar met de minipallets.
- Direkt gerealiseerde MA-omstandigheden zonder sturing en regeling (5% O₂- 15% CO₂) leiden snel tot anäerobe omstandigheden waardoor alcoholvorming en smaakbederf optrad. Wel hadden deze omstandigheden een duidelijke invloed op rot en schimmelontwikkeling.
- Een hoger gerealiseerd O₂-gehalte bij het inhoezen had geen effect op de produktkwaliteit en ademhaling.
- In de keten van 24 uur 18° en 24 uur 8°C hadden MA-omstandigheden nauwelijks invloed op rot en schimmelontwikkeling.
- Dit wordt veroorzaakt door de te korte effectieve MA-periode.
- Het vervolgonderzoek moet erop gericht zijn MA-bewaring met gecontroleerd lek te ontwikkelen en/of green chemicals toe te passen.

11. Vervolgonderzoek

Op basis van dit onderzoek moet er een keuze gemaakt worden over de verdere voortgang. Hierbij zijn een aantal keuzemogelijkheden:

1. *Inhoezen van pallets (MA) in een gesloten koelketen.*

Deze mogelijkheid is alleen toepasbaar bij transport over land maar valt af bij luchttransport.

2. *Inhoezen van pallets (MA) met een gecontroleerd lek.*

Deze mogelijkheid kan met en zonder het direkt aanbrengen van het ideale CO₂ en O₂ gehalte in de hoes en daarna een gecontroleerd lek creëren. Bij deze keuze moet de nadruk liggen op de technische oplossing van het gecontroleerde lek.

3. *Inhoezen van pallets (MA) in combinatie met "green chemicals"*

Om de ineffectieve beginperiode van de rotbestrijding met MA op te vangen moet er gebruik gemaakt gaan worden van de zogenaamde green chemicals. Voor de toepassing en werking van deze stoffen tijdens het transport is de afgesloten MA-hoes een voorwaarde. Deze vorm kan ook in combinatie met een gecontroleerd lek dus mogelijkheid 2. Het onderzoek naar de toepasbaarheid van de green chemicals moet ook voldoende aandacht krijgen.

4. *Inhoezen van pallets met een geperforeerde hoes eventueel in combinatie met een gesloten koelketen.*

Deze vorm zou al direkt toepasbaar zijn. Echter het kwaliteitsvoordeel is gering.

12. Literatuurreferenties

1. Beer, C.A. de, A.C.R. van Schaik en G. Schaap, 1989. De invloed van een verhoogd CO₂-gehalte op de rotontwikkeling en ademhalingsintensiteit bij aardbeien.
Rapport ATO-DLO, Wageningen, Nederland. 27 pagina's
2. Browne, K.M. J.D. Geeson and Dennis, 1984. The effects of harvest date and CO₂-enriched storage atmospheres on the storage and shelf-life of strawberries.
Journal of Horticultural Science 59(2): 197-204.