

Samenvatting

De chemische middelen tot beheersing van de spruitgroei van consumptieaardappelen staan onder druk en in verband hiermee werd onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden, die CA bewaring als alternatief wellicht heeft te bieden. Knollen van de rassen Bintje en Saturna werden bij 2, 6 en 10 C opgeslagen in een reeks luchtsamenstellingen. Deze omvatten verhogingen tot 5% koolzuur in combinatie met een verlaging van zuurstof tot 16%. Verder werd een reeks ULO (Ultra Low Oxygen) condities getoetst, te weten 1%, 0.5% en 0.25% in combinatie met 1 en 3% koolzuur. Getoetst werd de invloed van deze bewaaromstandigheden in de periode vanaf februari tot en met augustus op een aantal kwaliteitsaspecten.

Spruitgroei werd zeer sterk geremd door de lage zuurstofcondities. In de knollen bewaard bij zuurstofconcentraties <1% bleken na verloop van tijd zich echter symptomen van lage zuurstofschade te ontwikkelen (rose verkleuring, zwarte harten, holten en uiteindelijk zacht rot). Verhoging van het koolzuurgehalte tot 3% stimuleerde de spruitgroei, terwijl een verhoging tot 5%CO₂ enigszins remmend werkte. De verhogingen van het koolzuurgehalte leiden evenals luchtbewaring tot een sterke toename in een blauwverkleuring onder de schil bij opslag langer dan mei. De ademhaling wordt door de toevoeging van koolzuur enigszins gestimuleerd. Het glucosegehalte bleek bij 2 C ook onder CA condities hoger dan bij 6 C; het glucosegehalte lijkt enigszins toe te nemen in 1%CO₂+1%O₂. De laatste waarneming vind enige steun bij de bepaling van de kleur van het verwerkte produkt.

De conditie 1%CO₂+1%O₂ is een belofte door de sterke remming van de spruitgroei. Echter de aan deze conditie klevende nadelen (zwakke toename glucosegehalte, enige toename rotontwikkeling na zeer langdurige bewaring) zullen nader moeten worden onderzocht.

Inleiding

Consumptieaardappelen worden hoofdzakelijk bewaard in luchtgekoelde bewaarplaatsen, waarin de spruitgroei wordt beheerst met chemische middelen. Op deze manier is zeer langdurige bewaring in kisten of losgestort mogelijk. Deze bewaarmethode is technisch gezien eenvoudig en bovendien relatief goedkoop. Het gebruik van chemische middelen ter beteugeling van spruitgroei staat zodanig onder druk, dat moet worden gezocht naar alternatieven. Een van de mogelijkheden is gelegen in CA bewaring. Oriënterend onderzoek wijst op de mogelijkheden van verlaging van de zuurstofconcentratie (Schouten 1988) en verhoging van de koolzuurconcentratie (Hartmans et al 1990). Verder zijn er ook vermeldingen van gunstige invloed van veranderde luchtsamenstellingen op het reducerende suikergehalte bij temperaturen zeer dicht bij 0 C (Sherman & Ewing 1983, Samotus & Schwimmer 1963).

Het ATO is met onderzoek gestart naar de mogelijkheden van CA bewaring voor consumptieaardappelen in het seizoen 1989/1990. Hierbij staan 2 vragen centraal:

1. bij welke luchtsamenstelling en bij welke temperatuur is voldoende remming van de spruitgroei mogelijk, zonder dat het reducerende suikergehalte oploopt en resulteert in een ongewenste kleur van het verwerkte produkt.
2. welke gevolgen heeft de huidige bouw van de bewaarplaatsen met name voor de kleur van het verwerkte produkt. De tegenwoordige bouwwijze leidt tot vrij gasdichte gebouwen, waarin ophoping van ademhalingsprodukten mogelijk is. Een vermelding uit de USA geeft een maximum aan van bijna 10% CO₂ (Schaper & Varns 1975).

In dit eerste jaar van onderzoek stond de eerste vraag centraal. Er werd een screening uitgevoerd naar de invloed van een aantal CA condities op een aantal kwaliteitskenmerken. Dit rapport behandelt de resultaten van het uitgevoerde onderzoek.

Materiaal en Methoden

Bewaring

De knollen, die in dit onderzoek werden gebruikt voor onderzoek waren afkomstig van het proefbedrijf "De Eest" te Nagele. De rassen Bintje en Saturna in de maat 45-55 werden in het onderzoek betrokken. Na de oogst werd een normale heelperiode in acht genomen, waarna het produkt vervolgens werd opgeslagen bij 4 C. De knollen, bestemd voor opslag bij 6 en 10 C werden 2 weken gereconditioneerd bij 8 C. Met de knollen bestemd voor bewaring bij 2 C gebeurde dit niet; deze knollen bleven bij 4 C.

Het experiment werd gestart op 17 november 1989 door de knollen in CA containers te plaatsen. Als proefvariabelen werden gekozen:

- Temperatuur 2, 6 en 10 C			
- Luchtsamenstellingen	2 C	6 C	10 C

	%CO ₂ -%O ₂	%CO ₂ -%O ₂	%CO ₂ -%O ₂
	0 - 21	0 - 21	0 - 21
		3 - 18	
		6 - 15	
	1 - 1	1 - 1	1 - 1
	1 - 0.5	1 - 0.5	1 - 0.5
	1 - 0.25	1 - 0.25	1 - 0.25
		3 - 1	
		3 - 0.5	
		3 - 0.25	

- Bewaarduur: tot medio februari, april, juni en augustus 1990.

De knollen werden in de 17 containers gezet, 14 plastic poterbakjes per container. Per bakje werden

50 knollen opgeslagen. De realisering van de bewaarcondities werd verricht door de containers met N₂ te spoelen en vervolgens de gewenste hoeveelheden CO₂ handmatig bij te doseren. Bij alle monsternames werd dezelfde procedure in acht genomen. Het handhaven van de luchtsamenstellingen werd gedaan door de Bishop stuurcomputer, die alle containers ongeveer 10 maal per etmaal bemonstert en desgewenst commando's stuurt naar de scrubber en/of naar de luchtkleppen. Snel bleek de activiteit van het produkt dermate laag, dat de meetfrequentie moest worden bijgesteld (bij een hoge meetfrequentie gaat containerlucht verloren, die met buitenlucht wordt aangevuld (hoog O₂ gehalte) via minuscule lekjes, zodat in geval van lage ademhalingsactiviteit de zuurstofspanning zal stijgen. Gekozen werd voor een meetfrequentie van 1 maal per 24 uur d.m.v. tijdsklokjes, die alleen gedurende enkele uren per dag meting op de Bishop computer toelieten. Verder werd er vanaf de aanvang van het onderzoek voor voldoende produkt in de containers zorg gedragen.

Bepalingen

Op elke uitslagdatum werd het produkt op een aantal kenmerken beoordeeld:

1. kieming; d.m.v. het wegen van de kiemen van een monster van 50 knollen per bewaarcontainer werd de spruitgroei vastgesteld. Dit werd uitgedrukt in grammen per knol.
2. uitwendige kwaliteit; beoordeeld werd op uitwendige lage zuurstofschade en parasitair

bederf. Dit wordt uitgedrukt in percentages.

3. inwendige afwijkingen; van het monster van 50 knollen werden er 20 stuks doorgesneden en beoordeeld op: zwarte harten, rose verkleuringen, blauwverkleuringen en rot. Dit zal worden gerapporteerd in percentages.

4. glucosegehalte: van de 20 knollen, die werden gebruikt voor beoordeling op inwendige kwaliteit werd van elke knol een overlans schijfje gesneden. Dit werd tot blokjes verkleind, overgoten met vloeibare N₂ en in de diepvries bij -25 C geplaatst. Later werden van deze monsters een sap gemaakt door de blokjes in een huishoudelijke sapcentrifuge te brengen. Uit het sap werd in duplo een bepaling gedaan naar het glucosegehalte met behulp van de enzymatische Reflolux methode.

5. bakkleur chips; de resterende 30 knollen uit eerder genoemd monster werden aangeboden aan het baklaboratorium. Hier werden de knollen gewassen, gesneden en gefrituurd bij 180 C in maisolie. Tenslotte werd m.b.v. kleurkaarten de kleur vastgesteld.

6. smaak; de smaak werd bepaald op het baklaboratorium.

7. ademhalingsactiviteit; dit werd bepaald door een aantal knollen gedurende enkele uren op te sluiten in weckpotten van 1.5 liter bij kamertemperatuur en de ophoping van koolzuur als maatstaf te gebruiken voor de berekening van de koolzuurproductie. Dit laatste was mogelijk aan de hand van een ijklijn, waarin het verband werd weergegeven tussen de koolzuurconcentratie en het aantal schaaldelen bij 500 mV op de recorder.

De bepalingen 1 en 2 werden uitgevoerd direct na de uitslag uit de containers, na 1 dag werd bepaling 3 en 4 verricht, terwijl beoordeling 5 en 6 werden gedaan 4 tot 5 dagen na de uitslag. Bepaling van de ademhalingsactiviteit gebeurde 1 a 2 dagen na de uitslag.

Tijdschema

Op de volgende data werden de volgende bepalingen/beoordelingen verricht:

Kiëming en parasitair bederf: 18/12, 12/02, 18/04, 20/06, 17/08-1990.

Inwendige kwaliteit: 12/02, 18/04, 22/06, 18/08-1990.

Ademhaling: 13/02, 19/04, 21/06, 18/08-1990.

Glucosegehalte: als inwendige kwaliteit; bepaling aanvang 1991 na opslag bij -25 C.

Bakkleurbepaling: 19/12, 14/02, 13/03, 16/07-1990.

Resultaten

Kiëming

In de bijlage 1 zijn de gedetailleerde gegevens weergegeven van de bepalingen naar de spruitgroei van Bintje en Saturna. In dit overzicht valt op, dat in de zuurstofconcentraties beneden 1% kiëming of volledig achterwege bleef of tot het uiterste beperkt was. Deze condities bleken echter na langere of kortere bewaartijd af te vallen, doordat zich rot ontwikkelde of inwendige problemen zich voordeden. In de beoordelingen van augustus zijn een aantal objecten niet meer opgenomen vanwege excessieve spruitgroei of vanwege de eerder genoemde problemen.

In december was er sprake van een vewaarloosbare spruitgroei, terwijl in een aantal objecten daarna dit zeer snel toenam.

De meest interessante resultaten worden weergegeven in de figuren 1 en 2.

Bintje bewaard in gewone lucht bij 6 C vertoonde in april een zeer sterke groei, die echter nog werd overtroffen door de CA conditie 3%CO₂-18%O₂. Een geringe toename in de koolzuurspanning blijkt dus op het groei-proces stimulerend te werken. In tegenstelling hiermee blijkt de conditie 5%CO₂-16%O₂ juist enigszins de groei te vertragen bij Bintje. De conditie 1%CO₂-1%O₂ blijkt sterk remmend op de groei te werken. De zuurspanning lager dan 1% laat geen enkele spruitgroei toe, maar valt uit om andere reeds genoemde redenen.

De opgemerkte tendensen voor lucht, 3%CO₂-18%O₂, 5%CO₂-16%O₂ en 1%CO₂-1%O₂ blijken bij de bemonsteringen in juni en augustus nog steeds aanwezig. Tenslotte blijkt in 3%CO₂-1%O₂ de groei zeer sterk te worden gestimuleerd in de periode na april. Een verklaring voor dit fenomeen ligt niet voor de hand.

Bij het ras Saturna worden min of meer gelijke tendensen waargenomen. Voor de conditie 3%CO₂-18%O₂ kan evenals bij Bintje worden gesproken van een lichte stimering. Dit lijkt wat minder het geval voor de remmende werking van 5%CO₂. Voor tenslotte de condities 1%CO₂-1%O₂ en 3%CO₂-1%O₂ geldt hetzelfde als wat voor Bintje reeds werd opgemerkt.

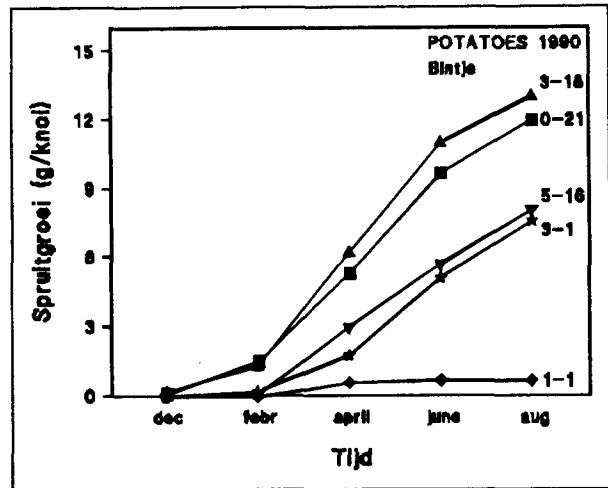


Fig 1: Invloed van CA bewaarcondities op de spruitgroei van Bintje bij 6 C.

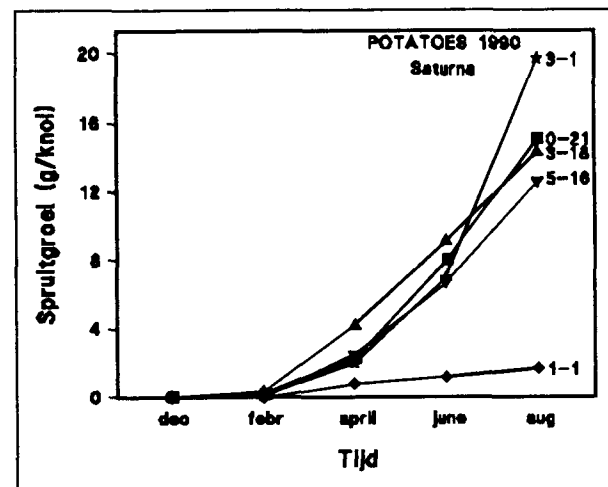


Fig 2: Invloed van CA condities op de spruitgroei van Saturna bij 6 C.

Parasitair bederf

In de bijlage 2 is een overzicht gegeven over de gevonden percentages parasitair bederf.

Over dit overzicht kunnen de opmerkingen worden gemaakt.

De zuurstofconcentratie beneden 1% zijn niet bruikbaar, daar reeds in februari bij 10 C grote hoeveelheden knollen verloren gaan. Voor beide rassen werd de bewaring onder de 1% O₂ niet voortgezet. Er bestond wel reeds in februari de indruk, dat rotontwikkeling voor Bintje ernstigere vormen had aangenomen dan voor Saturna. Deze indruk wordt verder versterkt als voor de 1% CO-1% O₂ en de 3% CO₂-1% O₂ condities de hoeveelheden rot in het seizoen worden gezien, zie tabel 1.

Tabel 1: Invloed van ras, temperatuur en koolzuurconcentratie in combinatie met 1% zuurstof op de rotontwikkeling bij Bintje en Saturna.

Ras	Temp. C	CA conditie %CO ₂ -%O ₂	Rotontwikkeling (%) in			
			febr.	april	juni	august.
Bintje	10	1 - 1	4	22	100	-
Bintje	6	1 - 1	0	2	17	30
Bintje	6	3 - 1	0	0	0	8
Bintje	2	1 - 1	0	0	0	0
Saturna	10	1 - 1	0	2	2	-
Saturna	6	1 - 1	0	0	4	6
Saturna	6	3 - 1	0	0	0	0

Uit de tabel 1 wordt duidelijk, dat Bintje aanzienlijk gevoeliger voor rotontwikkeling is dan Saturna. Verder blijkt er een verband tussen de temperatuur en het optreden van parasitair bederf; des te lager de temperatuur des te minder rot is er aanwezig. Ook treedt het probleem aanzienlijk eerder op bij de hogere temperatuur. Teslotte lijkt een geringe verhoging van de koolzuurspanning tot 3% bij 1% zuurstof voordelen te bieden m.b.t. de beheersing van het parasitaire bederf. Mogelijk speelt hierbij echter de sterke spruitgroei een belangrijke rol.

Inwendige afwijkingen

In de bijlagen 3a tot en met 3d zijn de gegevens weergegeven van de beoordelingen naar inwendige afwijkingen en uitwendige zuurstofschade. Er werd onderscheid gemaakt tussen zwarte harten, rose verkleuringen en holtevorming. Deze verschijnselen hebben alle mogelijk te maken met een te lage zuurstofspanning. In elk geval zijn uit zuurstofschadebeelden bij andere producten dan aardappelen dergelijke beelden te verwachten.

Bij de uitslag in februari 1990 bleek, dat vele knollen bewaard bij 10 C in zuurstofconcentraties lager dan 1% te lijden hadden van zuurstofgebrek. Mede hierdoor werd deze bewaring afgebroken.

In tabel 2 zijn de invloeden van ras, bewaarconditie en opslagduur samengevat voor de opslagtemperatuur van 6 C. Hierbij is het gemiddelde weergegeven van 0.5 en 0.25% Zuurstof, aangezien de laagste concentratie niet werd gehaald door de installatie. De 0.25% O₂ was steeds in de buurt van de 0.5%, waardoor de eerste als herhaling van de tweede kan worden beschouwd.

Voor beide rassen zijn ook bij 6 C zuurstofconcentraties lager dan 1% blijkbaar te laag, hoewel de Bintjes wat gevoeliger lijken dan de Saturna's. 1% zuurstof lijkt ook op de zeer lange duur niet tot typische zuurstofschade.

Tabel 2: Invloed van CA condities bij 6 C, bewaarduur en ras op de ontwikkeling van interne lage zuurstofschade in aardappelen.

Ras	CA condities	Zuurstofschade(rose verkleuring+Zwarte harten+Holten) in				
		%CO ₂ - %O ₂	Febr.	April	Juni	August.
Bintje	0 - 21		0	0	0	0
Bintje	1 - 1		0	0	5	35
Bintje	1 - 0.5		25	31.5	40	-
Bintje	3 - 1		5	0	40	30
Bintje	3 - 0.5		15	42.5	50	-
Saturna	0 - 21		0	0	0	0
Saturna	1 - 1		0	5	0	0
Saturna	1 - 0.5		5	22.5	45	-
Saturna	3 - 1		0	0	0	0
Saturna	3 - 0.5		2.5	0	2.5	-

In de tabel 2 werden de andere CA condities niet genoemd. Zuurstofgebrek kwam daarin niet voor.

Naast verschijnselen van lage zuurstofschade werd ook een blauwverkleuring onder de schil aangetroffen in een aantal bewaarcondities. De gedetailleerde hiernaar zijn weergegeven in bijlage 3. Uit deze gegevens wordt in tabel 3 de invloed van de belangrijkste CA bewaarcondities op deze blauwverkleuring weergegeven.

Tabel 4: Invloed van enkele CA condities bij 6 C op blauwverkleuring onder de schil van Bintje en Saturna.

%CO ₂ - %O ₂	Bintje				Saturna			
	Febr.	April	Juni	August.	Febr.	April	Juni	August.
0 - 21	0	0	50	45	0	0	25	80
3 - 18	0	0	65	25	0	0	55	95
5 - 16	0	0	15	35	0	0	5	95
1 - 1	0	0	0	0	0	0	25	0
3 - 1	0	0	0	15	0	0	45	100

Uit deze gegevens blijkt een grotere gevoeligheid van Saturna, terwijl de sterkst kiemende knollen (0-21, 3-18, 6-15 en 3-1) het probleem het meest vertonen. De conditie 1%CO₂ - 1%O₂ is vrij van blauwverkleuring met uitzondering van juni bij Saturna.

Glucosegehalte en kleur van het verwerkte produkt

In bijlage 4 zijn alle Reflolux bepalingen opgenomen. Uit deze gegevens blijkt, dat vooral bij 2 C in februari en april de glucosegehalten zeer hoog zijn. De gehalten zijn bij 6 C aanzienlijk lager; zie tabel 3.

Tabel 3: Invloed van CA condities en Temperatuur op het glucosegehalte van Bintje in februari en april.

Temperatuur	CA conditie %CO ₂ - %O ₂	Glucosegehalte (%) in	
		Febr.	April
6 C	0 - 21	0.40	0.31
	1 - 1	0.33	0.38
	1 - 0.5	0.44	0.36
	1 - 0.25	0.62	0.55
2 C	0 - 21	0.66	1.02
	1 - 1	0.87	0.67
	1 - 0.5	0.81	0.72
	1 - 0.25	0.66	0.86

De CA condities blijken de glucosegehalten niet duidelijk te beïnvloeden. Bij 1%CO₂-0.25%O₂ lijkt enige toename bij 6 C. Bij 2 C lijkt er in februari sprake van een ongunstige invloed van de CA condities; in april lijkt het omgekeerde het geval.

Overigens is het algemene gehalte aan glucose in alle gevallen aan de hoge kant en dit is wellicht het gevolg van de bewaring van de knollen bij 4 C, die aan de opslag bij 6 en 2 C voorafging.

In figuur 3 is weergegeven het verloop in de tijd van het glucosegehalte bij knollen uit enkele CA condities bij 6 C.

De CA condities 3%CO₂-18%O₂, 5%CO₂-16%O₂ en 3%CO₂-1%O₂ verschillen betrekkelijk weinig van de in lucht bewaarde knollen. De enige uitschieter lijkt te zijn de conditie 1%CO₂-1%O₂. Deze schijnt boven de andere uit te stijgen. Het is geen toeval, dat juist de CA condities, die aanleiding geven tot een sterke spruitgroei de hoogste glucosegehalten vertonen. De uit zetmeel gevormde glucose in de knollen wordt effectief gebruikt in de groeiende kiemen. Wellicht kan uit de toename van glucose in 1%CO₂-1%O₂ ook worden geconcludeerd, dat 6 C geen echt veilige temperatuur is voor het ras Bintje. Immers de geremde spruitgroei in 1%CO₂-1%O₂ komt het meest overeen met de situatie in de praktijk, waar dezelfde remming van spruitgroei wordt bereikt met chemische middelen.

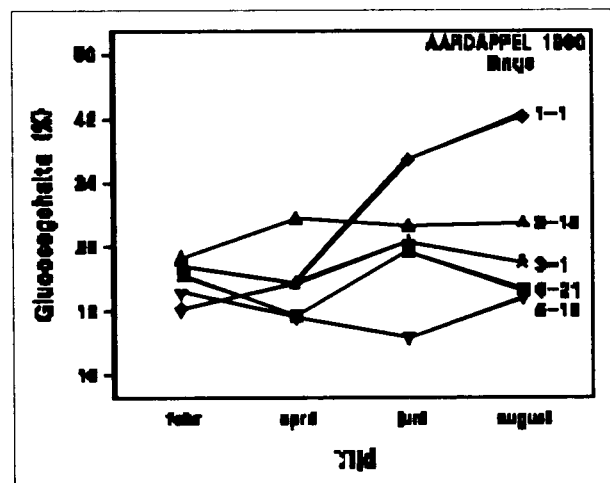


Fig 3: Invloed van CA condities op het glucosegehalte bij Bintje.

Het beeld voor het glucose gehalte in de bewaartijd ziet er voor Saturna anders uit dan voor Bintje. Op de eerste plaats is het gemiddelde niveau lager voor Saturna. Verder blijken alle CA condities ongeveer even hoog te scoren. Mogelijk moet opnieuw toch een uitzondering worden gemaakt voor de conditie 1%CO₂-1%O₂. Voor deze luchtsamenstelling lijkt in juni en augustus enige stijging aanwezig.

Het bij Bintje gesuggereerde verband tussen spruitgroei en glucosegehalte lijkt hier minder duidelijk aanwezig.

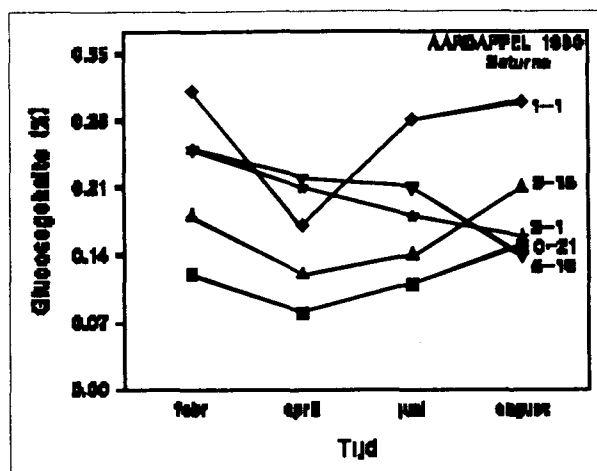


Fig 4: Invloed van CA condities op het glucose gehalte bij Saturna.

De kleurbepalingen aan het tot frites of chips verwerkte product zijn weergegeven in de bijlage 5.

Enkele opmerkingen naar aanleiding van dit overzicht zijn de volgende. Op de eerste plaats moet de wel zeer donkere kleur van de frites worden genoemd. Alle bepalingen vallen tussen de 5.5 en de 6 en dit betekent, dat de friteskleur in december al zo slecht was, dat van verdere bepalingen in het seizoen werd afgezien. Deze zeer donkere kleur heeft ongetwijfeld te maken met de opslag bij 4 C enige tijd voorafgaande aan de inzet van het onderzoek.

De bepaling van de chipskleur verliep iets minder ongunstig. Uit de bepaling in december maar ook in februari blijkt de minder gunstige invloed van 1%CO₂-1%O₂ op de kleur van de chips. Chips bewaard in lucht bij 10 C kregen in december een waardering 4, terwijl de chips van knollen uit 1%CO₂-1%O₂ slechts een 2.5 kreeg; in februari bleek dit verschil niet meer aanwezig. In februari werd bij 6 C hetzelfde verschil gevonden als in december bij knollen bewaard bij 10 C. Deze waarnemingen steunen de conclusies die werden getrokken uit de figuren 3 en 4.

Tenslotte blijkt dat langdurig reconditioneren bij 20 C een gunstige invloed heeft op de fritekleur. Er is echter een maand voor nodig om de waardering 6 terug te brengen tot 4 a 5 voor frites uit knollen bewaard bij 2 C. De invloed van CA condities op dit reconditioneringseffect lijkt niet groot.

Smaak

Op twee momenten werden enkele monsters Bintje, bewaard bij 6 C aan een smaaktoets onderworpen; het resultaat is samengevat in bijlage 6.

Uit dit overzicht blijkt, dat de reeds aangeduide verzoetingstendens ook hier opvalt. Vooral in februari wordt regelmatig de opmerking over zoetheid gemaakt. Een verband met de toegepaste luchtsamenstelling lijkt niet aanwezig. Anders is dit voor het aspect "muf", dat vooral bij de luchtsamenstellingen <1%O₂ wordt opgemerkt. Dit bleek reeds in december ook het geval in 5%CO₂-16%O₂.

Ademhaling

In de bijlage 7 zijn de gedetailleerde gegevens weergegeven van de bepalingen naar de ademhalingsactiviteit van Bintje. De metingen zijn verricht op alle uitslagdata vanaf februari 1990.

Va de meest interessante CA condities werd een overzicht in de tijd gemaakt, hetgeen is weergegeven in figuur 5.

Aan de hand van deze afbeelding kan het volgende worden opgemerkt.

Op de eerste plaats is er een met de tijd toenemende ademhalingsactiviteit te constateren bij alle bewaarcondities. Verder lijken de condities 1%CO₂-1%O₂ en 3%CO₂-1%O₂ zich te onderscheiden t.o.v. de andere luchtsamenstellingen. Met name de conditie 3%CO₂-1%O₂ geeft een lagere CO₂ productie weer dan de andere CA condities. Dat 1%O₂ aanleiding geeft tot een lagere ademhalingsactiviteit lag in de lijn der verwachting. In het algemeen vertonen alle produkten deze reductie in lage zuurstofspanningen. Moeilijker is te begrijpen waarom de combinatie met 3%CO₂ ook een geringere activiteit vertoont.

Tenslotte lijken de condities 3%CO₂ - 18%O₂ en 5%CO₂ - 16%O₂ een geringe verhoging t.o.v. luchtbeparing te vertonen met name bij de eerste twee uitslagen.

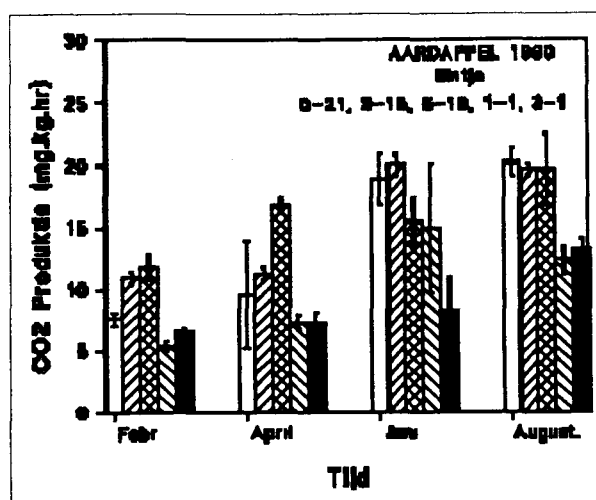


Fig 5: Invloed van CA condities op de ademhalingsactiviteit van Bintje.

Discussie

Met betrekking tot de spruitgroei mag worden gesteld, dat bewaring in 1%O₂ zeer duidelijk perspectief biedt. De remming van de groei is bijna volledig. Het is dus zeker de moeite waard nader te onderzoeken, wat er met ULO (Ultra Low Oxygen) nog verder kan worden bereikt. De resultaten zijn in overeenstemming met eerder op het ATO uitgevoerd onderzoek (Michielsen, 1988). Er zijn echter ook meldingen in de literatuur van stimulering door lage zuurstofgehalten, echter dit betreft dan het gebied van 3 tot 5%O₂ (Burton 1974).

De zuurstofwaarden beneden 1% bleken na enkele maanden een toename in zwarte harten en andere verschijnselen van lage zuurstofbederf op te leveren. Dit verschijnsel is ook door anderen wel is waar in kortdurende bewaring opgemerkt en daarbij bleek eveneens een afhankelijkheid van de temperatuur (Lipton 1967). Hierdoor worden deze condities minder aantrekkelijk. De geconstateerde stimulering door 3%CO₂ en de remming door 5%CO₂ komt ook overeen met literatuurgegevens. Burton (1958, 1968) vermeldt dit verschijnsel, zij het dat deze auteur spreekt van stimulering bij concentratie aanzienlijk hoger dan 5%. Wellicht heeft dit te maken met de temperatuur, waarbij de experimenten zijn uitgevoerd. Niet ondenkbaar is, dat de stimulering van kieming nog plaatsheeft bij veel hogere concentraties dan 3%CO₂ bij temperaturen hoger dan de hier gehanteerde 6 C.

De opgetreden stimulering van de spruitgroei in 3%CO₂ - 1%O₂ kan moeilijk worden verklaard naar analogie van de conditie 3%CO₂ - 18%O₂. Bij 1%O₂ is de activiteit van het produkt dermate sterk gereduceerd, dat een dergelijk sterk effect niet verwacht werd. De volgende verklaring lijkt mogelijk. In het bewaargebouw staan 56 metalen containers, die alle zijn aangesloten op een meet en regelcomputer. Deze bemonstert ongeveer 15 maal per etmaal alle containers. De te analyseren lucht vloeit voor een deel door een gemeenschappelijk leidingencircuit, dat niet na elke meetbeurt wordt schoongebazen. Ethyleenbesmetting vanuit containers, waarin appelen worden bewaard is dus goed mogelijk. Dit gevaar werd voorzien en daarom werd voordat de aardappelcontainers worden bemonstert eerst een lege container gemeten. Hiermee wordt bereikt, dat het leidingensysteem eerst wordt gespoeld met lucht. Wellicht is deze maatregel niet afdoende en is er mogelijk toch ethyleen binnengedrongen in de aardappelcontainer en heeft er op die manier een stimulering van de spruitgroei plaatsgevonden.

Parasitair bederf kwam alleen voor in de <1%O₂ containers. Daar in deze containers ook andere

vormen van lage zuurstofschade werden opgemerkt, lijken deze condities geen perspectie te bieden voor langdurige CA bewaring. Een probleem wordt gevormd door de toename in rotontwikkeling in 1%O₂. De vraag is gerechtvaardigd of in 1%O₂ toch minder goed wordt verdragen althans door Bintje (Saturna heeft het rotprobleem niet). Nader onderzoek zal moeten uitwijzen, of de toename in rot wordt veroorzaakt door de lage zuurstofspanning, door de zeer hoge vochtspanning, door de temperatuur of interacties tussen deze bewaarvariabelen of door andere oorzaken.

De eenvoudige CA bewaarcondities bieden niet al te veel perspectief als het gaat om een alternatief voor langdurige opslag. De kieming wordt gestimuleerd maar ook gaan de knollen een blauwverkleuring vlak onder de schil vertonen. Toch zal aan de invloed van CO₂ de nodige aandacht verder dienen te worden besteed i.v.m. de huidige bouw van bewaarplaatsen. Deze zijn namelijk dicht genoeg om te moeten verwachten, dat CO₂ zich niet alleen in de langdurige bewaarfase kan ophopen maar zeker gedurende de korte heelperiode bij hogere temperatuur.

Bij 2 C werden hoge glucoseconcentraties geconstateerd. Uitgaande van de bewaar temperatuur alleen werd dit verwacht. Er zijn evenwel enkele meldingen, waaruit blijkt, dat geen reducerende suikeroophoping plaatsvond bij 1-2 C als de knollen tegelijkertijd werden begast met stikstof of zeer lage zuurstofconcentraties (Samotus & Schwimmer 1963, Sherman & Ewing 1983, Harkett 1971). Deze experimenten werden echter slechts een aantal weken doorgezet, waardoor een vergelijking moeilijk wordt. De door genoemde auteurs gevonden verschillen tussen lucht en stikstof zijn echter dermate intigerend, dat nader onderzoek hiernaar gerechtvaardigd lijkt.

Tenslotte blijkt uit de bepalingen naar ademhalingsactiviteit en de smaak, dat opnieuw de condities met <1%O₂, 3%CO₂ - 18%O₂ en 5%CO₂ - 16%O₂ nadelen hebben en dus niet geschikt zijn voor praktische toepassing voor langdurige bewaring van consumptie aardappelen.

Met betrekking tot de vraag naar geschikte luchtsamenstellingen voor langdurige bewaring voor consumptie aardappelen wordt de keuze op basis van dit eerste jaar onderzoek erg beperkt. Een zeer lage zuurstofconcentratie is noodzakelijk om de gewenste remming in spruitgroei te bewerkstelligen, terwijl de eenvoudige CA bewaarcondities eenvoudig niet geschikt zijn. Vooralsnog is uit dit onderzoek alleen de conditie 1%CO₂ - 1%O₂ als geschikt uit de bus gekomen. Deze uitspraak wordt echter met enkele kanttekeningen gemaakt. Nagegaan zal moeten worden of enkele andere rassen dan de hier gebruikte op dezelfde manier reageren. Verder dient nauwkeurig te worden nagegaan hoe safe de 1% zuurstof is en tenslotte vraagt de geconstateerde zeer sterke stimulering van de kieming in 3%CO₂ - 1%O₂ om opheldering. Eenvoudige CA bewaarcondities komen voor langdurige bewaring niet in aanmerking, maar gelet op de invloed op o.a. kieming is het zeer gewenst, dat het complex van temperatuur en CO₂ verhoging in verband met de huidige gasdichte bouw van bewaarfaciliteiten nader wordt onderzocht.

Tenslotte een opmerking van algemene aard. In de experimentele containers heerst een zeer hoge vochtspanning, waarvan bekend is dat deze een minder gunstige invloed kan hebben op o.a. de chipskleur (Schipper 1975). De interacties tussen bewaarfactoren en de vochtspanning verdienen daardoor nadere aandacht.

Literatuur

Burton W.G. The effect of the concentrations of carbon dioxide and oxygen in the storage atmosphere upon the sprouting of potatoes at 10 C. *Eur. Potato J.* 1, 2, 47-57 (1958).

Burton W.G. Work at the Ditton laboratory on the dormancy and sprouting of potatoes. *Am. Potato J.* 45, 1, 1-11 (1968).

Hansen H. Lagerung von Kartoffeln in kontrollierter Atmosphäre. *Die Starke* 26, 11, 390-392 (1974).

Harkett P.J. The effect of oxygen concentration on the sugar content of potato tubers stored at low temperature. *Potato Res.* 14: 301-311 (1971).

Hartmans K.J. Influence of controlled atmosphere (CA) storage on respiration, sprout growth and sugar content of cv. Bintje during extended storage at 4 C. *EAPR Abstracts, 11th Triennial Conf of the Eur. Assoc. for Pot. Res., Edinburgh, U.K.* pp 159-160 (1990).

Lipton W.J. Some Effects of Low-Oxygen atmospheres on Potato Tubers. *Am. Potato J.* 44, 292-299 (1967).

Michielsen C.J.C. Suikervorming en ademhaling van CA-bewaarde consumptieaardappelen. Rapport aan Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde en Instituut voor Bewaring en OVerwerking van landbouwprodukten, Wageningen (1988).

Samotus B. and S. Schwimmer Changes in Carbohydrate and Phosphorus Content of Potato tubers during Storage in Nitrogen. *J. Food Sci.* 28, 163-167 (1963).

Schaper L.A. and J.L. Varns Carbon Dioxide Accumulation and Flushing in Potato Storage Bins. *A. Potato J.* 55, 1-14 (1978).

Schippers P.A. The influence of storage conditions on chip colour of potatoes. *Potato Res.* 18, 479-494 (1975).

Schouten S.P. CA bewaring aardappelen. Jaarverslag over 1987, Sprenger Instituut, Wageningen, 67-68 (1988).

Sherman M. and E.E. Ewing Effects of Temperature and Low Oxygen Atmospheres on Respiration, Chip Color, Sugars, and Malate of Stored Potatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108, 1,129-133 (1983).

Bijlage 1: overzicht kiemgewichten in 1990.

object	Decem. Kiemgew/ knol	Febr. Kiemgew/ knol	april Kiemgew/ knol	juni kiemgew/ knol	August. kiemgew/ knol
B10-0-21	0.7008	2.94	7.4	20.60869	
B10-1-1	0.003	1.156862	2.14	0	
B10-1-0.5	0	0			
B10-1-0.25	0	0.02			
S10-0-21	0.11	1.549019	8.52	23.02040	
S10-1-1	0	2	3.76	4.4375	
S10-1-0.5	0	0			
S10-1-0.25	0	0.038461			
B6-0-21	0.0354	1.5	5.3	9.653846	12
B6-3-18	0.0628	1.28	6.16	11	13
B6-5-16	0	0.14	3.02	5.673469	8.08
B6-1-1	0	0.02	0.58	0.730769	0.7
B6-1-0.5	0	0	0	0	
B6-1-0.25	0	0	0	0	
B6-3-1	0	0.16	1.76	5.098039	7.6
B6-3-0.5	0	0	0	0.06	
B6-3-0.25	0	0	0	0.14	
S6-0-21	0	0.22	2.32	7.96	15.07692
S6-3-18	0	0.294117	4.16	9.104166	14.31372
S6-5-16	0	0.04	2.5	6.88	12.55102
S6-1-1	0	0	0.76	1.183673	1.7
S6-1-0.5	0	0	0	0	
S6-1-0.25	0	0	0	0	
S6-3-1	0	0.12	2.04	7	19.74
S6-3-0.5	0	0	0.1	0.137254	
S6-3-0.25	0	0	0	0.5	
B2-0-21	0	0	0	0	0
B2-1-1	0	0	0	0	0
B2-1-0.5	0	0	0	0	
B2-1-0.25	0	0	0	0	

Bijlage 2: overzicht parasitair begerf in 1990.

object	Febr. Parbed aant%	April Parbed aant%	Juni Parbed aant%	August. Parbed aant%
B10-0-21	0	0	0	
B10-1-1	3.921568	22	100	
B10-1-0.5	36.53846			
B10-1-0.25	42			
B10-0-21	0	0	0	
B10-1-1	0	2.2	2.083333	
B10-1-0.5	5.852352			
B10-1-0.25	9.615384			
B6-0-21	0	0	0	0
B6-3-16	0	0	0	0
B6-3-16	0	0	2.040816	2
B6-1-1	0	2.2	17.30769	30
B6-1-0.5	2	15.4	26	
B6-1-0.25	0	68.2	100	
B6-3-1	0	0	0	8
B6-3-0.5	4	6.6	8	
B6-3-0.25	2	6.6	10	
B6-0-21	0	0	0	0
B6-3-16	0	0	0	0
B6-3-16	0	0	0	0
B6-1-1	0	0	4.081632	6
B6-1-0.5	0	0	2	
B6-1-0.25	0	22	30	
B6-3-1	0	0	0	0
B6-3-0.5	0	2.2	3.921568	
B6-3-0.25	0	0	2	
B2-0-21	0	2.2	0	0
B2-1-1	0	0	0	0
B2-1-0.5	1.020408	2.2	4	
B2-1-0.25	0	0	6.122448	

Bijlage 3a: overzicht inwendige beoordeling februari 1990.

object	Inwendig Normaal%	Zwart Hart%	Blaauw %	Rose	Moiten %
B10-0-21	100	0	0	0	0
B10-1-1	95	5	0	0	0
B10-1-0.5	55	15	0	30	5
B10-1-0.25	65	5	5	15	5
B10-0-21	100	0	0	0	0
B10-1-1	100	0	0	0	0
B10-1-0.5	100	0	0	0	0
B10-1-0.25	100	0	0	0	0
B6-0-21	100	0	0	0	0
B6-3-1B	100	0	0	0	0
B6-5-16	100	0	0	0	0
B6-1-1	100	0	0	0	0
B6-1-0.5	60	20	0	25	15
B6-1-0.25	90	10	0	0	5
B6-3-1	95	5	0	0	0
B6-3-0.5	65	10	0	5	0
B6-3-0.25	65	5	0	0	5
B6-0-21	95	5	0	0	0
B6-3-1B	100	0	0	0	0
B6-5-16	100	0	0	0	0
B6-1-1	100	0	0	0	0
B6-1-0.5	100	0	0	0	0
B6-1-0.25	90	10	0	0	10
B6-3-1	100	0	0	0	0
B6-3-0.5	95	5	0	0	0
B6-3-0.25	100	0	0	0	0
B2-0-21	100	0	0	0	0
B2-1-1	100	0	0	0	0
B2-1-0.5	90	5	0	5	0
B2-1-0.25	100	0	0	0	0

Bijlage 3b: overzicht inwendige beoordelingen april 1990.

object	Inwendig Normaal%	Zwart Hart%	Blaauw %	Rose %	holten %
B10-0-21	100	0	0	0	0
B10-1-1	100	0	0	0	0
B10-0-21	100	0	0	0	0
B10-1-1	100	0	0	0	0
B6-0-21	100	0	0	0	0
B6-3-18	100	0	0	0	0
B6-5-16	100	0	0	0	0
B6-1-1	100	0	0	0	0
B6-1-0.5	80	0	0	20	0
B6-1-0.25	42.85714	0	0	0	57.14285
B6-3-1	100	0	0	0	0
B6-3-0.5	85	0	0	35	0
B6-3-0.25	40	0	0	40	20
B6-0-21	100	0	0	0	0
B6-3-18	100	0	0	0	0
B6-5-16	100	0	0	0	0
B6-1-1	95	5	0	0	0
B6-1-0.5	100	0	0	0	0
B6-1-0.25	45	0	0	0	55
B6-3-1	100	0	0	0	0
B6-3-0.5	100	0	0	0	0
B6-3-0.25	100	0	0	0	0
B2-0-21	100	0	0	0	0
B2-1-1	100	0	0	0	0
B2-1-0.5	100	0	0	0	0
B2-1-0.25	50	0	0	25	25

Bijlage 3c: overzicht inwendige beoordelingen en
uitwendige zuurstofschade in juni 1990.

object	Inwendig Normaal%	Zwart Hart%	Blaauw %	Rose %	Molten %	uitwend O2 Sch%
B10-0-21	20	5	60	0	0	0
B10-0-21	15	0	85	0	0	0
B10-1-1	85	0	15	0	0	0
B6-0-21	50	0	50	0	0	0
B6-3-18	35	0	65	0	0	0
B6-5-14	85	0	15	0	0	0
B6-1-1	90	0	0	0	5	0
B6-1-0.5	60	10	0	30	0	40
B6-3-1	60	0	0	40	0	0
B6-3-0.5	50	0	0	50	0	0
B6-3-0.25	50	5	0	45	0	5
B6-0-21	75	0	25	0	0	0
B6-3-18	45	0	55	0	0	0
B6-5-14	95	0	5	0	0	0
B6-1-1	75	0	25	0	0	0
B6-1-0.5	100	0	0	0	0	0
B6-1-0.25	10	90	90	0	0	45
B6-3-1	55	0	45	0	0	0
B6-3-0.5	90	0	10	0	0	0
B6-3-0.25	80	0	15	0	5	5
B2-0-21	95	0	5	0	0	0
B2-1-1	80	0	5	20	0	0
B2-1-0.5	75	10	0	15	0	0
B2-1-0.25	30	35	0	35	35	0

Bijlage 3d: overzicht inwendige beoordelingen en
uitwendige zuurstofschade in augustus 1990.

object	Inwendig Normaal%	Zwart Hart%	Blaauw %	Rose %	Holten %	Uitwend O2 Sch%
B6-0-21	55	0	45	0	0	0
B6-3-18	75	0	25	0	0	0
B6-5-16	65	0	35	0	0	0
B6-1-1	70	0	0	30	5	0
B6-3-1	55	0	15	30	0	0
S6-0-21	20	0	80	0	0	0
S6-3-18	5	0	95	0	0	0
S6-5-16	5	0	95	0	0	0
S6-1-1	100	0	0	0	0	0
S6-3-1	0	0	100	0	0	0
B2-0-21	100	0	0	0	0	0
B2-1-1	75	0	0	25	0	0

Bijlage 4: Overzicht glucose bepalingen in 1990 w.b.v. Rotiflux.
(in mMol/L)

Sas	Temp	CA Cord	Bepaling in			
			Febr.	April	Juni	August.
Bintje	100	0-21	19	17.5	35.8	
		1-1	27			
		1-0.5	24.3			
		1-0.25				
Saturna	100	0-21	8.6	3.8		
		1-1	10.1	9.8	8.6	
		1-0.5	11.8			
		1-0.25	11.3			
Bintje	60	0-21	20.3	17.4	25.3	20.5
		3-12	24.5	29.4	28.4	29.3
		5-16	20.3	17.3	14.7	19.6
		1-1	19.2	21.5	36.9	42.4
		1-0.5	24.3	20.4	36.9	
		1-0.25	30.5	30.6		
		3-1	23.9	21.5	26.5	24
		3-0.5	25.9	19.7	35.6	
		3-0.25	32.4	34.9		
Saturna	60	0-21	7.9	4.5	6.2	8.2
		3-12	10.2	7.8		11.5
		5-16	13.9	12.4	11.9	7.7
		1-1	17	9.4	15.3	16.6
		1-0.5	13.5	18.7	16.9	
		1-0.25	22.2	20.1	14.3	
		3-1	13.9	11.4	10.2	8.6
		3-0.5	15.4	19	16.6	
		3-0.25	12.4	15.8	16.5	
Bintje	20	0-21	36.4	56.8	37.2	72.8
		1-1	48.2	57	62	58.8
		1-0.5	44.8	40	49	
		1-0.25	37	48	57	

Bijlage 5: Overzicht van de resultaten uit de bepalingen naar de kleur van frites en chips.

Ras	Temp.	CA cond	Kleur frites 19/12	Kleur chips 19/12	Kleur frites 14/02	Kleur chips 14/02	Kleur chips na recond 13/03
Bintje	10C	0-21	5.2			4.9	
		1-1	5.6			5.4	
		1-0.5	5.55				
		1-0.25	5.6				
Saturna	10C	0-21			4		4
		1-1			2.5		4
		1-0.5			3		
		1-0.25			3		
Bintje	6C	0-21	5.35			5.5	
		3-10	5.55				
		5-16	5.7				
		1-1	5.4			5.5	
		1-0.5	5.55				
		1-0.25	5.9				
		3-1	5.6				
		3-0.5	5.7				
3-0.25	5.65						
Saturna	6C	0-21			3.5		4.5
		3-10			3		
		5-16			2		
		1-1			3		3
		1-0.5			3		
		1-0.25			2		
		3-1			3		
		3-0.5			3		
3-0.25			3				
Bintje	2C	0-21		6		6	4.75
		1-1		6		6	4.8
		1-0.5		6			4.9
		1-0.25		5.95			3.79

Bijlage 6: Overzicht bepalingen naar de smaak in 1990.

Ras	Temp.	CA cond.	Kookkwaliteit geur	19/12	smaak
Bintje	6C	0-21	goed		goed
		3-18	goed		goed
		5-16	iets muf		zoet, iets muf
		1-1	goed		goed
		1-0.5	goed		goed
		1-0.25	goed		zoet
		3-1	goed		goed
		3-0.5	goed		iets zoet
		3-0.25	goed		iets zoet
Ras	Temp.	CA cond.	Kookkwaliteit geur	16/02	smaak
Bintje	6C	0-21	goed		iets zoet
		3-18	goed		iets zoet
		5-16	red/matig (muf?)		red/matig (muf? en zoet)
		1-1	goed		iets zoet
		1-0.5	matig (muf?)		matig (muf? en zoet)
		1-0.25	goed		goed
		3-1	goed		iets zoet
		3-0.5	matig (muf?)		matig (muf? en zoet)
		3-0.25	Red/matig (muf?)		Red/matig (muf? en zoet)

Bijlage 7a: overzicht ademhalingsmetingen in februari 1990.

Object	CO2 productie		i en 2 Gem.	Gem. per object
	mg.kg.hr	mg.kg.hr ²		
10-0-21	7.33	7.57	7.785	7.9025
	8.24	8.47	8.02	
10-1-1	6.72	6.54	6.405	6.365
	6.09	6.11	6.325	
10-1-0.5	6.49	7.25	7.53	6.955
	6.57	8.51	6.38	
10-1-0.25	12.09	11.65	11.155	10.52
	10.22	8.12	9.885	
6-0-21	7.67	8.9	7.835	7.515
	8	7.49	7.195	
6-3-15	11.72	10.38	11.13	10.86
	10.64	10.7	10.54	
6-5-16	10.67	12.73	11.085	11.75
	11.3	12.1	12.415	
6-1-1	5.21	5.38	5.64	5.355
	6.07	4.68	5.13	
6-1-0.5	5.18	5.16	5.715	5.475
	6.25	5.31	5.235	
6-1-0.25	13.59	14.54	13.135	13.57
	12.68	13.47	14.005	
6-3-1	6.99	6.54	6.765	6.525
	6.54	6.43	6.455	
6-3-0.5	9.11	8.74	7.95	7.91
	6.79	7	7.67	
6-3-0.25	6.4	6.2	6.155	6.25
	5.91	6.61	6.405	
2-0-21	7.62	7.54	8.385	7.635
	9.15	6.23	6.365	
2-1-1	8.06	8.76	8.295	8.43
	8.53	8.37	8.365	
2-1-0.5	8.64	8.62	8.93	8.905
	9.22	9.14	8.68	
2-1-0.25	5.01	5.39	5.25	5.3625
	3.49	5.36	5.475	
2-1-0.25	4.79	5.78	5.65	5.875
	6.51	6.42	6.1	
	6.03	5.76	5.82	5.85
	5.61	5	5.65	

Bijlage 7b: overzicht ademhalingsmetingen april 1990.

Object	%CO2 1	% CO2 2	mg.kg.hr	mg.kg.hr2	Gem.
10-0-21	1.23	3.2	17.999998	20.04729	19.02364
	1.55	1.52	11.76220	4.976442	8.369321
10-1-1	0.51	1.2	6.754964	7.314555	7.034760
	0.9	1.44	17.90263	13.18228	15.54246
6-0-21	1.15	2.36	13.64176	11.47022	12.55602
	0.64	1.76	6.023357	6.786734	6.405045
6-3-18	1.07	2.4	13.30024	9.776981	11.53861
	1.23	3.52	11.24082	10.54273	10.89178
6-5-16	2.05	4	16.95576	15.49860	16.24718
	1.98	3.96	17.76176	16.60206	17.18191
6-1-1	0.9	1.92	8.421419	6.788174	7.604796
	1.25	1.41	9.581588	4.083716	6.832652
6-1-0.5	0.96	2.24	6.626003	7.387353	7.006678
	1.2	2.24	15.79129	14.08461	14.93795
6-1-0.25	0.67	1.52	12.29335	12.89509	12.59422
	0.86	2.68	21.408	30.34593	26.12696
6-3-1	0.86	2.4	6.997630	6.509423	6.753527
	0.96	1.64	9.437895	6.029766	7.733831
6-3-0.5	1.2	2.24	9.854836	9.324714	9.589775
	1.15	2.08	9.986224	9.155586	9.570905
6-3-0.25	0.7	1.68	6.201019	6.378191	6.289605
	0.86	1.56	6.156709	6.341096	7.248902
2-0-21	1.31	2.32	10.17825	6.207164	8.192707
	1.65	3.56	14.34863	10.80915	12.67889
2-1-1	0.82	2	8.217516	5.421756	6.819636
	1.07	2.4	12.66960	7.699434	10.19451
2-1-0.5	1.28	2.56	11.75586	8.328405	10.04210
	1.22	2.44	10.32898	7.317539	8.823264
2-1-0.25	1.28	3.08	12.80932	14.78644	13.79788
	1.86	3.08	14.07663	11.18235	12.62949

Bijlage 7c: overzicht ademhalingsmetingen juni 1990.

Object	%CO2 1	%CO2 2	%CO2 3	mg.kg.hr1	mg.kg.hr2	mg.kg.hr3	Gem.
10-0-21	1.98	4.88	1	9.785644	18.40374	3.211725	10.46703
	1.98	3.28	3.44	15.27628	13.04986	11.65581	13.32732
6-0-21	1.22	7.2	5.92	9.758504	29.51291	21.57846	20.28329
	1.5	5.52	8.32	9.613036	18.12861	24.29786	17.34650
6-3-18	1.66	4.2	10.08	12.24540	14.30781	31.59605	19.38309
	2.14	4.48	11.68	14.40256	14.02867	32.61154	20.34759
6-5-16	0.74	5.88	5.04	5.728046	20.76111	15.70168	14.06361
	1.15	5.84	7.2	8.486235	19.95993	21.71306	16.71974
6-1-1	1.18	5.88	5.28	9.883958	25.31982	20.30526	18.50301
	0.66	3.64	3.52	5.201144	15.55681	12.73571	11.16455
6-1-0.5	0.61	4	2.88	4.908168	14.35577	9.093199	9.452379
	0.38	4.16	3.52	3.316883	16.19633	12.05657	10.52326
6-3-1	0.69	2.64	1.92	4.933728	8.671355	5.559883	6.388322
	0.75	3.24	4.48	5.388923	11.09095	13.52020	10.06669
6-3-0.5	0.99	5.28	4.8	7.006648	19.58022	15.94373	14.17687
	0.68	4.52	4.64	5.966168	16.05683	14.76402	12.26234
6-3-0.25	0.61	2.96	3.36	4.858463	10.73901	10.70455	8.767343
	0.45	3.24	3.52	3.894446	12.77267	12.18529	9.617472
2-0-21	1.02	5.72	5.84	8.810764	21.81947	18.60963	16.41328
	0.32	5.56	6	2.959359	22.70687	20.46965	15.37862
2-1-1	0.32	3.52	3.68	3.369586	16.29250	14.22027	11.29412
	0.7	4.16	4.32	6.677729	17.44386	15.12334	13.08164
2-1-0.5	0.48	2.76	4.4	3.840572	9.761455	13.01527	8.872434
	0.64	4.64	5.12	4.988085	16.53771	14.63171	12.05250
2-1-0.25	0.82	4.16	3.36	7.147541	16.60892	11.91509	11.89052
	0.9	3.76	3.84	6.753909	13.02292	11.81304	10.52996

Bijlage 7d: overzicht ademhalingsmetingen augustus 1990.

Object	%CO2 1	%CO2 2	%CO2 3	mg.kg.hr1	mg.kg.hr2	mg.kg.hr3	Gem.
6-0-21	1.21	2.58	4.76	21.44722	19.39353	17.08810	19.30862
	1.58	3.04	5.2	20.27540	19.43141	19.28972	20.99884
6-3-1B	1.67	2.90	5.32	24.74521	17.66917	17.25649	19.29025
	1.85	3.78	5.6	23.36818	17.23270	17.20198	19.26762
6-5-16	1.67	2.94	5.94	26.81951	19.28159	18.78971	21.63027
	1.76	2.54	4.76	25.41077	14.40014	13.01602	17.60898
6-1-1	0.77	1.54	2.48	13.89014	11.69696	8.947415	11.51150
	0.64	1.42	2.36	14.62619	13.76230	10.92165	13.10338
6-3-1	0.99	2.9	4.8	12.99907	15.74957	12.44759	13.73208
	1.03	2.26	3.52	14.51686	13.41159	9.922208	12.61689
2-0-21	0.95	2.32	3.76	15.24358	14.61979	11.60894	13.52410
	1.04	2.26	3.16	15.85365	14.06172	9.682557	13.19931
2-1-1	1.1	2.56	3.32	15.58274	14.60991	9.263790	13.21881
	1.05	2.22	3.52	15.84345	13.64077	10.54259	13.34227