

**TUSSENRAPPORTAGE ONDERZOEK T.B.V. DELAIR, PERIODE SEPTEMBER 1992-
SEPTEMBER 1993**

A.C.R. van Schaik, Drs. S.P. Schouten en N.J.H. Bevers

Rapport in het kader van de onderzoekovereenkomst tussen:

**DELAIR Droogtechniek en Luchtbehandeling B.V,
Oude Kerkstraat 2,
4878 AA Etten-Leur**

**Agrotechnologisch Onderzoek Instituut ATO-DLO,
Haagsteeg 6,
Postbus 17,
6700 AA Wageningen.**

Projectleider: Drs. S.P. Schouten

1980654

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Samenvatting | 3 |
| 1 Inleiding | 4 |
| 2 Materiaal en Methoden | 4 |
| 2.1 Respiratieonderzoek | 4 |
| 2.2 Optimaliseringsonderzoek | 5 |
| 3 Resultaten | 6 |
| 3.1 Respiratieonderzoek | 6 |
| 3.2 Optimaliseringsonderzoek | 10 |
| 3.2.1 Conference-peren | 10 |
| 3.2.2 Jonagold-appelen | 12 |
| 4 Discussie | 15 |
| 4.1 Respiratieonderzoek | 15 |
| 4.2 Optimaliseringsonderzoek | 15 |
| 4.2.1 Conference-peren | 15 |
| 4.2.2 Jonagold-appelen | 16 |
| 5 Conclusies en aanbevelingen | 17 |
| 5.1 Respiratieonderzoek | |
| 5.2 Optimaliseringsonderzoek | 17 |
| Conference-peren | |
| 5.3 Optimaliseringsonderzoek | 17 |
| Jonagold-appelen | |

Rapport DELAIR 2

Samenvatting

In het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen DELAIR en ATO-DLO is één jaar onderzoek uitgevoerd. In het algemeen verloopt het onderzoekprogramma conform de fasering en zijn de experimenten technisch naar wens verlopen.

Het onderzoeksonderdeel omtrent de respiratiesnelheid van een aantal belangrijke fruitrassen in optimale bewaarcondities heeft als resultaat opgeleverd dat een seizoenspatroon beschikbaar is omtrent CO₂-productie. Hierin zijn potentiële variatiebronnen opgenomen zoals oogsttijdspit en herkomst van het produkt en bewaarduur.

Volgens het seizoensmodel is de respiratie tijdens de aanvangsfase van de bewaring duidelijk hoger dan in de rest van het seizoen met uitzondering van Conference-peren en Golden Delicious-appelen. Later geoogst produkt had bij appelen alleen bij aanvang een hogere respiratie, bij peren tijdens de eindfase. De invloed van de herkomst was beperkt.

Uit het optimaliseringsonderzoek zijn ook duidelijke resultaten gekomen. Met Conference werd de mogelijkheid nagegaan om de peren in combinatie met 0.5% CO₂ in 1% zuurstof te bewaren. Dit bleek niet mogelijk omdat duidelijk meer inwendige afwijkingen optraden.

Jonagold-appelen werden in 0.9% zuurstof bewaard en vergeleken met de huidige aanbevolen conditie (1.2% zuurstof). Appelen uit 0.9% O₂ vertoonden een beter stevigheidsbehoud en een iets betere smaak. Negatief was het hogere percentage vruchtvleesbruin tijdens shelflife.

Rapport DELAIR 2

1 Inleiding

In deze rapportage wordt het onderzoek beschreven wat in de periode september 1992 tot september 1993 is uitgevoerd op ATO-DLO.

Het onderzoek is verdeeld in twee hoofdactiviteiten. Ten eerste is een quantificering uitgevoerd van de ademhalingsintensiteit van belangrijke fruitrassen onder optimale CA-condities. De belangrijkste doelstelling hiervan is om op basis van de koolzuurproductie tot een juiste dimensionering te komen van de door DELAIR ontwikkelde membraansystemen bij toepassing in CA-bewaring.

De tweede activiteit is optimalisering van bewaarregimes bij Conference-peren en Jonagold-appelen. Bij Conference peren is de doelstelling een regime vast te stellen wat enerzijds de gevoeligheid voor de ontwikkeling van inwendige afwijkingen vermindert en anderzijds toepassing van de membraanseparator eenvoudiger kan maken.

Bij Jonagold-appelen werd onderzocht of lagere zuurstofgehalten toepasbaar zijn waardoor de ontwikkeling van scald nog verder kan worden geremd. Bij beide rassen is het uitgangspunt dat toepassing van alternatieve regimes de andere kwaliteitskenmerken niet negatief beïnvloeden.

2.0 Materiaal en methoden

2.1 Respiratieonderzoek

Voor de verantwoording van de keuzes omtrent onderzoekfactoren en niveaus kan verwezen worden naar de notitie "RESPIRATIE ONDER HUIDIGE OPTIMALE CA-CONDITIES" en RAPPORT DELAIR nr 1.

Hierdoor kunnen de procedures omtrent uitvoering kort worden omschreven. Voor het onderzoek werden de fruitrassen (tabel 1) geoogst op het optimale en een later tijdstip (10 dagen). Per ras zijn de vruchten geoogst op 3 verschillende bedrijven voornamelijk gelokaliseerd in het rivierkleigebied. Na de oogst werden de appelen per herkomst gemengd en enkele dagen ingekoeld voordat CA-condities werden gerealiseerd. Het fruit werd in kisten van 15 kg opgeslagen in bewaarcontainers welke geplaatst waren in een koelcel. In de containers werd per ras de gewenste bewaarconditie gerealiseerd. De bewaarcontainers zijn aangesloten op een automatisch meet- en regelsysteem voor zuurstof en koolzuurgas. Per pluktijdstip en per ras zijn twee herhalingen aangehouden. De zuurstofconditie bij het begin van de bewaring werd ingesteld d.m.v. stikstofinspuiting tot het zuurstofgehalte op de gewenste concentratie was. Het CO₂ gehalte werd gerealiseerd door inspuiting van koolzuurgas.

Elke maand is per ras een CO₂-produktiemeting uitgevoerd onder CA-condities waarbij herkomst, pluktijdstip en herhaling apart zijn gemeten. De startmeting (eerste maand) is uitgevoerd na één week CA-bewaring. Voor de ademhalingsmeting werd uit de bewaarcontainers een monster van 30 vruchten per experimentele eenheid genomen. Na de meting, welke 3 a 4 dagen in beslag nam, werden de vruchten weer in de containers teruggeplaatst.

De CO₂-produktiemeting is uitgevoerd in een doorstroomsysteem. In dit systeem wordt in kleine tanks (70 l) via menging van zuurstof, koolzuurgas en stikstof de gewenste CA-conditie per ras nauwkeurig gerealiseerd. De herkomsten, pluktijdstippen en herhalingen werden steeds op a-selecte wijze verdeeld over de 12 beschikbare vaten. Nadat gedurende 2 dagen via begassing de oorspronkelijke CA-conditie was gerealiseerd werd niet meer begast gedurende ongeveer 24 uur. In deze periode stijgt door de eigen ademhaling de CO₂ concentratie en daalt de zuurstof concentratie. De maximale stijging van de CO₂ concentratie in de ophopingsperiode is 0.2-0.3%. Een dergelijke stijging heeft nauwelijks invloed op de ademhaling tijdens de ophopingsperiode.

Rapport DELAIR 2

Tabel 1 Overzicht van de gebruikte oogsttijdstippen, rassen, bewaartemperaturen, CA-condities en meetfrequenties voor het respiratieonderzoek.

| Ras | Oogsttijdstip | Temperatuur | CA-condities | Duur(mnd.) |
|---------------|---------------|-------------|--|------------|
| Appel: | | | | |
| Elstar | 9-9-92 | 1-2°C | 2.5% CO ₂ + 1.2% O ₂ | 8 |
| | 18-9-92 | idem | idem | 8 |
| Jonagold | 29-9-92 | 1° C | 4.5% CO ₂ + 1.2% O ₂ | 9 |
| | 13-10-92 | idem | idem | 9 |
| Cox's O.P. | 11-9-92 | 4°C | <1% CO ₂ + 1.2% O ₂ | 8 |
| | 21-9-92 | idem | idem | 8 |
| Golden D. | 30-9-92 | 1°C | 4% CO ₂ + 1.2% O ₂ | 9 |
| | 14-10-92 | idem | idem | 9 |
| Schone v. B. | 21-9-92 | 4°C | <1% CO ₂ + 1.2% O ₂ | 8 |
| | 11-9-92 | idem | idem | 8 |
| Peer: | | | | |
| Conference | 4-9-92 | -0.5°C | 0.5% CO ₂ + 2% O ₂ | 8 |
| | 17-9-92 | idem | idem | 8 |

Aan het begin en aan het einde van deze periode werden nauwkeurige CO₂ metingen uitgevoerd. Uit de ophoping van CO₂ over deze geregistreerde tijdsperiode kan de produktie van koolzuurgas per kg.produkt/uur worden berekend. Het CO₂ gehalte is tot dusverre gemeten met een nauwkeurige ADC-analyser welke werkt volgens infrarood detectie.

Bij de statistische analyse zijn alle data per ras verwerkt via de variantieanalyse. Een belangrijk uitgangspunt in dit onderzoek is de respiratie over het hele bewaarperiode te volgen. In de analyse zijn alle factoren en interacties geanalyseerd. De belangrijkste interacties in het kader van dit onderzoek zijn vermeld. Dit zijn meettijdstip-pluktijdstip, herkomst-meettijdstip en meettijdstip-pluktijdstip-herkomst.

2.2 Optimaliseringsonderzoek Jonagold-appelen en Conference-peren.

Ook bij dit onderzoek kan voor een nauwkeurige verantwoording van de factoren, niveaus en procedures in het onderzoek verwezen worden naar "RAPPORT DELAIR nr. 1" en "OPTIMALISERINGS ONDERZOEK BIJ JONAGOLD-APPELEN EN CONFERENCE-PEREN". Daarom kan worden volstaan met een verkorte omschrijving van de procedures en handelingen.

Bij Conference-peren werd het produkt op dezelfde tijdstippen en bedrijven als in het respiratieonderzoek geoogst. Volgens de beschreven procedure werden deze ook bewaard in de CA-containers. Alle peren werden bewaard in 0.5% CO₂. Het zuurstofgehalte werd ingesteld op 1% en 2% O₂ (controle). De realisatie van de bewaarcondities vond plaats nadat de peren enige dagen waren ingekoeld bij de betreffende bewaar temperatuur van -1.0°C.

In februari en juni werden de peren beoordeeld op in- en uitwendige afwijkingen, kleur en stevigheid. Uit alle objecten werd een monster genomen en bij 20°C werd geplaatst. Na respectievelijk 1, 3, 5 en 7 dagen 20° C kleur en stevigheid bepaald met respectievelijk de

Rapport DELAIR 2

Minolta chromameter en de penetrometer aan 20 peren per experimentele eenheid. Op de eerste dag in de nabewaring zijn in-en uitwendige afwijkingen bepaald. Bij de inwendige afwijkingen is een visuele beoordeling uitgevoerd naar het optreden van holle en bruine peren.

Voor inwendige afwijkingen zijn met de variantieanalyse de verschillen getoetst op de factoren pluktijdstip en zuurstofconcentratie en de mogelijke interacties. Ook werden na uitslag en 1 dag nabewaring de verschillen getoetst t.a.v kleur en stevigheid. Met lineaire regressie werd vervolgens getoetst in hoeverre de grondkleur en stevigheid tijdens nabewaring een verschillend patroon volgden afhankelijk, van de ingestelde condities.

Proefschema's Conference-peren en Jonagold-appelen

| Proefschema Conference-peren | | Proefschema Jonagold-appelen | |
|------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------|
| Pluktijdstip: | Optimaal en laat | Pluktijdstip: | Optimaal en laat |
| Zuurstofconcentratie: | 1 en 2% O ₂ | Zuurstofconcentratie: | 0.9 en 1.2% |
| CO ₂ -gehalte: | 0.5% | CO ₂ -gehalte: | 4.5% |
| Temperatuur: | -1°C | Temperatuur: | 1.0°C |
| Beoordelings-tijdstip: | Februari en juni | Beoordelings-tijdstip: | Maart en juni |

Bij het onderzoek met Jonagold-appelen is het fruit ook betrokken van dezelfde bedrijven als voor het respiratie onderzoek. De herkomsten waren geselecteerd op grond van de potentiële gevoeligheid voor scaldaantasting in het verleden. De procedures van inzet, realisatie bewaarcondities en de verdere bewaring in de containers is conform het eerder genoemde proefschema.

Op de beoordelingsdata werd uit elke experimentele eenheid een monster appelen gehaald. Na respectievelijk 1, 7 en 14 dagen werden kleur en stevigheid bepaald met de Minolta chromameter en de penetrometer. Ook werd op elk beoordelingsmoment de hoeveelheid in-en uitwendige afwijkingen bepaald, waarbij speciaal gelet werd op het optreden van scald op de vruchten. Na 7 dagen opslag bij 20° C werd een smaakkeuring uitgevoerd door een uit 6 tot 7 produktexperts bestaand proefpanel. De beoordelingsresultaten van in-en uitwendige afwijkingen zijn getoetst met de variantieanalyse evenals kleur en stevigheid na 1 dag nabewaring. Met lineaire regressie is het verloop tijdens de nabewaring getoetst.

3.0 Resultaten

3.1 Resultaten respiratieonderzoek

De resultaten zijn weergegeven in de figuren 1 t.e.m. 12, waarbij de figuren 1 t.e.m. 6 de respiratie per pluktijdstip in de tijd en 7 t.e.m. 12 de gemiddelden per herkomst in de tijd weergegeven. ook zijn in tabel 2 de hoogst gemeten waarden aangegeven gedurende het seizoen.

Per ras kan het verloop van de CO₂-productie voor het bewaarstizoen 1991-1992 worden gegeven.

Rapport DELAIR 2

Schone van Boskoop (Fig. 1 en 7) De CO₂-produktie van dit ras vertoonde aan het begin en het einde van de bewaring een piek welke significant hoger is dan in de tussenfase. Bij aanvang vertonen appels van de tweede pluk een betrouwbaar hogere produktie dan vroeger geplukte vruchten. Appelen van de diverse herkomsten vertonen een gering verschil in produktie. In dit experiment hadden appels van herkomst 3 een wat hogere CO₂-produktie van zowel de vroege als de latere pluk. Meestal was dit een tendens een enkele keer was dit betrouwbaar hoger.

De hoogst gemeten produktie bij dit ras was 2.5 ml/kg/h. in de beginfase van de tweede pluk.

Cox's Orange Pippin (Fig. 3 en 9) Cox's appels vertonen geen duidelijk hogere CO₂-produktie in de beginfase. Na 4 á 5 maanden daalt de produktie enigszins waarna weer een stijging optreedt. Het pluktijdstip lijkt geen invloed te hebben op de ademhalingsintensiteit, evenals de herkomst.

De hoogst gemeten waarde was 2.5 ml/kg/h.

Tabel 2 Hoogst gemeten CO₂-produktie per ras en pluktijdstip, seizoen 1992-1993.

| Ras | CO ₂ -prod. in ml/kg/h optimale pluk | CO ₂ -prod. in ml/kg/h late pluk |
|---------------------|---|---|
| Schone van Boskoop | 1.5 | 2.5 |
| Cox's Orange Pippin | 2.1 | 2.5 |
| Elstar | 1.6 | 3.0 |
| Golden Delicious | 1.9 | 1.9 |
| Jonagold | 1.1 | 1.0 |
| Conference | 1.3 | 1.5 |

Elstar (Fig. 4 en 10) Vooral de later geplukte appels vertonen in de begin-fase van de bewaring een fors hogere CO₂-produktie welke sterk wordt gereduceerd na 1 maand opslag. Bij vroeg geoogst produkt trad na de eerste meting een halvering op van de respiratie. Na 5 maanden bewaring stijgt de produktie weer consequent waarbij overigens geen verschil meer optrad tussen de pluktijdstippen.

De herkomst heeft nauwelijks invloed op de produktie, alleen tijdens de beginfase enigszins. De hoogste CO₂-produkties zijn gemeten in de beginfase van de bewaring.

Golden Delicious (Fig. 5 en 11) Qua ademhalings model vertoont dit ras een merkwaardig beeld. Na een wat hogere produktie bij de eerste meting blijft de produktie laag tot en met 5 maanden. Daarna is sprake van een consequente stijging welke na 9 maanden weer sterk daalt. Dit beeld geldt voor beide pluktijdstippen. De herkomstinvloed is alleen tijdens de eerste twee maanden van betekenis omdat de metingen van één partij aantoonbaar hoger waren.

Jonagold (Fig. 6 en 12) Over de gehele bewaarperiode is sprake van een enigszins fluctuerende lage koolzuurproduktie. Enkele niet consequente pieken zijn waarschijnlijk te wijten aan meetvariaties. In de beginperiode was dit iets hoger hoewel niet aantoonbaar. Invloed van het pluktijdstip was niet aantoonbaar evenals van de herkomst. Hoogst gemeten waarde bij dit ras was 1.1 ml/kg/h.

Conference-peren (Fig. 2 en 8) Bij dit pereras is tijdens de beginfase geen verhoogde produktie van CO₂ gemeten, tijdens de bewaarperiode is sprake van een langzame stijging. Later geoogste peren vertonen een iets hogere produktie, welke na 7 maanden fors hoger wordt.

De produktie per herkomst vertoont geen consistente verschillen gedurende de bewaarperiode. Voor vroeg geplukte peren (alleen geschikt voor CA-bewaring) is de hoogst gemeten waarde 1.3 ml/kg/h. na 8 maanden opslag.

Rapport DELAIR 2

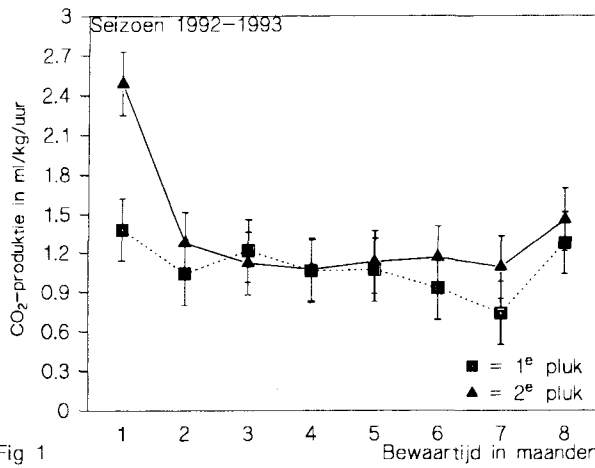


Fig 1

CO₂-productie per maand van Schone van Boskoop appels, geogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0.7% CO₂ en 1.2% O₂

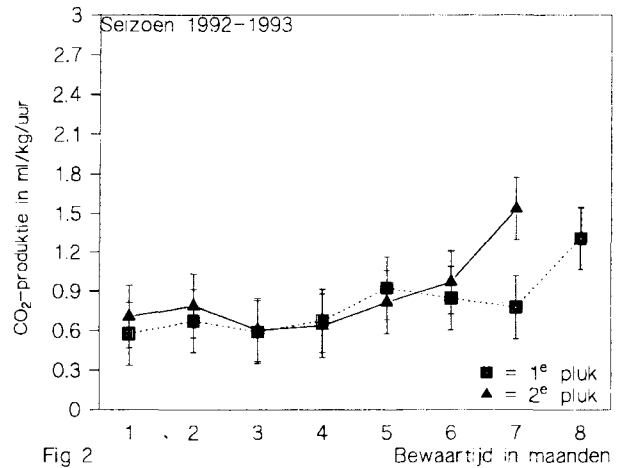


Fig 2

CO₂-productie per maand van Conference peren, geogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0.5% CO₂ en 2.0% O₂

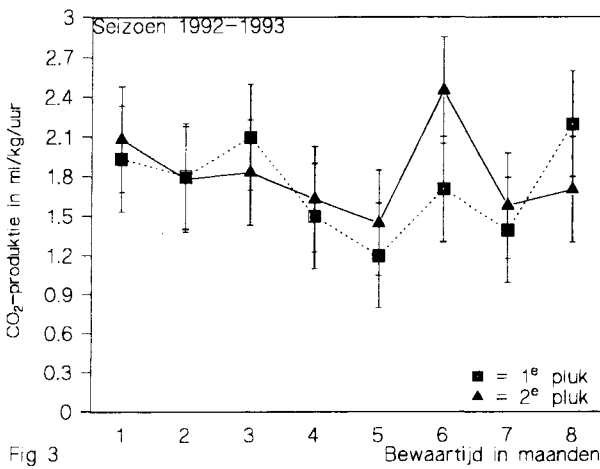


Fig 3

CO₂-productie per maand van Cox's Orange Pippin appels, geogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0.7% CO₂ en 1.2% O₂

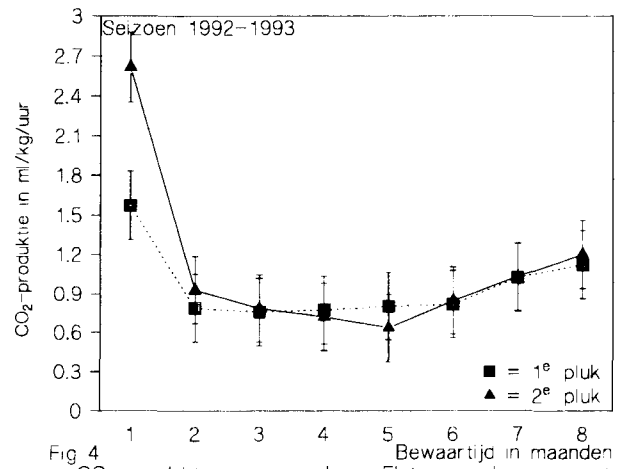


Fig 4

CO₂-productie per maand van Eistar appels, geogst op 2 tijdstippen, bewaard in 2.5% CO₂ en 1.2% O₂

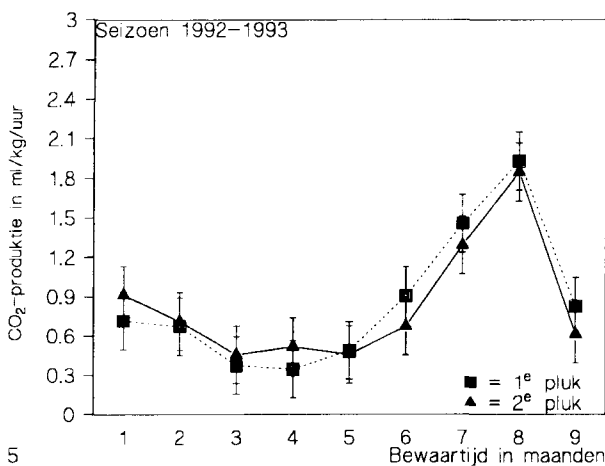


Fig 5

CO₂-productie per maand van Golden Delicious appels, geogst op 2 tijdstippen, bewaard in 4.0% CO₂ en 1.2% O₂

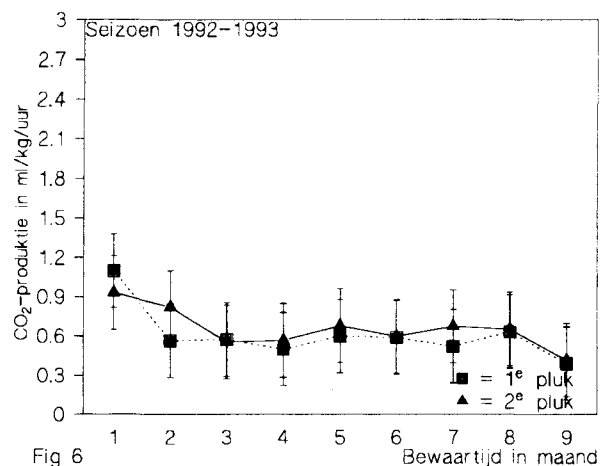


Fig 6

CO₂-productie per maand van Jonagold appels, geogst op 2 tijdstippen, bewaard in 4.5% CO₂ en 1.2% O₂

Rapport DELAIR 2

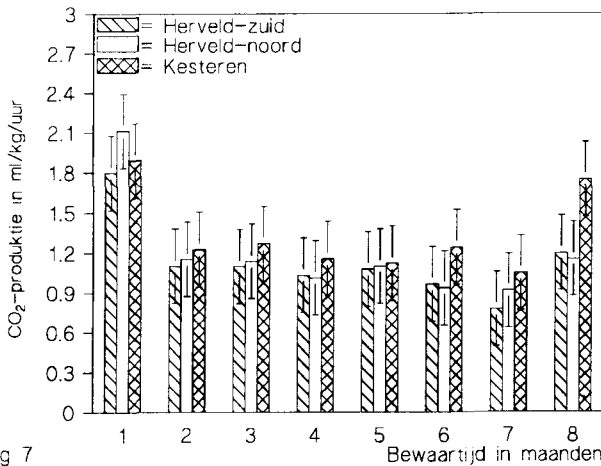


Fig 7 CO₂-productie per maand en per herkomst van Boskoop appels, bewaard in 0.7% CO₂ en 1.2% O₂, seizoen 1992-1993

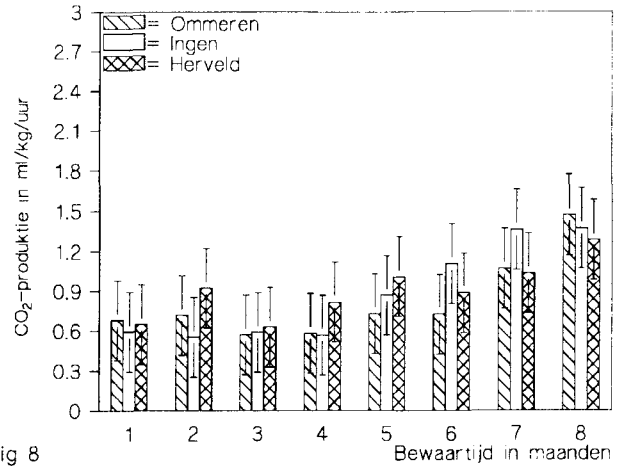


Fig 8 CO₂-productie per maand en per herkomst van Conference peren, bewaard in 0.7% CO₂ en 2.0% O₂, seizoen 1992-1993

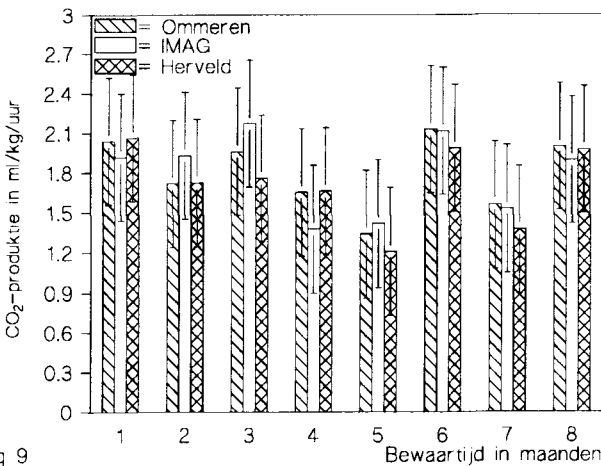


Fig 9 CO₂-productie per maand en per herkomst van Cox's O.P. appels, bewaard in 0.7% CO₂ en 1.2% O₂, seizoen 1992-1993

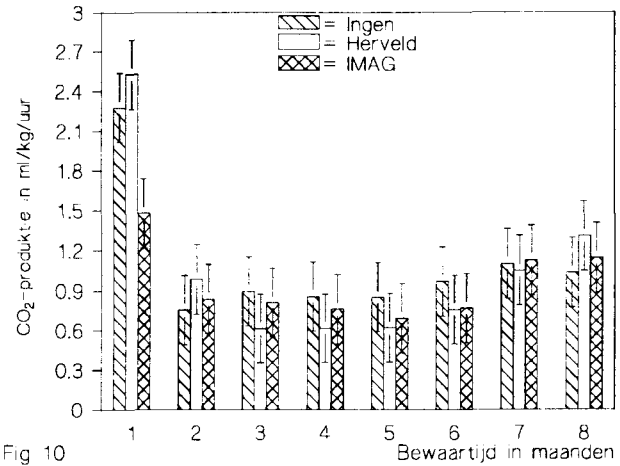


Fig 10 CO₂-productie per maand en per herkomst van Elstar appels, bewaard in 2.5% CO₂ en 1.2% O₂, seizoen 1992-1993

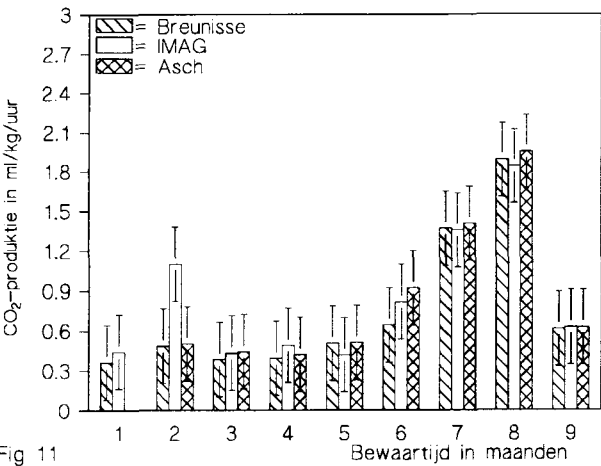


Fig 11 CO₂-productie per maand en per herkomst van Golden Delicious appels, bewaard in 4.5% CO₂ en 1.2% O₂, seizoen 1992-1993

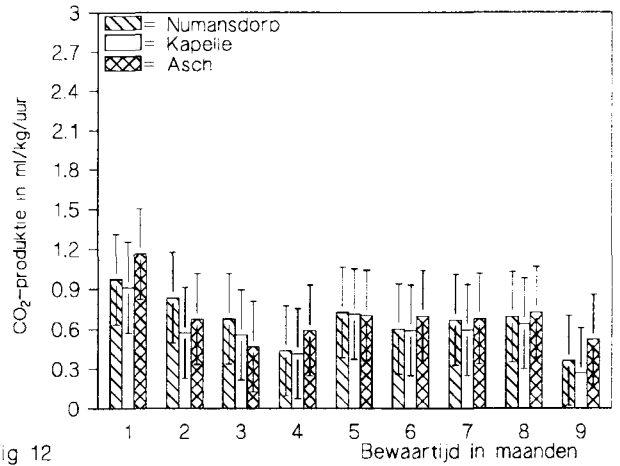


Fig 12 CO₂-productie per maand en per herkomst van Jonagold appels, bewaard in 4.5% CO₂ en 1.2% O₂, seizoen 1992-1993

Rapport DELAIR 2

3.2 Resultaten optimaliseringsonderzoek

3.2.1 Resultaten Conference-peren

De peren zijn in februari en juni beoordeeld op inwendige afwijkingen, kleurontwikkeling en stevigheidsafname zowel direct na de bewaring als in de nabewaring bij 20°C. Inwendige afwijkingen zijn alleen bepaald direct na de bewaring. De resultaten zijn samengevat in tabel 3.

Tabel 3 Invloed van zuurstofgehalte en pluktijdstip op het optreden van inwendige afwijkingen bij Conference-peren (beoordelingsdata zijn gemiddeld).

| Zuurstof | Pluk | Herkomst | perc. bruin | percentage hol | inwendig gaaf |
|------------|----------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| 1 % | 1 | 1 | 18 | 82 | 18 |
| 1 % | 1 | 2 | 0 | 12 | 88 |
| 1 % | 1 | 3 | 13 | 45 | 51 |
| 1 % | 1 | gemiddeld | 10.3 a | 46.3 a | 52.3 b |
| | | | | | |
| 1 % | 2 | 1 | 70 | 74 | 12 |
| 1 % | 2 | 2 | 30 | 48 | 36 |
| 1 % | 2 | 3 | 38 | 80 | 16 |
| 1 % | 2 | gemiddeld | 42.3 b | 67.3 c | 21.3 a |
| | | | | | |
| 2 % | 1 | 1 | 0 | 57 | 43 |
| 2 % | 1 | 2 | 0 | 0 | 99 |
| 2 % | 1 | 3 | 0 | 0 | 100 |
| 2 % | 1 | gemiddeld | 0.0 a | 19.3 b | 80.6 c |
| | | | | | |
| 2 % | 2 | 1 | 80 | 81 | 8 |
| 2 % | 2 | 2 | 47 | 65 | 35 |
| 2 % | 2 | 3 | 78 | 82 | 11 |
| 2 % | 2 | gemiddeld | 68.3 c | 76.0 c | 18.0 a |

Opm. Als cijfers in één kolom gevolgd worden door dezelfde letter is er geen statistisch betrouwbaar verschil ($p < 0.05$).

Rapport DELAIR 2

Er waren geen belangrijke verschillen qua aantastingsniveau tussen februari en juni, waardoor is volstaan met de gemiddelden. Per herkomst was de aantasting variabel. Herkomst 1 had een duidelijk hoger aantastingsniveau. Echter alle herkomsten vertoonden in meerdere of mindere mate bruine en holle peren (Tabel 3). Holle en bruine peren zijn steeds apart geteld zodat er dubbeltellingen zijn, peren welke dus zowel hol vertoonden als bruin.

Duidelijk is dat bij laat geplukte peren in 1 en 2% zuurstof meer holle en bruine peren voorkomen. Bij vroeg geplukte peren is er geen verschil in het percentage bruin in beide zuurstofgehalten, holle peren kwamen bij vroege pluk meer voor in 1% zuurstof. Het gevolg was dat het percentage gave vruchten in de combinatie 2% zuurstof/vroege pluk het hoogst was.

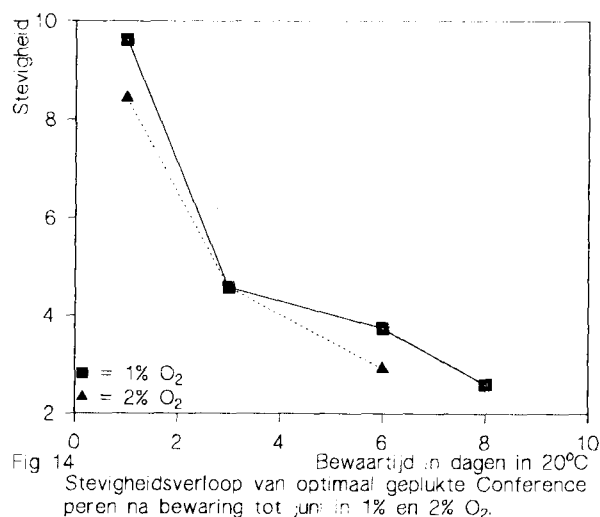
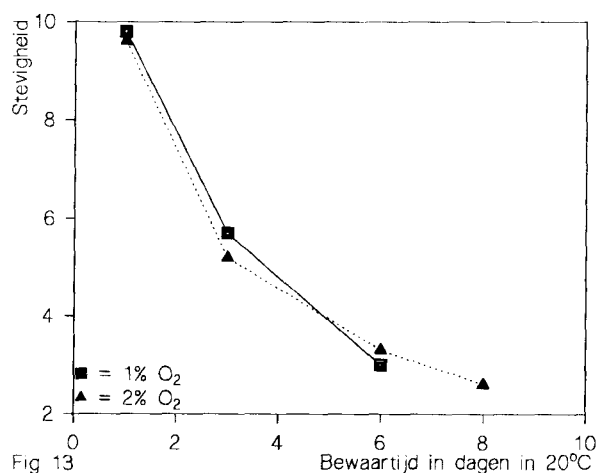
De grondkleur van de peren was bij de beoordeling in februari niet verschillend, in juni bleken peren uit 1% O₂ iets groener dan uit 2% O₂ (Tabel 4). Echter dit kleine verschil werd in de nabewaring snel teniet gedaan. Na 3 dagen nabewaring hadden peren uit beide zuurstofgehalten hetzelfde kleurniveau. Dit werd bevestigd via lineaire regressie analyse.

Voor de stevigheid gold dezelfde tendens. In februari geen verschil tussen beide zuurstofgehalten, in juni een licht voordeel voor 1% O₂. Ook hierbij was het verschil na 3 dagen shelflife verdwenen, eveneens bevestigd via de regressieanalyse. (Fig.13 en 14.)

Tabel 4 Invloed van het zuurstofgehalte en beoordelingstijdstip op de grondkleur van Conferenceperen direct na bewaring.

| Zuurstof | Maand | Grondkleur | Stevigheid |
|----------|----------|------------|------------|
| 1 % | februari | 9.91 b | 9.8 b |
| 2 % | februari | 9.88 b | 9.6 b |
| 1 % | juni | 9.72 b | 9.6 b |
| 2 % | juni | 8.51 a | 8.5 a |

Opm. Als cijfers in één kolom gevolgd worden door dezelfde letter is er geen statistisch betrouwbaar verschil ($p < 0.05$).



Rapport DELAIR 2

3.2.2 Resultaten Jonagold-appelen

Zoals beschreven in het proefschema zijn de appelen beoordeeld op in-en uitwendige afwijkingen, stevigheid, kleur en smaak. Dit gebeurde direct na bewaring en na respectievelijk 7 en 14 dagen in de nabewaring bij 20°C. Smaakwaarneming gebeurde alleen na 7 dagen in 20°C.

Uitwendige afwijkingen op de appelen werden op beide beoordelingsdata nauwelijks gevonden. Dit betekent dat er ook geen aantasting van scald was. Ook in de nabewaring trad deze bewaarziekte nauwelijks op.

Wel was er sprake van inwendige afwijkingen, nl. vruchtvliesbruin. Dit symptoom manifesteert zich vanaf de klokhuiszone tot aan de schil.

Zoals in tabel 5 vermeld neemt de aantasting toe bij een later beoordelingstijdstip. Appelen geplukt op het optimale tijdstip vertonen nog een lage aantasting. Later geplukte vruchten vertonen een grotere aantasting welke ook tot duidelijke verschillen leidt tussen de objecten.

Duidelijk is dat in 0.9% zuurstof meer bruinverkleuring optrad dan in 1.2%. Direct na bewaring is het aantastingsniveau nog laag echter na 7 en 14 dagen shelflife neemt aanzienlijk toe. Herkomst verschillen zijn duidelijk aanwezig (Tabel 6).

Fig. 15 t.m. 18 geven de metingen van de grondkleur weer. Bij een latere pluk zijn de appelen minder groen. Het zuurstofgehalte had nauwelijks invloed op de grondkleur. Een gering voordeel voor 0.9% zuurstof werd gemeten bij bewaring tot juni van optimaal geplukte appelen. Tijdens de shelflife periode verdween dit verschil weer.

Bij de stevigheidsmeting werd wel een duidelijk verschil vastgesteld tussen de zuurstofgehalten. In 0.9% zuurstof bleven de appelen steviger dan bewaard in 1.2% zuurstof. Tijdens shelflife bleef dit verschil nog een week gehandhaafd. Opmerkelijk was dat bij de laat geplukte appelen er geen verschil was tussen de zuurstofgehalten.

Bij de smaakkeuring werd geen afwijkende smaak vastgesteld bij appelen bewaard in 0.9% zuurstof. Van beide pluktijdstippen werden appelen bewaard in het laagste zuurstofgehalte als steviger beoordeeld.

Tabel 5 Invloed van het zuurstofgehalte, pluktijdstip en beoordelingstijdstip op het percentage vruchtvliesbruin bij Jonagold-appelen.

| Zuurstof | Beoordeling | Percentage vruchtvliesbruin | |
|----------|-------------|-----------------------------|-------------------|
| | | Pluktijdstip optimaal | Pluktijdstip laat |
| 0.9 % | maart | 1.9 a | 7.7 cd |
| 0.9 % | juni | 2.5 ab | 14.6 f |
| 1.2 % | maart | 2.5 ab | 4.2 b |
| 1.2 % | juni | 6.1 c | 10.3 e |

Opm. Als cijfers gevolgd worden door dezelfde letter is er geen statistisch betrouwbaar verschil ($p < 0.05$).

Rapport DELAIR 2

Tabel 6 Inwendige afwijkingen per herkomst na 1, 7 en 14 dagen in 20°C

| Herkomst | Percentage vruchtvliesbruin | | |
|------------|-----------------------------|------------|-------------|
| | na 1 dag | na 7 dagen | na 14 dagen |
| Asch | 3.9 bcd | 4.3 bcd | 10.8 e |
| Kapelle | 1.3 ab | 0.0 a | 9.4 e |
| Numansdorp | 2.5 abcd | 5.1 cd | 18.9 f |

Opm. Als cijfers gevolgd worden door dezelfde letter is er geen statistisch betrouwbaar verschil ($p < 0.05$).

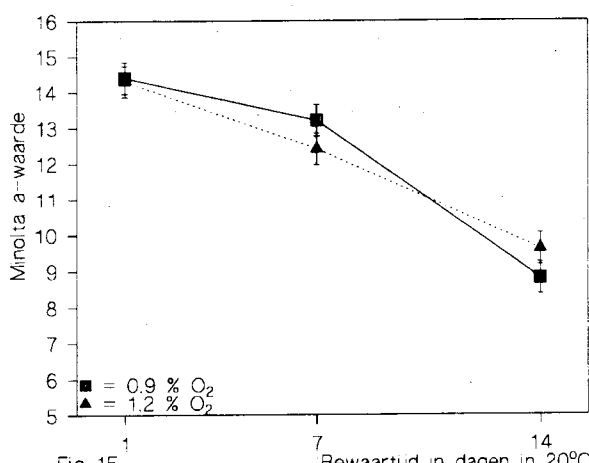


Fig 15 Kleurverloop van optimaal geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O₂.

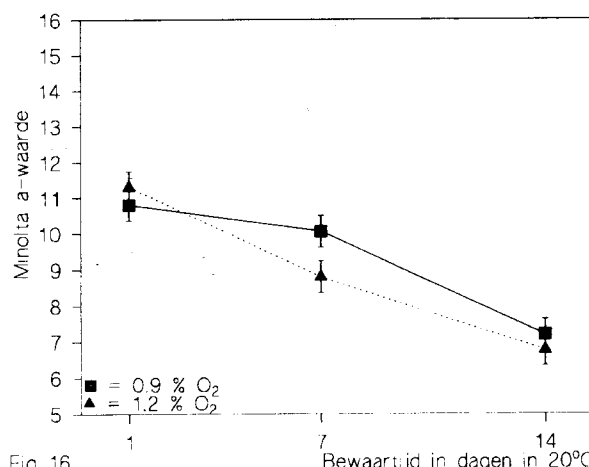


Fig 16 Kleurverloop van laat geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O₂.

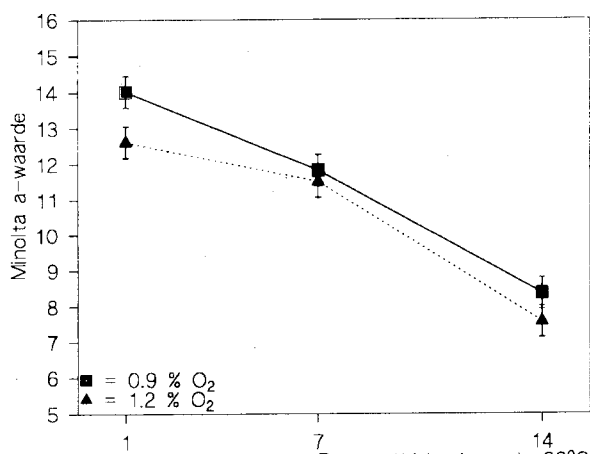


Fig 17 Kleurverloop van optimaal geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot juli in 0.9 en 1.2 % O₂.

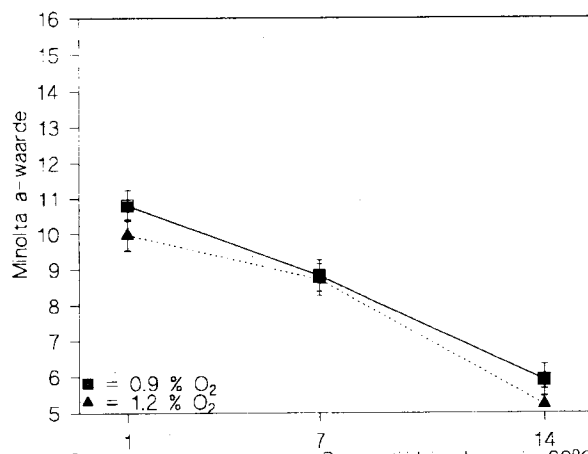


Fig 18 Kleurverloop van laat geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot juli in 0.9 en 1.2 % O₂.

Rapport DELAIR 2

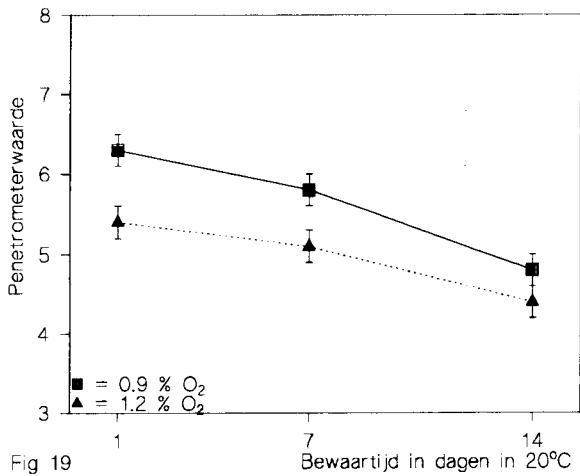


Fig 19 Stevigheidsverloop van optimaal geplukte Jonagold appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O₂

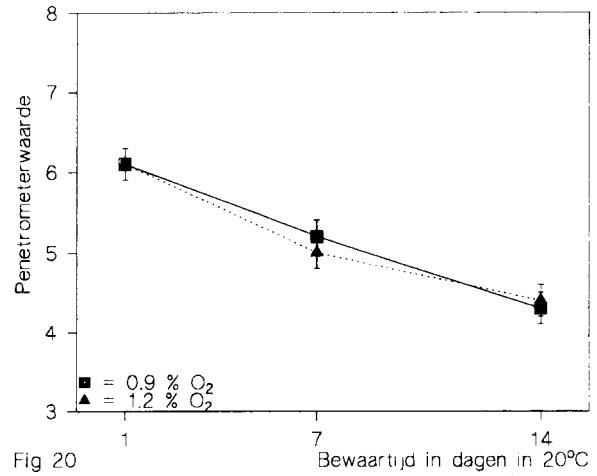


Fig 20 Stevigheidsverloop van laat geplukte Jonagold appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O₂.

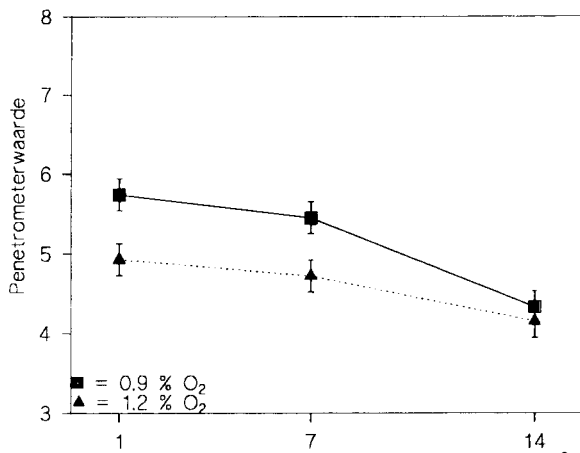


Fig 21 Stevigheidsverloop van optimaal geplukte Jonagold appelen na bewaring tot juli in 0.9 en 1.2 % O₂.

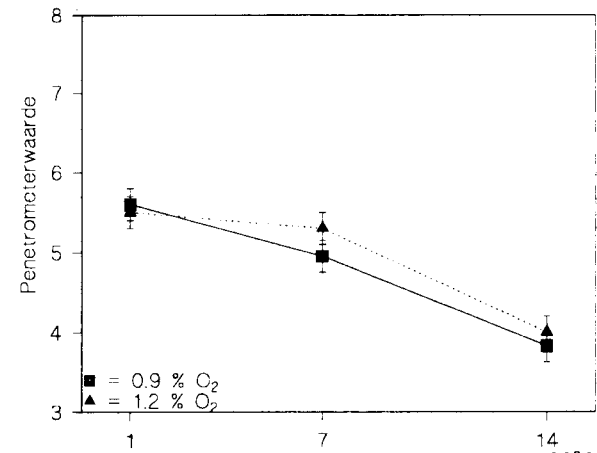


Fig 22 Stevigheidsverloop van laat geplukte Jonagold appelen na bewaring tot juli in 0.9 en 1.2 % O₂.

Rapport DELAIR 2

4.0 Discussie

4.1 Respiratieonderzoek

Uit de meetresultaten van één seizoen waarbij per maand de respiratie is gemeten per ras, kan worden afgeleid hoe de ontwikkeling van het respiratie patroon is met inbegrip van de piekwaarden welke belangrijk zijn voor de dimensionering van de apparatuur. Ook kan worden afgeleid waar nog leemten zijn in de waarnemingen. Van belang is tevens of de gehanteerde proefopzet qua factoren en niveaus voldeed aan de oorspronkelijke eisen.

Duidelijk blijkt uit de resultaten dat het respiratiepatroon per ras verschillend is. Bij de rassen Elstar, Boskoop en in mindere mate bij Cox's, Jonagold en Golden D. is sprake van een duidelijk hogere CO₂-productie bij aanvang van de bewaring. Bij het ras Elstar en Boskoop was de respiratie 2 á 3 maal hoger dan tijdens de verdere bewaarfase. Vooral appels geoogst op een laat tijdstip vertoonden dit fenomeen. Het is niet bekend waardoor deze hogere ademhaling in de beginfase wordt veroorzaakt. M.u.v. Conference en Golden D. is de CO₂ productie in de beginfase duidelijk hoger dan tijdens de verdere bewaarfase. Dit impliceert dat deze waarden bepalend zijn voor de uiteindelijke dimensionering. Bij het vervolgonderzoek moet daarom in deze periode ook veel intensiever worden gemeten om tot een betere beeldvorming te komen op dit punt. Opmerkelijk was het ademhalingspatroon van Golden D. waarbij een forse stijging werd gemeten na 6 maanden. Een duidelijke verklaring hiervoor is niet voorhanden omdat de ethyleenproductie in dezelfde periode gelijk bleef.

De invloed van het pluktijdstip was beperkt. Alleen in de beginfase waren later geplukte vruchten duidelijk actiever, tijdens de verdere bewaarfase waren bij alle rassen de verschillen klein. Een uitzondering vormde de Conference-peer, in de eind fase van de bewaring was de CO₂-productie duidelijk hoger, vooral bij de latere pluk.

Verschillen tussen herkomsten qua CO₂-productie waren minder groot dan oorspronkelijk verwacht en lijken daarom geen belangrijke variatiebron te vormen.

De proefopzet voor het onderzoek in het nieuwe seizoen kan in de huidige opzet gehandhaafd worden, omdat deze goed aansluit bij de doelstelling van het onderzoek. Alleen intensivering in de beginperiode is een noodzakelijke wijziging.

4.2 Optimaliseringsonderzoek

4.2.1 Conference-peren

De vraagstelling in dit onderzoek was of het probleem van inwendige holle-en bruine peren kan worden voorkomen door het koolzuurgasgehalte te laten dalen naar 0.5 % in vergelijking met de huidige toepassing van 0.7 á 0.8%. Deze daling kan echter tot gevolg hebben dat snellere rijping optreedt wat mogelijk gecompenseerd kan worden door het lagere zuurstofgehalte.

De resultaten tonen aan dat in het onderzoek veel holle/bruine peren zijn gevonden waardoor de behandelingseffecten duidelijk zijn. Omdat er geen duidelijk verschil was tussen de beoordelingen in februari en in juni ontstaat de afwijking meer in de beginfase van de bewaring.

Duidelijk is dat de factoren pluktijdstip en zuurstofgehalte een belangrijke samenhang vertonen inzake het optreden van hol en bruin. In een hoger O₂ gehalte (2%) bij de latere pluk ontstaat veel minder bruin en hol dan in een lager zuurstofgehalte, wat een bevestiging is van het bekende model bij de CA-bewaring van peren.

Geconstateerd kan worden dat het toegepaste proefschemata niet geleid heeft tot een verbetering van de problematiek. Juist in de controle (2% O₂ en vroege pluk) was de aantasting het laagst.

Rapport DELAIR 2

Toepassing van lagere O₂-condities is waarschijnlijk alleen mogelijk als geen koolzuurgas aanwezig is tijdens CA-bewaring. Voor een vervolg onderzoek omtrent deze problematiek is een verlaging van het zuurstofgehalte niet relevant.

Uit het onderzoek blijkt tevens dat de verschillen per herkomst erg groot kunnen zijn. Waardoor dit wordt veroorzaakt is niet duidelijk. Mogelijke factoren zijn vruchtgrootte en porositeit van vrucht.

De CO₂-produktie kan hierbij uitgesloten worden omdat uit het respiratieonderzoek blijkt dat er zeker in de beginperiode van de bewaring geen substantiële respiratieverschillen zijn.

Of een lager zuurstofgehalte ook invloed heeft op de andere kwaliteitskenmerken is vanwege de inwendige problematiek minder van belang geworden. Veel voordeel gaf een lager zuurstofgehalte niet te zien. Pas bij de beoordeling in juni gaf bewaring in 1% zuurstof iets minder kleur-en stevigheidsverlies te zien wat tijdens de shelflife periode na 3 dagen weer teniet was gedaan.

4.2.2 Jonagold-appelen

Het optimaliseringsonderzoek bij Jonagold-appelen is bedoeld om tot een lager zuurstofniveau in CA-bewaring te komen waardoor de fysiologische bewaarziekte scald beter bestreden kan worden. Gezien de kritische applicatie van lage O₂ waarden zou het gebruik van het DELAIR systeem dit regime veiliger toepasbaar maken.

Ondanks dat het produkt was betrokken van herkomsten welke gevoelig waren voor scald kwam deze bewaarafwijking in dit experiment niet voor. Hierdoor was een schatting van de invloed van deze lage O₂-condities op de problematiek uiteraard ook niet mogelijk.

Wel kon de invloed worden nagegaan op andere belangrijke kwaliteitsparameters. Op de grondkleur had het lagere zuurstofgehalte nauwelijks enige invloed. Alleen direct na bewaring tot juli was er een gering voordeel wat na 7 dagen shelflife was verdwenen. De stevigheid werd wel duidelijk positief beïnvloed in 0.9% zuurstof. Waarom dit alleen bij de optimaal geplukte appelen een feit was, is niet duidelijk.

Een ander voordeel van de lage O₂-conditie was een iets beter smaakbehoud. Smaakafwijkingen werden ook niet geconstateerd waaruit blijkt dat ook geen ethanolvorming was opgetreden. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat in dit experiment 0.9% zuurstof toepasbaar bleek.

Een nadeel was dat de lage zuurstofwaarde tot meer vruchtvleesbruin leidde bij laat geoogste appelen. Bij de optimaal geoogste vruchten was dit juist omgekeerd. Herkomsten welke rijper waren vertoonden ook meer inwendig bederf. Mogelijk kan dit lage zuurstofgehalte alleen toegepast worden bij optimaal geplukte Jonagold-appelen.

Rapport DELAIR 2

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Respiratieonderzoek

Van de onderzochte rassen is een seizoensverloop beschikbaar voor CO₂-productie. Hieruit blijkt dat bij Elstar, Boskoop en in mindere mate Cox's, en Jonagold de ademhaling in de beginfase in het algemeen hoger is dan tijdens de rest van het seizoen. Een latere pluk versterkt dit effect. In de verdere bewaarfase had het pluktijdstip evenals de herkomst weinig invloed op de respiratiesnelheid. Bij Conference-peren was de ademhaling het hoogst aan het einde van het seizoen, vooral bij de later geplukte peren. Omdat de hoogste productie bepalend is voor dimensionering moet in het volgende seizoen tijdens de beginfase intensiever worden gemeten.

5.2 Optimaliseringsonderzoek Conference-peren.

Het optreden van inwendig holle en bruine peren werd in combinatie met 0.5% CO₂ in 1% zuurstof duidelijk versterkt ten opzichte van bewaring in 2% zuurstof (controle). Bij later geoogste peren werd dit effect duidelijk versterkt. Bewaring van Conference-peren in praktische omstandigheden in 1% zuurstof lijkt niet mogelijk. Anderzijds gaf bewaring in 1% O₂ weinig voordelen inzake kleur-en stevigheidsbehoud.

5.3 Optimaliseringsonderzoek Jonagold-appelen.

Optimaal geplukte Jonagold appelen bewaard in 0.9% zuurstof hadden na bewaring een grotere stevigheid dan vruchten bewaard in 1.2% O₂. Bij later geplukte appelen was er geen verschil. Omdat geen scald optrad in de bewaarpartijen kon geen uitspraak worden gedaan over de invloed van het zuurstofgehalte. Smaakafwijkingen werden niet gevonden in het lage O₂-regime, waardoor toepassing mogelijk lijkt. Echter in appelen bewaard in 0.9% zuurstof werd meer vruchtvleesbruin gevonden, vooral tijdens de nabewaring.