EINDRAPPORT ONDERZOEK T.B.V. AQUILO, PERIODE SEPTEMBER 1992 DECEMBER 1994.

A.C.R. van Schaik, Ir. H.N. van der Hoek, Drs. P.M. Kuiper, en Ir. K. Pleijsier.

Rapport in het kader van de onderzoekovereenkomst tussen:

Aquilo Gas Separation B.V,
Postbus 258,
4870 AG Etten-Leur

Agrotechnologisch Onderzoek Instituut ATO-DLO,
Bornsesteeg 59,
Postbus 17,
6700 AA Wageningen.

Projectleider: Drs. S.P. Schouten

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

1958820

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting 3

1 Inleiding 4

2 Respiratieonderzoek 5
2.1 Materiaal en Methoden 5
2.2 Resultaten 10
2.3 Bespreking 16
2.4 Conclusies 18

3 Kwaliteitsonderzoek 19
3.1 Materiaal en Methoden 19
3.2 Resultaten 21
3.2.1 Resultaten celklimaat 21
3.2.2 Resultaten produktkwaliteit 23
3.3 Bespreking 27
3.3.1 Bespreking celklimaat 27
3.3.2 Bespreking produktkwaliteit 28
3.4 Conclusies 30

4 Technisch onderzoek 31
4.1 Materiaal en Methoden 31
4.2 Resultaten 33
4.3 Bespreking 41
4.4 Conclusies 42

5 Optimaliseringsonderzoek 43
5.1 Materiaal en Methoden 43
5.2 Resultaten 44
5.2.1 Resultaten Conference-peren 44
5.2.2 Resultaten Jonagold-appelen 47
5.3 Bespreking 50
5.3.1 Bespreking Conference-peren 50
5.3.2 Bespreking Jonagold-appelen 50
5.4 Conclusies 51
5.4.1 Conclusies Conference-peren 51
5.4.2 Conclusies Jonagold-appelen 51

6.0 Literatuur 52

Bijlage 1. Gegevens ademhalingsonderzoek
Bijlage 2. Formules technisch onderzoek

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

SAMENVATTING

Voor AQUILO B.V. te Etten Leur is in de periode 1992 t.e.m. 1994 door ATO-DLO een uitgebreid onderzoekprogramma uitgevoerd. Het onderzoek had betrekking op nieuwe apparatuur voor CA-bewaring van groente en fruit. De apparatuur bestaat uit een membraansysteem waar gassen gescheiden worden en welke via het recirculatie principe een stabiel CA-klimaat waarborgen.
Belangrijke onderdelen in het onderzoek waren: respiratie van hardfruit en groente, invloed op celklimaat en produktkwaliteit, technische inventarisatie en optimalisering bewaarcondities.
Het respiratieonderzoek omvatte de CO_2-produktie van de belangrijkste fruitrassen en groentesoorten onder optimale CA-condities. Hierbij werd het ademhalingspatroon gedurende het bewaarseizoen onderzocht waarbij potentiële variatiebronnen als pluktijdstip, seizoen en herkomst waren opgenomen. Bij een aantal rassen werd een hoge piekwaarde gemeten bij aanvang van de bewaring die het meest bepalend lijkt voor de dimensionering van de apparatuur. Alleen bij het ras Boskoop hadden de factoren pluktijdstip en herkomst een belangrijke invloed.
In het klimaat/kwaliteits onderzoek werd nagegaan wat de invloed van de scrubber/separator was op celklimaat en produktkwaliteit. Met de apparatuur werd in vergelijking met een kalkscrubber een veel lagere ethyleenconcentratie in de cel gerealiseerd bij een iets hoger ademhalings niveau. Invloed op de produktkwaliteit was niet groot, stevigheid en grondkleur waren nagenoeg gelijk terwijl qua bewaarafwijkingen het AQUILO-systeem een licht voordeel bood.
Uit het onderzoek naar invloed van het AQUILO-systeem op een aantal fysische aspecten bleek dat de bewaarcondities stabieler waren en de koelbelasting over het algemeen geringer was dan in het traditionele systeem. Het energieverbruik was echter duidelijk hoger.
Door de stabielere bewaarcondities bij de scrubber/separator kunnen de zuurstof- en koolzuurgas gehalten mogelijk extremer ingesteld worden wat voor het produkt een kwalitatief voordeel kan bieden. Bij Conference peren leidde een lagere zuurstofconcentratie tot meer inwendige problemen zonder duidelijke kwaliteitsvoordelen. Bij Jonagoldappelen had een lager zuurstofgehalte (0.9%) een duidelijk kwalitatief voordeel. Later geplukte vruchten vertoonden als gevolg van het lagere O_2-gehalte meer inwendige problemen.
In het algemeen kan geconcludeerd worden dat het AQUILO-systeem op het celklimaat en het produkt een positieve invloed heeft. Het hogere energieverbruik kan eventueel nadelig zijn voor de economische exploitatie.

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

1 INLEIDING

In dit eindrapport worden alle onderzoek activiteiten over de periode 1992 tot en met 1994 beschreven welke op ATO-DLO zijn uitgevoerd voor AQUILO B.V te Etten Leur. Het bedrijf ontwikkelde een membraansysteem met een specifieke scheidingscapaciteit voor de gassen die bij CA-bewaring een rol spelen. Met dit als basis werd een totaal systeem voor CA-bewaring van groente en fruit ontwikkeld. De mogelijkheden van de apparatuur zijn: zuurstof "pull down", CO_2-scrubben, O_2 gehalte handhaven en eventueel ethyleen scrubben. De combinatie van deze verschillende functies in één apparaat is tot dusverre uniek.
Het onderzoek omvatte 4 hoofdonderdelen:

1. Respiratie onderzoek groente en fruit in CA-bewaring.
2. Technisch onderzoek scrubber/separator.
3. Kwaliteitsonderzoek produkt bewaard met scrubber/separator.
4. Optimaliseringsonderzoek Conference-peren en Jonagold-appelen.

De respiratiemetingen omvatten een tweejarig meetprogramma met als doelstelling een seizoenspatroon vast te stellen voor de ademhaling van belangrijke groente-en fruitsoorten/rassen in CA-cellen. Hiermee kan een juiste afstemming gemaakt worden van de door AQUILO ontwikkelde membraansystemen bij toepassing in CA-bewaring van diverse produkten. De tweede activiteit betrof technisch onderzoek uitgevoerd naar koelbelasting, energiehuishouding en variatie in bewaarcondities.
Een kernpunt in het onderzoek was de invloed van de scrubber/separator op de produktkwaliteit. Bij uitvoering in semi-praktijkomstandigheden werd een vergelijking gemaakt tussen het celklimaat gegenereerd door de scrubber/separator en de traditionele kalkscrubber.
Omdat de apparatuur in staat is een zeer stabiel bewaarklimaat te genereren is ook onderzoek uitgevoerd om bij aantal fruitrassen het zuurstofgehalte te verlagen waardoor een kwaliteitsverbetering na bewaring mogelijk is.

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

2.0 RESPIRATIESNELHEID VAN FRUIT EN GROENTE IN CA-BEWARING

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het onderzoek naar de respiratiesnelheid onder optimale CA condities van enkele groente- en fruitsoorten beschreven. Het onderzoek omvatte quantificering van koolzuurgasproduktie gedurende de gehele bewaarperiode van de belangrijkste appelrassen en één belangrijk pereras, alsmede twee koolsoorten. Het onderzoek werd gedurende twee seizoenen uitgevoerd, waarbij de groentesoorten alleen in het tweede seizoen waren opgenomen. Met de verkregen gegevens omtrent ademhalingsactiviteit kan de firma AQUILO een betere dimensionering verzorgen van de door hun te leveren scrubber/separatorsystemen bij praktisch gebruik op CA-cellen. Hierbij is vooral de toepassing van de separator als koolzuurgasscrubber een belangrijk uitgangspunt.

Er zijn veel potentiële variatiebronnen die respiratiesnelheid kunnen beïnvloeden. De belangrijkste van deze factoren waren in dit onderzoek opgenomen. Het klimaat verschilt per seizoen, wat grote invloed heeft op groei en ontwikkeling van de vruchten. Dit kan gevolgen hebben voor het ademhalingsgedrag van de vruchten tijdens bewaring. Voor CA-bewaring bedoeld fruit wordt meestal in de pre-climacteriële fase geplukt. Wordt de pluk vertraagd, dan bestaat de kans op versnelde rijping. Dit kan resulteren onder andere in een sterke stijging van de respiratiesnelheid. Ook herkomsten vormen een mogelijke variatiebron. Factoren hierbij zijn grondsoort, vruchtdracht, bemesting, nutriëntensamenstelling, rijping en gewasbescherming. Deze hebben invloed hebben op het ademhalingsgedrag in bewaring. Tevens kunnen ze een rol spelen bij het optreden van bewaarafwijkingen.

2.2 MATERIAAL EN METHODEN

2.2.1 Soorten en rassen

De belangrijkste Nederlandse appel- en pererassen zijn in deze proef opgenomen, alsmede twee koolsoorten.

Fruit:
appel: Cox's Orange Pippin, Schone van Boskoop, Golden Delicious, Elstar, Jonagold
peer: Conference

Groente:
kool: spruitkool, witte kool

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

2.2.2 Seizoen

Het onderzoek is uitgevoerd tijdens 2 bewaarseizoenen, 1992-1993 en 1993-1994. De groentesoorten zijn alleen in 1993-1994 opgenomen in het onderzoek.

2.2.3 Oogst

Voor het onderzoek werden de fruitrassen geoogst op twee tijdstippen. De precieze oogstdata staan vermeld in tabel 2.1. Het eerste tijdstip betrof het optimale pluktijdstip zoals geadviseerd door DLV, voor het tweede oogsttijdstip zijn de vruchten ongeveer 10 dagen later geplukt. De oogstperiode liep van begin september (eerste oogst Elstar) tot ver in de tweede helft van oktober (Jonagold). Dit is overigens geen bezwaar, daar de rassen onderling in dit onderzoek niet worden vergeleken. Een vroege en een latere oogst werd in dit onderzoek betrokken vanwege de te verwachten invloed op de ademhaling. De aanvang van het rijpingsproces (het climacterium) wordt o.a. gekenmerkt door een toename in ademhalingsactiviteit en ethyleenproduktie. Een juist moment voor de oogst van vruchten, die men zeer langdurig wil bewaren, ligt juist voor het begin van het climacterium.

De monstername per ras was per oogst enigszins verschillend. Bij de rassen Cox's O.P., Schone van Boskoop, Golden Delicious en Conference werden de bomen per oogst volledig leeggeplukt. Bij Elstar en Jonagold zijn bij de eerste oogst alleen de meest gekleurde exemplaren genomen (doorplukken). Bij de tweede oogst werden alle vruchten geplukt. Afwijkende vruchten, qua maat en eventuele beschadigingen, werden bij de oogst buiten de proef gehouden.

2.2.4 Herkomsten

Per fruitras en van witte kool waren er 3 herkomsten, spruitkool van 1 herkomst.
De gekozen herkomsten zijn allen moderne fruitteeltbedrijven in Midden-Nederland. Alleen voor Jonagold werden ook enkele herkomsten in Zuidwest-Nederland in het onderzoek betrokken. Op de bedrijven werd een rij bomen gekozen, die representatief was voor de betreffende boomgaard. In beide seizoenen zijn dezelfde herkomsten in het onderzoek gebruikt. Alleen bij Elstar werd een herkomst vervangen doordat het vruchtbehang niet representatief was.

2.2.5 Inslag

De inslag geschiedde meteen na de oogst. De geoogste vruchten werden in kisten per auto naar het ATO-DLO gebracht. Hier vond een controle plaats, waarbij sterk afwijkende vruchten alsnog werden verwijderd. De appelen of peren van één boomgaard en pluk werden zorgvuldig gemengd. Op deze manier werd bereikt, dat de te bewaren kisten gevuld werden met een gehomogeniseerd produkt uit de bomenrij, die op zijn beurt model stond voor de betreffende boomgaard.

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

Na dit "mengproces" werden de gevulde kisten in dunwandige zinken containers geplaatst. Deze containers waren geplaatst in koelcellen. Het inkoelen van de vruchten nam 3-4 dagen in beslag. In deze periode werden nog geen CA condities toegepast.

2.2.6 Bewaring

De bewaring gebeurde bij door DLV geadviseerde condities. In tabel 2.1 zijn deze weergegeven. De bewaarcondities werden gerealiseerd door stikstof door de container te laten stromen. Hierdoor werd de aanwezige zuurstof verdreven. Vervolgens werd de gewenste hoeveelheid koolzuur toegediend. Tijdens de bewaarfase werd het bij de ademhaling vrijkomende koolzuur gebonden aan kaliloog. Het op peil houden van de zuurstofspanning werd bereikt door zuurstofrijke buitenlucht toe te dienen via een klep. De CO2- en O2-condities werden in stand gehouden door een automatisch meet- en regelsysteem met een cyclustijd van ongeveer 60 minuten. De handhaving van de koolzuur- en zuurstofspanning in de containers kwam in principe overeen met de omstandigheden in ULO-cellen in de praktijk.
Drie herkomsten van één pluk werden in één container opgeslagen. Er werden van iedere pluk twee herhalingen in een koelcel ingezet.

2.2.7 Metingen

Er waren 7-9 respiratiemetingen per bewaarseizoen. Bepalingen van respiratiesnelheid van elk ras, herkomst en oogsttijdstip werden elke maand uitgevoerd. Voor een hoge frequentie van de metingen was gekozen in verband met een aantal mogelijke veranderingen in het patroon in de tijd. Verwacht werd, dat een stijging in de ademhaling door het eerder genoemde climacterium plaatsvond gedurende de bewaring. Ook te verwachten was, dat aan het einde van de bewaarperiode ook een verhoging te zien zou zijn. Vruchten gaan op den duur verouderen en ook dit kan gepaard gaan met een verhoging in ademhalingsactiviteit. Daar het in dit onderzoek te doen was om het ademhalingspatroon in de tijd, mochten deze mogelijkheden niet gemist worden, waardoor een frequente bemonstering noodzakelijk was.

In het bewaarseizoen 1993-1994 werd de eerste maand van de bewaring de koolzuurproduktie van de fruitrassen heel frequent gemeten. In het eerste seizoen vertoonde de koolzuurproduktie bij enkele fruitrassen een piekwaarde in de beginperiode. Om inzicht te verkrijgen in het ademhalingsverloop tijdens de eerste maand van bewaring werd in principe twee keer per week gemeten.

Voor de respiratiemeting werd uit elke bewaarcontainer van elke experimentele eenheid een monster van 30 vruchten genomen. De container werd vervolgens weer gesloten en opnieuw op CA-condities gebracht. Op ieder meettijdstip werden in principe 30 andere vruchten genomen. Het monster werd in een kleine doorstroomcontainer (inhoud 70 liter) geplaatst. Deze containers waren geplaatst in koelcellen.

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

Tabel 2.1. Overzicht van de gebruikte oogsttijdstippen, soorten, rassen, bewaartemperaturen en CA-condities voor het respiratieonderzoek.

Soort/ras	Oogsttijdstip	Temperatuur	CA condities
Appel:			
Cox's O.P.	11-9-92 21-9-92 8-9-93 20-9-93	4°C	0,7% CO2 + 1,2% O2
Elstar	9-9-92 18-9-92 8-9-93 20-9-93	1-2°C	2,5% CO2 + 1,2% O2
Golden D.	30-9-92 14-10-92 28-9-93 8-10-93	1°C	4% CO2 + 1,2% O2
Jonagold	29-9-92 13-10-92 23-9-93 5-10-93	1°C	4,5% CO2 + 1,2% O2
Schone v. Boskoop	21-9-92 11-9-92 15-9-93 27-9-93	4°C	0,7% CO2 + 1,2% O2
Peer:			
Conference	4-9-92 17-9-92 1-9-93 13-9-93	-0,5°C	0,5% CO2 + 2% O2
Groente:			
Witte kool	november	0°C	4% CO2 + 2,5% O2
Spruitkool	november	0°C	5% CO2 + 2% O2

De herkomsten, pluktijdstippen en herhalingen werden steeds op aselecte wijze verdeeld over de 12 beschikbare doorstroomcontainers. In de koelcellen en containers werden exact dezelfde temperatuur en luchtsamenstelling gecreëerd als in de bewaarcontainers.
De luchtsamenstelling in de kleine doorstroomcontainers werd in stand gehouden door het gewenste CO2+O2+N2-mengsel door te stromen. Na 3 dagen werd de gasstroom gestopt.

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

waardoor koolzuur opgehoopt werd gedurende 24 uur. Door metingen van de koolzuurconcentratie voor afsluiten van de gasstroom en na 24 uur kon worden berekend hoe hoog de koolzuurproduktie was. Na deze metingen werden de monsters teruggelegd in de bewaarcontainer, die opnieuw na afsluiten op conditie moest worden gebracht. Het koolzuurgehalte voor en na ophoping werd gemeten met een nauwkeurige ADC-analyser welke werkt volgens infrarooddetectie.

2.2.8 Inwendige beoordeling

In het seizoen 1993-1994 is na de vijfde maand bewaring een inwendige beoordeling van het fruit uitgevoerd. Dit werd gedaan om eventueel bederf vast te stellen. Hiertoe werden de 30 vruchten, die waren gebruikt voor de ademhalingsmetingen, doorgesneden.

2.2.9 Statistiek

Er werd gekozen voor een volledige blokkenproef per fruitras en koolsoort, waarin de factoren waren oogst (2, alleen voor fruit), herkomst (3, niet voor spruitkool) en waarnemingstijdstip (7-9). De proef was in duplo ingezet (zie schema). Ondanks dat een fractionele factoriële proefopzet kostenbesparend kan zijn, is voor die aanpak niet gekozen op grond van de volgende argumenten. Er moet voor een dergelijke proefopzet worden voldaan aan de volgende voorwaarden: meer dan 3 factoren, meer dan 2 niveaus per factor en er moet zekerheid zijn omtrent de afwezigheid van de interacties, wanneer deze worden verstrengeld. (N.B. in een fractionele proefopzet worden altijd factoren opzettelijk verstrengeld en dit wordt zoveel mogelijk met de interacties van meer dan 2 factoren gedaan; deze interacties kunnen dan niet meer worden geschat). In dit onderzoek was schatting van een aantal interacties zeker gewenst. Alle schattingen van de interacties tussen oogst*herkomst, oogst*seizoen, oogst*tijdstip, herkomst*seizoen, herkomst*tijdstip en seizoen*tijdstip konden van betekenis zijn voor de maximaal mogelijke respiratiesnelheid en als zodanig dus relevant voor de beantwoording van de hoofdvraag in dit onderzoek.

Verder dient te worden opgemerkt, dat bij een fractionele proefopzet niet het aantal factoren noch het aantal niveaus wordt verminderd, maar alleen het aantal metingen. In dit onderzoek dus het aantal metingen per tijdstip en dit geeft een minimale besparing. De feitelijke metingen van de koolzuurproduktie zijn slechts een klein deel van de handelingen (zie boven), die moeten worden verricht op de meettijdstippen.

Tenslotte bestaat er voor de huidige proefopzet (een 2*2*3*9-proef) geen uitgewerkt schema voor een fractionele proefopzet in de statistische handboeken. Het voornaamste bezwaar van een fractionele proefopzet is echter, dat wanneer de aanname van verwaarloosbaarheid van verstrengelde interacties niet juist is, de proefresultaten een onjuist beeld geven.

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

2.3 RESULTATEN RESPIRATIEONDERZOEK

De resultaten van de metingen aan de fruitrassen zijn weergegeven in fig. 2.1 tot en met 2.18. Het respiratieverloop tijdens het seizoen is per pluktijdstip en per seizoen voor de verschillende appel- en pererassen beschreven in fig. 2.1 tot en met 2.12, terwijl de intensieve metingen tijdens de eerste maand van bewaring tijdens het seizoen 1993-1994 werden uitgevoerd weergegeven zijn in fig. 2.13 tot en met 2.18. Ook zijn de ademhalingsgegevens per herkomst van het tweede seizoen vermeld voor Schone van Boskoop en Conference, tezamen met het resultaat van de inwendige beoordeling in fig. 2.19 tot en met 2.22. De resultaten van de metingen aan de koolsoorten staan in fig. 2.23. De resultaten zullen per ras en koolsoort besproken worden. De maximale CO2-produktiewaarden per fruitras en groentesoort staan in tabel 2.2. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de aanvang van het seizoen en de rest van het seizoen.

Schone van Boskoop
De CO2-produktie van dit ras vertoonde aan het begin van de bewaring een piek welke significant hoger was dan in de rest van de bewaarperiode. Bij de metingen van de eerste pluk in 1993-1994 bleek deze piek in de eerste 14 dagen voor te komen, waarbij één herkomst duidelijk meer produceerde (Fig. 2.13). In het eerste seizoen was er ook nog een piek aan het eind van het seizoen, maar in het tweede seizoen werd dit niet meer geconstateerd en was er zelfs sprake van een lichte daling (Fig. 2.1 en 2.1). Tijdens beide seizoenen produceerden appelen van de tweede pluk van alle herkomsten significant meer CO2 dan appelen van de eerste pluk (Fig. 2.1 en 2.2). Ook tussen de herkomsten was er in het tweede seizoen een significant verschil in produktie (Fig. 2.19). Met name de herkomst HZ produceerde meer CO2. Bij de inwendige beoordeling na de vijfde maand bleek, dat het percentage vruchtvleesbruin van vruchten van de tweede pluk hoger was dan van de eerste pluk. Tevens had herkomst HZ meer vruchtvleesbruin dan de andere herkomsten.

Cox's Orange Pippin
Hoewel Cox's appelen in het eerste seizoen geen duidelijke piekwaarde leken te hebben in de eerste maand van de bewaring (Fig. 2.5), werd bij de intensieve metingen in het tweede seizoen wel degelijk in het begin een piek geconstateerd, waarna na 14 dagen een daling optrad (Fig. 2.15). Er is geen verschil in CO2-produkties tussen de verschillende pluktijdstippen en herkomsten. Ook in de eerste 3 maanden van bewaring is er nauwelijks verschil tussen de seizoenen, maar over het geheel gezien was de produktie in het tweede seizoen significant hoger dan in het eerste seizoen (Fig. 2.5 en 2.6).

Elstar
Zowel bij de eerste als de tweede pluk was er een piek in de CO2-produktie bij aanvang van het seizoen (Fig. 2.7 en 2.8). Het bleek uit de intensieve metingen van de eerste pluk in het tweede seizoen, dat na 14 dagen een lager niveau bereikt was (Fig. 2.16). De produktie van de tweede pluk was iets hoger en ook tussen de herkomsten waren er kleine verschillen.

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

Golden Delicious
Na een kleine piek bij aanvang van de bewaring trad een normaal beeld op bij dit ras (Fig. 2.18). In het eerste seizoen veranderde dit beeld na de 5e maand (Fig. 2.9). Een enorme stijging trad in en pas na de 8e maand daalde de CO2-produktie weer. In het tweede seizoen trad een dergelijke piek niet op, maar steeg de produktie geleidelijk (Fig. 2.10). Gemiddeld genomen was de produktie voor beide seizoenen vrijwel gelijk.

Jonagold
Tijdens de beginperiode en de verdere bewaarperiode vertonen de appelen een duidelijk overeenkomstig gedrag (Fig. 2.11 en 2.12). Er is geen piekproduktie bij aanvang (Fig. 2.17). Er is sprake van een enigszins fluctuerende, lage CO2-produktie. Er zijn geen verschillen tussen herkomsten, pluktijdstippen en seizoenen.

Conference peren
Bij dit pereras is tijden de beginfase een iets verhoogde CO2-produktie gemeten bij de intensieve metingen (Fig. 2.14). Deze piek was niet geconstateerd in het eerste seizoen (Fig. 2.3). Tijdens het eerste seizoen steeg de produktie van de tweede pluk aanzienlijk, maar overigens was er weinig verschil tussen herkomsten en pluktijdstippen (Fig. 2.3, 2.4 en 2.21). De produktie was in het eerste seizoen wel significant hoger dan in het tweede seizoen. Opvallend is, dat ondanks de geringe verschillen in CO2-produktie tussen herkomsten en pluktijdstippen er wel aanzienlijke verschillen zijn tussen de percentages hol en bruin (Fig. 2.22). Dit bleek bij de inwendige beoordeling na de vijfde maand. Peren van de tweede pluk hadden duidelijk meer hol en bruin dan van de eerste, behalve bij herkomst IN, waarbij het percentage van de eerste pluk ook al hoog was.

Witte kool en Spruitkool
Tussen beide koolsoorten is groot verschil in CO2-produktie bestaan (Fig. 2.23). Bij spruiten aan de stam is de produktie veel hoger dan die van witte kool en deze stijgt bijzonder sterk na de 5e maand. Tussen de herkomsten van witte kool zijn kleine verschillen in produktie.

Tabel 2.2. De maximale waarden van de CO2-produktie (ml/kg/hr) per seizoen bij aanvang van de bewaring en gedurende de rest van de bewaarperiode.

Produkt	1992-93		1993-94	
	aanvang	seizoen	aanvang	seizoen
Schone van Boskoop	2,5	1,2	1,5	1,7
Conference	0,6	1,3	0,8	0,8
Cox's Orange Pippin	2,1	2,0	3,4	2,4
Elstar	2,6	1,2	2,2	1,1
Golden Delicious	0,9	1,3*	1,3	1,1
Jonagold	1,1	0,7	0,8	1,1
Spruitkool				2,7**
Witte kool				1,3

*exclusief 8e maand en **exclusief 6e en 7e maand

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

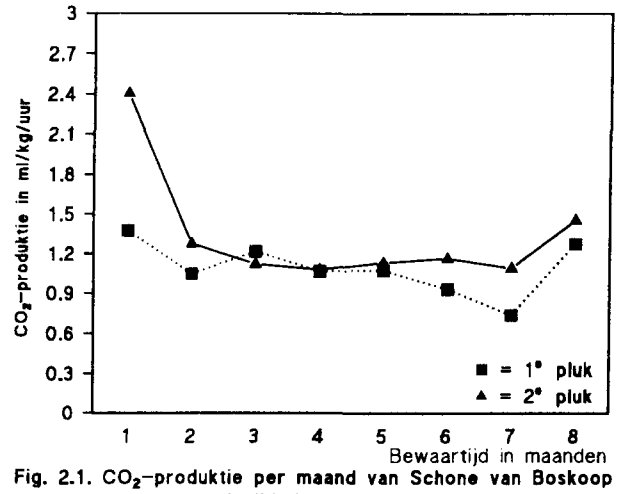


Fig. 2.1. CO_2-produktie per maand van Schone van Boskoop appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0.7% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1992-93.

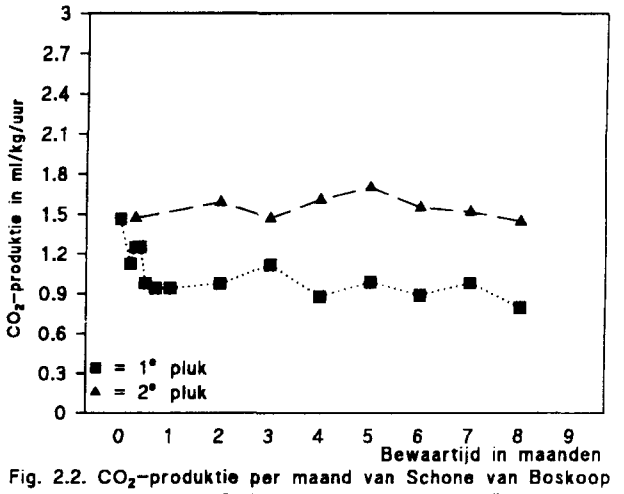


Fig. 2.2. CO_2-produktie per maand van Schone van Boskoop appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0,7% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

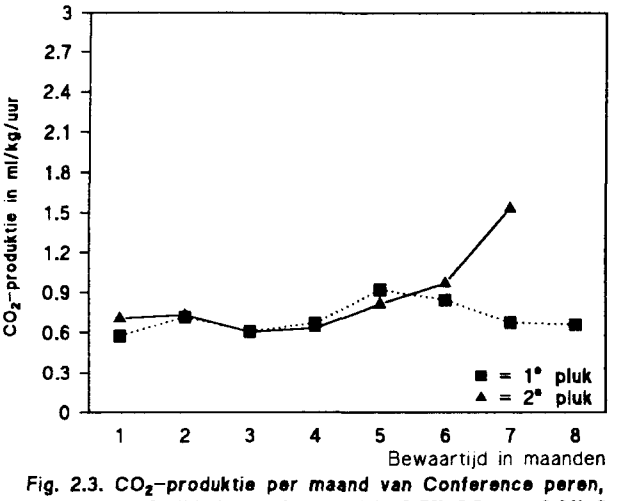


Fig. 2.3. CO_2-produktie per maand van Conference peren, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0,5% CO_2 en 2,0% O_2 tijdens het seizoen 1992-93.

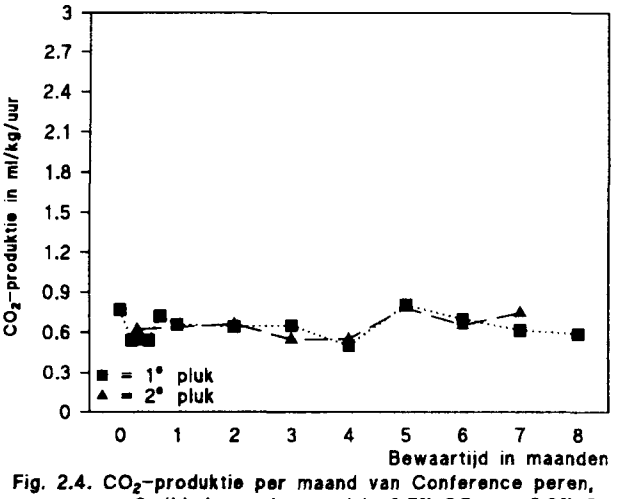


Fig. 2.4. CO_2-produktie per maand van Conference peren, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0,5% CO_2 en 2,0% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

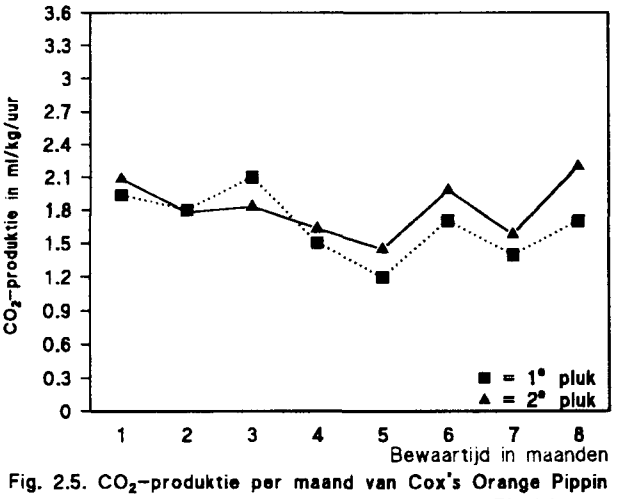


Fig. 2.5. CO_2-produktie per maand van Cox's Orange Pippin appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0,7% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1992-93.

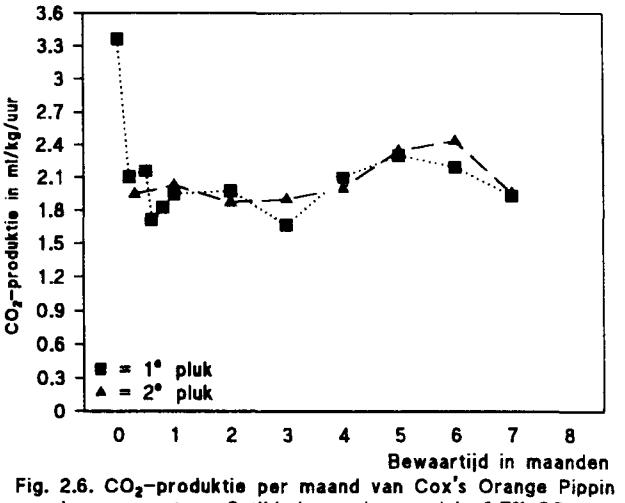


Fig. 2.6. CO_2-produktie per maand van Cox's Orange Pippin appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 0,7% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

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

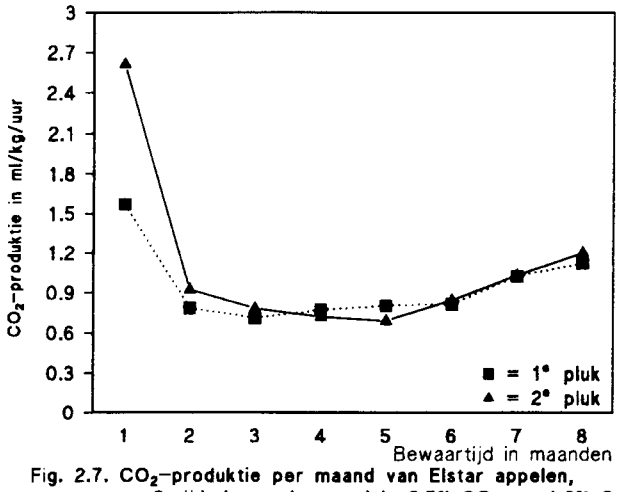


Fig. 2.7. CO_2-produktie per maand van Elstar appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 2,5% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1992-93.

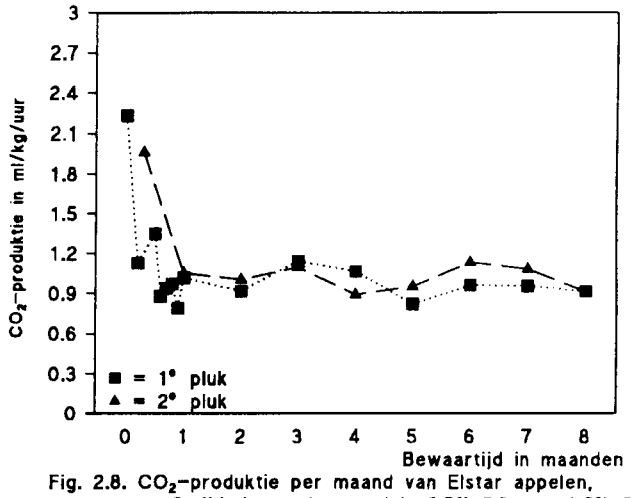


Fig. 2.8. CO_2-produktie per maand van Elstar appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 2,5% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

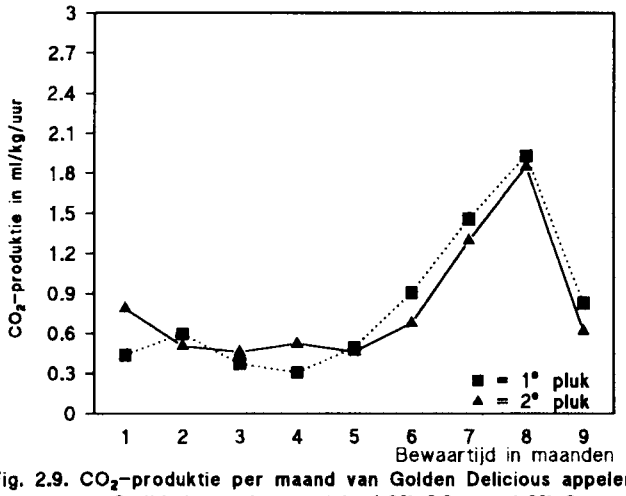


Fig. 2.9. CO_2-produktie per maand van Golden Delicious appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 4,0% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1992-93.

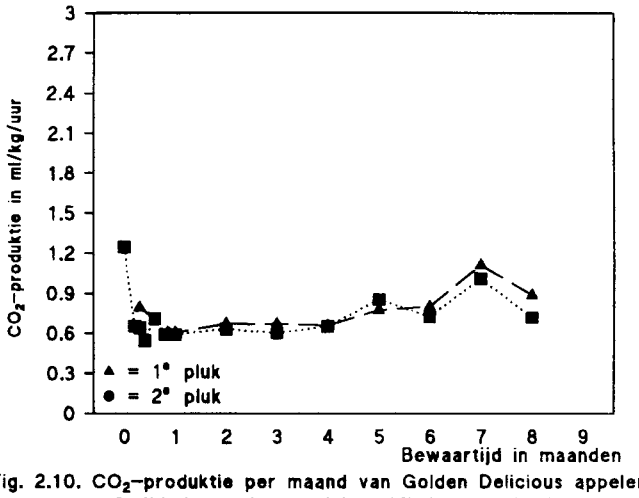


Fig. 2.10. CO_2-produktie per maand van Golden Delicious appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 4,0% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

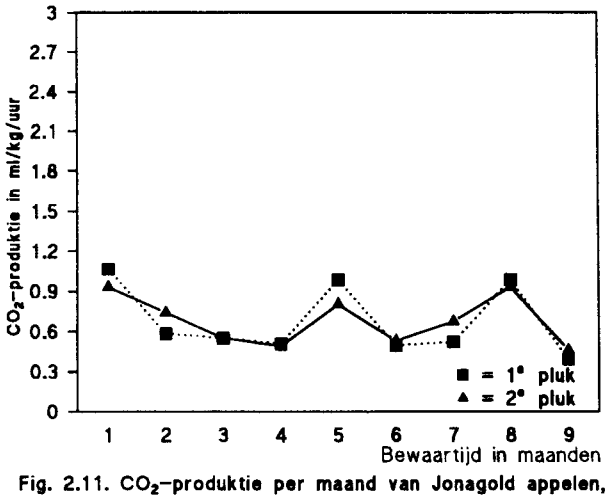


Fig. 2.11. CO_2-produktie per maand van Jonagold appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 4,5% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1992-93.

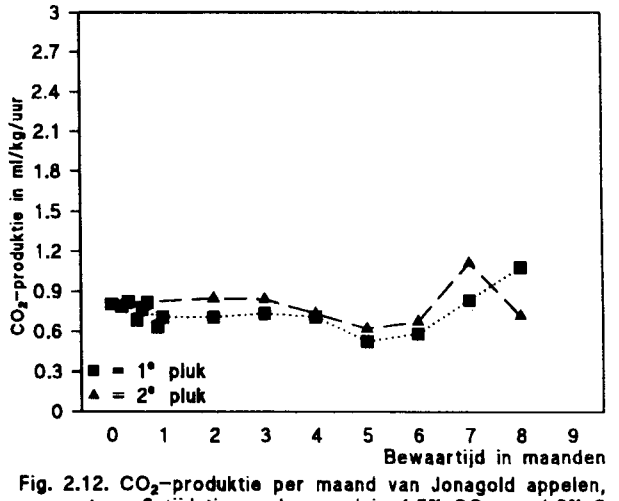


Fig. 2.12. CO_2-produktie per maand van Jonagold appelen, geoogst op 2 tijdstippen, bewaard in 4,5% CO_2 en 1,2% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

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

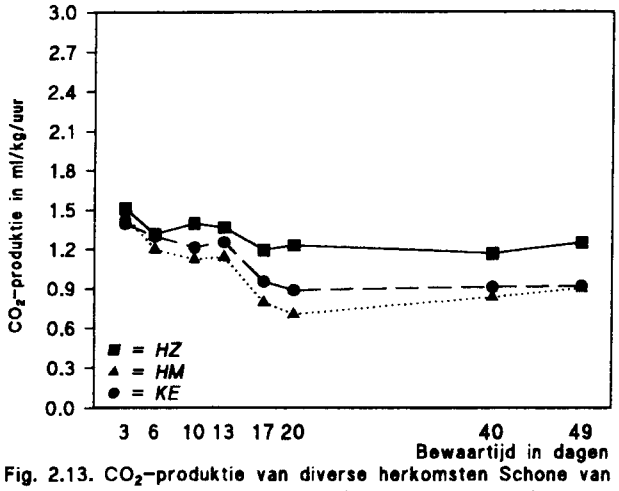


Fig. 2.13. CO_2-produktie van diverse herkomsten Schone van Boskoop appelen, tijdens de beginfase van bewaring in 0,7% CO_2 en 1,2% O_2.

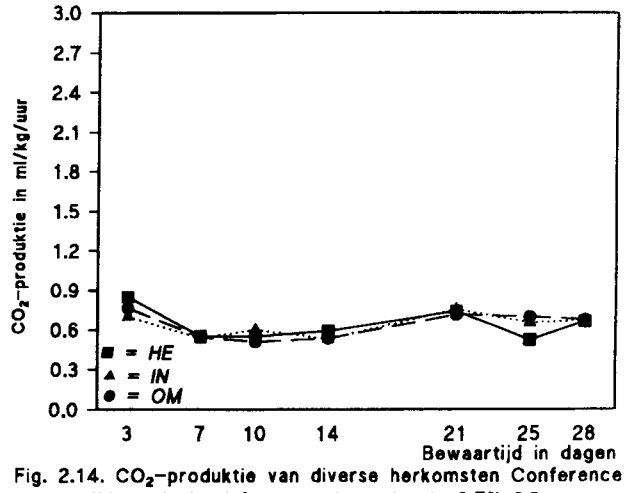


Fig. 2.14. CO_2-produktie van diverse herkomsten Conference peren, tijdens de beginfase van bewaring in 0.7% CO_2 en 2,0% O_2.

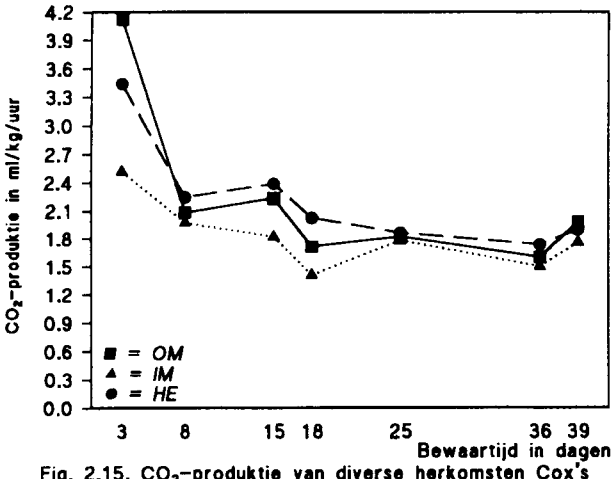


Fig. 2.15. CO_2-produktie van diverse herkomsten Cox's Orange Pippin appelen, tijdens de beginfase van bewaring in 0,7% CO_2 en 1,2% O_2.

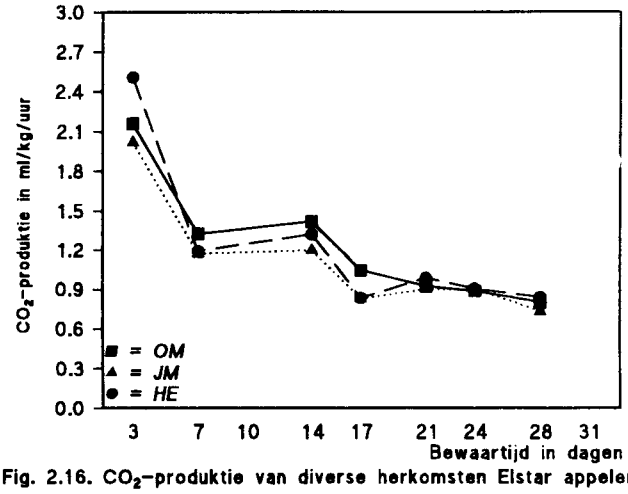


Fig. 2.16. CO_2-produktie van diverse herkomsten Elstar appelen, tijdens de beginfase van bewaring in 2.5% CO_2 en 1.2% O_2

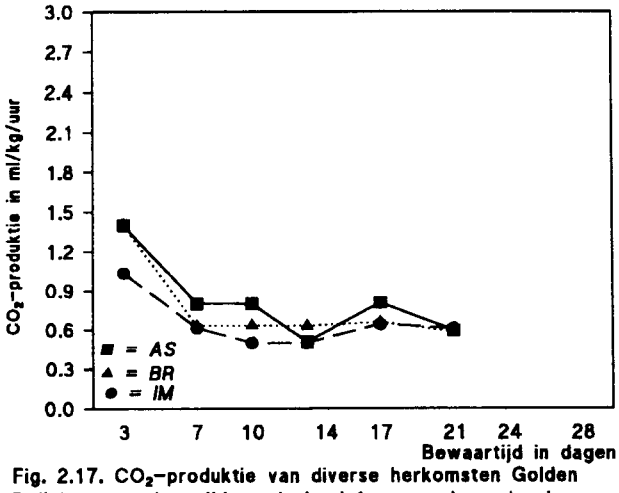


Fig. 2.17. CO_2-produktie van diverse herkomsten Golden Delicious appelen, tijdens de beginfase van bewaring in 4,0% CO_2 en 1,2% O_2.

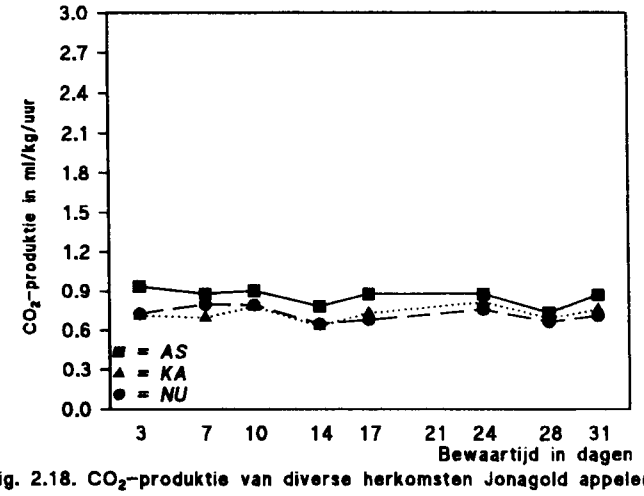


Fig. 2.18. CO_2-produktie van diverse herkomsten Jonagold appelen, tijdens de beginfase van bewaring in 4,5% CO_2 en 1,2% O_2.

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

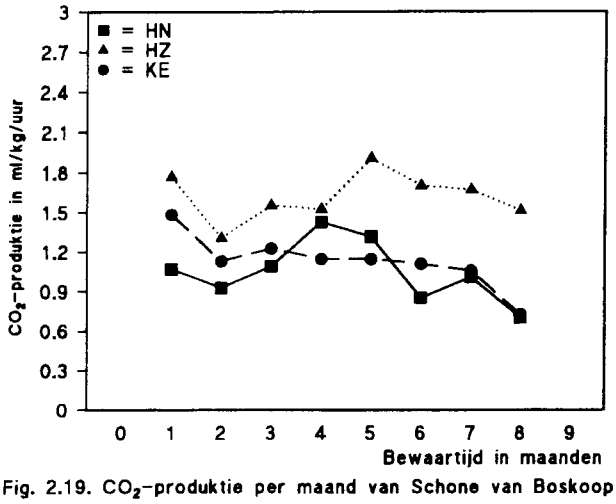


Fig. 2.19. CO_2-produktie per maand van Schone van Boskoop appelen van 3 herkomsten, seizoen 1993-1994.

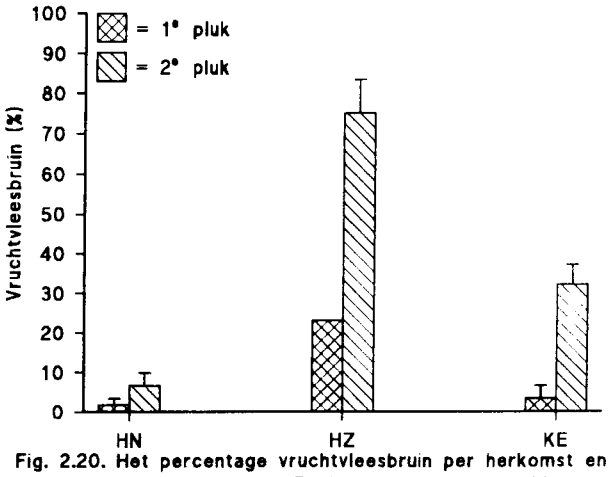


Fig. 2.20. Het percentage vruchtvleesbruin per herkomst en pluktijdstip van Schone van Boskoop appelen, bepaald op 22 maart 1994.

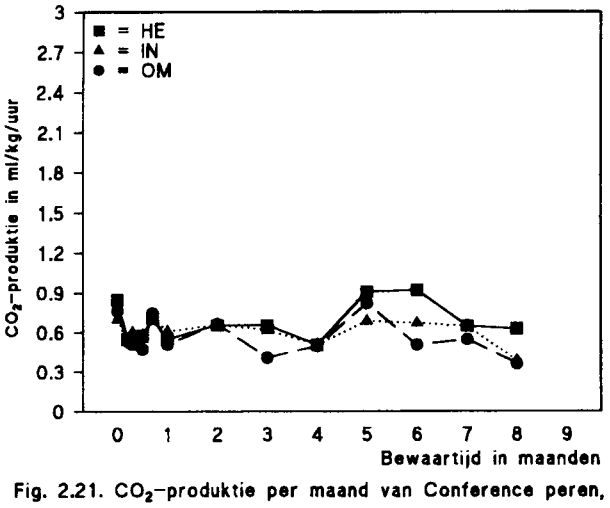


Fig. 2.21. CO_2-produktie per maand van Conference peren, optimale pluktijdstip, 3 herkomsten, seizoen 1993-1994.

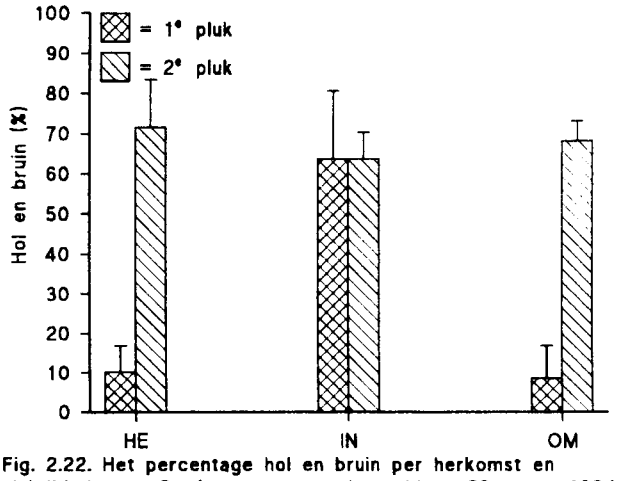


Fig. 2.22. Het percentage hol en bruin per herkomst en pluktijdstip van Conference peren, bepaald op 29 maart 1994.

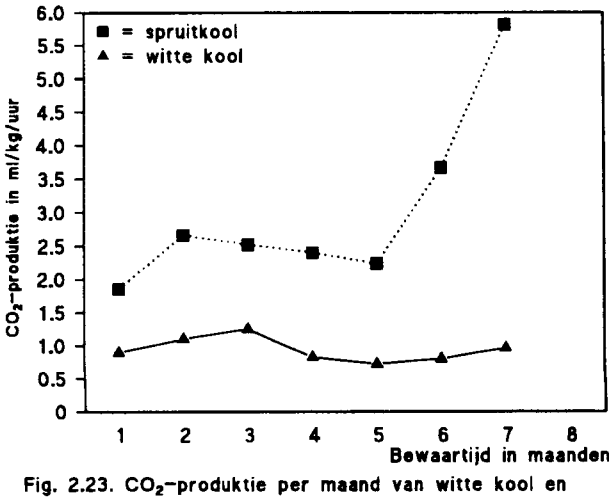


Fig. 2.23. CO_2-produktie per maand van witte kool en spruitkool, bewaard in resp. 4% CO_2 + 2,5% O_2 en 5% CO_2 + 1% O_2 tijdens het seizoen 1993-94.

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

2.4 DISCUSSIE RESPIRATIEONDERZOEK

Uit de meetresultaten van twee seizoenen, waarbij de respiratie is gemeten per ras kan worden afgeleid hoe de ontwikkeling van het respiratiepatroon is met inbegrip van de piekwaarden, welke belangrijk zijn voor de dimensionering van de apparatuur. Behoudens enkele uitzonderingen is dit patroon voor beide seizoenen niet bijzonder verschillend. Tevens is een indruk van het respiratiepatroon van twee koolsoorten verkregen.

Omdat bij de metingen in het eerste seizoen bleek, dat bij aanvang van CA-bewaring een aantal fruitrassen een hogere CO2-produktie vertoonden is in het tweede seizoen tijdens de beginperiode een intensief meetprogramma uitgevoerd. Hierbij werd vooral aandacht besteed aan de optimale pluk, voor het later geplukte fruit was onvoldoende meetcapaciteit beschikbaar. Bij alle rassen, behalve Jonagold, was sprake van een piekwaarde bij aanvang van de bewaring. Bij Conference en Golden Delicious daalt de respiratie daarna direct naar de normale waarde. Bij Schone van Boskoop, Cox's Orange Pippin en Elstar is de ademhaling pas na ongeveer 14 dagen op de normale waarde. Het is niet duidelijk, waardoor de hogere ademhaling wordt veroorzaakt. Het zou te wijten kunnen zijn aan een aanpassingsproces aan de plotseling veranderde omstandigheden, waarbij het niet ondenkbaar is, dat membraansystemen en biochemische processen in de vrucht in een nieuwe evenwichtssituatie moeten komen. Ook zijn er gedachten dat bij het verbreken van het contact tussen vrucht en boom de interne atmosfeer verandert waardoor de ademhaling stijgt. Het is opmerkelijk, dat Jonagold appelen zich kennelijk zonder problemen aanpassen aan de veranderde situatie.

Alleen bij Schone van Boskoop was slechts in het tweede seizoen een duidelijke invloed van de herkomst op het ademhalingsgedrag te merken. Bij dit ras was ook een grote invloed te constateren van het oogsttijdstip. Dit in tegenstelling tot de andere rassen. Later geplukte Schone van Boskoop appelen hadden een veel hogere respiratie, wat hoofdzakelijk te wijten was aan de herkomst met inwendige problemen. Over het algemeen was de CO2-produktie in het tweede seizoen hoger, bij Cox's Orange Pippin zelfs significant hoger, dan in het eerste seizoen. Dit gold niet voor Elstar en Golden Delicious, waar de produktie vrijwel gelijk was. Conference peren was de produktie in het eerste seizoen hoger dan in het tweede. Dit kan verklaard worden door de produktiestijging van de tweede pluk tijdens het eerste seizoen. Het belang van de onderzoekuitvoering gedurende twee seizoenen is hiermee duidelijk aangetoond.

Het vruchtvleesbruin bij Schone van Boskoop appelen werd hoofdzakelijk veroorzaakt door een te lage temperatuur tijdens bewaring. Het is bekend, dat grote vruchten en koel weer in de periode vlak voor de oogst temperatuurgevoeligheid vergroten (Porritt *et al.*, 1982). Appelen van de tweede pluk zullen over het algemeen groter zijn geweest dan die van de eerste pluk. Tevens was de temperatuur in de weken voorafgaande aan de oogst lager dan gemiddeld. Dit verklaart waarom appelen van de tweede pluk meer onderhevig waren aan het optreden van vruchtvleesbruin. Tevens lijkt calciumgebrek een rol te spelen bij de ontwikkeling van vruchtvleesbruin. Feit is, dat calciumdeficiëntie en een hoge CO2-

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

produktie samen gaan. Hiervoor is nog geen verklaring (Faust en Shear, 1972). Het zou de reden kunnen zijn, dat herkomst HZ meer vruchtvleesbruin had dan de andere herkomsten. Bij Conference peren was er geen verband tussen CO2-produktie en de mate van hol en bruin. Herkomsten HE en OM van de eerste pluk hadden een veel lager percentage hol en bruin, maar er waren nauwelijks verschillen in CO2-produktie tussen herkomsten en pluktijdstippen. Factoren die de kans op hol en bruin vergroten zijn lage temperaturen vlak voor de oogst en een laat pluktijdstip (Hoek, 1994). De rol van boomgaardfactoren is onduidelijk. De gekozen CA-condities waren de optimale, maar het is mogelijk, dat in een seizoen, dat peren gevoeliger zijn voor het optreden van hol en bruin, de CA-condities aangepast moeten worden.

Opmerkelijk was het ademhalingspatroon van Golden Delicious appelen in het eerste seizoen. Er werd een enorme stijging gemeten na 6 maanden. Pas na de 8e maand daalde de CO2-produktie weer. In het tweede seizoen werd een dergelijk proces niet waargenomen. Er was slechts sprake van een kleine piek in de 7e maand. Een duidelijke verklaring voor de stijging is niet voorhanden.

De ademhaling van witte kool is relatief laag en vergelijkbaar met fruit. De CO2-produktie tendeert zelfs naar een lager niveau bij een langere opslagduur. De spruitkool, gemeten aan de stam, heeft een forse CO2-produktie. Voor de praktijk lijkt dit hoog, echter de beladingsgraad in de cel is relatief laag, omdat de spruiten ook opgeslagen worden aan de stam, waardoor de benodigde scrubcapaciteit per cel laag kan blijven. De grote stijging aan het eind van het bewaarseizoen hield ook verband met afleving van het produkt.

In tabel 2.2 zijn de hoogste produktiewaarden per ras opgesomd. De meeste van deze waarden zijn gemeten in de beginperiode van de bewaring, hoewel vanwege een geleidelijke produktiestijging tijdens het seizoen sommige maxima pas aan het eind van de bewaring gemeten werden. In theorie zijn de hoogste waarden bepalend voor de dimensionering van de apparatuur. In de praktijk zou dit misschien iets genuanceerder bekeken moeten worden. Als zou worden toelaten, dat het CO2-gehalte in de eerste dagen van de bewaring iets hoger is, kan worden volstaan met apparatuur met een duidelijk lagere capaciteit. Overigens dient de apparatuur wel aangepast te zijn aan het optreden van uitzonderlijke gevallen. Zo lang niet met zekerheid voorspeld kan worden of fruit in een bepaald seizoen gevoeliger is voor bewaarproblemen, dient de apparatuur zodanig gedimensioneerd te zijn, dat eventuele problemen tot een minimum beperkt kunnen worden. Voor Conference peren betekent dit concreet, dat het CO2-gehalte onder de normaal geadviseerde concentratie gehouden moet kunnen worden.

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

2.5 CONCLUSIES RESPIRATIEONDERZOEK

Voor CO2-produktie is een seizoensverloop beschikbaar van belangrijke fruitrassen en enkele groentesoorten. Er waren enkele verschillen in produktie tussen de seizoenen. Bij Cox's Orange Pippin was deze in het tweede seizoen significant hoger dan in het eerste. Bij Conference peren was het omgekeerde het geval. Het is gebleken dat er bij de fruitrassen een aanvangspiek is in de produktie, met uitzondering van Jonagold. Bij op het optimale tijdstip geoogst produkt is de periode van verhoogde produktie bij de rassen Golden Delicious appelen en Conference peren enkele dagen, bij de rassen Schone van Boskoop, Elstar en Cox's Orange Pippin appelen ongeveer 14 dagen. Een herkomst- en pluktijdstipeffect is alleen bij Schone van Boskoop appelen gemeten. Bij Schone van Boskoop appelen was er een verband tussen het optreden van vruchtvleesbruin en de ademhaling. Er was geen verband tussen de CO2-produktie en het optreden van hol en bruin bij Conference peren. Bij de koolsoorten is witte kool qua ademhalingsniveau te vergelijken met fruit, terwijl spruitkool een veel hogere CO2-produktie heeft. Als de aanvangspieken buiten beschouwing gelaten worden bij de dimensionering van de apparatuur, kan met een lagere capaciteit volstaan worden.

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

3.0 KWALITEITSONDERZOEK

Van groot belang is de invloed van de scrubber/separator op het celklimaat waardoor er mogelijk ook effecten zijn op de produktkwaliteit. In eerste instantie is het van belang dat de produktkwaliteit niet minder is dan bij de traditionele systemen. Echter het zou positief zijn als de kwaliteit van het fruit bewaard met een scrubber/separator systeem, beter is dan bewaard met behulp van de huidige systemen.
Omdat de apparatuur werkt volgens het pricipe van membraanscheiding kan verwacht worden dat ook allelei andere gassen dan de bekende CA-componenten worden gescheiden. Dit zijn met name de "volatiles" die door het produkt worden geproduceerd.
Er zijn een klein aantal volatiles die mogelijk invloed hebben op de kwaliteit.
Een voorbeeld hiervan is alpha farneseen als de mogelijke veroorzaker van scald.
De filtering van deze stof kan mogelijk leiden tot minder scald in de bewaring. Dit is mede de reden dat in het onderzoek voor een scaldgevoelig ras is gekozen. De indicatie dat ook ethyleen voor een belangrijk gedeelte wordt verwijderd kan zeer belangrijk zijn voor de ademhalingsactiviteit, optreden van bewaarziekten en rijping.

3.1 MATERIAAL EN METHODEN

Om de invloed na te gaan van het Aquilo-systeem op de produktkwaliteit zijn vier identieke CA-cellen gevuld met Schone van Boskoop-appelen. Twee van deze cellen waren uitgerust met de scrubber/separator, de andere met een externe kalkscrubber.
De betreffende CA-cellen worden gekoeld via een centraal koelsysteem m.b.v glycol. De netto inhoud bedraagt ongeveer 24 m^3 met een beladingsgraad van ± 4000 kg. De cellen zijn uitgerust met een automatisch meet-en regelsysteem voor zuurstof en koolzuur met een cyclustijd van ongeveer 60 minuten. Het systeem activeert bij een te hoog CO_2-gehalte de behandelingsappratuur. Registratie van een eventueel te laag zuurstofgehalte wordt bij scrubber/separator gevolgd door zuurstofsuppletie en bij het kalksysteem door buitenlucht actief toe te dienen. Bij het kalksysteem wordt geen actie uitgevoerd als het O_2 te hoog is, bij de scrubber/separator wordt alleen tijdens een scrubactie zuurstof verwijderd.
Als produkt is gekozen voor het appelras Schone van Boskoop omdat dit ras gevoelig is voor kwaliteitsgebreken. Uitgegaan is van fruit afkomstig van 10 bedrijven om de benodigde variatie in produktkwaliteit te creëren. Geoogst werd op het optimale tijdstip voor lange bewaring, nl. van 14 t.e.m. 16 september. Per cel en per herkomst werden 6 kunststof kratten met een netto inhoud van 15 kg opgeslagen wat per cel 60 kisten proefmateriaal betekent. Deze proefkisten zijn a-select verdeeld in een denkbeeldig blok in de cel waarbinnen geen grote (cel)klimaatsverschillen te verwachten zijn. De resterende ruimte in de cel is gevuld met appelen afkomstig van één herkomst met een te verwachten goede bewaarkwaliteit. In elke cel waren twee respiratiekamers geplaatst gevuld met fruit van twee aparte herkomsten. Via een pomp in de cel is continu cellucht door de respiratiekamer geleid. Via een stelsel van slangen en afsluiters zijn de kamers verbonden met de buitenkant van de cel.
De cellen zijn gesloten op 27 september waarna het juiste bewaarklimaat is ingesteld. Bij

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

de scrubber/separator gebeurde dit door de separator te gebruiken (tot 3% zuurstof). De "kalkcellen" werden tegelijkertijd met zuivere stikstof doorgeblazen om het juiste zuurstofgehalte in te stellen. Deze procedures namen enkele dagen in beslag.
Tijdens de bewaarfase werden wekelijks een aantal metingen aan de cellen verricht. Dit betreft ethyleen- en CO_2-produktie, ethyleenconcentratie in de cel en de vochtafgifte. De ethyleen- en CO_2-produktie werd vastgesteld door de ophoping van beide componenten te meten in de respiratiekamers. Na een nauwkeurige startmeting werd de respiratiekamer gesloten. In de ophopingsperiode was er nog wel interne luchtcirculatie in de respiratiekamer. Na 24 uur werden de exacte concentraties bepaald waaruit de produkties berekend kunnen worden. De ethyleenconcentratie in de cel werd tegelijkertijd gemeten.
Additioneel zijn ook met gehele cellen ademhalingsmetingen uitgevoerd. Hiertoe werd eerst nauwkeurig het CO_2-gehalte bepaald, vervolgens werd alle luchtbehandelings apparatuur uitgeschakeld terwijl de koeling bleef doordraaien. Na 24 uur ophoping is het CO_2-gehalte wederom exact bepaald waarmee volgens dezelfde procedure de ademhalingsintensiteit kan worden berekend. De vochtafgifte van het produkt werd vastgesteld door het condenswater op te vangen van de warmtewisselaars per cel.

Bij de produktbeoordeling begin maart werden de cellen tegelijkertijd geopend, waarbij alle kratten van de proefpartijen direkt zijn gewogen om het gewichtsverlies nauwkeurig te registreren. Per herkomst werden 3 van de 6 kratten gebruikt voor de produktbeoordeling. De resterende 3 zijn teruggeplaatst waarbij de ontbrekende kisten in het blok zijn vervangen door materiaal uit de vulpartij. Nog dezelfde dag zijn de cellen gesloten en wederom volgens de beschreven procedure op conditie gebracht.
De produktbeoordeling is uitgevoerd in 3 fasen nl. na 1 en 7 dagen 15°C en na een periode van 14 dagen bij 20°C. De lange periode bij kamertemperatuur is ingesteld om de ontwikkeling van scald te stimuleren. Op elk beoordelingstijdstip is beoordeeld op uit- en inwendige bewaarafwijkingen. Ook werden stevigheidsmetingen met de penetrometer uitgevoerd aan 20 vruchten per experimentele eenheid. Aan dezelfde appelen werden met de Minolta reflectiemetingen uitgevoerd om de grondkleur van de vrucht te bepalen.
Ook tijdens de nabewaring in 15°C is de CO_2-produktie gemeten aan appelen van dezelfde herkomsten als bij de reguliere meting tijdens het bewaarproces.
De produkt beoordeling in juni is volgens dezelfde procedure verlopen. Toegevoegd werd een extra behandeling om de gevoeligheid voor scald te verhogen. Een monster van 15 kg. per kist werd eerst nog enige tijd in gekoelde omstandigheden (5°C) geplaatst alvorens 3 weken bij 20°C en een hoge r.v. geplaatst te worden.
De resultaten van het onderzoek zijn statistisch getoetst met variantie analyse.
De cellen zijn beschouwd als herhalingen, het beoordelingstijdstip is in het ene geval als herhaling beschouwd maar is ook apart geanalyseerd. Hierdoor kunnen de resultaten van de beoordeling in maart en juni ook afzonderlijk worden beoordeeeld. De invloed van de herkomst is niet apart getoetst, uitgegaan is van de gemiddelde waarden. Bij de aantasting door de bewaarziekten klokhuisbruin en vruchtvleesbruin werden ook de aparte klasse indelingen geanalyseerd.

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

3.2 RESULTATEN KWALITEITSONDERZOEK

Op hoofdlijnen kunnen de resultaten onderscheiden worden in de metingen tijdens de bewaarfase (Fig 3.1-3.10) en de resultaten van de kwaliteitsbeoordeling (Fig 3.11-3.18).

3.2.1 Resultaten celklimaat

Het zuurstofgehalte in de AQUILO-cellen (Fig 3.1) is iets hoger geweest dan in de traditionele cellen. De belangrijkste reden hiervoor is dat een aantal keren tijdens het bewaarseizoen de apparatuur in storing is gevallen. Als de apparatuur niet werkt loopt heel langzaam het zuurstofgehalte iets op. Dit is gebeurd in resp. week 47, 50, 2 en 4. De storingen betroffen een defecte relaisschakeling, een gesprongen flowmeter en een verstopt filter waarbij voor de zekerheid ook de modules zijn vervangen. In de kalkcellen (Fig 3.1) zijn ook af en toe lekdichtheidsproblemen geweest. Voor alle cellen had dit tot gevolg dat de gemiddelde zuurstofconcentratie ongeveer 1.4% bedroeg.
Het gemiddelde CO_2-gehalte in de cellen (Fig 3.2) is bij beide systemen ook niet geheel gelijk geweest aan de streefwaarde van 0.7%. Bij de Aquilo-cellen hadden de reeds genoemde storingen ook invloed op het CO_2-gehalte. Tevens is bij aanvang, in week 41 en 42, het CO_2-gehalte ook te hoog geweest als gevolg van een open verbinding in het systeem. Bij de traditionele cellen was het moeilijk om de streefwaarde volledig te halen i.v.m. capaciteitsproblemen van de scrubber.
De bewaartemperaturen van de cellen zijn volgens de streefwaarde gehandhaafd (Fig 3.5), waarbij er nauwelijks verschil was tussen de AQUILO- en de traditionele cellen.

Het vochtverlies van de cellen gedurende de bewaarperiode vertoonde in alle cellen een overeenkomstig patroon (Fig 3.9). Vanaf de start een wekelijkse daling tot week 50 en daarna een stabilisering. Het verlies in de AQUILO-cellen is in de periode tot maart significant lager dan in de traditionele cellen.

Het ethyleenniveau (Fig 3.10) in de cellen van beide systemen is gemiddeld per CA-systeem weergegeven omdat verschillen tussen herhalingscellen gering waren. Opvallend is het grote verschil in ethyleenniveau in beide systemen. In de AQUILO-cellen blijft de C_2H4- concentratie tijdens de bewaarperiode op ongeveer 40 ppm gehandhaafd, in de kalkcellen is sprake van een consequente ophoping tot 1000 ppm in februari. De ethyleenproduktie (Fig 3.8) gemeten in de kalkcellen geeft een behoorlijke variatie te zien. Dit is het gevolg van de hoge ethyleenconcentratie waarbij ophoping moeilijker te meten is. Wel is duidelijk dat de produktie in de kalkcellen wat hoger is dan in de AQUILO-cellen. Hierbij was de interactie behandeling en tijd significant.

De metingen omtrent koolzuurproduktie (Fig 3.7) in de cellen via de respiratiekamers zijn technisch goed verlopen. In het algemeen is het produktieniveau vergelijkbaar met de Schone van Boskoop-appelen in het respiratieonderzoek (vroege oogst).
Een tendens is dat de CO_2-produktie in de kalkcellen op een iets lager niveau ligt dan de AQUILO cellen. Tijdens diverse meetmomenten was dit verschil significant. Nagegaan is

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

of dit verschil verklaarbaar was door verschillende bewaarcondities in de cellen. De zuurstofgehalten bij aanvang van de respiratie meting (Fig 3.3) zijn incidenteel iets hoger dan in de traditionele cellen, één dag voor de meting (Fig 3.4) was dit structureel in de beginperiode wat hoger. De koolzuurgas gehalten waren tot en met januari duidelijk iets lager dan in de kalkcellen. Tot en met januari zou de lagere respiratie verklaarbaar zijn door het iets hogere zuurstofgehalte en iets lagere CO_2-gehalte. Echter na deze periode zijn de bewaarcondities overeenkomstig zodat de hogere respiratie in de scrubber/separator cellen een gevolg moet zijn van de behandeling.

Tabel 3.1. Gemiddelde CO_2-produktie van 2 herkomsten Schone van Boskoop-appelen uit separator- en kalkcellen na 4 dagen 15°C.

Object	Cel	$C0_2$-prod. maart	$C0_2$-prod. juni
Separator	31a	9.09	9.304
	32a	9.87	9.927
Kalkscrubber	31b	8.49	10.859
	32b	8.88	10.608

Dit resultaat wordt verder ondersteunt door de meting van de koolzuurproduktie tijdens nabewaring (Tabel 3.1). Appelen uit de Aquilo-cellen hadden in 21% zuurstof en 15°C ook een iets hogere respiratiesnelheid.
Ook bij de ademhalingsmetingen die met de complete cellen is uitgevoerd (Tabel 3.2) blijkt dat in de scrubber/separator cellen sprake is van een iets hogere respiratie.

Tabel 3.2 CO_2-produktie in van totale cellen uitgerust met een scrubber/separator en een kalkscrubber.

Object	$C0_2$-prod. ml/kg./uur
Scrubber/separator	0.955
Kalkscrubber	0.893

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

3.2.2. Resultaten produktkwaliteit

Gewichtsverliezen (Fig. 3.11). De gewichtsverliezen van alle cellen gemiddeld zijn in maart ongeveer 4% en in juni globaal 6.3%. Op beide beoordelingsmomenten waren de gewichtsverliezen in de AQUILO-cellen significant lager dan in de kalk gescrubde cellen. Het totale gewichtsverlies is een combinatie van vochtverlies en koolstofverlies door de ademhaling.
Stevigheid (Fig. 3.13). Ten opzichte van de inzet is de stevigheid aan het einde van de bewaarperiode van appelen uit de AQUILO-cellen gedaald met 38% gedaald, bij vruchten in de kalkcellen was dit 40% wat geen significant verschil was. Bij de beoordeling in maart was het verschil omgekeerd wat een klein maar significant verschil opleverde ten voordelen van het fruit uit de kalkcellen. In de nabewaringsperiode traden geen duidelijke verschillen op.
Grondkleur (Fig. 3.14) Bij de meting van de kleur a-waarde betekent een afname gelere vruchten. De beoordeling in maart waren appelen uit de AQUILO-cellen wat groener dan uit de kalkcellen. Echter na de totale bewaarperiode zijn er geen verschillen meer.
Ook in de nabewaarperiode ontstaan geen verschillen in grondkleur op het fruit uit de beide bewaarsystemen.
Rot (Fig. 3.12) Zowel bij de beoordeling in maart als in juni is de rotaantasting in de AQUILO-cellen iets lager dan in de kalkcellen, echter dit verschil is niet significant. Direkt na bewaring lijkt het percentage rotte vruchten in de AQUILO-cellen wat lager dan in de kalkcellen. Na 14 dagen in 20°C zijn de verschillen genivelleerd.
Scald. Een voor het onderzoek zeer belangrijke andere uitwendige afwijking nl. scald is nauwelijks geconstateerd, ook niet tijdens de nabewaarperiode. Het trad zelfs nauwelijks op na eerst een gekoelde periode gevolgd door nabewaring bij een heel hoge r.v.
Klokhuisbruin (Fig. 3.15) Het percentage klokhuisbruin was laag bij de beoordeling in maart in het fruit wat direkt uit de bewaring kwam. Er was een licht, zij het niet significant voordeel, voor de appelen uit de AQUILO-cellen. Bij beoordeling juni was er geen verschil meer. Tijdens de "shelflife" periode nam de hoeveelheid fors toe maar traden er geen significante verschillen op. Ook wanneer alleen de matige plus zware aantasting werd berekend (Fig. 3.16) dan traden nauwelijks verschillen op.
Inwendig stip (Fig. 3.17) De hoeveelheid stip die optrad direkt na bewaring in maart was laag, in juni duidelijk hoger. Op dit tijdstip waren de appelen uit AQUILO-cellen iets meer aangetast alhoewel dit verschil niet significant was.
Vruchtvleesbruin (Fig. 3.18) Het gemiddelde percentage vruchtvleesbruin ligt tijdens bewaring al op een hoog niveau, in maart en juni respectievelijk 15 en 20 %. In het algemeen is er geen sprake van een toename tijdens de shelflifeperiode. Het verschijnsel treedt vooral op bij een drietal herkomsten. Substantiële verschillen in aantasting door vruchtvleesbruin in beide bewaarsystemen zijn niet waargenomen.

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

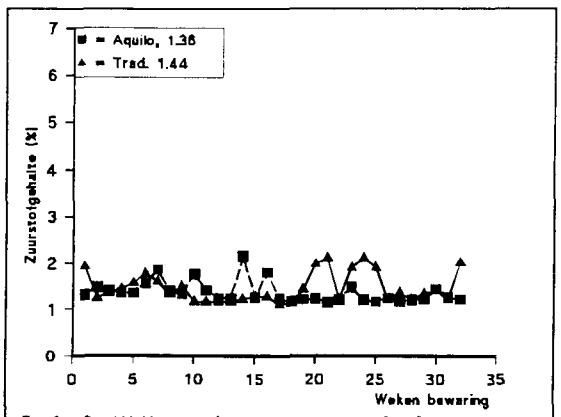


Fig. 3.1 Gemiddeld zuurstofgehalte per week in AQUILO- en kalkcellen.

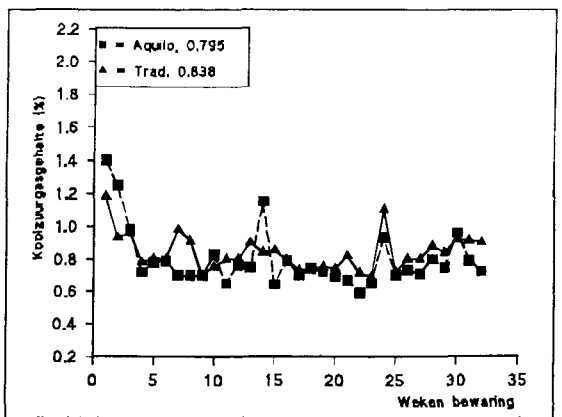


Fig. 3.2 Gemiddeld CO_2-gehalte in AQUILO- en kalkcellen per week.

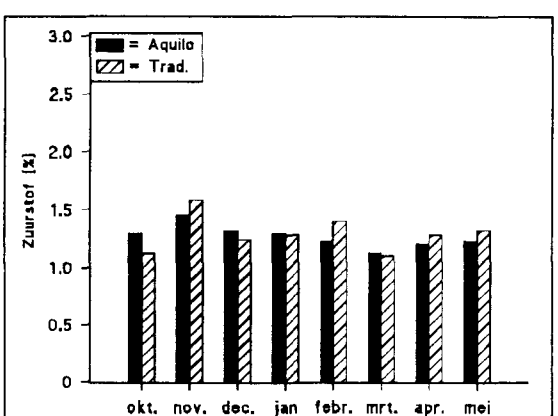


Fig 3.3 Percentage zuurstof bij start van de respiratiemeting.

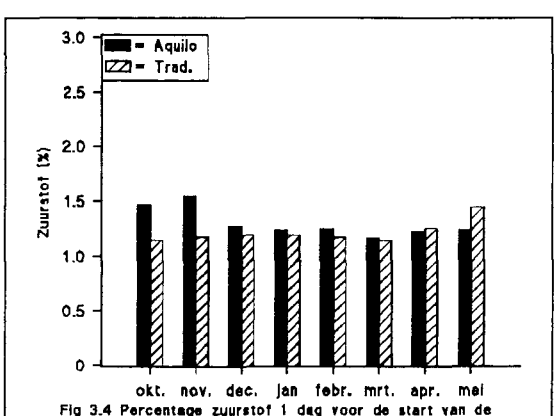


Fig 3.4 Percentage zuurstof 1 dag voor de start van de respiratiemeting

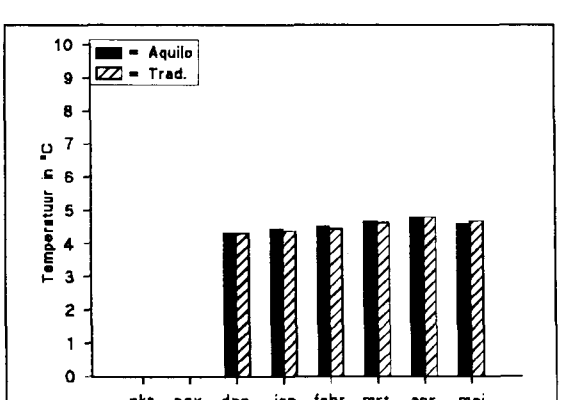


Fig. 3.5 Celtemperatuur bij de start van de respiratiemeting.

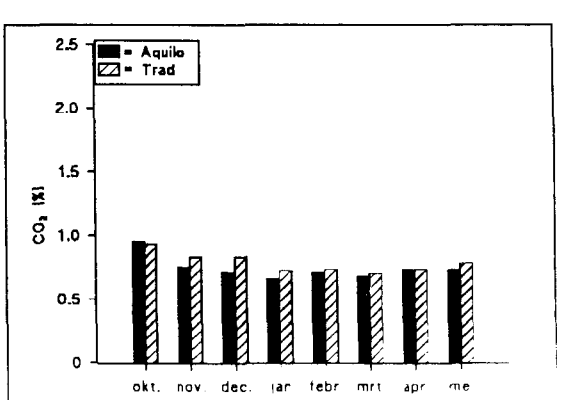


Fig 3.6 Percentage koolzuurgas bij de start van de respiratie meting

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

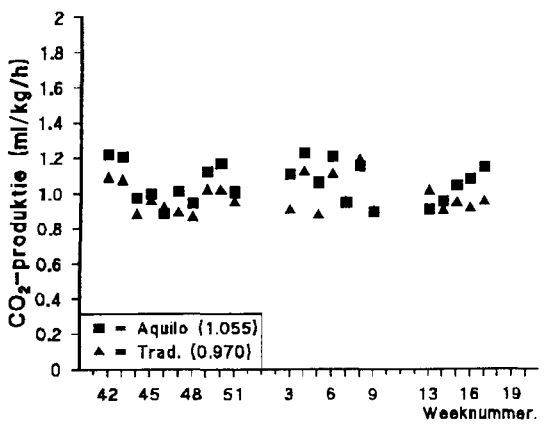


Fig 3.7 Gemiddelde CO_2-produktie per week van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

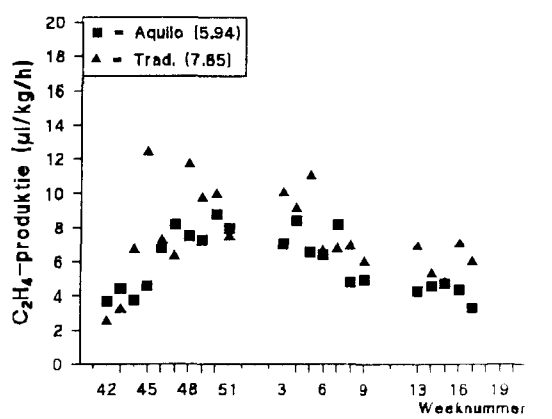


Fig 3.8 Gemiddelde ethyleenproduktie per week van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

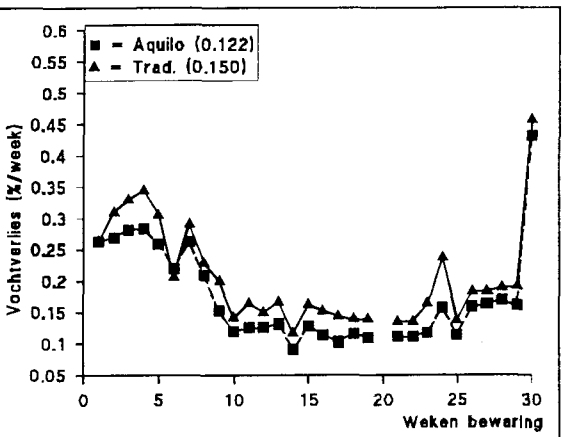


Fig 3.9 Gemiddelde vochtverliezen per week van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

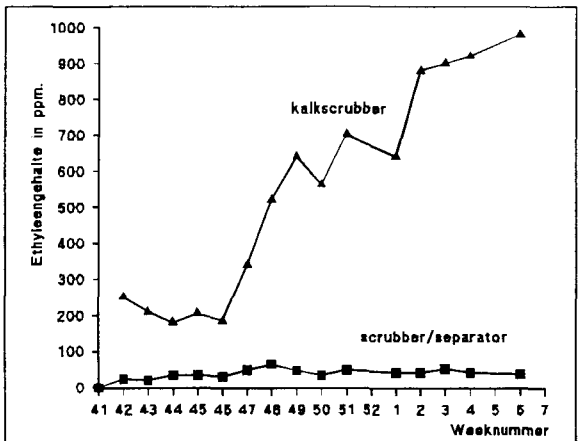


Fig 3.10 Gemiddelde ethyleenconcentratie per week van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

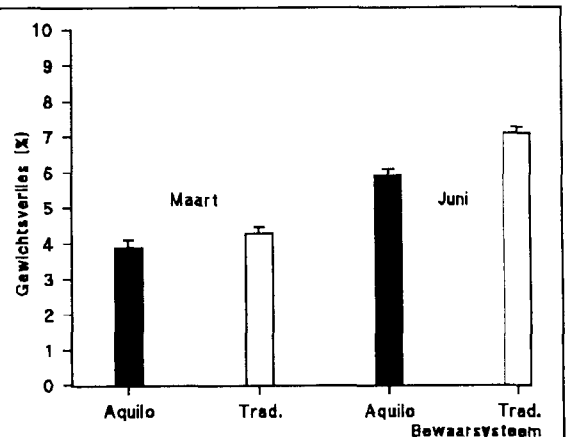


Fig. 3.11 Gewichtsverliezen in maart en juni van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

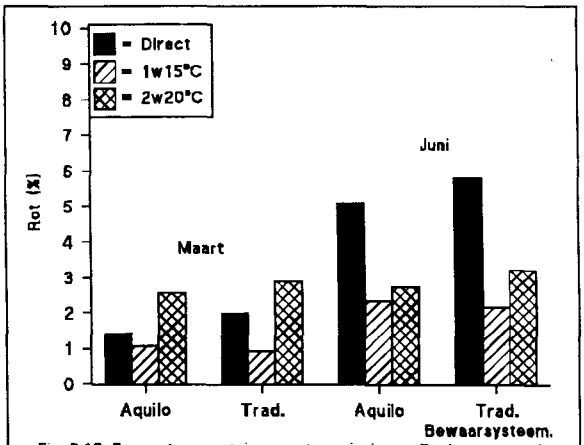


Fig 3.12 Percentage rot in maart en juni van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

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

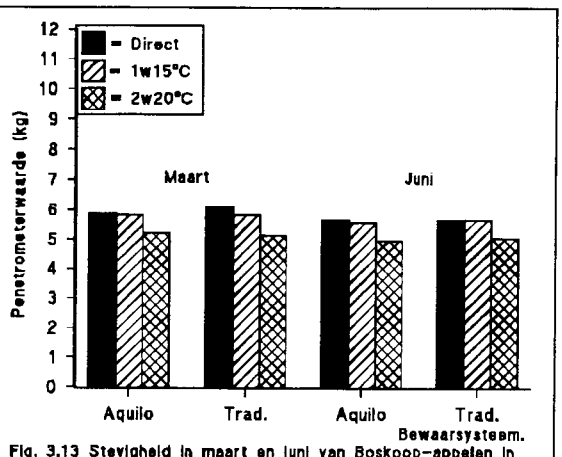


Fig. 3.13 Stevigheid in maart en juni van Boskoop-appelen in CA-bewaring

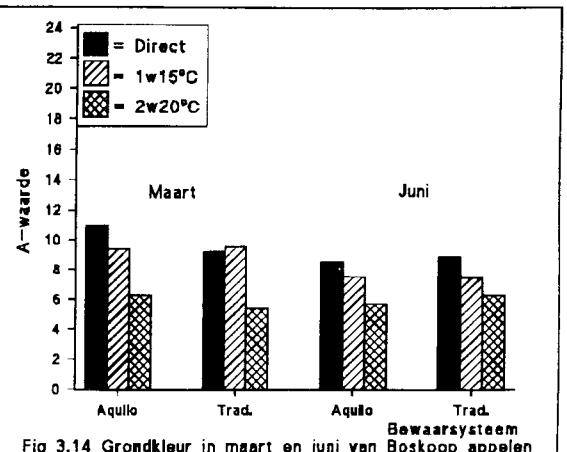


Fig 3.14 Grondkleur in maart en juni van Boskoop appelen in CA-bewaring

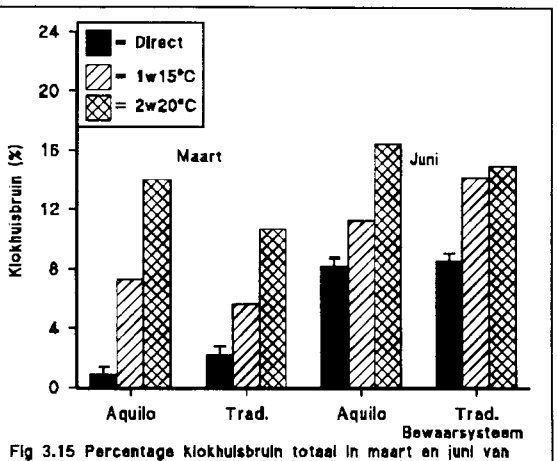


Fig 3.15 Percentage klokhuisbruin totaal in maart en juni van van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

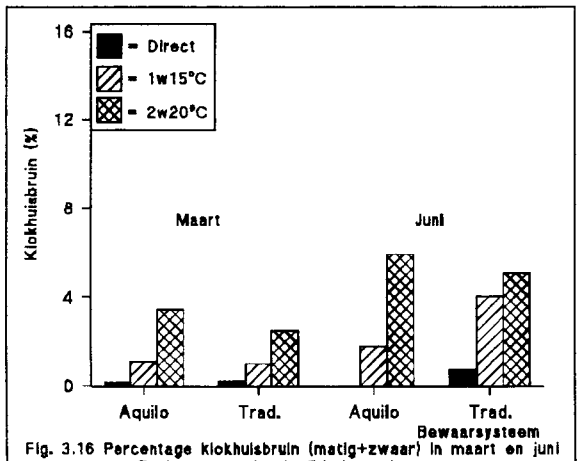


Fig. 3.16 Percentage klokhuisbruin (matig+zwaar) in maart en juni van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

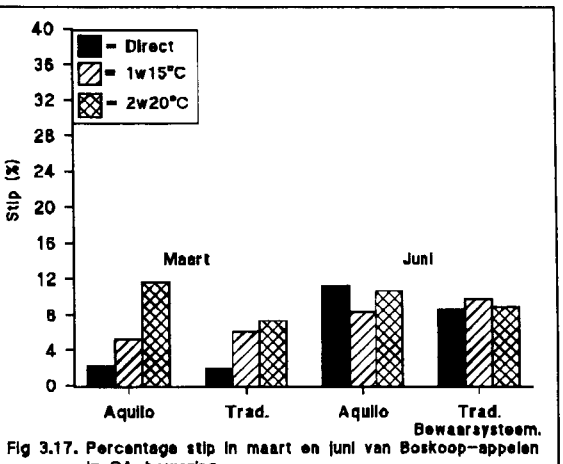


Fig 3.17. Percentage stip in maart en juni van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

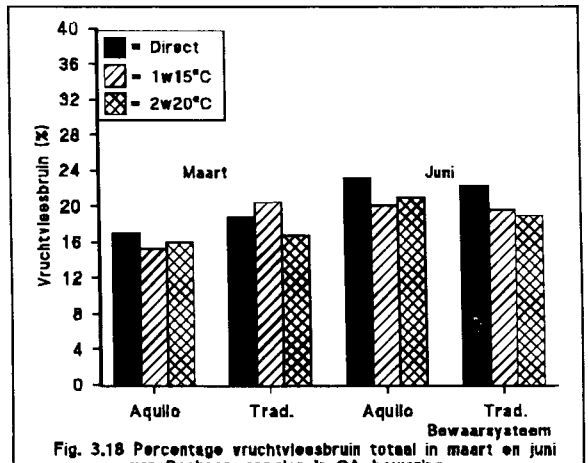


Fig. 3.18 Percentage vruchtvleesbruin totaal in maart en juni van Boskoop-appelen in CA-bewaring.

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

3.3 BESPREKING KWALITEITSONDERZOEK

3.3.1 Celklimaat

Voor de vergelijking van beide bewaarsystemen is het belangrijk dat de bewaarcondities overeenkomstig zijn. Uit de resultaten blijkt dat dit voor de zuurstof-en koolzuurcondities niet altijd het geval is geweest.
Gemiddeld over de hele bewaarperiode is het O_2-gehalte nagenoeg gelijk geweest in beide systemen, echter de perioden met een gehalte hoger dan de streefwaarde en de tijdsduur hiervan tijdens de bewaarperiode, was niet gelijk voor beide bewaarsystemen. Voor het CO_2-gehalte geldt hetzelfde, periodiek waren er ook verschillen. Echter gemiddeld was het koolzuurgasgehalte in de AQUILO-cellen iets lager. Niet alleen tussen beide systemen waren er verschillen in condities, ook de herhalingscellen waren soms verschillend door allerlei oorzaken. Het is niet gemakkelijk om aan te geven of dit gevolgen kan hebben voor het produkt. Bij de interpretatie van de onderzoekresultaten moet het voorgaande wel in acht genomen worden.
Het scrubber/separator systeem veroorzaakt verschillen in het bewaarklimaat. Door de apparatuur wordt in behoorlijke mate ethyleen afgescheiden waardoor de ethyleenconcentratie in de cellen uitgerust met de scrubber/separator veel lager was.
De lagere ethyleenconcentratie had geen merkbare voordelen op de produktkwaliteit. Om de rijping van het produkt uit te stellen is het noodzakelijk dat de ethyleenconcentraties nog veel lager zijn (Schaik 1994). Wel kan de eventuele aantasting door scald verminderen als het ethyleen gehalte lager is. Echter doordat het produkt in de bewaring geen scald vertoonde in beide bewaarsystemen kon dit niet worden nagegaan.
In CA-omstandigheden produceren Boskoop-appelen ongeveer 8µl/kg/uur ethyleen, wat in vergelijking met andere fruitrassen (Schaik 1993). Dat met de scrubber/separator de ethyleenconcentratie in de cel beperkt kan worden tot globaal 40 ppm. betekent dat de apparatuur behoorlijk ethyleen kan verwijderen uit cellucht. Voor andere rassen maar ook andere produkten kan dit mogelijkheden bieden om het ethyleengehalte in de cel laag te houden waardoor de rijping kan worden uitgesteld en/of vertraagd.
De lagere ethyleenconcentratie in de scrubber/separatorcellen leidde niet tot een lagere ademhalingsintensiteit van het produkt. Zelfs was de respiratie van het produkt in de separatorcellen meestal significant hoger. In de beginperiode van de bewaring kan dit deels het gevolg zijn van de incidenteel hogere zuurstof- ofwel lagere CO_2-gehalte. Echter ook bij gelijke condities was de ademhaling in de scrubber/separator cellen iets hoger. Gedurende de verdere bewaarperiode waren de condities van de cellen wel vergelijkbaar en bleef de respiratie wat hoger. Dit werd nog verder ondersteund door de ademhalings metingen van de gehele cellen en de metingen tijdens de shelflife periode.
Geconstateerd moet worden dat het produkt in scrubber/separator cellen een iets hogere ademhaling vertoonde. Door welke factor in het celklimaat dit wordt veroorzaakt is niet duidelijk.
Duidelijk is vastgesteld dat het condenswaterverlies van vocht via de warmtewisselaar in de AQUILO-cellen lager is dan in de traditionele cellen. Als dit echter gecompenseerd wordt met de suppletie van vocht via de separator zijn de verschillen tussen de

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

bewaarsysstemen nog maar gering.
De werkelijke gemeten gewichtsverliezen van het produkt zijn in de AQUILO-cellen significant lager ondanks het hogere koolstofverlies. Waarom het fruit in de kalkcellen meer vocht verliest dan in de separator-cellen is niet duidelijk. Mogelijk wordt in de kalk ook vocht opgenomen. Concreet is vastgesteld is dat de kalk, per cel, een gewichtstoename vertoonde (20%) wat ongeveer het extra gewichtsverlies in de kalkcellen kan verklaren van 1%. Echter het is logischer dat de gewichtstoename van de kalk wordt toegeschreven aan de koolstofopname. De totaal geproduceerde hoeveelheid koolzuurgas is globaal evenredig met de gewichtstoename van de kalk.

Tabel 3.3 Overzicht invloed scrubber/separator t.o.v. kalkscrubber op celklimaat- en kwaliteitsaspecten.

Kwaliteitsaspect	**Aquilo**
Ethyleenproduktie	+
Ethyleenconcentratie	++
Ademhaling	-
Gewichtsverlies	+
Grondkleur	+/-
Stevigheid	+/-
Rot	+/-
Klokhuisbruin	+
Vruchtvleesbruin	+/-
Scald	?

3.3.2 Bespreking produktkwaliteit

Bij de kwaliteitsbeoordeling kunnen we 2 hoofdzaken onderscheiden namelijk de parameters die verband houden met rijping/veroudering en de bewaarziekten.
Omtrent de rijping betreft dit de stevigheid en de grondkleur van het produkt. Stevigheidsverlies wordt veroorzaakt door de afbraak van de primaire- en secundaire celwand waardoor het weefsel een lossere structuur krijgt. De stevigheid heeft een nauwe relatie met de smaakwaardering door de consument. Er is geen betrouwbaar verschil gevonden tussen de appelen bewaard in beide systemen. Te verwachten was dat de hogere ademhaling in de AQUILO-cellen een iets lagere stevigheid tot gevolg zou hebben. Wat betreft de grondkleur waren er eveneens nauwelijks verschillen tussen de celtypen. Dit betekent dat het klimaat gegenereerd door het Aquilo-systeem geen voordelen biedt qua rijping maar anderzijds ook geen nadelen.

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

Aantasting door rot wordt o.a. veroorzaakt door zwakte van het vruchtweefsel, beschikbaarheid van schimmelsporen en externe factoren zoals luchtvochtigheid in de cel. De rotaantasting was iets lager in de AQUILO-cellen. Omdat er nauwelijks rijpheidsverschillen waren tussen beide bewaarsystemen en de luchtvochtigheid in de kalkcellen zelfs iets lager moet zijn geweest kan de hoeveelheid schimmelsporen misschien de oorzaak zijn geweest van het overigens kleine verschil in rotaantasting.
Klokhuisbruin bij Boskoop-appelen wordt veroorzaakt door een structurele desorganisatie van de cel als gevolg van oxidatie van membraanlipiden (Feys 1985). Diverse factoren in de bewaring hebben invloed op deze vorm van bederf zoals O_2 en CO_2-gehalte en de luchtvochtigheid in de cel. In de AQUILO-cel is de aantasting iets lager dan in de kalkcellen. Welke factor hier debet aan is wordt niet duidelijk. Echter de verschillen tussen de cellen zijn marginaal, zeker als de mate van aantasting hierbij wordt betrokken.
Het optreden van vruchtvleesbruin wordt veroorzaakt door ofwel een te lage bewaar temperatuur ofwel veroudering. Omdat tijdens de nabewaarperiode de aantasting niet toenam kan worden geconcludeerd dat er sprake was van lage temperatuurbederf. In het seizoen 1993-1994 vertoonden diverse rassen een verhoogde gevoeligheid inclusief Boskoop-appelen. Het bederf trad voornamelijk op bij enkele herkomsten. Invloed van het bewaarsysteem was er nauwelijks, alleen bij de beoordeling in maart was er een licht voordeel voor het AQUILO-systeem.
Stip, dat voornamelijk het gevolg is van een verkeerde nutriëntensamenstelling van het produkt, kwam alleen na de maximale shelflife-periode iets meer voor in het produkt bewaard in de AQUILO-cellen.
In het algemeen kan vastgesteld worden dat het Aquilo-systeem kleine voordelen biedt ten aanzien van celklimaat en produktkwaliteit (Tabel 3.3). De voordelen zijn niet bijzonder groot maar kunnen eventueel groter zijn als ook scaldaantasting gereduceerd zou worden zoals uit onderzoek in de USA is gebleken (Dilley 1990). Mogelijkerwijs zou deze bewaarziekte in het AQUILO-systeem minder optreden vanwege de suppletie van volatiles. In de appelen trad geen scald op ondanks diverse stimulerende maatregelen.

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

3.4 CONCLUSIES KWALITEITSONDERZOEK

Geconcludeerd kan worden dat behoudens incidentele problemen het klimaat- en kwaliteitsonderzoek technisch geslaagd is. Helaas trad de bewaarziekte scald in dit onderzoek niet op ondanks de gevoeligheid van het appelras Schone van Boskoop voor deze bewaarziekte. De eventuele scaldreductie van het AQUILO-systeem was een belangrijk uitgangspunt in dit onderzoek.
Ten opzichte van de kalkscrubber genereert de scrubber/separator een ander klimaat in CA-cellen. Vooral het ethyleenniveau was veel lager in de cellen door suppletie van de apparatuur. Ook de ethyleenproduktie van appelen had een iets lager niveau in de scrubber/separatorcellen. Daarentegen was de CO_2-produktie in de AQUILO-cellen gemiddeld iets hoger. De gewichtsverliezen van appelen uit het AQUILO-syteem waren duidelijk minder door het lagere vochtverlies.
De invloed van de scrubber/separator op de kwaliteitskenmerken gerelateerd aan rijpheid was gering. Stevigheid en grondkleur van appelen uit de scrubber/separator cellen was nauwelijks verschillend t.o.v. vruchten uit de kalkcellen.
Het percentage rot was in het AQUILO-systeem iets lager dan in het traditionele systeem. Qua inwendige afwijkingen kwam iets minder klokhuisbruin voor en was het optreden van vruchtvleesbruin nagenoeg gelijk.

Ondanks het ontbreken van informatie over scaldreductie kan toch gesteld worden dat het bewaarklimaat gegenereerd door het AQUILO-systeem voordelen biedt waardoor de produktkwaliteit iets beter is dan in het traditionele systeem. De sterke vermindering in van de ethyleenconcentratie in de cel is een belangrijk voordeel.

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

4.0 TECHNISCH ONDERZOEK

De doelstelling bij dit onderzoek betrof de eigenschappen van de apparatuur inzake energieverbruik, invloed op de koelbelasting van de cel en de variatie in de bewaarcondities. Het energie verbruik is een kritische norm voor acceptatie in de praktijk omdat de apparatuur continu werkt via een compressor. Hierdoor kan het verbruik in specifieke omstandigheden aan de hoge kant kan zijn. Echter het is de vraag of in dit onderzoek in semi-praktijk omstandigheden een relevant antwoord mogelijk is.
Het onderzoek naar de variatie in bewaarcondities is vooral belangrijk voor het zuurstofgehalte. Bij een kleine variatie is de kans op produktschade minder en is het eventueel mogelijk om lagere zuurstofgehalten toe te passen (optimaliseringsonderzoek).
Uiteraard is de invloed van de scrubber/separator op de koelbelasting van groot belang in verband met de energiehuishouding van de koelcel.

4.1 MATERIAAL EN METHODEN

Het technische gedeelte van dit onderzoek bestaat uit een vergelijking van de koelbelasting, energieverbruik en de stabiliteit van de CA-condities met een conventioneel systeem uitgerust met een kalk-scrubber.

Om de koelbelasting van het AQUILO-systeem en de kalk-scrubber te kunnen vergelijken is aan de in- en uitgangskant van de warmtewisselaar in elke cel de temperatuur T en de vochtigheid RV gemeten. Met deze metingen kan de energie-inhoud (de enthalpie H) van de lucht gemeten worden (zie bijlage Enthalpie-berekeningen). Het verschil in enthalpie tussen de in- en uitgangskant van de warmtewisselaar is dan de totale koelbelasting van de cel.
De totale koelbelasting van de cel wordt afgevoerd d.m.v. de koeling. De koelbelasting wordt gevormd door de som van de volgende warmtebronnen:

1. warmte-ontwikkeling in het produkt t.g.v. ademhaling
2. instraling van buiten door de celwand
3. warmte-ontwikkeling t.g.v. de aanzuigventilator van de kalk-scrubber
4. warmte-ontwikkeling t.g.v. de CA-conditioneringsapparatuur

ad. 1

Hier is binnen het fysiologisch onderzoek naar gekeken. Oorspronkelijk werd verondersteld dat deze voor de beide conditioneringsapparaten gelijk zou zijn. Dit bleek niet het geval te zijn.

ad. 2

Deze is onafhankelijk van het gekozen systeem en wordt voor elke cel gelijk geacht. Er is vooralsnog geen reden om hiervan af te wijken.

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

ad. 3

Bij de AQUILO-separator is geen aanzuigventilator nodig, maar deze heeft wel gedraaid tijdens de proef tot mei '94, zonder aangesloten te zijn geweest op de pijp naar de separator toe. Bij de berekening moet hiervoor dus wel gecorrigeerd worden. Omdat de ventilator bij de kalkscrubber wel aangesloten was op de pijp naar de scrubber toe, werd (een deel van) de warmte meteen afgevoerd.

ad.4

Dit is de onbekende grootheid. Het AQUILO-systeem heeft behalve een temperatuurtoename van de stroom ook een sterk drogend effect op de stroom. Het netto-effect hangt van de specifieke omstandigheden af, maar kan koelend zijn i.p.v. warmte-toevoegend.

De oorspronkelijke opzet was om voor en na de warmtewisselaar T en RV te meten. Een RV-meting in het interessante RV-gebied (boven de 90%) is echter zo onnauwkeurig dat de te verwachten fout in de meting groter is dan het verschil in RV tussen de in- en uitgang van de warmtewisselaar. Het resultaat is dat de fout in het berekende enthalpie-verschil van de orde van grootte van het enthalpie-verschil zelf is. Deze methode is dan ook onbetrouwbaar. Daarom is gekozen voor een andere benadering.
Gedurende de hele proef is gemeten hoeveel vocht de warmtewisselaar heeft afgegeven. Tijdens de proef in mei is dit voor elke dag afzonderlijk gemeten. In combinatie met de ingestelde flow door de warmtewisselaar is uit te rekenen hoe groot de afname is van de absolute luchtvochtigheid X van de luchtstroom door de warmtewisselaar. Op basis van T en dX (de afname van X) is dan δH (de afname van H) uit te rekenen.
Daarnaast is gedurende de laatste proef in mei '94 de temperatuur van de lucht in de pijpen naar de AQUILO- en kalkscrubbers toe en terug naar de cellen gemeten om beter te kunnen begrijpen wat energetisch met de lucht tijdens het scrubben gebeurt.
Bovendien is tijdens deze proef m.b.v. een urenteller op elke cel afzonderlijk per dag bijgehouden hoe lang elke cel gescrubd werd en elke dag is nauwkeurig de vochtafgifte genoteerd.

Om de stabiliteit van de opslagcondities te bepalen zijn voor de vier cellen achter elkaar de CO_2- en O_2-concentraties gemeten. Deze meting is geschikt voor een kwalitatieve meting. Voor een goede kwantitatieve meting is de ijking een probleem. Een extra moeilijkheid is dat de gasmetingen temperatuurafhankelijk zijn. Omdat de meetapparatuur niet in een geconditioneerde ruimte staat kunnen metingen in de tijd een niet-constante afwijking vertonen. Bovendien heeft de apparatuur een lange stabiliseringstijd nodig. Als op een andere cel wordt overgegaan is het gas in de slangen en het apparaat niet gelijk aan het gas in de nieuwe meet-cel.

Een temperatuurmeting in het midden van het produkt moet aangeven in hoeverre eenzelfde temperatuur wordt gerealiseerd in de vier cellen.
Het energieverbruik van het AQUILO-systeem is gemeten m.b.v. een kWh-meter in combinatie met het aantal draaiuren gedurende de hele periode.

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

4.2 RESULTATEN TECHNISCH ONDERZOEK

Gedurende de periodes 16 t/m 21 november 1993, 11 t/m 16 februari 1994 en 16 t/m 24 mei 1994 is voor de vier CA-cellen de koelbelasting bepaald. De resultaten staan in de grafieken 1, 2 en 3. De cellen 31A en 31B staan aan één kant van de bewaarruimte en 32A,-B aan de andere kant. Als alleen 31A en -B onderling vergeleken worden in de eerste twee perioden en daarnaast 32A en -B onderling, dan valt op dat de cellen met een kalk-scrubber een grotere koelbelasting vertonen dan de cellen met het AQUILO-systeem. Alleen bij de cellen 32A en -B is gedurende een aantal dagen in februari de koelbelasting nagenoeg gelijk. In de laatste periode vertoont het AQUILO-systeem een hogere koelbelasting.

Gedurende de periode 16 t/m 24 mei is tevens de temperatuur in de buizen naar de scrubbers toe en terug naar de cellen gemeten. De resultaten staan in grafiek 4. De kalk-scrubber is de scrubber van cel 31B. De temperaturen van en naar de kalk-scrubber van cel 32B zijn ook gemeten en vertonen een gelijk beeld als de metingen van 31B. Alle temperaturen zijn dicht bij de scrubber gemeten. Uit temperatuurmetingen van de omgevingslucht rond de buizen blijkt dat deze temperatuur gelijk is aan de ingaande luchtstroom van het AQUILO-systeem en de uitgaande stroom van de kalk-scrubber. De ingaande lucht van de kalk-scrubber is ongeveer 4 graden kouder dan de omgeving en de uitgaande luchtstroom van het AQUILO-systeem is ongeveer 3 tot 6 graden warmer dan de omgeving. Halverwege de proef is een storing geweest. De scrubbers hebben meer dan een etmaal niet gewerkt. De temperatuur is op dat moment gelijk aan de omgeving. Na de storing heeft de kalkscrubber continu gedraaid. Voor de storing is deze twee keer een korte periode uit geweest.

Tijdens de laatste proef is m.b.v. een urenteller op elke cel bijgehouden hoe lang de cellen gescrubd werden. De resultaten staan in grafiek 5. De scrubber/separator cellen vertonen exact evenveel draaiuren. De kalkcellen hebben globaal drie keer zoveel draaiuren nodig tijdens deze proef. Na de storing halverwege de proef werden de beide kalk-cellen continu gescrubd.

Het vochtverlies tijdens de laatste proef is weergegeven in grafiek 6. Hierbij is ook rekening gehouden met het vochtverlies van ca. 6 g/m^3 dat via het AQUILO-systeem onttrokken wordt. Het betreft dus de totale vochtontrekking uit de cellen.

Om de stabiliteit te onderzoeken zijn gedurende de periode van 4 t/m 9 februari 1994 achtereenvolgens in de vier cellen de concentraties CO_2 en O_2 gemeten. De resultaten van cel 31B en 32A staan in grafiek 7. Van 16 t/m 24 mei 1994 is deze meting voor de cellen 31A en 31B herhaald. De resultaten hiervan staan in grafiek 8. De korte-termijn fluctuaties tijdens de eerste meting zijn bij de kalk-scrubber langer en vertonen een grotere uitslag dan bij het AQUILO-systeem. Vanwege een storing tijdens de tweede meetperiode is de concentratie CO_2 in cel 31B te hoog geweest waardoor tijdens de meting de laatste vier dagen continu gescrubd werd. Hierdoor kan tijdens de laatste proef niet een stabiele

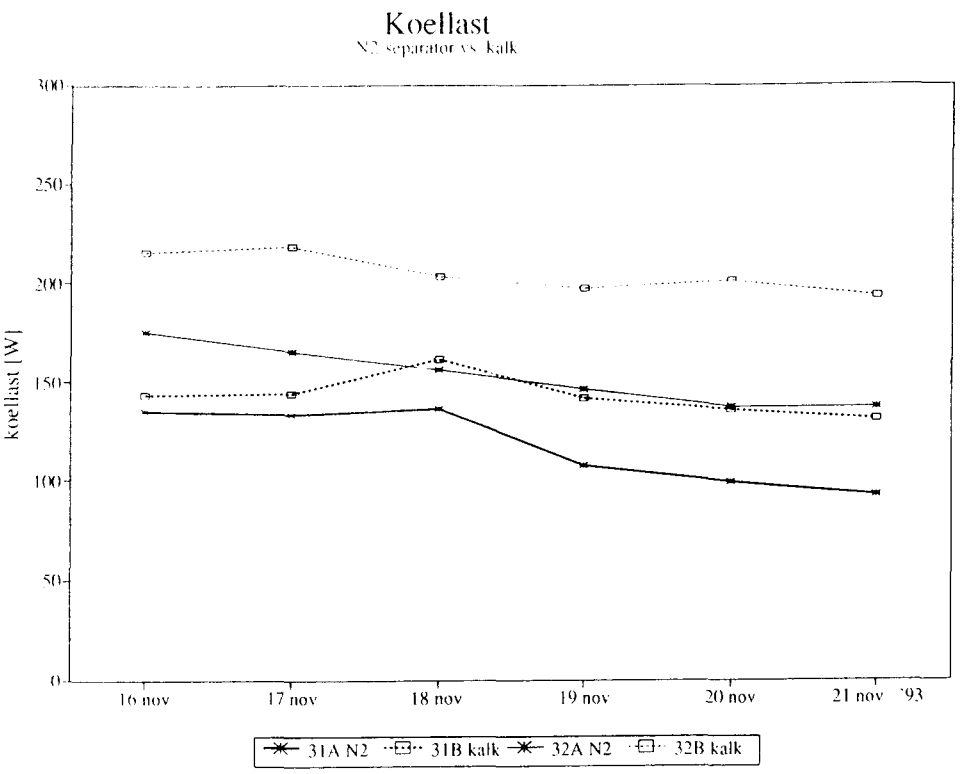
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit verslag mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO

situatie vergeleken worden met het AQUILO-systeem. In verband met de problemen die bij 'Materiaal en methoden' al zijn aangegeven is het moeilijk om op basis van deze metingen een statistische uitspraak te doen.

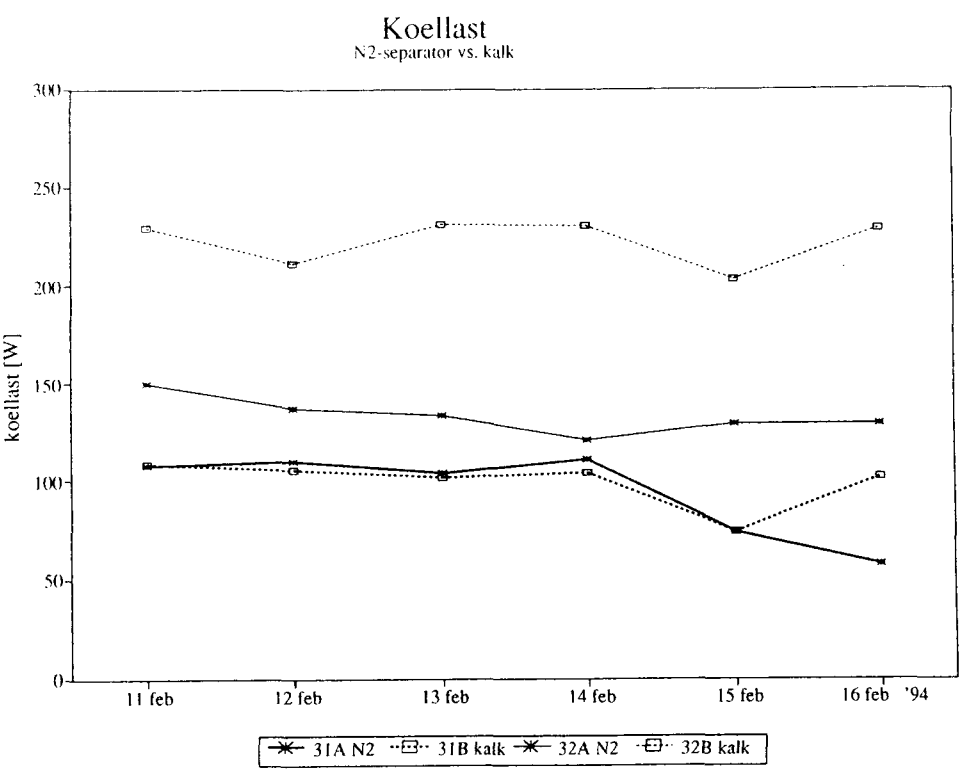
De resultaten van de hart-metingen, temperatuurmetingen in het midden van het produkt, staan in de grafieken 9 en 10. In de perioden 3 t/m 9 februari 1994 en 16 t/m 24 mei 1994 is dit gemeten. De hart-temperatuur in de vier CA-cellen schommelt rond de 4.5 °C. Alle cellen vertonen een gelijk stabiel gedrag.

Het energieverbruik en het aantal draaiuren van het DELAIR-systeem voor de twee CA-cellen (31A en 32A) is in grafiek 11 uitgezet. Het aantal draaiuren van 8 oktober 1993 tot en met 20 mei 1994 bedraagt 2870 uur. Het energie verbruik in dezelfde periode is 8410 kWh. Dit komt overeen met een gemiddeld opgenomen vermogen van ca. 2.9 kW gedurende gemiddeld 12.8 uur per dag voor beide cellen.

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

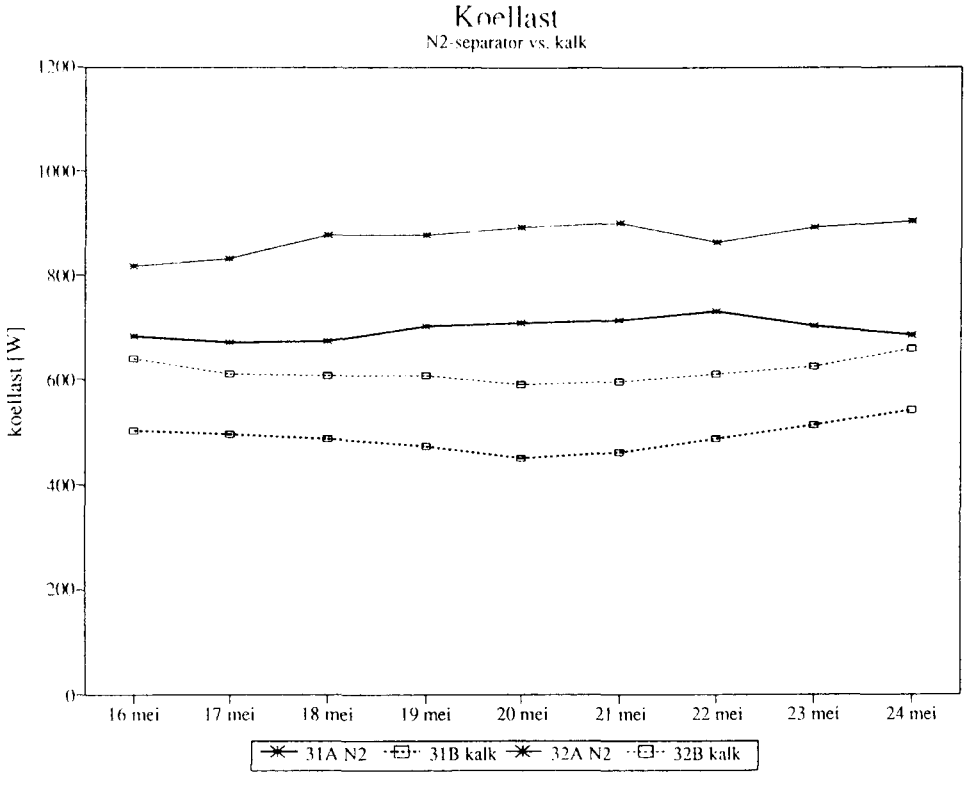


grafiek 1: Vergelijking van de koelbelasting tussen cellen met N2-separator en kalk-scrubber in nov.

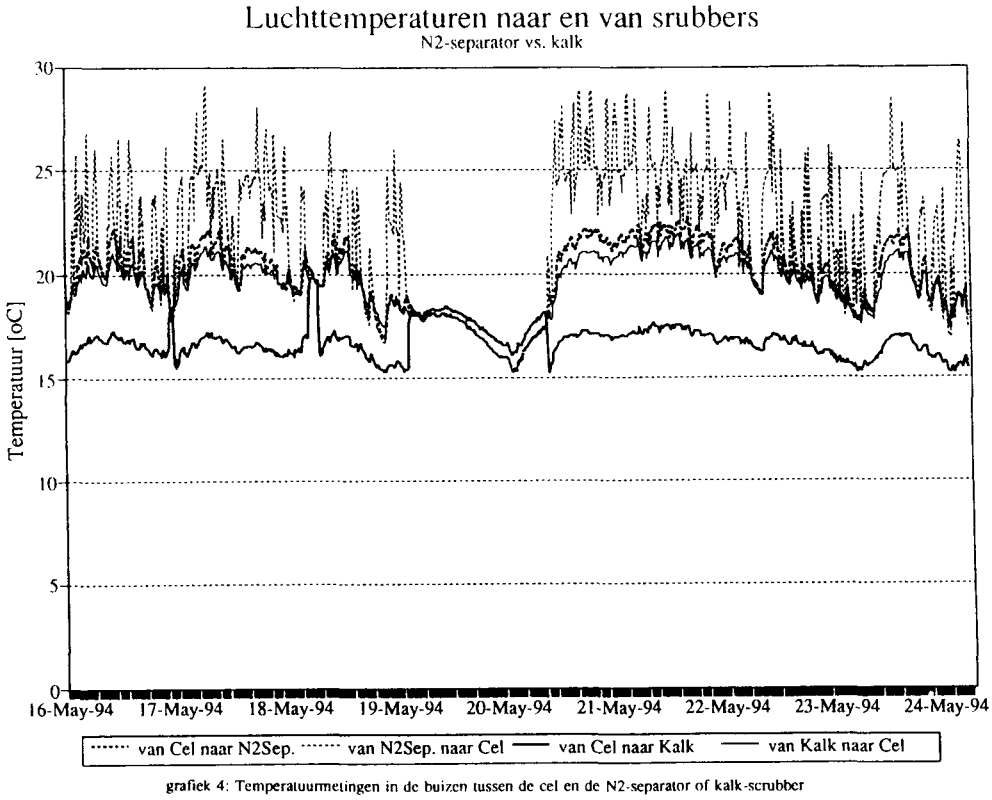


grafiek 2: Vergelijking van de koelbelasting tussen cellen met N2-separator en kalk-scrubber in feb.

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

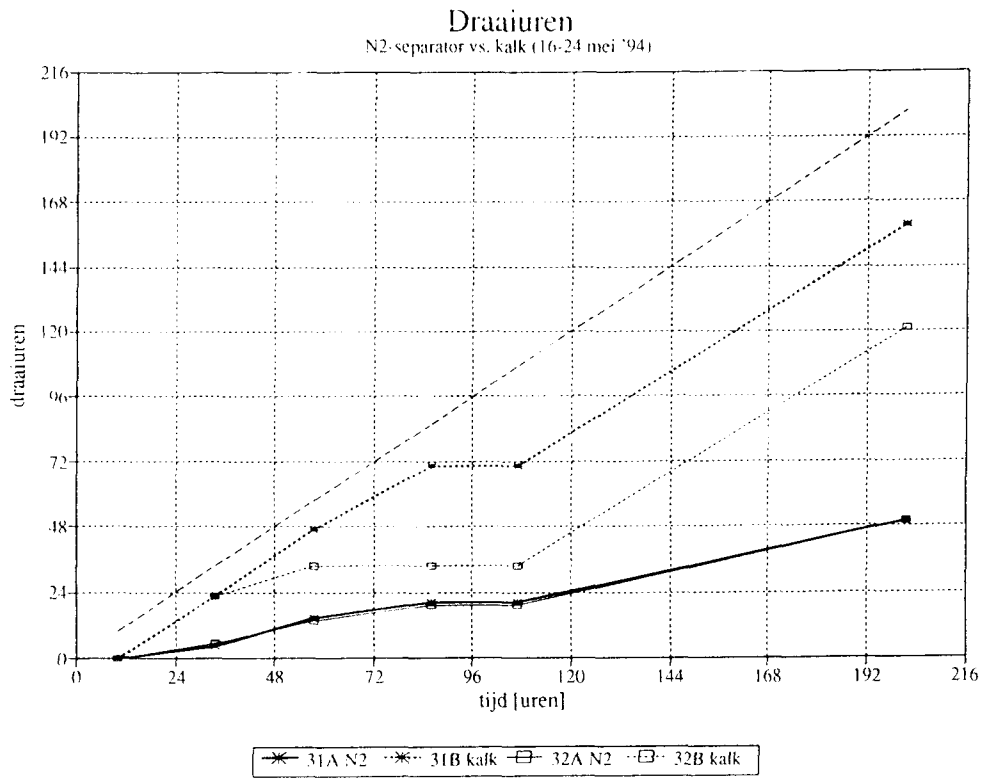


grafiek 3: Vergelijking van de koelbelasting tussen cellen met N2-separator en kalk-scrubber in mei

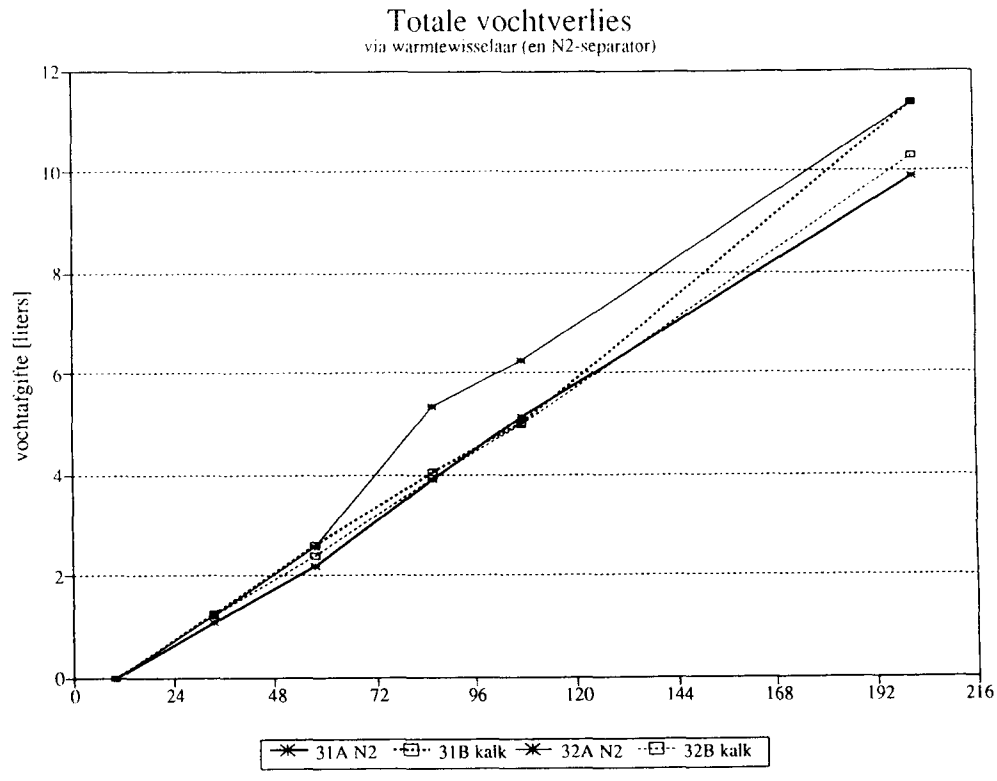


grafiek 4: Temperatuurmetingen in de buizen tussen de cel en de N2-separator of kalk-scrubber

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

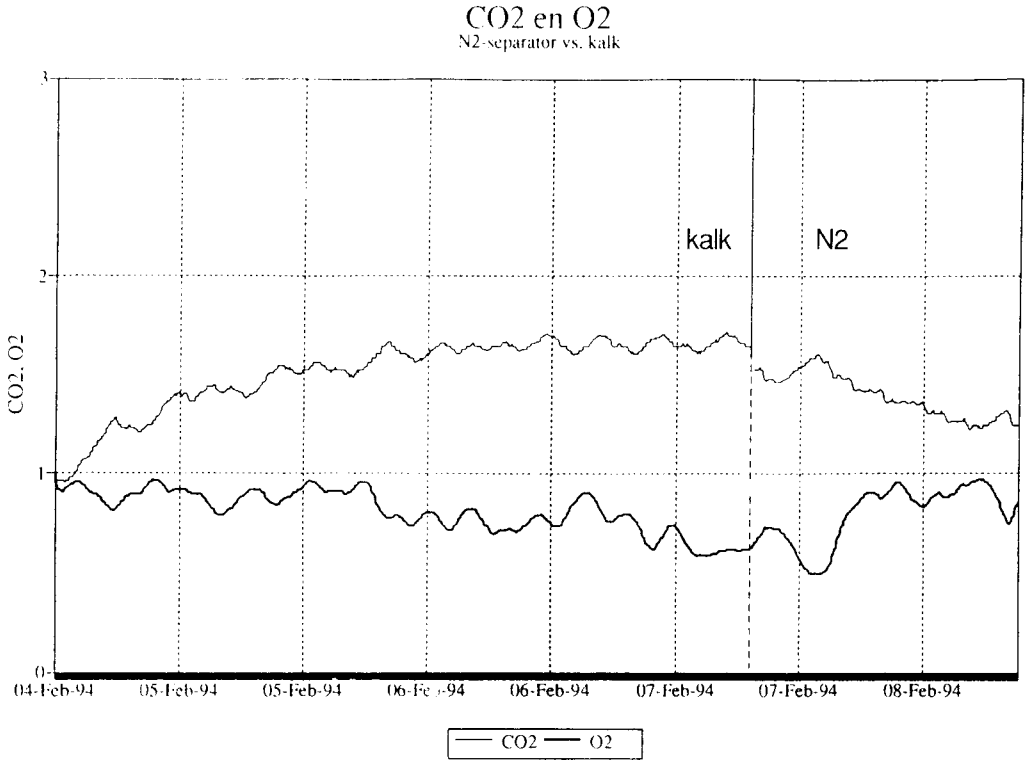


grafiek 5: Het aantal uren dat een cel gescrubd wordt, uitgezet tegen de tijd

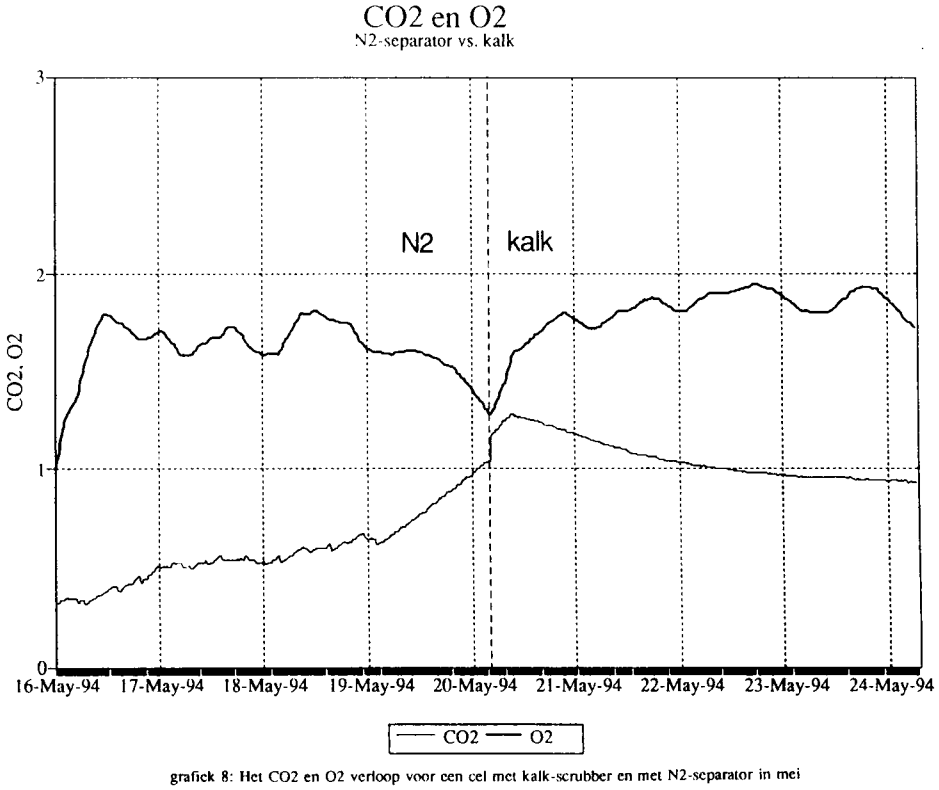


grafiek 6: Het vochtverlies tijdens de proef in mei, uitgezet tegen de tijd in uren

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

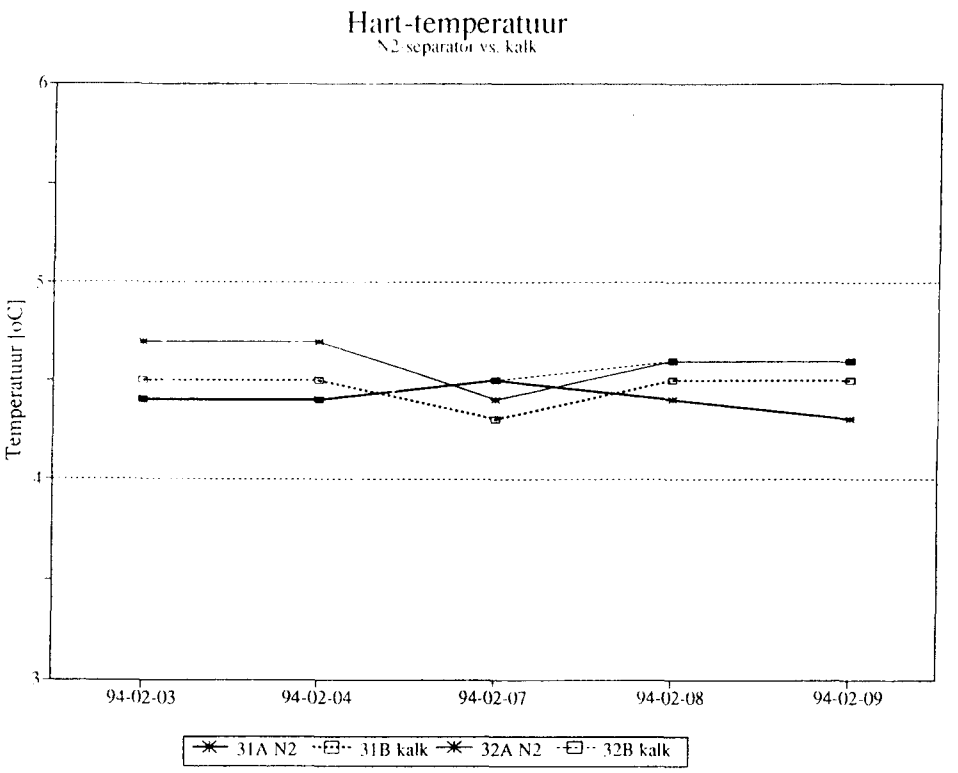


grafiek 7: Het CO2 en O2 verloop voor een cel met kalk-scrubber en met N2-separator in feb.

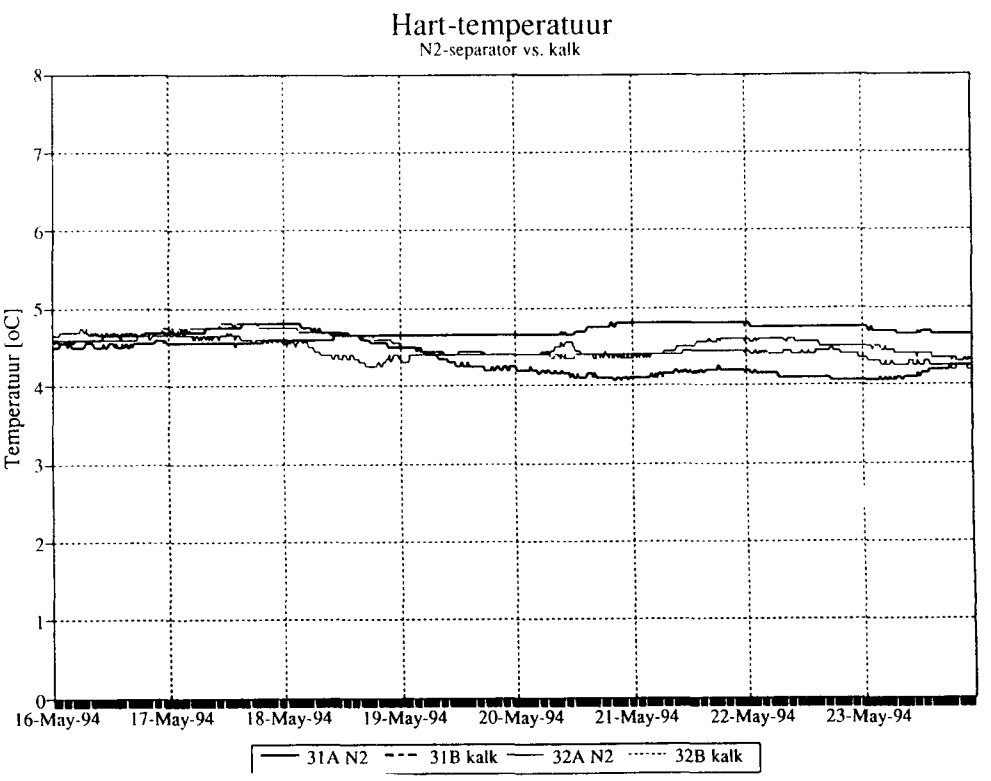


grafiek 8: Het CO2 en O2 verloop voor een cel met kalk-scrubber en met N2-separator in mei

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

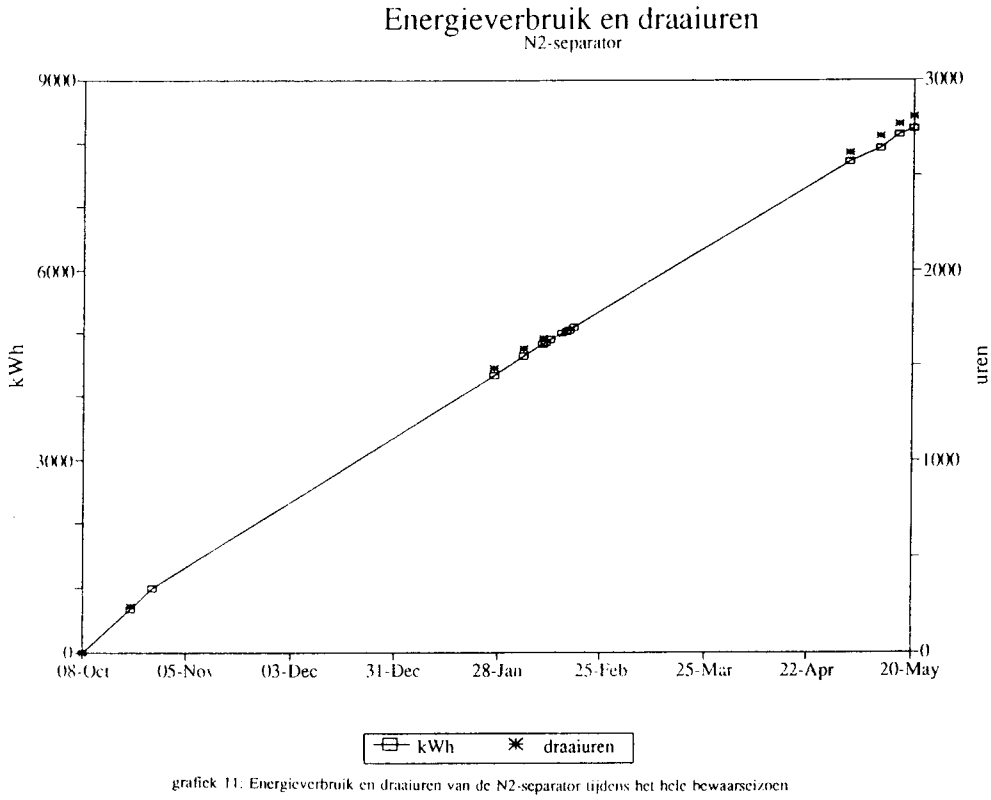


grafiek 9: Temperatuurmetingen in het midden van het produkt voor alle cellen in feb.



grafiek 10: Temperatuurmetingen in het midden van het produkt voor alle cellen in mei

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



grafiek 11: Energieverbruik en draaiuren van de N2-separator tijdens het hele bewaarseizoen

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

4.3 DISCUSSIE TECHNISCH ONDERZOEK

Het AQUILO-systeem vertoont tijdens de proeven van november en februari een lagere koelbelasting. Een verklaring hiervoor kan gevonden in de metingen die in de pijpen naar de scrubbers toe en weer terug naar de cel zijn gedaan.
Als de lucht in de pijp het AQUILO-systeem bereikt, heeft deze al de temperatuur van de omgeving aangenomen, terwijl dit bij de kalk-scrubber niet het geval is. Hieruit volgt dat de flow door het AQUILO-systeem significant lager is dan de flow door de kalk-scrubber. De lucht uit het AQUILO-systeem is geregeld meer dan 5 graden opgewarmd, maar zal bij de cel aangekomen weer de temperatuur van de omgeving hebben, net zoals dat op het traject naar het AQUILO-systeem toe het geval is. Ook de teruggaande lucht uit de kalk-scrubber heeft de temperatuur van de omgeving aangenomen. Daarbij komt dat het vochtgehalte van de retourlucht uit het AQUILO-systeem praktisch 0 [g/kg] is waardoor de enthalpie van deze retourlucht ondanks de hogere temperatuur zelfs lager kan liggen dan de enthalpie van de lucht in de cel. Één en ander hangt af van de exacte flow en omgevingstemperatuur van de cel. Bovendien heeft de verdampingsenergie van het vocht dat in het AQUILO-systeem onttrokken wordt een koelend effect op de inhoud van de cel. Dit koelvermogen bedraagt 16.6 W bij een (hoge) flow van 4.4 m^3/h.
Behalve dat de enthalpie-inhoud van de retourlucht van het AQUILO-systeem lager is dan van de kalk-scrubber, hoeft het AQUILO-systeem, i.t.t. een kalk-scrubber, ook geen gebruik te maken van een warmteproducerende ventilator in de cel.
Een andere oorzaak van het verschil in de koelbelasting tussen de beide conditioneringssystemen kan de ademhaling zijn. Het fysiologisch onderzoek heeft echter aangetoond dat de ademhaling in de AQUILO-cellen iets groter is dan de ademhaling in de cellen met de kalk-scrubber. Dit impliceert dat het verschil in warmte-ontwikkeling tussen de beide conditioneringssystemen nog groter is dan het aangetoonde verschil in de koelbelasting tijdens de eerste twee proeven.
Tijdens de proef in mei vertonen de door AQUILO gescrubde cellen een hogere koelbelasting. Een verklaring hiervoor is vooralsnog onbekend. Dit wordt ondersteund door de hogere ademhaling.
De cellen 31 vertonen tijdens alle drie de proeven een lagere koelbelasting dan de cellen 32 die aan de andere kant van het gebouw staan. De CA-cellen zijn allemaal hetzelfde uitgerust. Het verschil is vooralsnog niet te begrijpen.

De CO2- en O2-concentratie-fluctuaties zijn bij de kalk-scrubber langer en vertonen een grotere uitslag. Een verandering van concentratie kan bij AQUILO sneller bijgesteld worden. Dit is logisch gezien het feit dat de conditioneringscapaciteit van de kalk-scrubber kleiner is dan de capaciteit van het geïnstalleerde AQUILO-systeem.

De gemeten hart-temperaturen, rond de 4.5°C, liggen zo dicht bij elkaar dat wat de temperatuur betreft de vier CA-cellen goed met elkaar vergeleken kunnen worden. Ook kan hier niet de oorzaak gevonden worden van de afwijkende koelbelastingen. Verschillende temperaturen zouden dit wel tot gevolg kunnen hebben.

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

Het energieverbruik is bij deze proef voor twee CA-cellen ongeveer 37 kWh per dag. Dit is veel meer dan een conventionele kalk-scrubber, inclusief de mogelijke winst die geboekt wordt bij mindere koelbelasting. Het totale energieverbruik van de kalk-scrubber bestaat uit het energieverbruik van de ventilator. Deze is niet gemeten, maar heeft een orde van grootte van 1.5 kWh per dag.
Een mogelijke oorzaak voor een hoog energie-verbruik kan (gedeeltelijk) liggen in de storingen die opgetreden zijn. De aansluitingen van het AQUILO-systeem bleken niet gasdicht te zijn. In januari is een relais in het AQUILO-systeem kapot gegaan. Twee weken later heeft de flow-meter het begeven. Als een storing een afwijking van het setpoint tot gevolg heeft, kost het extra draaiuren om dit weer op te heffen.

4.4 CONCLUSIES TECHNISCH ONDERZOEK.

Het AQUILO-systeem vertoont tijdens twee van de drie proeven een lagere koelbelasting.

Het geïnstalleerde AQUILO-systeem was in staat sneller afwijkende gasconcentraties te corrigeren dan de kalk-scrubber. Dit is logisch gezien de overcapaciteit van het AQUILO-systeem op deze cellen.

Het AQUILO-systeem vertoont een hoger energieverbruik dan een kalk-scrubber.

De beide systemen zijn bij een gelijke bewaartemperatuur vergeleken. Het AQUILO-systeem had geen negatief effect op een goede handhaving van de cel-temperatuur.

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

5.0 OPTIMALISERINGSONDERZOEK

Het uitgangspunt voor dit onderzoek waren de te verwachten stabielere bewaarcondities bij gebruik van de scrubber/separator. Vooral voor het zuurstof-gehalte is het belangrijk dat dit weinig fluctueert in verband met produktschade. Bij minder fluctuatie kan in sommige gevallen mogelijk een lagere zuurstofwaarde worden aangehouden waardoor de houdbaarheid verbeterd kan worden in CA-bewaring.
Bij de appel is voor het ras Jonagold gekozen omdat er aanwijzingen zijn dat dit appelras een lagere zuurstofwaarde kan verdragen en anderzijds de bewaarziekte scald beter bestreden kan worden.
Bij Conference peren was de doelstelling een regime vast te stellen wat de gevoeligheid voor de ontwikkeling van inwendige afwijkingen verminderd. Hierbij speelt een verlaging van het koolzuurgasgehalte een belangrijke rol.
Bij beide rassen is het uitgangspunt dat toepassing van alternatieve regimes de andere kwaliteitskenmerken niet negatief beïnvloeden.

5.1 MATERIAAL EN METHODEN OPTIMALISERING

Bij Conference-peren was het produkt afkomstig van 3 bedrijven en werd geplukt op het voorspelde optimale tijdstip voor langdurige bewaring en deels 10 dagen later. De peren werden bewaard in CA-containers van $1m^3$. 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 bewaartemperatuur van -0.5-1.0°C. De peren van de verschillende pluktijdstippen werden in aparte containers bewaard, de herkomsten waren gecombineerd. Van ieder object was in dezelfde koelcel een herhalings container gerealiseerd. De CA-condities werden ingesteld via inspuiting van stikstof. De condities werden gecontroleerd en in stand gehouden via een volautomatisch meet- en regel systeem.
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 geplaatst. Na respectievelijk 1, 3, 5 en 7 dagen 20° C werden de kleur en stevigheid bepaald met respectievelijk de Minolta chromameter en de penetrometer aan 20 peren per experimentele eenheid. Op de eerste dag in de nabewaring zijn in-en uitwendige afwijkingen bepaald. Inwendige afwijkingen werden vastgesteld via doorsnijden en visuele beoordeling waarbij onderscheid werd gemaakt tussen 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.

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

Tabel 5.1 Proefschema Conference-peren en Jonagold-appelen

Proefschema Conference-peren		Proefschema Jonagold-appelen	
Pluktijdstip:	Optimaal en laat	Pluktijdstip:	Optimaal en laat
Zuurstofconcentratie:	1 en 2% O2	Zuurstofconcentratie:	0.9 en 1.2%
CO2-gehalte:	0.5%	CO2-gehalte:	4.5%
Temperatuur:	-0.5 tot -1°C	Temperatuur:	1.0°C
Beoordelings tijdstip:	Februari en juni	Beoordelingstijdstip:	Maart en juni

Bij het onderzoek met Jonagold-appelen is het fruit ook betrokken van 3 bedrijven welke 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 aan het experiment van de Conference-peren.
Bij de beoordeling in maart en juni werd uit elke experimentele eenheid een monster appelen gehaald. Na respectievelijk 1, 7 en 14 dagen in 20°C 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 proefpanel bestaande uit 6 tot 7 produktexperts. 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.

5.2 RESULTATEN OPTIMALISERINGSONDERZOEK

5.2.1 Resultaten Conference-peren

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

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

Tabel 5.2 Invloed van zuurstofgehalte en pluktijdstip op het optreden van inwendige afwijkingen bij Conference-peren (beoordelingsdata zijn gemiddeld).

Zuurstof	Pluk	Her-komst	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**	**gemid-deld**	**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**	**gemid-deld**	**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**	**gemid-deld**	**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**	**gemid-deld**	**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 ($p < 0.05$).

Er waren geen belangrijke verschillen qua aantastingsniveau tussen februari en juni, waardoor is volstaan met gemiddelden. Per herkomst was de aantasting variabel. Herkomst

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

1 had een hoger aantastingsniveau. Echter alle herkomsten vertoonden in meerdere of mindere mate bruine en holle peren (Tabel 5.2). Holle en bruine peren zijn steeds apart geteld waardoor dubbeltellingen, 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.

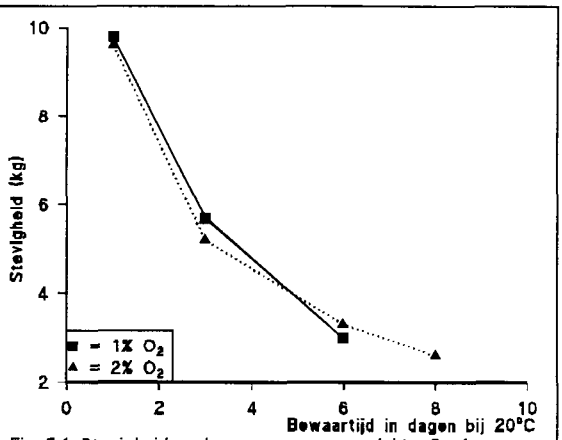


Fig 5.1 Stevigheidsverloop van vroeg geplukte Conference peren na bewaring tot maart in 1 en 2% O_2.

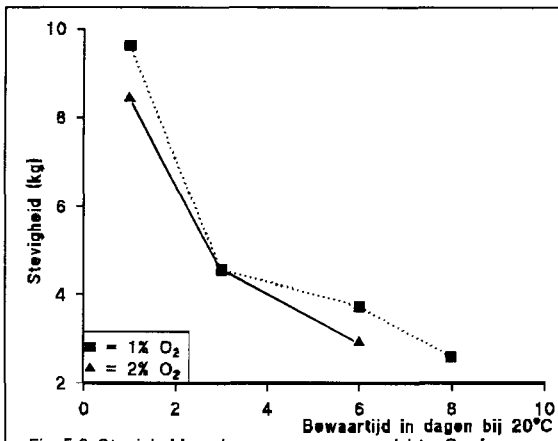


Fig 5.2 Stevigheidsverloop van vroeg geplukte Conference peren na bewaring tot juni in 1 en 2% O_2.

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 (Fig. 5.1 en 5.2). 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 5.3 Invloed van het zuurstofgehalte en beoordelingstijdstip op de grondkleur van Conference-peren direkt 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 ($p < 0.05$).

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

5.2.2 Resultaten Jonagold-appelen

Zoals beschreven in het proefschema zijn de appelen beoordeeld op in-en uitwendige afwijkingen, stevigheid, kleur en smaak. Dit gebeurde direkt 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 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. vruchtvleesbruin. Dit symptoom manifesteert zich vanaf de klokhuiszone tot aan de schil.
Zoals in tabel 5.4 vermeld nam 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%. Direkt na bewaring is het aantastingsniveau nog laag echter na 7 en 14 dagen shelflife neemt aanzienlijk toe. Herkomst verschillen zijn duidelijk aanwezig (Tabel 5.5).
Fig. 5.3 t.m. 5.6 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 was er geen verschil weer.
Bij de stevigheidsmeting (Fig. 5.7 t.m. 5.10) 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.

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

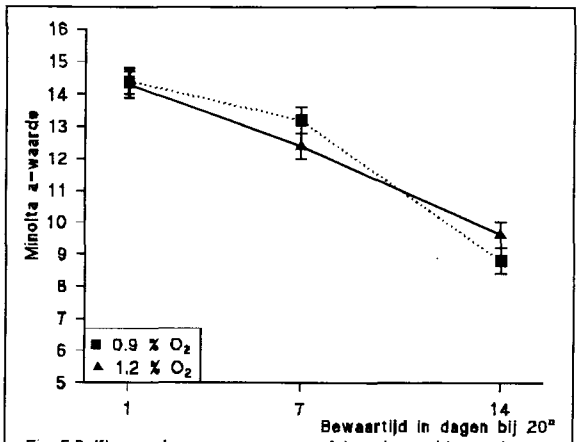


Fig 5.3 Kleurverloop van vroeg geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O2.

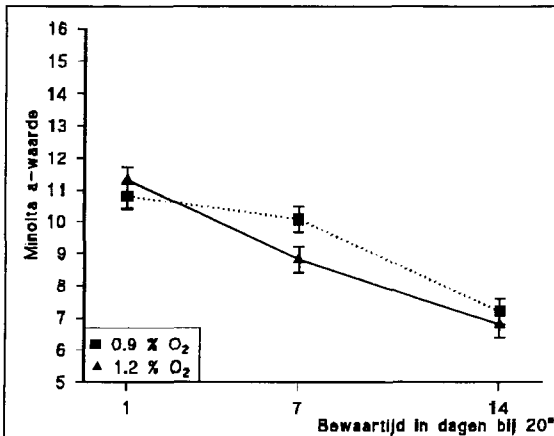


Fig 5.4 Kleurverloop van laat geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O2.

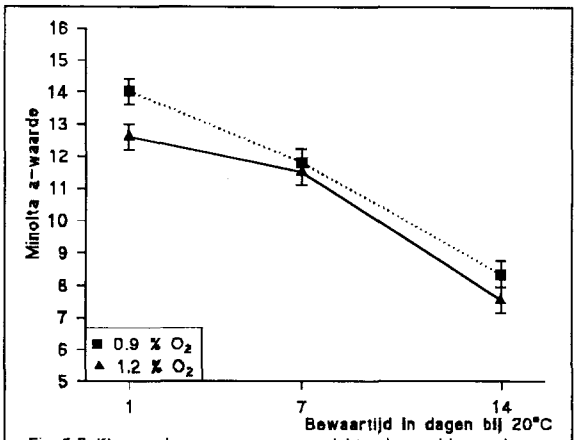


Fig 5.5 Kleurverloop van vroeg geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot juni in 0.9 en 1.2 % O2.

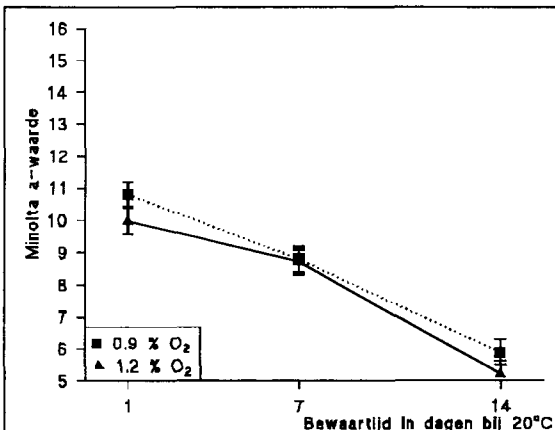


Fig 5.6 Kleurverloop van laat geplukte Jonagold-appelen na bewaring tot juni in 0.9 en 1.2 % O2.

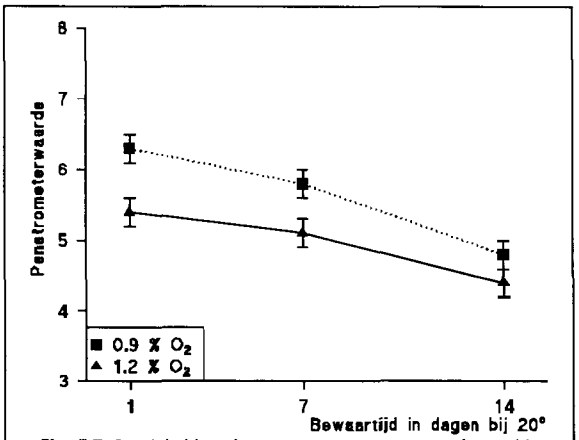


Fig. 5.7 Stevigheidsverloop van vroeg geoogste Jonagold-appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O2.

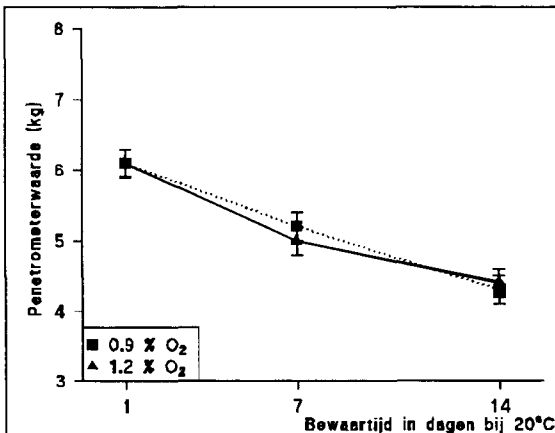


Fig. 5.8 Stevigheidsverloop van laat geoogste Jonagold-appelen na bewaring tot maart in 0.9 en 1.2 % O2.

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

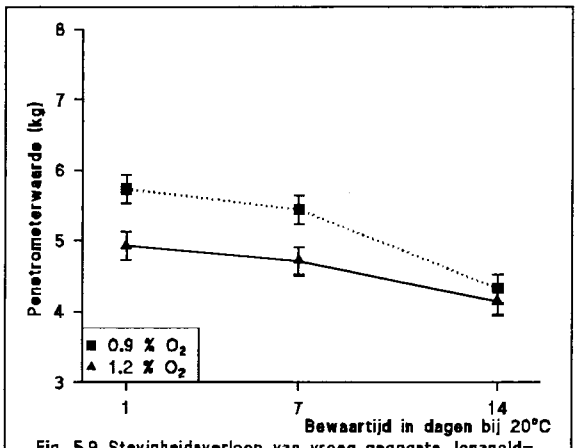


Fig. 5.9 Stevigheidsverloop van vroeg geoogste Jonagold-appelen na bewaring tot juni in 0.9 en 1.2 % O2.

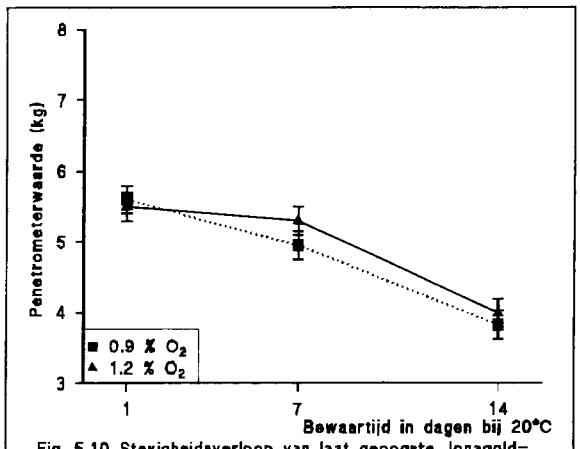


Fig. 5.10 Stevigheidsverloop van laat geoogste Jonagold-appelen na bewaring tot juni in 0.9 en 1.2 % O2.

Tabel 5.4 Invloed van het zuurstofgehalte, pluktijdstip en beoordelingstijdstip op het percentage vruchtvleesbruin bij Jonagold-appelen.

Zuurstof	Beoordeling	Percentage vruchtvleesbruin	
		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 ($p < 0.05$).

Tabel 5.5 Inwendige afwijkingen per herkomst na 1, 7 en 14 dagen in 20°C

Herkomst	Percentage vruchtvleesbruin		
	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 ($p < 0.05$).

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

5.3 BESPREKING OPTIMALISERINGSONDERZOEK

5.3.1 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 proefschema niet geleid heeft tot een verbetering van de problematiek. Juist in de controle (2% O2 en vroege pluk) was de aantasting het laagst.
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.

5.3.2 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 AQUILO 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.

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

Wel kon de invloed worden nagegaan op andere belangrijke kwaliteitsparameters. Op de grondkleur had het lagere zuurstofgehalte nauwelijks enige invloed. Alleen direkt 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.

5.4 CONCLUSIES OPTIMALISERINGSONDERZOEK

5.4.1. 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 (normale conditie). 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.

5.4.2 Optimaliseringsonderzoek Jonagold-appelen.

Jonagold appelen geplukt op het optimale pluktijdstip en bewaard in 0.9% zuurstof hadden na bewaring een minder stevigheidsverlies 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 appelen bewaard in 0.9% zuurstof vertoonden meer vruchtvleesbruin, vooral tijdens nabewaring.

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

6.0 LITERATUUR

Dilley, D.R. 1990. Application of air separator technolgy for the control of superficial scald of apples not treated with scald inhibiting chemicals. International Horticultural Congress (volume 1), Firenze, Italy. pp. 656.

Faust, M. en C.B. Shear, 1972. The effect of calcium on respiration of apples. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 97(4): 437-439.

Feys, M.C. and Tobback P.P. 1985. Rotting of apples (cv. Boskoop) during storage: physiological cause. Fruit Belge 53 pp. 21-27.

Hoek, H.N. van der, 1994. Hol en bruin bij peren, een literatuurstudie. Rapport 431. ATO-DLO, Wageningen, Nederland. 21 blz.

Porritt, S.W., M. Meheriuk en P.D. Lidster, 1982. Postharvest disorders of apples and pears. Publication 1737. Agriculture, Canada: 22-25.

Schaik, A.C.R. van, 1993. Interaction between ethylene and CA-storage of apples cv. Elstar. In: Acta Horticulturae 368, Ed: Sáss P. International Symposium on Postharvest Treatment of Horticultural Crops, Volume 2, 487-500.

Schaik, A.C.R. van, 1994. CA-storage, Ethylene, Pickingtime and the Ripening effects in *Apples and* Pears. Sixt International Symposium of the European Concerted Action Program COST 94, (in press).

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

BIJLAGE1

Gegevens mbt respiratie diverse fruitrassen tbv Aquilo
CO2- PRODUKTIE IN ML/KG/HR
RAS SCHONE VAN BOSKOOP
SEIZOEN 1992-93

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	HERV.-N	15	1.248	0.717	1.100	1.007	1.092	0.927	0.764	1.474
		16	1.463	1.046	1.205	1.007	1.080	0.712	0.656	1.751
	HERV.-Z	15	1.420	****	1.061	1.073	1.202	0.742	0.734	0.881
		16	1.255	0.989	1.420	1.188	1.036	1.064	0.725	1.318
	KESTEREN	15	1.549	1.612	1.420	1.004	1.090	1.037	0.851	1.248
		16	1.338	0.872	1.091	1.087	0.926	1.105	0.707	0.984
2	HERV.-N	10	2.350	1.427	0.928	0.972	0.913	0.921	0.784	0.712
		18	2.129	1.211	1.160	1.143	1.226	1.304	0.905	0.855
	HERV.-Z	10	****	1.238	1.064	0.821	0.938	0.923	1.283	1.200
		18	2.884	1.376	1.004	0.969	1.226	1.009	0.925	1.215
	KESTEREN	10	2.226	1.290	1.177	1.213	1.235	1.821	1.455	2.776
		18	2.442	1.117	1.390	1.315	1.239	1.004	1.185	1.975

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	HERV.-N	15		0.829	1.022	0.770	0.610	0.755	0.764	0.621
		16		0.983	0.991	0.704	0.798	0.704	1.426	0.291
	HERV.-Z	15		1.896	1.353	0.932	1.799	0.976	1.034	0.541
		16		1.007	1.296	1.191	1.046	1.106	1.058	0.813
	KESTEREN	15		0.973	0.936	0.931	0.862	0.927	0.759	0.509
		16		0.872	1.098	0.730	0.800	0.854	0.819	0.330
2	HERV.-N	10	1.131	1.100	1.112	1.679	0.931	0.976	0.858	0.786
		12	1.010	1.419	1.237	1.124	1.640	0.973	0.988	1.110
	HERV.-Z	10	1.651	1.832	1.624	1.979	2.287	2.087	2.068	1.885
		12	1.883	1.892	1.942	1.997	2.482	2.634	2.527	2.812
	KESTEREN	10	1.546	1.445	1.366	1.313	1.203	1.303	1.269	1.103
		12	1.422	1.859	1.506	1.609	1.712	1.357	1.388	0.965

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	DAG 3	DAG 6	DAG 10	DAG 13	DAG 17	DAG 20	DAG 40	DAG 49
1	HERV.-N	15	1.151	0.980	0.811	1.067	0.737	0.665		0.936
		16	1.755	0.945	1.435	1.215	0.849	0.738		0.735
	HERV.-Z	15	1.511	1.200	1.346	1.256	1.235	1.275		1.366
		16	1.512	1.431	1.451	1.477	1.154	1.182		0.975
	KESTEREN	15	****	0.855	1.341	1.279	0.888	0.786		0.900
		16	1.395	1.322	1.091	1.230	1.003	0.990		0.928
2	HERV.-N	10							1.067	0.936
		12							1.200	1.107
	HERV.-Z	10							1.833	1.351
		12							1.939	1.532
	KESTEREN	10							1.551	1.366
		12							1.596	1.328

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

VERVOLG BIJLAGE 1

Gegevens mbt respiratie diverse fruitrassen tbv Aquilo
CO2- PRODUKTIE IN ML/KG/HR
RAS CONFERENCE
SEIZOEN 1992-93

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8	MAAND 9
1	INGEN	20	0.485	0.783	0.471	0.512	0.752	0.694	0.684	1.356	0.839
		23	0.647	0.736	****	0.530	0.773	0.829	0.759	1.442	0.563
	OMMEREN	20	0.538	****	0.582	0.413	0.855	0.839	0.725	1.25	0.670
		23	0.703	0.489	0.583	0.615	0.914	1.061	0.766	1.238	0.554
	HERVELD	20	0.543	0.581	0.664	0.987	1.401	0.690	0.925	1.192	0.713
		23	0.535	0.998	0.733	0.996	0.835	0.965	0.805	1.344	0.728
2	INGEN	24	0.748	0.797	0.658	0.695	0.643	0.875	1.523	****	****
		26	0.843	0.555	0.648	0.593	0.748	0.507	1.315	****	****
	OMMEREN	24	0.685	0.668	0.554	0.460	1.113	1.321	1.237	****	****
		26	0.452	0.595	0.643	0.784	0.593	1.207	2.716	****	****
	HERVELD	24	0.670	1.037	0.611	0.714	0.885	0.907	1.219	****	****
		26	0.846	****	0.508	0.569	0.908	0.992	1.189	****	****

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	INGEN	19	0.635	****	0.517	0.512	0.678	0.869	0.704	0.430
		20	0.676	0.918	0.717	0.501	0.692	0.469	0.589	0.338
	OMMEREN	19	0.665	****	0.407	0.483	0.772	0.522	0.564	0.362
		20	0.665	0.380	****	0.509	0.869	0.490	0.530	****
	HERVELD	19	0.624	0.100	****	0.509	0.858	1.113	0.793	0.598
		20	0.686	0.441	****	0.504	0.957	0.730	0.504	0.654
2	INGEN	21	0.575	0.288	0.698	0.415	0.944	0.416	0.571	
		24	0.784	****	0.560	0.531	0.748	0.642	0.646	
	OMMEREN	21	0.666	0.250	0.660	0.452	0.556	0.839	0.390	
		24	0.618	0.338	0.677	0.587	0.855	0.562	0.639	
	HERVELD	21	0.616	0.440	0.955	0.578	0.685	0.766	0.949	
		24	0.704	0.484	1.006	0.742	0.907	0.528	1.282	

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	DAG 3	DAG 7	DAG 10	DAG 14	DAG 21	DAG 25	DAG 28
1	INGEN	19	0.696	0.597	0.615	0.576	0.729	0.589	0.498
		20	0.699	0.473	0.582	0.586	0.690	0.724	0.483
	OMMEREN	19	0.695	0.582	0.501	0.472	0.816	****	0.444
		20	0.829	0.486	0.516	0.469	0.675	****	0.428
	HERVELD	19	0.882	0.620	0.615	0.549	0.660	****	0.333
		20	0.814	0.477	0.482	0.599	0.750	****	0.441
2	INGEN	21				0.557	0.655	0.935	0.503
		24				0.588	0.759	****	0.556
	OMMEREN	21				0.641	****	0.749	0.541
		24				****	****	0.761	0.381
	HERVELD	21				0.519	0.623	0.924	0.616
		24				0.474	0.690	0.792	0.528

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

VERVOLG BIJLAGE 1

Gegevens mbt respiratie diverse fruitrassen tbv Aquilo
CO2- PRODUKTIE IN ML/KG/HR
RAS COX'S ORANGE PIPPIN
SEIZOEN 1992-93

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	IMAG	13	2.047	1.915	1.453	1.529	1.235	2.102	1.408	2.219
		14	1.410	1.365	2.508	1.659	1.117	1.593	1.449	1.880
	OMMEREN	13	1.921	1.554	2.269	1.157	1.506	2.170	1.846	2.234
		14	1.912	2.678	2.251	1.419	1.256	1.509	0.982	2.002
	HERVELD	13	2.731	1.749	2.019	1.543	0.839	1.607	1.867	2.799
		14	1.593	1.548	2.081	1.692	1.237	1.244	0.806	2.043
2	IMAG	11	1.985	1.816	1.981	1.814	1.566	2.931	1.825	1.948
		12	2.719	1.778	1.899	1.611	1.440	1.886	1.549	1.860
	OMMEREN	11	2.329	2.075	2.428	1.579	1.758	2.802	1.730	1.763
		12	1.516	1.413	1.742	1.353	1.154	1.979	1.557	1.577
	HERVELD	11	2.356	1.713	1.604	1.782	1.762	3.028	1.474	1.568
		12	1.590	1.890	1.327	1.631	0.995	2.066	1.339	1.485

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7
1	IMAG	11		1.234	1.927	2.060	2.390	2.633	1.906
		13		1.268	1.520	2.225	1.848	1.871	1.426
	OMMEREN	11		1.518	1.584	2.175	2.665	2.360	1.453
		13		1.458	1.740	2.895	2.178	1.339	1.548
	HERVELD	11		1.631	1.530	2.599	2.644	2.366	1.730
		13		1.308	1.308	2.617	2.111	2.612	1.884
2	IMAG	14	1.600	1.200	1.500	1.495	2.161	2.444	1.752
		18	2.089	1.329	1.530	1.999	2.264	2.464	1.249
	OMMEREN	14	1.985	1.454	1.983	2.124	2.329	2.769	2.119
		18	1.872	1.368	1.830	2.113	2.261	2.749	2.055
	HERVELD	14	2.103	1.472	1.450	2.390	2.504	3.057	2.581
		18	2.028	1.404	1.716	2.309	2.555	2.332	1.838

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	DAG 3	DAG 8	DAG 15	DAG 18	DAG 25	DAG 36	DAG 39
1	IMAG	11	2.298	2.133	1.839	1.302	1.518	1.234	1.792
		13	2.745	1.815	1.806	1.517	1.495	1.193	1.733
	OMMEREN	11	3.269	2.084	2.365	1.878	1.554	1.3	2.067
		13	4.980	****	2.103	1.556	1.610	1.007	1.894
	HERVELD	11	3.492	2.229	2.438	2.240	2.181	1.702	2.079
		13	3.394	2.260	2.338	1.810	1.873	1.77	2.255

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

VERVOLG BIJLAGE 1

Gegevens mbt respiratie diverse fruitrassen tbv Aquilo
CO2- PRODUKTIE IN ML/KG/HR
RAS ELSTAR
SEIZOEN 1992-93

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8	MAAND 9
1	INGEN	34	1.436	0.708	0.887	0.347	1.336	0.959	1.737	1.480	0.757
		36	1.657	0.643	0.786	0.314	0.649	0.871	1.855	1.202	0.776
	HERVELD	34	1.706	0.900	0.630	0.14	0.817	0.722	1.779	0.865	0.053
		36	1.716	0.838	0.555	0.51	0.559	0.683	1.753	0.938	1.758
	IMAG	34	1.410	0.740	****	0.253	0.929	0.705	1.500	1.286	0.902
		36	1.512	0.901	****	****	0.533	0.969	1.755	0.965	0.933
2	INGEN	32	2.843	0.653	0.877	0.388	0.917	1.094	1.935	0.852	0.620
		35	3.172	1.011	1.028	0.397	0.493	0.954	1.888	1.495	1.191
	HERVELD	32	3.537	1.082	0.752	0.296	0.624	0.729	1.594	0.940	0.399
		35	3.150	1.117	0.515	0.484	0.471	0.895	1.321	1.480	0.979
	IMAG	32	1.364	0.847	0.973	0.52	0.295	0.58	1.508	1.246	0.866
		35	1.629	0.857	0.569	0.479	1.008	0.824	1.659	1.196	0.643

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
	OMMEREN	33	1.185	1.011	1.665	0.896	0.786	0.810	0.547	0.850
		35	0.868	1.121	0.952	1.011	0.813	1.047	0.916	0.577
	HERVELD	33	1.213	1.209	1.652	0.991	1.233	0.990	1.140	0.989
		35	1.214	0.573	1.076	1.037	0.496	0.951	0.959	0.965
	IMAG	33	0.808	0.709	1.115	1.297	1.064	1.009	1.130	0.972
		35	0.810	0.871	0.383	1.149	0.529	0.951	1.023	1.052
2	OMMEREN	34	****	1.216	0.625	0.750	0.897	1.095	0.848	0.674
		36	0.891	0.822	1.157	1.041	0.879	1.243	0.877	0.788
	HERVELD	34	****	0.987	1.302	0.781	1.134	1.453	1.534	0.984
		36	1.361	1.271	1.226	0.954	1.132	1.172	1.620	0.989
	IMAG	34	1.185	0.970	1.057	0.713	0.854	0.723	0.854	0.738
		36	0.767	0.748	1.191	0.960	0.810	1.107	0.747	1.275

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	DAG 3	DAG 7	DAG 14	DAG 17	DAG 21	DAG 24	DAG 28
	OMMEREN	33	1.911	1.063	1.496	1.024	0.847	1.006	0.887
		35	2.408	0.965	1.552	1.062	0.996	0.762	0.708
	HERVELD	33	2.515	1.428	1.252	0.847	0.925	0.636	0.838
		35	2.518	0.953	1.393	0.699	1.042	1.168	0.839
	IMAG	33	2.035	1.155	1.238	0.971	0.889	1.111	0.791
		35	2.013	1.187	1.154	0.678	0.908	1.138	0.671
2	OMMEREN	34			****	1.686	0.637	****	****
		36			2.027	0.999	1.107	0.866	0.989
	HERVELD	34			****	****	****	****	****
		36			2.026	1.205	0.871	0.871	0.697
	IMAG	34			2.101	1.066	0.829	1.140	0.949
		36			1.684	0.949	1.037	1.292	0.842

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

VERVOLG BIJLAGE 1

Gegevens mbt respiratie diverse fruitrassen tbv Aquilo
CO2- PRODUKTIE IN ML/KG/HR
RAS GOLDEN DELICIOUS
SEIZOEN 1992-93

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	IMAG	52	0.847	0.654	0.428	0.283	0.607	0.569	1.582	1.948
		53	0.119	0.305	0.390	0.533	0.307	0.598	1.465	1.846
	BRUINISSE	52	****	1.064	0.388	0.126	0.467	0.860	1.424	1.789
		53	****	****	****	0.387	0.154	1.262	1.691	1.838
	ASCH	52	****	0.478	0.281	0.208	0.754	0.791	1.283	2.261
		53	0.346	0.481	0.381	0.548	0.660	1.362	1.302	1.918
2	IMAG	49	0.270	****	0.516	0.251	0.562	0.794	1.107	1.886
		50	0.208	0.489	0.200	0.502	0.539	0.602	1.322	1.868
	BRUINISSE	49	1.550	****	0.357	0.882	0.398	0.486	1.079	2.017
		50	****	****	0.583	0.565	0.644	0.650	1.225	1.706
	ASCH	49	0.937	0.520	0.499	0.610	0.304	0.620	1.410	1.696
		50	0.971	****	0.602	0.319	0.321	0.908	1.626	1.923

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	IMAG	42	****	1.009	0.440	0.642	0.864	0.782	0.633	0.422
		45	0.802	0.820	0.604	0.661	1.039	0.574	1.086	0.864
	BRUINISSE	42	0.922	****	0.513	0.763	0.753	0.726	1.174	0.56
		45	0.903	0.677	0.528	0.646	0.722	0.904	0.773	0.85
	ASCH	42	1.000	****	0.605	0.588	0.665	0.869	1.407	0.671
		45	0.898	0.829	0.623	0.6	1.082	0.501	0.989	0.943
2	IMAG	47	1.201	0.605	0.753	0.658	0.84	0.672	0.816	0.726
		48	0.837	****	0.524	0.584	0.972	0.738	1.075	0.968
	BRUINISSE	47	0.874	0.730	0.742	0.738	0.878	0.672	1.249	0.777
		48	8.000	0.812	0.635	0.727	0.814	0.875	1.208	1.151
	ASCH	47	0.674	1.324	0.867	0.642	0.734	0.998	1.283	0.835
		48	1.350	0.885	0.500	0.602	0.413	0.852	1.037	0.859

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	DAG 3	DAG 7	DAG 10	DAG 14	DAG 17	DAG 21
1	IMAG	42	0.900	0.163	0.577	0.544	****	****
		45	1.171	0.702	0.418	0.451	0.640	0.607
	BRUINISSE	42	1.402	0.576	0.688	0.691	0.650	0.483
		45	****	0.677	0.574	0.564	0.660	0.684
	ASCH	42	1.322	0.800	0.765	0.460	0.690	0.667
		45	1.478	****	0.830	0.552	0.920	0.515
2	IMAG	47						0.650
		48						0.907
	BRUINISSE	47						0.527
		48						0.800
	ASCH	47						0.880
		48						1.006

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

VERVOLG BIJLAGE 1

Gegevens mbt respiratie diverse fruitrassen tbv Aquilo
CO2- PRODUKTIE IN ML/KG/HR
RAS JONAGOLD
SEIZOEN 1992-93

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8	MAAND 9
1	ASCH	42	1.237	0.618	0.775	0.323	1.077	0.104	0.548	0.600	0.129
		45	0.989	0.436	0.573	****	1.070	0.197	0.653	1.374	0.353
	KAPELLE	42	0.789	****	0.554	0.210	0.392	****	0.127	0.964	0.275
		45	****	0.608	****	0.403	1.454	0.331	0.866	1.418	0.255
	NUMANSD	42	1.249	0.577	0.495	1.122	1.061	0.223	0.383	0.927	0.518
		45	****	0.682	0.354	0.473	0.853	0.134	0.556	0.628	0.559
2	ASCH	43	0.658	1.071	0.608	0.194	0.851	0.133	0.653	0.399	0.282
		48	1.002	****	0.742	0.761	1.199	0.104	0.813	0.389	0.680
	KAPELLE	43	0.888	0.745	0.410	0.400	0.494	0.424	0.664	0.945	****
		48	1.035	0.460	****	0.641	0.833	****	0.713	1.895	0.341
	NUMANSD	43	0.605	0.755	0.476	****	0.720	0.222	0.615	1.084	0.326
		48	1.398	0.676	0.543	0.451	0.714	0.259	0.591	0.866	0.673

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7	MAAND 8
1	ASCH	43	0.918	0.562	0.840	0.966	0.542	0.421	0.922	0.547
		44	0.819	0.896	0.850	0.608	0.710	0.761	1.066	0.460
	KAPELLE	43	0.745	0.632	0.581	0.741	0.444	0.574	0.673	4.125
		44	0.765	0.691	0.581	0.582	0.478	0.582	0.815	0.422
	NUMANSD	43	0.817	0.738	0.621	0.706	0.435	0.621	0.807	0.491
		44	0.598	0.731	0.730	0.661	0.541	0.546	0.729	0.438
2	ASCH	41	1.013	0.919	0.930	0.879	0.631	0.842	1.179	0.616
		46	1.013	0.915	1.007	0.654	0.579	0.648	1.187	0.719
	KAPELLE	41	1.023	0.725	0.788	0.857	0.580	0.645	1.355	0.688
		46	0.652	1.048	0.664	****	0.640	0.566	0.928	0.507
	NUMANSD	41	0.879	0.702	0.918	0.702	0.730	0.630	1.175	0.656
		46	0.684	0.779	0.744	0.585	0.567	0.720	0.865	0.614

SEIZOEN 1993-94

PLUK	HERK.	CONT.	DAG 3	DAG 7	DAG 10	DAG 14	DAG 17	DAG 24	DAG 28
1	ASCH	43	0.961	0.967	1.136	0.778	0.839	0.8414	0.817
		44	0.906	0.791	0.142	0.786	0.915	0.9134	0.645
	KAPELLE	43	0.710	0.698	0.854	0.702	0.753	0.7964	0.597
		44	****	0.691	0.704	0.559	0.705	0.8254	0.622
	NUMANSD	43	0.746	0.755	0.991	0.703	0.610	0.7974	0.598
		44	0.704	0.837	0.982	0.592	0.747	0.7164	0.526
2	ASCH	41							0.789
		46							0.741
	KAPELLE	41							0.717
		46							0.724
	NUMANSD	41							0.695
		46							0.800

Gegevens mbt respiratie van diverse koolsoorten tbv Aquilo
CO2-PRODUKTIE IN ML/KG/HR

SOORT WITTE KOOL
SEIZOEN 1993-94

HERH.	HERK.	CONT.	MAAND 1	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7
A	KE	22	1.009	1.04	1.283	0.649	0.635	0.614	0.869
B			1.058	1.012	1.085	0.627	0.724	0.593	0.630
A		26	0.905	1.018	1.182	0.960	0.690	0.725	0.934
B			0.959	1.200	1.801	0.946	0.895	1.142	1.479
A	SW	22	1.005	1.312	1.417	0.916	0.853	0.98	1.058
B			0.959	1.205	1.697	0.788	0.848	0.789	0.808
A		26	0.937	1.263	0.131	0.843	0.928	1.013	0.996
B			1.018	1.215	1.257	0.961	0.693	1.055	1.204
A	BL	22	0.786	1.143	1.143	0.776	0.543	0.728	0.772
B			0.644	0.867	1.230	0.812	0.524	0.561	0.909
A		26	0.775	1.028	1.122	0.804	0.658	0.689	0.929
B			0.746	1.094	1.687	0.807	0.687	0.755	0.965

SOORT SPRUITKOOL
SEIZOEN 1993-94

OBJECT	MAAND 2	MAAND 3	MAAND 4	MAAND 5	MAAND 6	MAAND 7
1	1.977	2.885	2.526	0.589	3.428	5.67
2	1.678	2.421	2.251	0.45	4.752	4.571
3	1.866	2.666	1.731	1.211	3.463	7.115
4	1.904	2.679	2.137	1.496	3.011	5.908

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

BIJLAGE 2 Enthalpie berekeningen

M.b.v. T en RV kan de absolute vochtigheid X berekend worden. M.b.v. X en T kan de enthalpie H berekend worden. P_s en P_d zijn resp. de verzadigingsdruk en de dampdruk. P_0 is de buitenluchtdruk. De volgende formules worden hiervoor gebruikt:

$$P_s = 10^{2.7857+\frac{7.5T}{237.3+T}}$$

$$P_d = \frac{RV}{100}P_s \qquad \text{absolute luchtvochtigheid (1)}$$

$$X = \frac{0.622P_d}{P_0-P_d}, \quad P_0 = 101325.0$$

en:

$$H = 1.006T+2500.8X+1.859XT \quad \left[\frac{kJ}{kg}\right] \qquad \text{enthalpie (2)}$$

De omrekening van de hoeveelheid condensatiewater m naar de afname van absolute luchtvochtigheid δX verloopt volgens:

$$m\left[\frac{ml\,H_2O}{24h}\right]\times\frac{1}{600}\left[\frac{h}{m^3Air}\right]\times\frac{1}{1.27}\left[\frac{m^3}{kg}\right]\cdot\left[\frac{1\,kg}{1000\,ml}\right] = \delta X\left[\frac{kg\,H_2O}{kgAir}\right]$$

$$\Leftrightarrow \qquad \text{condensatiewater (3)}$$

$$\delta X = \frac{m}{18288000}$$

600 = het ingestelde debiet door de warmtewisselaar
1.27 = de soortelijke massa van lucht

De omrekening van het enthalpieverschil δH naar de koellast P verloopt volgens:

$$\delta H\left[\frac{1000J}{kg}\right]\times 1.27\left[\frac{kg}{m^3}\right]\times 600\left[\frac{m^3}{3600s}\right] = P[W] \qquad \text{enthalpieverschil (4)}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$P = 211.7\times\delta H$$

of in woorden:
De koelbelasting is het enthalpieverschil (per kg lucht) maal de massa lucht die per seconde langs stroomt (= soortelijke massa van lucht maal het debiet).

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