

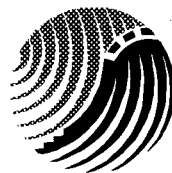
D

Onderzoek naar kortdurende opslag  
van verse champignons  
bij diverse bewaarcondities

Ir. H.W. Peppelenbos  
Drs. Ing. J. Oosterhaven

**ato-dlo**  
VERTROUWELIJK





ATO-DLO

**Onderzoek naar kortdurende opslag  
van verse champignons  
bij diverse bewaarcondities**

**VERTROUWELIJK**

Ir. H.W. Peppelenbos  
Drs. Ing. J. Oosterhaven

**Agrotechnologisch  
Onderzoek Instituut  
(ATO-DLO)**  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
tel. 08370 - 75000  
fax. 08370 - 12260

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

2251703

---

<b>Inhoudsopgave</b>		<b>Pagina</b>
1.	Samenvatting	3
2.	Inleiding	4
3.	Doelstelling en perspectieven	5
4.	Materiaal en methoden	6
5.	Resultaten	7
6.	Conclusies	9
7.	Literatuur	10
8.	Tabellen	10
9.	Figuren	11

## 1. Samenvatting

Naar aanleiding van specifieke vragen van Hooza Verkoop b.v. heeft ATO-DLO een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van kortdurende CA bewaring van verse champignons. Hierbij is een vergelijking gemaakt tussen het kwaliteitsverloop van champignons bewaard bij gewone lucht en bij CA condities. Deze vergelijking heeft bij drie verschillende temperaturen plaatsgevonden. Bovendien zijn champignons van twee vluchten (de eerste en de tweede vlucht) en drie herkomsten in het onderzoek meegenomen. Het onderzoek maakt deel uit van een groter project (zie projectvoorstel), waarbij voortzetting van het CA onderzoek binnen dat project afhangt van de resultaten van het in dit rapport beschreven vooronderzoek.

Samenvattend kunnen de resultaten van het experiment als volgt worden omschreven:

- CA leidt alleen bij hoge temperaturen (12 °C) tot een betere kwaliteit champignons;
- Bij 8°C leidde bewaring in CA niet tot een betere totale kwaliteit (wel t.a.v. open hoeden en stevigheid);
- Bewaring bij 2°C in gewone lucht is van alle onderzochte condities optimaal;
- Hoe lager de temperatuur, hoe kleiner het voordeel van CA;
- De startkwaliteit varieerde nogal, en bepaalde in hoge mate de bewaarbaarheid;
- De eerste vlucht is beter bewaarbaar dan de tweede vlucht.

Deze resultaten leiden tot twee adviezen: als een gekoelde keten tussen teler en verkooppunt mogelijk is, geeft dat de grootste zekerheid voor een goede kwaliteit champignons. Ook een tussentijdse opslag bij 2°C leidt tot het minste kwaliteitsverlies. Pas als een dergelijke lage temperatuur niet te realiseren is, wordt het zinvol om CA technieken te betrekken voor de opslag/transport van champignons.

## 2. Inleiding

Voor de Nederlandse afzet wordt de geringe houdbaarheid van champignons gecompenseerd door de zeer snelle omlooptijd van het produkt. De keten is er op ingericht om in zeer korte tijd de champignons van producent naar consument te vervoeren. Toch ontstaan er problemen indien de champignons gedurende korte tijd moeten worden opgeslagen. Dit komt met name voor in de weekeinden maar ook op momenten als de produktie groter is dan de vraag. Momenteel worden champignons van de "weekendpluk" in koelcellen opgeslagen bij 2-4 °C en een r.v. van 90%. Gekoelde bewaring blijkt echter niet voldoende te zijn om de kwaliteit op het gewenste hoge niveau te handhaven.

Uit ATO-DLO onderzoek is gebleken dat specifieke gascondities de houdbaarheid van champignons kunnen verlengen. Met name hoge CO<sub>2</sub>-concentraties in de bewaaratmosfeer, in combinatie met lage zuurstofconcentraties, hebben een positief effect op de houdbaarheid en de kwaliteit. De groei van hoed en steel en de ontwikkeling van de lamellen wordt geremd door dergelijke bewaarcondities (Peppelenbos et al, 1993). Vanwege de invloed van de gassamenstelling op de kwaliteit bij verschillende temperaturen (8 en 18 °C) is het interessant om deze invloed ook bij lagere temperaturen te onderzoeken. Een goede (bulk) bewaarmethode voor champignons van enkele dagen kan tot een aanzienlijk flexibeler bedrijfsvoering leiden met alle consequenties van dien.

Op basis van de verschillende resultaten die uit dit onderzoek moeten komen is het project in twee onderdelen gesplitst. Als eerste is er het onderzoek naar de mogelijkheden van CA-bewaring bij lage temperaturen. Na dit onderzoek is er een go/no go moment: alleen bij een duidelijk positieve invloed van CA bij dergelijke temperaturen zal het volgende onderzoek worden opgestart. Dit tweede onderzoek is er op gericht de resultaten uit het voorgaande onderzoek om te zetten naar een toepassing in de praktijk.

Omdat er tussen de verschillende seizoenen geen kwaliteitsverschillen bekend zijn bij Hooza, wordt de variabele 'seizoen' (zoals genoemd in het projectvoorstel) niet meegenomen in het onderzoek. In plaats daarvan is, na overleg tussen HOOZA en ATO, de proefopzet uitgebreid met een extra temperatuur (12 °C).

Het is bekend dat de temperatuur meestal een grotere invloed heeft op de kwaliteit van produkten dan de gassamenstelling. Onduidelijk is of bij een lage temperatuur (2°C) een gewijzigde gassamenstelling veel kwaliteitsvoordelen biedt. Daarom zullen een aantal experimenten worden uitgevoerd, waarbij champignons gedurende 4 dagen aan verschillende combinaties van zuurstof en kooldioxide worden blootgesteld bij deze temperatuur (2°C). Een temperatuur van 2°C is een simulatie van de weekend opslag bij Hooza Verkoop b.v. Ten opzichte van een wat hogere temperatuur (bijv. 8°C of 12°C) is 2°C energetisch minder voordelig en verhoogt het de kans op condensvorming als de champignons na opslag bij hogere temperaturen komen. Een CA bewaring bij 8°C is daarom misschien nog beter dan alleen koeling bij 2°C. Daarom wordt het onderzoek bij zowel 2°C, 8°C en 12°C uitgevoerd.

### 3. Doelstellingen en perspectieven

De doelstelling van het gepresenteerde onderzoek is een studie naar de mogelijkheden van **Controlled Atmosphere-bewaring** voor de kortdurende opslag van verse champignons bij lage temperaturen.

De verwachte resultaten zijn:

- de kwantificering van de CA invloed op de houdbaarheid en het kwaliteitsverloop bij lage temperaturen;
- advies t.a.v. de optimale bewaarmethode voor champignons.

#### 4. Materiaal en methoden

Bij verschillende temperaturen, 2°C, 8°C en 12°C, is de invloed van een gewijzigde gassamenstelling op de kwaliteit van verse champignons onderzocht. Er is steeds een vergelijking gemaakt tussen het verloop van de kwaliteit in normale lucht (21% zuurstof en 0.05% kooldioxide) en in een gewijzigde gassamenstelling (2% zuurstof en 6% kooldioxide). De gewijzigde gassamenstelling is gebaseerd op optima gevonden door het ATO bij 8 en 18°C. Per experiment worden bij alle condities (combinaties van temperatuur en luchtsamenstelling) vlucht 1 en vlucht 2 bewaard. Bovendien zijn alle bewaarcondities binnen het experiment in tweevoud aangeboden. Er werden steeds champignons van het ras U1 gebruikt, sortering 'middel'.

Er zijn drie experimenten uitgevoerd, waarbij steeds champignons van een andere teler werden gebruikt. De drie verschillende telers zijn door HOOZA geselecteerd. De champignons worden voor elk experiment vers geoogst en dezelfde dag naar het ATO vervoerd door HOOZA. Per experiment zijn 108 kg champignons gebruikt (54 kg per vlucht).

De champignons werden steeds op een donderdag geoogst en na enkele uren (na transport) in de verschillende bewaarcondities weggezet. De daaropvolgende maandag werden de champignons uit de verschillende bewaarcondities gehaald en weggezet bij condities die overeenkomen met de praktijk (18°C, 85% luchtvochtigheid, 21% zuurstof, 0.04% kooldioxide). Dit wordt vanaf nu de zogenaamde 'nabewaring' genoemd. In totaal werden de champignons dus 4 dagen bewaard bij de verschillende condities. De duur van de nabewaring was ook 4 dagen. Tijdens de nabewaring werd de kwaliteit driemaal beoordeeld; na 0, 2 en 4 dagen.

In tegenstelling tot de afgesproken oogstdatum bij het derde experiment waren de champignons al op 16-11-94 geoogst. Voordat de champignons naar het ATO vervoerd werden zijn ze een nacht bij 2°C weggezet.

De champignons worden volgens standaardvoorschriften beoordeeld naar kleur, ontwikkelingsstadium, bacterievlekken, beschadigingen en stevigheid (zie tabel 2). Daarnaast worden de kleur en de oppervlakte van de vlekken gemeten met behulp van computerbeeldanalyse volgens Peppelenbos *et al.* (1993).

Om een uitspraak te kunnen doen over de totale kwaliteit is een formule opgesteld waarin de gemeten kwaliteitskenmerken worden vermenigvuldigd met een wegingsfactor (hoe hoger die factor, hoe belangrijker het kenmerk wordt gevonden). De wegingsfactoren van een voorgaand ATO-onderzoek zijn gebruikt. In dat onderzoek werden de kwaliteitskenmerken vergeleken met een beoordeling van produktexperts van de totale kwaliteit (Peppelenbos *et al.*, 1994).

## 5. Resultaten

In twee verschillende paragrafen worden de invloeden van teler en vlucht (5.1) en temperatuur en luchtsamenstelling (5.2) behandeld. Binnen de paragrafen worden de resultaten eerst besproken per kwaliteitsfactor (kleur, vlekken, open hoeden en stevigheid). Daarna worden de verschillende kwaliteitsfactoren samen beoordeeld met behulp van de kwaliteitformule (Peppelenbos *et al.*, 1994).

### 5.1 Teler en vlucht

#### Kleur

Gemiddeld over de twee vluchten en de beoordelingen op dag 1, 3 en 5 hadden de champignons van teler c de beste kleur en de champignons van teler b de slechtste kleur (zie ook figuur 1). In meer detail bekeken was de eerste vlucht van teler c de beste, en de eerste vlucht van teler b de slechtste. De verschillen tussen de vluchten en telers direct na de bewaring bleven ook in de nabewaring bestaan (figuur 1).

#### Vlekken

Er waren geen opvallende verschillen tussen telers en vluchten ten aanzien van de hoeveelheid vlekken. Alleen de tweede vlucht van teler a had duidelijk meer vlekken dan de eerste vlucht van teler a. Opmerkelijk was dat na 5 dagen nabewaring de totale hoeveelheid vlekken bij de tweede vluchten hoger was dan bij de eerste vluchten (figuur 2).

#### Hoedopening

Gemiddeld over de twee vluchten en de beoordelingen op dag 1, 3 en 5 was de mate van hoedopening van de champignons van teler b het minst ver (figuur 3). In meer detail bekeken was de eerste vlucht van teler b de beste, en de tweede vlucht van teler a de slechtste. De grootste verschillen in mate van hoedopening waren na drie dagen nabewaren zichtbaar (figuur 3).

#### Stevigheid

Ten aanzien van de stevigheid werden grote verschillen waargenomen. Gemiddeld genomen bleven de champignons van de eerste vlucht steviger, wat vooral bij teler a en teler b is waargenomen (figuur 4). Opmerkelijk is dat de eerste vlucht van teler b ook stevig blijft tijdens de nabewaring.

#### Kwaliteitformule

Als naar de totale kwaliteit wordt gekeken (m.b.v. de formule) dan valt op dat de gevonden verschillen ten aanzien van de afzonderlijke kwaliteitskenmerken voor een groot deel wegvallen. Blijkbaar scoort steeds een andere teler en een andere vlucht hoog bij de verschillende kenmerken. Alleen de tweede vlucht van teler a scoort lager dan de rest (figuur 5). De eerste vlucht van teler c scoort na vijf dagen nabewaren nog het hoogst.



## 5.2 Temperatuur en luchtsamenstelling

### Kleur

Direct na de bewaring vertoonden de champignons bewaard in normale lucht bij 2 en 8°C de beste kleur (figuur 6 en 11). De champignons die waren bewaard onder CA condities waren allen crème-keurig, vergelijkbaar met de kleur van champignons bewaard in gewone lucht en 12 °C. Tijdens de nabewaring werden de champignons uit alle behandelingen minder van kleur, waarbij de champignons bewaard bij 2°C en gewone lucht steeds het beste bleven. Dit bleek uit zowel de visuele als de CBA metingen. Opvallend was dat gemiddeld genomen de champignons bewaard in gewone lucht en de hoogste temperatuur (12 °C) de slechtste kleur vertoonden, terwijl de champignons bewaard onder CA omstandigheden de slechtste kleur vertoonden bij de laagste temperatuur (2°C).

Voor de factor kleur is een temperatuur van 2°C en normale lucht de beste bewaarmethode. Bij 12 °C is CA echter te prefereren boven gewone lucht. Bij 8°C zijn er geen noemenswaardige verschillen tussen CA en gewone lucht.

### Vlekken

Het algemene beeld wat naar voren komt uit zowel visuele als CBA metingen is dat bij lagere temperaturen de vlekken kleiner van omvang blijven (figuur 7 en 12). Tijdens de nabewaring bleven deze verschillen aanwezig. Tussen CA en normale lucht zijn er geen opvallende verschillen waargenomen.

Voor de factor vlekken is een temperatuur van 2°C (ongeacht de luchtsamenstelling) de beste bewaarmethode.

### Hoedopening

De champignons die direct na de bewaring de minste open hoeden vertoonden (2°C CA en gewone lucht) vertoonden tijdens de nabewaring een soort 'inhaaleffect' (figuur 8). Na 5 dagen nabewaren bleken de champignons die bewaard waren bij 12°C en CA de minste open hoeden te vertonen. Als alleen naar dag 1 en dag 3 van de nabewaring wordt gekeken zijn de champignons bewaard bij 8°C en CA het minst ver ontwikkeld.

Afhankelijk van de gewenste bewaarduur (lengte van de afzetketen) is een andere bewaarmethode te prefereren. CA, gecombineerd met een wat hogere temperatuur (8 en 12 °C) lijkt voor de mate van hoedopening de meest optimale bewaarconditie.

### Stevigheid

Het algemene beeld wat naar voren komt is dat bij lagere temperaturen de champignons steviger blijven (figuur 9 en 14). Tijdens de nabewaring bleven deze verschillen aanwezig. Daarnaast zijn de champignons die bewaard zijn in CA steviger dan de champignons bewaard in gewone lucht. Gedurende de nabewaring vertoonden champignons bewaard 2°C en CA steeds de beste stevigheid, en champignons bewaard bij 12 °C en gewone lucht de minste stevigheid.

Voor de factor stevigheid is een temperatuur van 2°C en CA de beste bewaarmethode.

### Kwaliteitformule

Als alle kwaliteitsfactoren worden samengenomen volgens de kwaliteitformule, blijkt dat, ongeacht de luchtsamenstelling, een lage bewaartemperatuur een betere kwaliteit oplevert (figuur 10). CA levert een betere kwaliteit op bij 12°C, terwijl bewaren in gewone lucht een betere kwaliteit oplevert bij 2°C (figuur 15). Overigens blijken de champignons bewaard in gewone lucht en 2°C direct na de bewaring de beste kwaliteit te hebben. Na 3 dagen nabewaren is overigens geen significant verschil meer tussen deze champignons en de champignons bewaard in CA en 2°C of 8°C.

Tot slot is er nog een vergelijking gemaakt van het verloop van de kwaliteit, zoals berekend met de formule) tussen de beste en de slechtste teler en vlucht, voor zowel gewone lucht (NA) als CA condities (figuur 16). De beste NA en CA champignons (NA + en CA + in de grafiek) waren de eerste vlucht van teler c, bewaard bij 2°C. De slechtste NA en CA champignons (NA - en CA - in de grafiek) waren de tweede vlucht van teler a, bewaard bij 12°C.

## 6. Conclusies

Er zijn geen grote verschillen tussen de telers gevonden, maar het feit dat voor zowel de CA als de NA champignons dezelfde vlucht en teler als beste en slechtste naar voren komt geeft aan hoe belangrijk de kwaliteit is bij de start van het na-oogsttraject. Bij een selectie van champignons voor bewaring of directe afzet, of voor een korte of lange afzetketen kan het dus voordeel opleveren als onderscheid naar teler en vlucht wordt gemaakt.

Opvallend is dat de eerste vlucht steeds een betere kwaliteit vertoont dan de tweede vlucht. In de praktijk wordt er vanuit gegaan dat de tweede vlucht meestal beter is dan de eerste. Een mogelijke verklaring is dat in de praktijk de kwaliteit direct na de oogst beoordeeld wordt, terwijl nu na bewaring is gekeken. Mogelijk dat de tweede vlucht sneller in kwaliteit achteruitgaat dan de eerste vlucht.

Samenvattend kan de invloed van de gassamenstelling en de temperatuur op de champignonkwaliteit als volgt worden omschreven:

- CA leidt alleen bij hoge temperaturen (12 °C) tot een betere kwaliteit champignons;
- Bij 8°C leidde bewaring in CA niet tot een betere totale kwaliteit (wel t.a.v. open hoeden en stevigheid);
- Bewaring bij 2°C in gewone lucht is van alle onderzochte condities het meest optimaal;
- Hoe lager de temperatuur, hoe kleiner het voordeel van CA;

Deze resultaten leiden tot twee adviezen: als een gekoelde keten tussen teler en verkooppunt mogelijk is, geeft dat de grootste zekerheid voor een goede kwaliteit champignons. Ook een tussentijdse opslag bij 2°C leidt tot het minste kwaliteitsverlies. Pas als een dergelijke lage temperatuur niet te realiseren is, wordt het zinvol om CA technieken te betrekken voor de opslag/transport van champignons.

## 7. Literatuur

- Peppelenbos H.W., J. van 't Leven, B.H. van Zwol, L.M.M. Tijskens, 1993. The influence of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> on the quality of fresh mushrooms. Proc.6th.Co-ntr.Atm.Res.Conf., 14-16 june 1993, Ithaca, New York. pp 746-758
- Peppelenbos H.W., 1994. Gassamenstelling beïnvloedt de kwaliteit van geogste champignons. De Champignoncultuur, 38, pp 363-366
- Peppelenbos H.W., Boerrigter H.A.M., Evelo R.G., 1994. Kwaliteitsverloop van champignons in verschillende verpakkingen. Rapport ATO-DLO

## 8. Tabellen

*TABEL 1: Overzicht variabelen experimenten:*

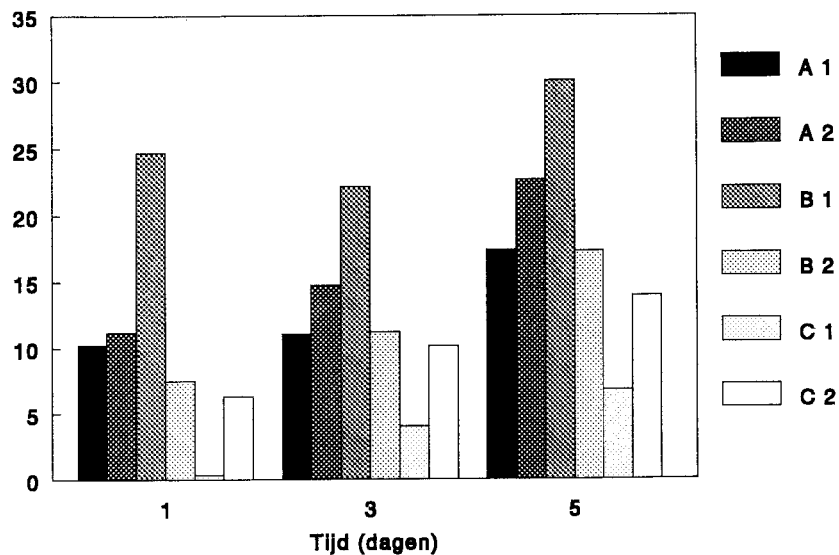
Experiment	1	2	3
Teler	a	b	c
Oogst	03-11-94	10-11-94	16-11-94
Start CA	03-11-94	10-11-94	17-11-94
Eind CA	07-11-94	14-11-94	21-11-94
Eind nabewaring	11-11-94	18-11-94	25-11-94

*Tabel 2: Overzicht kwaliteitscriteria en beoordelingsklassen*

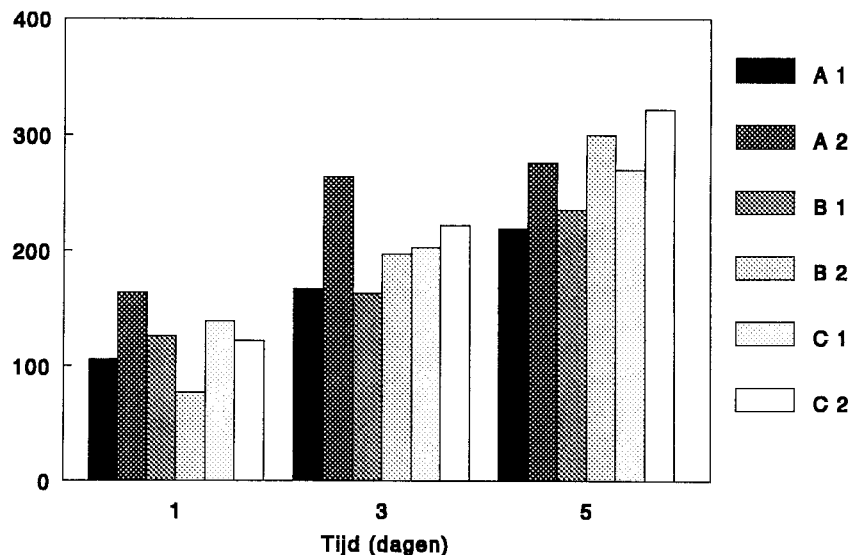
Criterium	klasse			
	0	1	2	3
Ontwikkelingsstadium	dicht	gevliesd	open	
Bacterievlekken	geen	licht	matig	sterk
Kleur	wit	crème	lichtbruin	bruin
Stevigheid	goed	matig	slecht	

## 9. Figuren

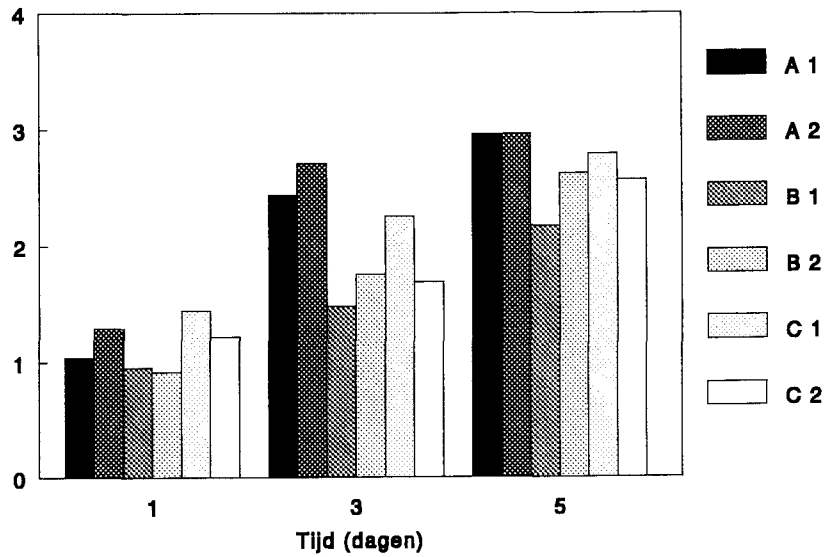
De figuren 1 tot en met 5 geven de waarnemingen per dag aan, waarbij ten opzichte van de variabelen vlucht en teler is gemiddeld. De variabelen temperatuur en luchtsamenstelling zijn in die gemiddelden niet apart genomen.



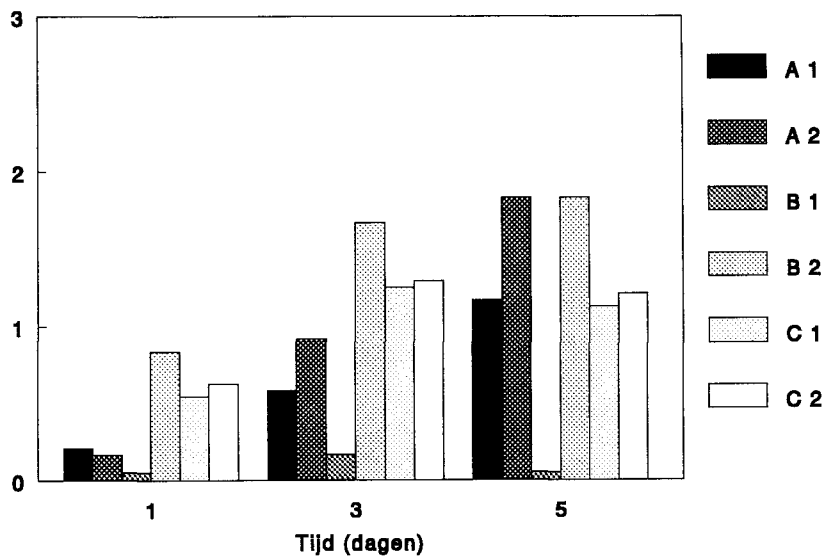
Figuur 1: De verandering van de kleur tijdens de nabewaring. Dit zijn CBA metingen, waarbij een hogere waarde een sterkere vergeling betekent (A = teler a, B = teler b, C = teler c, 1 = eerste vlucht en 2 = tweede vlucht).



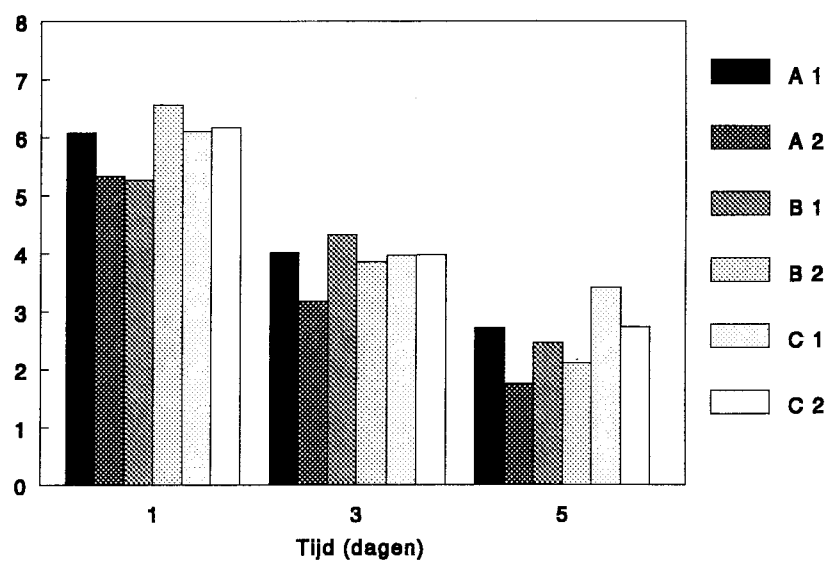
Figuur 2: De toename van de vlekken tijdens de nabewaring, CBA metingen (A = teler a, B = teler b, C = teler c, 1 = eerste vlucht en 2 = tweede vlucht).



Figuur 3: De toename van het ontwikkelingsstadium (open hoeden) tijdens de nabewaring (A = teler a, B = teler b, C = teler c, 1 = eerste vlucht en 2 = tweede vlucht).

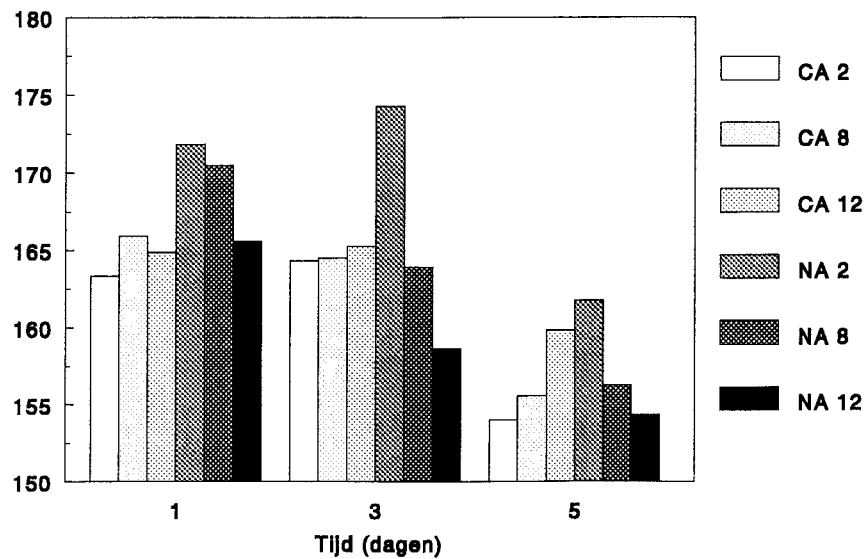


Figuur 4: De afname van de stevigheid tijdens de nabewaring (A = teler a, B = teler b, C = teler c, 1 = eerste vlucht en 2 = tweede vlucht).

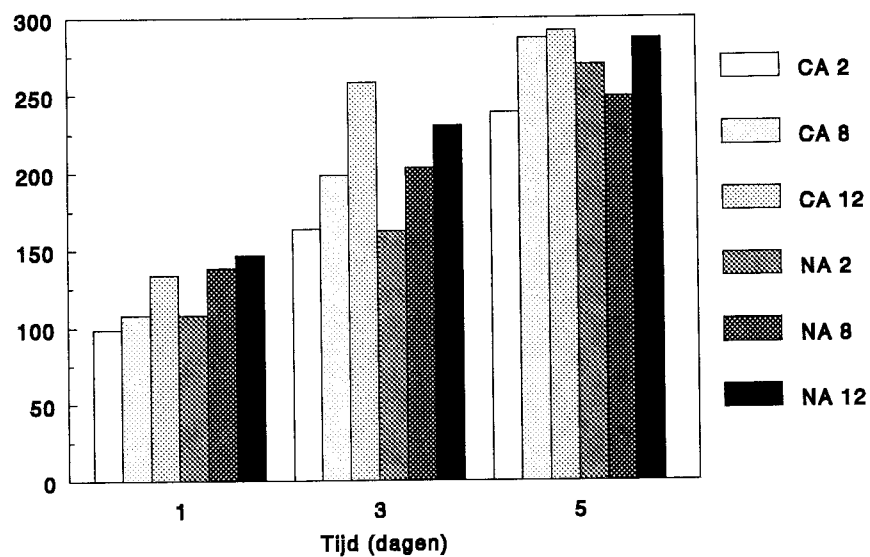


Figuur 5: De afname van de kwaliteit (formule) tijdens de nabewaring (A = teler a, B = teler b, C = teler c, 1 = eerste vlucht en 2 = tweede vlucht).

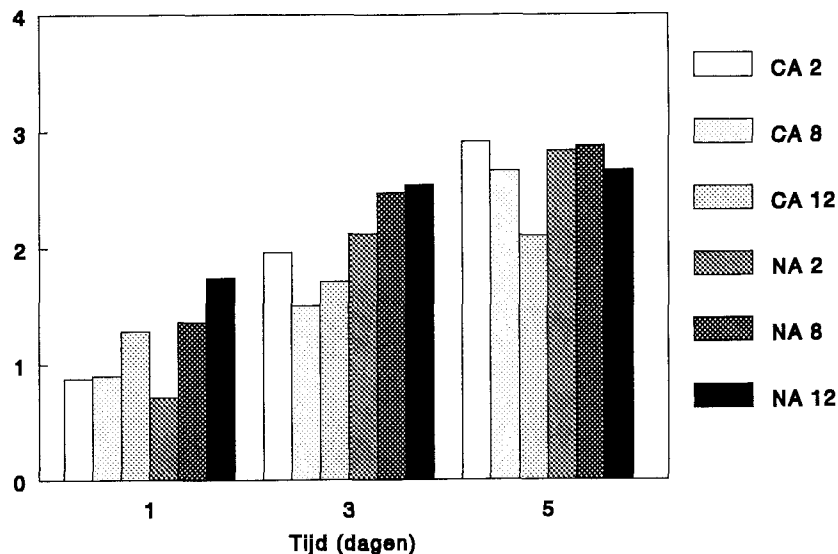
De figuren 6 tot en met 10 geven de waarnemingen per dag aan, waarbij ten opzichte van de variabelen temperatuur en luchtsamenstelling is gemiddeld. De variabelen 'vlucht' en 'teler' zijn in die gemiddelden niet apart genomen.



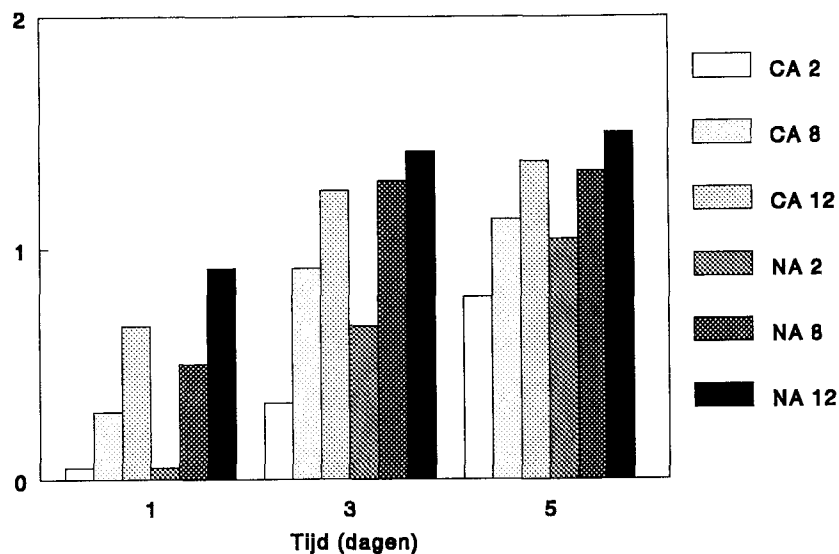
Figuur 6: De verandering van de kleur tijdens de nabewaring. Dit zijn CBA metingen, waarbij een hogere waarde een sterkere vergeling betekent (CA = Controlled Atmosphere, NA = Normal Atmosphere (gewone lucht), 2 = 2°C, 8 = 8° en 12 = °C).



Figuur 7: De toename van de vlekken tijdens de nabewaring, CBA metingen (CA = Controlled Atmosphere, NA = Normal Atmosphere (gewone lucht), 2 = 2°C, 8 = 8° en 12 = °C).

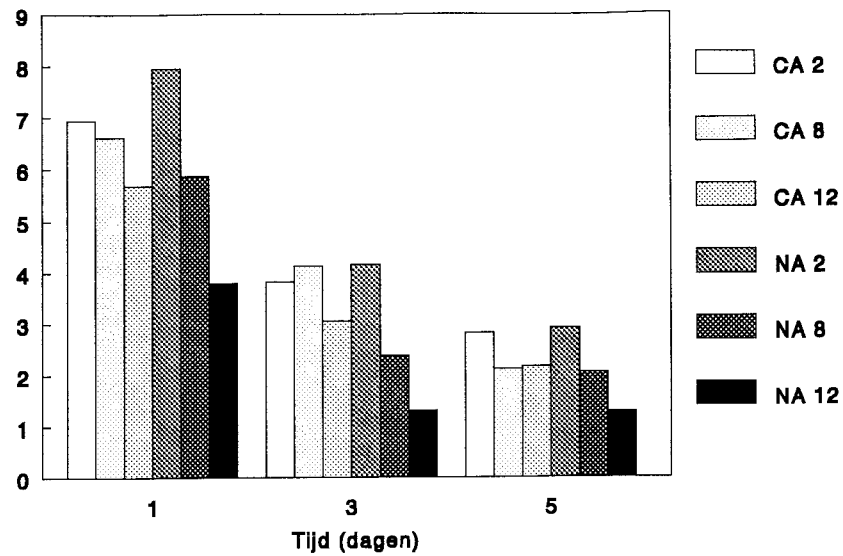


Figuur 8: De toename van het ontwikkelingsstadium (open hoeden) tijdens de nabewaring (CA = Controlled Atmosphere, NA = Normal Atmosphere (gewone lucht), 2 = 2°C, 8 = 8° en 12 = °C).



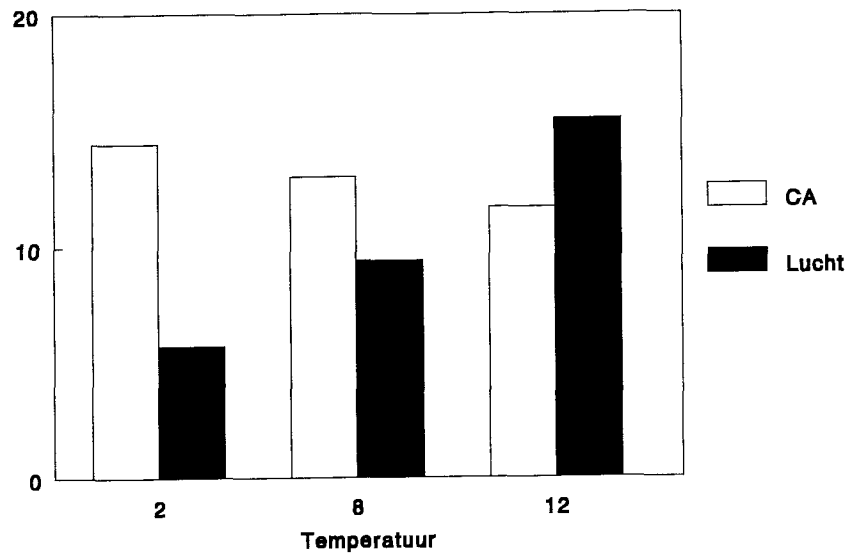
Figuur 9: De afname van de stevigheid tijdens de nabewaring (CA = Controlled Atmosphere, NA = Normal Atmosphere (gewone lucht), 2 = 2°C, 8 = 8° en 12 = °C).



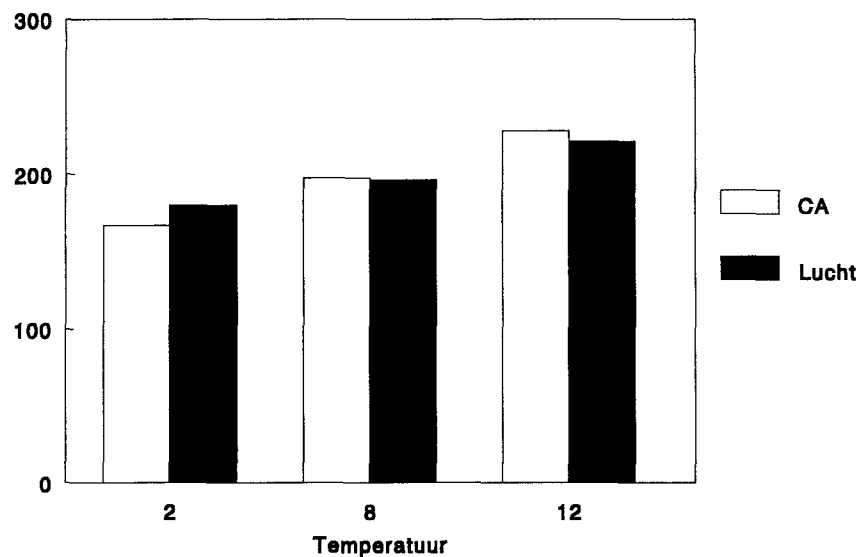


Figuur 10: De afname van de kwaliteit (formule) tijdens de nabewaring (CA = CA, NA = normale lucht).

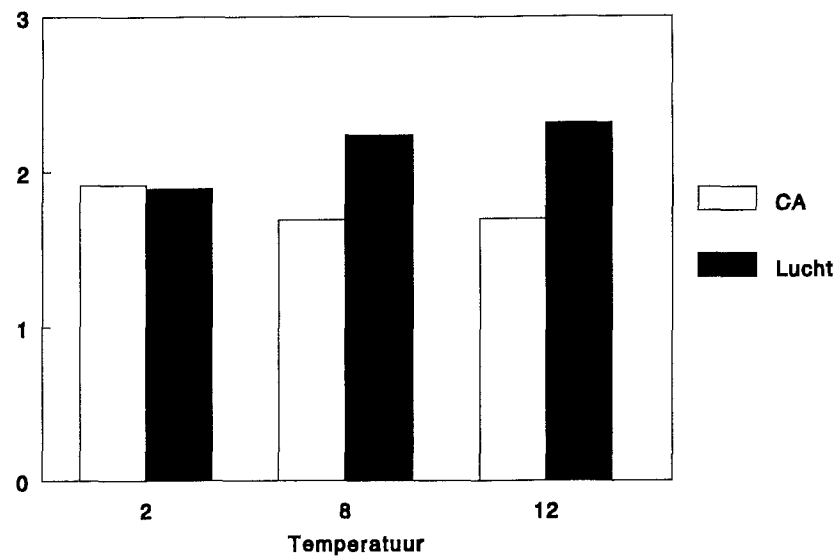
De figuren 11 tot en met 15 geven een soort samenvatting van de voorgaande grafieken weer. De waarnemingen over de verschillende dagen zijn nu ook gemiddeld. Alleen een soort 'overall' effect van zowel temperatuur als luchtsamenstelling wordt zo duidelijk.



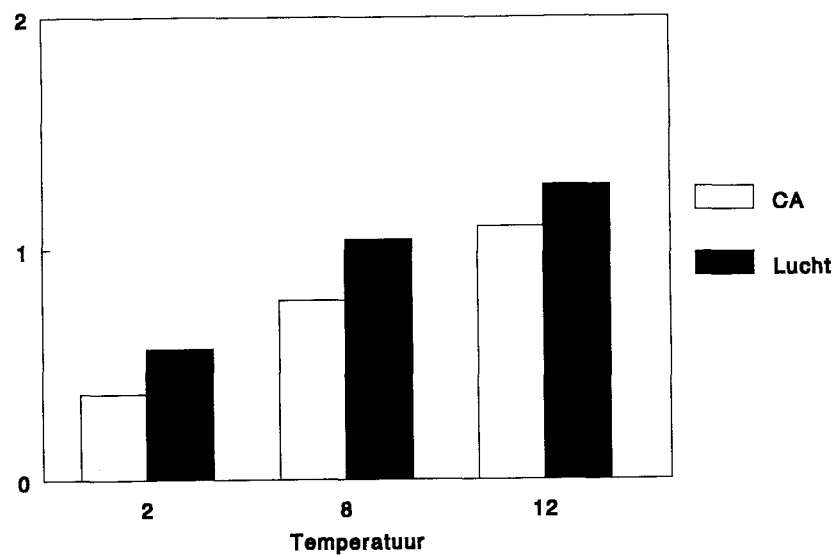
Figuur 11: De verandering van de kleur tijdens de nabewaring (CBA metingen) (CA = CA, NA = normale lucht).



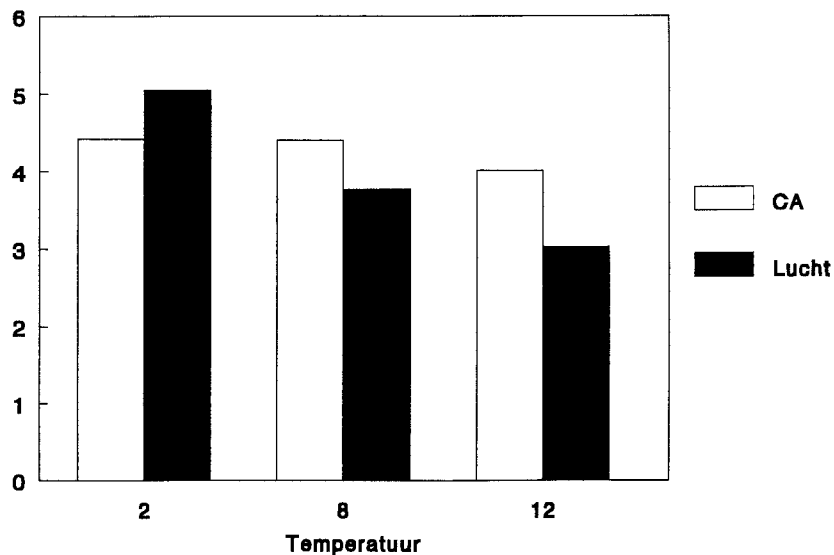
Figuur 12: De toename van de vlekken tijdens de nabewaring (CBA metingen) (CA = CA, NA = normale lucht).



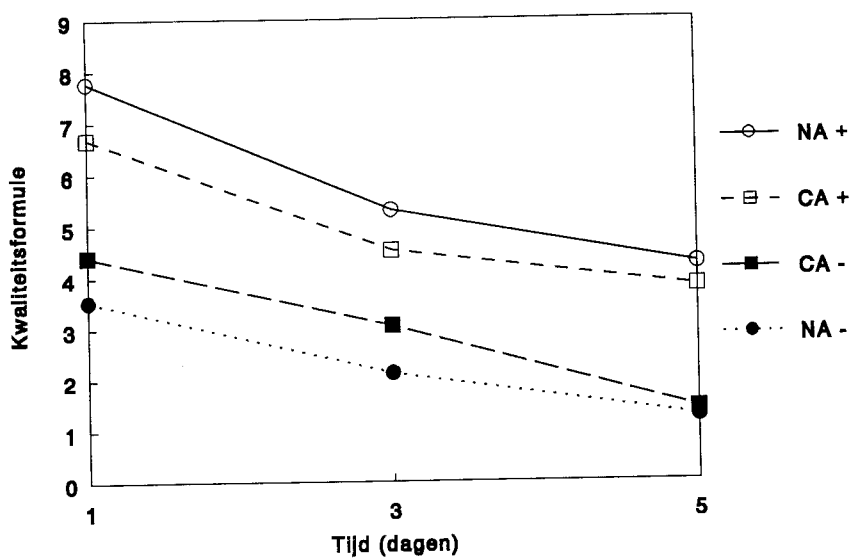
Figuur 13: De toename van het ontwikkelingsstadium (open hoeden) tijdens de nabewaring (CA = CA, NA = normale lucht).



Figuur 14: De afname van de stevigheid tijdens de nabewaring (CA = CA, NA = normale lucht).



Figuur 15: De afname van de kwaliteit (formule) tijdens de nabewaring (CA = CA, NA = normale lucht).



Figuur 16: De afname van de kwaliteit (formule) tijdens de nabewaring (CA = CA, NA = normale lucht, NA + is de beste teler en vlucht in gewone lucht, NA - is de slechtste teler en vlucht in gewone lucht).